



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di Lettere e Filosofia

Dottorato di ricerca in Storia del Teatro

(XXX Ciclo)

**Metodologia e progettazione di un
interattivo per la valorizzazione del
patrimonio culturale materiale ed
immateriale:**

Il caso studio del Teatro di Marcello

Tutor:
**Chia.mo prof.
Giovanni Ragone**

Candidato
Dott. Francesco Lella

Indice

INTRODUZIONE	4
1. SVILUPPO DELLE TECNOLOGIE DIGITALI PER LA DIVULGAZIONE E LA VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO CULTURALE	16
1.1 Brevi cenni sull'evoluzione della divulgazione nell'era del digitale	18
1.2 Il teatro e la divulgazione digitale	26
1.3 La divulgazione culturale ed i videogiochi	29
1.4 Nuovi sviluppi della ricerca collaborativa e della divulgazione	36
2. ANALISI DELLE TECNOLOGIE DI SVILUPPO E METODOLOGIA DELLA PROGETTAZIONE	39
2.1 Principi di Restituzione 3D	41
2.1.1 Fotogrammetria	46
2.1.2 Modellazione 3D	51
2.2 Archiviazione e Database relazionale	55
2.2.1 Database	57
2.2.2 Metadatazione	61
2.2.3 Thesauri	66
2.3 Storytelling e narrativa immersiva	68
3. PROGETTAZIONE DEL MODELLO INTERATTIVO	79
3.1 Restituzione tridimensionale	80
3.1.1 Analisi dei principali software di modellazione	81
3.1.2 Modellazione volumetrica del Teatro di Marcello	85
3.1.3 Veste grafica e caratterizzazione del modello 3D	88
3.1.4 Restituzione dei reperti mobili	89
3.2 Interattività e Multimedialità	91
3.2.1 Analisi dei principali motori grafici	93
3.2.2 Gestione dell'Interattivo	94
3.3 Raccolta ed elaborazione dati	99
3.3.1 Database	101
3.3.2 Metadatazione	103

4. PERCORSI E LINEE DI NARRAZIONE	109
4.1. I Percorsi narrativi	110
4.1.1 Il Percorso Archeologico	115
4.1.2 Il Percorso Storico	117
4.1.3 Il Percorso Teatrale	119
4.1.4 Il percorso libero ed il percorso personalizzato	121
4.2. Gestione dei contenuti transmediali ed esterni	123
CONCLUSIONI	128
BIBLIOGRAFIA	139
Bibliografia Citata	139
Sitografia Citata	144
Bibliografia Consultata	147
Sitografia Consultata	151

Introduzione

Negli ultimi decenni, la crescente diffusione dei *mass media* e la loro diversificazione, ha contribuito ad un profondo cambiamento della società occidentale; parte di questo mutamento è da attribuire alla rete internet e ad una tecnologia sempre più innovativa ed alla portata di tutti.

Nel panorama internazionale, l'utilizzo della tecnologia e di nuovi metodi di fruizione, volti alla valorizzazione culturale, ha mostrato grandi ricadute in termini sia di economia monetaria che di economia del benessere¹.

In ambito culturale nazionale, ricerca ed innovazione non sempre sono riusciti ad offrire delle proposte in linea con i tempi; fattori determinanti, anche se non unici, sono stati: la drastica e continua riduzione dei fondi per la cultura ed un forte *gap* generazionale e culturale all'interno degli enti e delle istituzioni; *gap* che, solo negli ultimi anni, ha visto una prima inversione di tendenza, con l'inserimento in organico di figure giovani e dinamiche.

Le esperienze estere, unitamente alle nuove direttive nazionali, hanno stimolato diverse e recenti operazioni di valorizzazione digitale anche in Italia: la creazione istituzionale di applicazioni per dispositivi mobili; la digitalizzazione degli archivi e la loro fruizione in rete, ancor

¹ V. CODA NUNZIANTE, S. DI MARCELLO, E. GIGLIARELLI, M. MAUTONE, C. SABBIONI, M. I. SIMEON, P. A. VIGATO, *Internazionalizzazione: Storie, strategie e risorse della ricerca CNR sui beni culturali nel contesto internazionale*, Roma 2009

poco soddisfacente ma in continuo sviluppo; la comunicazione e fruizione del patrimonio attraverso tecnologie innovative e multimediali.

L'incentivo a finanziamenti che abbiano un impatto innovativo, hanno consentito inoltre una produzione tecnica e scientifica più sistematica, alla continua ricerca di sostenibilità e competitività anche a lungo termine.

Diverse analisi sull'utilizzo delle ICT per il consumo dei beni e servizi culturali, mostrano risposte positive da un pubblico già interessato alle tematiche offerte, mentre si registra una generale indifferenza nel resto della comunità, tendenza in linea con i dati dell'interesse generale della popolazione al patrimonio culturale².

Le statistiche Istat sulla fruizione del patrimonio³, anche se non incoraggianti, mostrano un graduale aumento di pubblico in quasi tutti i settori dei beni culturali, eccezion fatta per quello editoriale.

Il rapporto annuale di Federculture per il 2014⁴, offre un interessante spaccato sull'industria creativa e la ricerca: sulla base dei dati Istat, osserva un graduale aumento nella produzione di servizi e soluzioni ed un maggior afflusso di fondi per la valorizzazione e la digitalizzazione del patrimonio.

La sfida più ardua riguarda invece il patrimonio immateriale:

² E. BONACINI, *Dal web alla app: fruizione e valorizzazione digitale attraverso le nuove tecnologie e i social media*, Catania 2014.

³ <https://www.istat.it/it/archivio/statistiche+culturali>, consultato il 28/8/2017

⁴ AA. V.V., *12° Rapporto annuale Federculture 2016: Impresa Cultura. Creatività. partecipazione, competitività*, Roma 2017.

trasmettere il bagaglio culturale di una comunità o popolazione, le sue tradizioni e le sue dinamiche sociali, appare un'esigenza prioritaria per sensibilizzare le generazioni future a riscoprire e non dimenticare tale ricchezza, contestualizzandola nella società attuale per comprenderla e viverla con coscienza e spirito comunitario. Sebbene la digitalizzazione ed archiviazione di tale patrimonio abbia iniziato un lento e graduale sviluppo, di difficile soluzione ne appare la sua valorizzazione; gran parte delle produzioni si è dimostrata al di sotto delle aspettative proposte e solo poche hanno trovato il favore del pubblico.

In un mondo sempre più refrattario ad un'informazione testuale, nel quale notizie ed informazioni vengono assimilate in maniera frenetica e senza la volontà o l'esigenza di soffermarsi ad analizzarle criticamente; dove i suoni e le immagini hanno assunto una rilevanza sempre maggiore e dove ed in gran parte poco attento alle tematiche culturali⁵, la ricerca di nuovi registri comunicativi ha cominciato a produrre i primi esperimenti in tempi ancora troppo recenti per poter fornire dei dati e dei parametri validi su cui innestare un solido sviluppo.

L'attuale ricerca propone pertanto la progettazione di un sistema digitale integrato di valorizzazione del patrimonio culturale – sia materiale che immateriale – basato su un modello interattivo e tridimensionale del Teatro di Marcello a Roma.

Una codifica dei processi progettuali in merito risulta attualmente assente, nonostante l'esigenza mostrata in diversi studi di sviluppare

⁵ Cfr. Note 3 e 4

maggiormente tale ambito⁶; il lavoro, accogliendo tali suggerimenti, tende a stabilire una possibile linea metodologica nella creazione di contenuti culturali multimediali, applicando lo sviluppo delle analisi effettuate su di un caso pratico di progettazione, che possa fornire una risposta ad una carenza di letteratura e sistematizzazione del lavoro. La ricerca mira infine ad ampliare la conoscenza del teatro latino, da parte non solo dell'utenza culturale ma anche da chi è spesso lontano da tale mondo, tramite l'utilizzo delle nuove tecnologie digitali di fruizione del patrimonio. La decisione di affrontare la progettazione con un modello tridimensionale ed interattivo, corredato di percorsi narrativi di fruizione ed una piccola sala museale, vuole offrire una visione di ampio respiro, ma non generica o superficiale, del mondo antico.

L'utilizzo di un Bene materiale come contenitore dell'interattivo permette grande versatilità nella scelta dei contenuti da veicolare; la possibilità di affrontare numerose tematiche in fase divulgativa consente anche la narrazione e la scoperta di un patrimonio immateriale, quello del mondo latino, che ha lasciato profonde tracce nella nostra cultura identitaria, tracce che se non rinvivate e tramandate cadranno sempre di più nell'oblio.

La creazione di un modello tridimensionale ricostruttivo, contestualizza la visita dell'utente aiutando il suo immaginario ad avere una visione più verosimile e cosciente del passato, offrendogli un oggetto fisico da osservare e conoscere; l'interazione e la narrazione hanno il

⁶ S. MANCUSO, *Per una metodologia della valorizzazione dei beni archeologici: analisi e prospettive in Calabria*, Soveria Mannelli 2004, pag. 11 -18 e M. AMARI, *Progettazione culturale: Metodologia e strumenti di cultural planning*, Milano 2015

compito di tenere alti gli standard di attenzione dell'utenza e al contempo stimolare di continuo la sua curiosità; la piccola sala museale invece connette i reperti attuali con la loro storia e si pone come la porta d'accesso al passato.

Tale progettazione vuole essere un divulgativo scalabile per fruizione e tipologia di patrimonio, che, adattato alle esigenze del caso, possa definire una possibile strada, volta ad incentivare l'avvicinarsi a tematiche culturali da parte di un pubblico sempre più ampio.

A questo scopo il lavoro si è concentrato su una soluzione che fosse adattabile a più canali e dispositivi di fruizione; la scelta di un caso studio su cui contestualizzare la fase metodologica vuole: offrire degli spunti tematici nel suo campo di interesse; analizzare più nel concreto possibili criticità e soluzioni; sperimentare le potenzialità offerte dalla comunicazione transmediale e dalle tecniche narrative applicate ai Beni Culturali.

Per la scelta del caso studio si è optato per il Teatro di Marcello, sito a Roma, nell'omonima via, per le seguenti ragioni:

- La conservazione parziale del teatro, in particolare delle alzate dell'edificio, con le diverse modifiche strutturali e funzionali avute nel corso del tempo, si presta ad una narrazione diacronica e può, in un'ipotesi di sviluppo futura, veicolare più livelli cronologici di fruizione.

- L'impossibilità di musealizzare il monumento e renderlo fruibile alla popolazione permette di concentrarsi esclusivamente su una progettazione digitale, potendo focalizzare maggiormente l'aspetto analitico e metodologico; il complesso ed imprescindibile legame con il territorio è rimandato a studi di altra natura che affrontino in maniera più mirata e sistematica il tema della comunicazione e del coinvolgimento della popolazione.
- Il forte legame tra il luogo fisico ed il patrimonio immateriale che custodisce; il facile connubio tra teatro e narrazione offre lo spunto per la creazione di un apparato divulgativo coinvolgente ed emozionante: tecniche di *storytelling* capaci di creare percorsi di visita carichi di vivacità e forza evocativa permettono una più agevole comunicazione anche del patrimonio immateriale.
- L'importanza storica del bene ed il suo adeguarsi alle evoluzioni urbanistiche e sociali che hanno caratterizzato il territorio; la presenza quotidiana del Monumento nella vita di Roma consente di dare un forte rilievo alla funzione antropologica e sociale che il teatro ha avuto nel corso della storia. Il Teatro permette di guardare alla storia da un punto di vista diverso, lontano dalle macro-dinamiche che hanno plasmato il mondo, ci consente di scoprire le storie della popolazione e della sua quotidianità.

Il Bene assume, dunque, il ruolo di veicolo di fruizione per un'esperienza multidisciplinare sulla storia del Monumento, capace di

travalicare le barriere fisiche dell'architettura, di portare l'utente alla scoperta di ciò che il teatro latino ha rappresentato nella società antica ed il bagaglio culturale che ha lasciato a quelle successive.

Le tematiche narrative sono generiche e lasciano ampio spazio realizzativo alla varietà di trame che possono accogliere; allo stesso modo si è scelto di progettare lo sviluppo di percorsi liberi e personalizzati che forniscano, sia uno spunto metodologico per tali tipologie di fruizione, sia ampio margine di scelta in fase realizzativa ai contenuti ed alle funzionalità interattive da adottare.

I contenuti transmediali, spesso interconnessi tra loro e comuni a più linee narrative, viaggiano su canali diversificati e permettono di replicare concetti rilevanti in forme diverse così da non risultare mai ridondanti durante la visita.

La progettazione dell'interattivo si limita all'edificio teatrale vincolando il fruitore al monumento; tale scelta sacrifica il contesto ambientale nel quale vive e si è sviluppato il Teatro, ma ai fini del progetto si è ritenuto preferibile relegare tale aspetto a specifici rimandi durante la visita, così da non rendere eccessivamente dispersivo lo studio del caso.

All'interno della ricostruzione il fruitore ha la possibilità di navigare liberamente ed interagire con i singoli elementi ivi inseriti per accedere alle schede di contenuto; è inoltre possibile visitare uno spazio ideale che musealizza, sotto forma digitale, alcuni elementi di particolare interesse per il teatro antico. La possibilità di fruire di una visita narrativa, suddivisa in tre tipologie di percorso – archeologico, storico e teatrale – consente anche agli utenti meno esperti o meno interessati alla scoperta

libera, di avere un accesso guidato alla conoscenza del mondo antico.

Le schede informative prevedono una suddivisione nelle tematiche principali che le legheranno ai percorsi precedentemente elencati, ed un'accurata metadattazione.

Per ogni scheda è previsto l'accesso, laddove possibile, sia a collegamenti transmediali volti a lasciare l'utenza libera di scegliere il canale di fruizione ad essa più congeniale, sia a collegamenti esterni all'interattivo che possono affrontare contenuti attinenti ma non pertinenti

La digitalizzazione dei materiali di scena permette la visione anche di reperti generalmente non accessibili; la possibilità di avere degli elementi fotogrammetrizzati favorisce inoltre una visione *tout-court* dell'oggetto che può essere così esplorato in ogni sua parte.

La virtualizzazione degli oggetti, sia strutturali che mobili, servirà invece come elemento di interazione e varco per i contenuti inerenti catalogati nella banca dati.

I contenuti digitalizzati, adottando parametri conformi alle più recenti teorie di archiviazione e dotati di specifici metadati controllati, opportunamente studiati e valutati, serviranno come base generica capace di dialogare con qualsiasi tipo di *repository* standardizzato.

Un simile approccio favorisce, se adottato in larga scala, la possibilità di costruire banche digitali che fungano solo da collettori dei diversi *repository*; tale metodologia è alla base anche della ricerca e della

connessione con dati esterni che, così facendo, possono interagire direttamente con le schede presenti senza la necessità di nuove modifiche alla struttura del database ed evitano la continua creazione di dati simili e ripetitivi.

La scrittura del progetto è stata anticipata, oltre che dalla consueta analisi e ricerca bibliografica, anche da una fase di sperimentazione attiva delle tecnologie: in collaborazione con il Centro interdipartimentale di Ricerca DigiLab – Sapienza, si è lavorato su sviluppi concreti di interattivi, archivi ed installazioni per la fruizione culturale che hanno fornito valide e solide basi alla creazione della metodologia ed alla fase progettuale di ricerca.

Il primo capitolo si propone di esplorare velocemente l’impatto e lo sviluppo che la tecnologia ha avuto sulla valorizzazione e la fruizione patrimonio culturale, sia scientifico che umanistico, degli ultimi anni; dopo un inquadramento generale si è analizzato il panorama dei Beni Culturali, esaminando le principali tendenze della popolazione e le soluzioni proposte.

Un particolare sguardo è stato dato alla valorizzazione del patrimonio teatrale, osservando lo sviluppo di applicativi e strumenti digitali che ne facilitino la fruizione e la divulgazione e studiandone le criticità.

La tipologia del progetto ha spinto ad analizzare il mondo dei videogiochi, il loro impatto sulla popolazione e come l’edutainment, ovvero la tecnica di coinvolgimento ludico a fini divulgativi e formativi, si

interfacci con questa realtà; quali sono gli esperimenti e le soluzioni proposte nel panorama culturale, sia in ambito scientifico che umanistico.

Il capitolo si conclude con un veloce sguardo alle possibilità future che le recenti innovazioni tecnologiche offrono, per focalizzarsi infine su alcuni esempi particolarmente interessanti e virtuosi di interattivi che hanno offerto gli spunti alla progettazione del sistema, alla gestione ed alla fruizione dei contenuti che offre, alle modalità di narrazione per i percorsi di visita.

Concluso lo studio del panorama attuale, si è passati ad un'analisi meticolosa delle diverse tecnologie a disposizione per la creazione dell'interattivo; ogni tecnologia analizzata è stata sperimentata e ne è stata verificata l'efficacia in base alle esigenze richieste.

Il progetto è stato suddiviso in quattro fasi di sviluppo: una prima fase ha esaminato le tecniche di acquisizione e modellazione tridimensionale utilizzate in ambito umanistico; un particolare approfondimento è stato dato alla restituzione fotogrammetrica che offre delle alte potenzialità rispetto all'invasività ed al costo d'applicazione di tale tecnologia.

Successivamente si è esplorato il mondo degli archivi digitali e dei database; analizzati i vari modelli di *repository* e le diverse possibilità di interpolazione dei dati che offrono, si sono osservate le principali criticità legate alla conservazione dei dati umanistici; lo studio si è quindi concentrato sulle metodologie di acquisizione ed immagazzinamento dei dati, la loro interrogabilità e le metodologie di metadattazione più performanti per dati umanistici, focalizzando l'attenzione sul

funzionamento ed i vantaggi offerti da un simile sistema di controllo del *data injection*.

Identificata la corretta tecnologia per la creazione dei contenuti, analizzate le procedure di archiviazione e catalogazione digitale, la ricerca ha concentrato lo studio sulle principali tecniche di *storytelling* e l'utilizzo delle piattaforme medialia per la divulgazione; si sono dunque studiate alcune tra le soluzioni più virtuose nel campo ed analizzate le loro peculiarità e le criticità.

L'attività sperimentale svolta durante la ricerca ha spinto la fase progettuale a prevedere necessariamente una modellazione volumetrica del teatro che potesse palesare le criticità della strutturazione e ne fornisse soluzione.

Ottenuto il modello 3D si è potuto lavorare sulla progettazione dell'interattivo, sulle modalità di navigazione e fruizione dei contenuti, sulla struttura delle schede informative ed il trattamento dei collegamenti esterni; si è quindi proseguito con una puntuale strutturazione del database di gestione del progetto e la metodologia di creazione dei metadati e dei dizionari controllati; l'archivio digitale è stato progettato nell'ottica di un possibile e continuo aggiornamento dei suoi contenuti, aggiungendo, modificando ed eliminando i vari record senza correre il rischio di danneggiare il front-end del sistema.

Per ogni passaggio si sono analizzati i diversi software a disposizione e le differenti tecnologie di realizzazione, valutandone peculiarità e criticità al fine di selezionare le soluzioni più idonee al caso.

L'ultimo capitolo affronta le ipotesi narrative e di gestione dei percorsi; vengono analizzati i diversi itinerari sia da un punto di vista strutturale sia di fruizione dei contenuti; per ogni percorso, Archeologico, Storico e Teatrale, sono state costruite delle linee di *storytelling* attingendo agli spunti emersi dalle analisi del primo capitolo, cercando di coniugare le scelte vincenti di alcuni esempi virtuosi con le esigenze dettate dal progetto.

Un particolare approfondimento è stato riservato alla progettazione dei percorsi liberi e personalizzati e sulla modalità di fruizione degli elementi inseriti nell'archivio che, considerata la mole dei dati previsti dalla progettazione, rischia di avere un impatto negativo sull'usabilità e la navigabilità dell'interattivo.

Il lavoro si conclude con un ultimo paragrafo che analizza la gestione dei contenuti transmediali ed esterni, identificando le problematiche a cui si va incontro sia nell'interconnettere i contenuti che ad affidarsi a fonti di dati ed informazioni esterne.

1. Sviluppo delle tecnologie digitali per la divulgazione e la valorizzazione del patrimonio culturale

Uno sguardo sull'evoluzione delle nuove tecnologie, finalizzate alla divulgazione ed alla formazione, permette una visione maggiormente critica e cosciente delle possibilità e delle soluzioni offerte dal panorama nazionale ed internazionale; lo studio dell'evoluzione tecnologica in tema culturale favorisce, inoltre, una più facile identificazione e comprensione delle nuove tecnologie e delle potenzialità che esse offrono.

L'avvento del *web 2.0*⁷, che convenzionalmente si fa risalire agli inizi del 2005, ha portato ad un profondo cambiamento nelle modalità di utilizzo di internet: il *web 2.0* identifica quella fase di sviluppo del web che consente agli utenti di interagire, non solo tra loro, ma anche con le pagine pubblicate in rete.

Tale innovazione ha costituito una vera e propria rivoluzione culturale: la diffusione del *web 1.0* aveva già messo in connessione tra loro utenti provenienti da ogni parte del mondo, creando un mondo sempre più mediatico e globalizzato dove, in maniera più o meno pacifica, le commistioni culturali emergevano prepotentemente; la nuova fase ha invece permesso un proliferare di servizi e prodotti digitali volti ad un maggior coinvolgimento del pubblico, soluzioni capaci di dare all'utenza la possibilità, sia della scelta del livello di approfondimento a cui giungere,

⁷ <http://www.paulgraham.com/web20.htm>, consultato il 12/6/2016

sia della tipologia di informazione che si intende acquisire o a cui si intende collaborare.

Questa possibilità, se da un lato ha generato uno stato confusionale nell'utente che si avvicina per la prima volta ad un dato argomento, dall'altro ha permesso l'avvicinarsi di un nutrito pubblico a temi culturali a cui precedentemente non aveva mai guardato.

Nei campi della comunicazione e della divulgazione questi cambiamenti sono stati avvertiti maggiormente: l'incontrollata diffusione di notizie prive di fondamento scientifico o di verifica delle fonti ha creato un ambiente insidioso nel quale l'utente ha sempre più difficoltà a muoversi.

L'esigenza di arginare questo fenomeno è stata ampiamente sottovalutata anche in ambito culturale, preferendo spesso prendere un precauzionale distacco da queste nuove tecnologie prima di affrontarle, lasciando, così al contempo, il campo libero ad ogni tipo di speculazione.

Enti ed istituzioni negli ultimi anni, presa coscienza del degenerare del problema, si sono impegnati attivamente, ad imporre nel settore dei Beni Culturali, prodotti certificati e validati, che offrano esperienze qualitativamente alte di fruizione ed apprendimento.

Sebbene siano numerosi i problemi di natura burocratica ed amministrativa che rendono spesso difficoltosa la creazione di prodotti

digitali competitivi⁸, le nuove direttive nazionali ed europee in ambito di divulgazione e valorizzazione hanno gettato le basi per una sempre più agevole realizzazione di valide soluzioni digitali per la cultura.

Nonostante ciò, gli studi di settore, le analisi valutative e le statistiche sull'efficacia di determinati prodotti tecnologici –come le guide interattive, i *podcasting*, etc – sono ancora estremamente pochi; gli scarsi dati reperibili sono quelli forniti dagli enti museali, anche se spesso, generici e poco dettagliati, mancano di approfondite analisi sull'usabilità delle soluzioni offerte, la ricaduta personale dell'esperienza vissuta dal visitatore, la realizzazione delle aspettative e le esigenze non soddisfatte.

Tale mancanza rende, in diversi casi, la creazione di strategie, servizi e prodotti idonei alle esigenze del pubblico, complessa, procedendo su strade prive di indicazioni e linee guida consolidate.

1.1 Brevi cenni sull'evoluzione della divulgazione nell'era del digitale

Nell'ultimo decennio lo sviluppo di progetti digitali, finalizzati ad una divulgazione scientifica o culturale, ha avuto una forte espansione; nel gennaio del 2001, il lancio dell'Enciclopedia libera Wikipedia⁹ ha dimostrato come la partecipazione dal basso alla costruzione di una memoria collettiva e di un sapere universalmente condiviso, abbiano arricchito lo scambio e la divulgazione culturale, e come vi fosse un forte interesse da parte della comunità ad essere invitata alla partecipazione ed

⁸ Si pensi solo alla difficoltà di creare delle App di fruizione virtuale con contenuti di alta qualità grafica ed alle limitazioni poste alla riproduzione degli audio-video per il patrimonio culturale, difficoltà incontrate spesso volte dalle stesse amministrazioni detentrici del Bene.

⁹ <http://www.wikipedia.com>, consultato il 10/3/2015

all'interazione.

Accolta inizialmente con freddezza e scetticismo dalla comunità scientifica, è solo nell'ultimo lustro che si è compreso l'impatto dirompente e le potenzialità di una collaborazione partecipativa tra le comunità scientifiche e l'utenza della rete; ad oggi, in Italia, sono numerosi i progetti di divulgazione e partecipazione promossi in collaborazione tra enti, istituzioni e le diverse comunità *open* del territorio.

I progetti *GLAM*¹⁰ mettono in connessione le istituzioni con l'enciclopedia libera contribuendo ad una divulgazione di alta qualità dei contenuti culturali: nel 2010 il British Museum assunse il primo *wikipediano in residenza* gettando le basi delle iniziative *Glam* oggi diffuse in numerosi paesi: tale figura collabora in maniera volontaria e generalmente gratuita¹¹, e per un periodo definito di tempo, con un'Istituzione o un Ente culturale al fine di facilitare la creazione o modifica di voci dell'enciclopedia inerente a tale Ente¹². Attualmente numerosi membri della comunità wikipediana lavorano come *wikipediani in residenza*, realizzando progetti per la divulgazione e la digitalizzazione del patrimonio culturale¹³.

Parallelamente all'affermarsi di un approccio di ricerca collaborativa si è sviluppata anche l'esigenza di una divulgazione che non vedesse più il pubblico come un assimilatore passivo di informazioni.

¹⁰ Acronimo di: Gallery, Library, Archive and Museum.

¹¹ Sono previsti in alcuni casi rimborsi o borse di studio.

¹² <http://www.wikimedia.it/wikipediano-in-residenza/> consultato il 10/10/2015

¹³ <https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:GLAM/About> consultato il 10/10/2015

Le possibilità tecnologiche degli ultimi decenni hanno aumentato freneticamente i ritmi di vita: stimoli visivi e sonori, continuamente presenti nel nostro quotidiano, richiamano continuamente la nostra attenzione, diminuendo sensibilmente le capacità di ascolto e concentrazione; ciò, unito alla presenza sempre più invadente del digitale e della rete nella vita di tutti i giorni, ha spinto alla necessità di ricercare nuovi metodi di fruizione per catturare l'interesse del pubblico e tenere sempre viva la sua voglia di arricchimento culturale.

Anche l'Unione Europea, in linea con le trasformazioni tecnologiche del nuovo millennio, ha impiegato numerose risorse, attraverso i Fondi Strutturali e i diversi programmi di sostegno alla ricerca e innovazione, al settore culturale e divulgativo¹⁴.

In Italia l'attenzione alle nuove tecnologie per il digitale è alquanto recente; sebbene le resistenze siano ancora presenti, sia in ambito istituzionale che all'interno della comunità scientifica, si registra una forte spinta di conversione alle recenti tecnologie di fruizione e valorizzazione: il Ministero dei Beni Culturali e del Turismo ha prodotto oltre venti *app* per *mobile* volte alla valorizzazione ed alla fruizione del patrimonio culturale e l'attenzione ad un coinvolgimento attivo del pubblico è sempre più presente¹⁵.

Nel campo divulgativo, la recente sperimentazione di nuove metodologie di fruizione, unitamente all'avvento del *web 2.0*, vede nascere

¹⁴ Cfr. nota 4

¹⁵ http://www.beniculturali.it/mibac/export/MiBAC/sito-MiBAC/Contenuti/visualizza_asset.html_613098164.html consultato il 15/3/2016

i primi approcci in ambito documentaristico e museale.

Sebbene in ambito museale i primi esperimenti risalgono agli anni novanta – già nel 1992 la Apple distribuì in oltre mille scuole un interattivo su CD-ROM chiamato “*Virtual Museum*”¹⁶ – è solo in tempi recenti, grazie anche alle nuove tecnologie digitali per l’audio-video, che le prime esperienze di fruizione digitale del patrimonio culturale hanno attratto realmente l’interesse del pubblico.

Tra i progetti di maggior interesse e successo dell’ultima decade vi è il *google art & culture*¹⁷: una visita virtuale presso i principali musei e le principali gallerie di opere d’arte al mondo dove poter ammirare, in alta definizione, le opere custodite; il progetto ad oggi vanta la collaborazione di oltre 200 istituzioni e diverse modalità di interazione tra cui la possibilità di costruire il proprio allestimento o formarsi su specifici temi culturali.

Nonostante alcune critiche mosse dalla comunità scientifica circa i rischi, le limitazioni di tale fruizione e l’eurocentrismo del progetto, la risposta del pubblico è stata estremamente positiva: sebbene non siano stati rilasciati dati ufficiali, le stime di visitatori variano dai 15 milioni del 2012¹⁸ agli oltre 50 del 2016¹⁹; è ragionevole supporre che un tale impatto

¹⁶A.A. V.V., *The Journal of Visualization and Computer Animation*. n°3, pag 183–197

¹⁷ Precedentemente denominato *google art project*

¹⁸ https://www.digital4.biz/executive/news/google-art-project-porta-su-internet-le-piu-importanti-opere-d-arte-mondiali_43672151144.htm, consultato il 9/9/2015

¹⁹ <http://www.lastampa.it/2016/09/14/societa/viaggi/mondo/con-il-metamuseo-google-arts-culture-il-viaggio-virtuale-nella-storia-della-terra-uYpQYk3JBNNNmXz1PQ84hP/pagina.html>, consultato il 7/10/2016

mediatico abbia portato anche ad una maggiore informazione sui musei coinvolti e sulle loro collezioni, con conseguenti ricadute sull'affluenza: secondo una recente statistica Mibact, alla maggiore presenza digitale dei musei corrisponde anche ad un maggior numero di visitatori²⁰

La presenza digitale dei patrimoni culturali ha visto la nascita di interessanti esperimenti anche in campo social: il museo palermitano di Salinas, chiuso quattro anni per interventi di restauro, ha portato il pubblico a conoscere il proprio patrimonio dal web; l'uso mirato e ben strutturato di diverse piattaforme social ed una costante attenzione ai propri utenti ha prodotto oltre 45.000 *followers* negli anni, i quali, coinvolti ed attirati ad interagire con l'istituzione hanno portato un indotto turistico di oltre 50.000 visitatori al museo dopo la riapertura. Secondo Elisa Bonacini:

“Nel 2015 con un'area espositiva pari allo 0,3% della superficie totale, si è registrato un afflusso di 51.751 visitatori con cui sono stati già superati (+24%) i dati di affluenza relativi al 2008 (39.477 visitatori), ultimo anno in cui il Museo era ancora completamente fruibile”²¹

Altro versante di sperimentazione in ambito interattivo e digitale è stato il campo documentaristico dove l'arrivo delle nuove tecnologie, come gli *smart device*, hanno permesso una flessibilità nella fruizione dei contenuti video da parte dell'utente prima impossibile.

²⁰ http://www.beniculturali.it/mibac/export/MiBAC/sito-MiBAC/Contenuti/MibacUnif/Comunicati/visualizza_asset.html_1368081606.html, consultato il 10/5/2015

²¹ AA. V.V., *Il Museo Salinas: un case study di social museum ... a porte chiuse in Il Capitale Culturale. Studies on the Value of Cultural Heritage*, n°13, Macerata 2016

Nel 2008 Arnaud Dressen, tramite la società di produzione francese Honkytonk Films e con la regia di Samuel Bollendorff e Abel Ségrétin, pubblicò sul quotidiano *Le Monde* il *“Journey to the end of coal”*,²² il primo documentario interattivo allegato ufficialmente ad un quotidiano: un documentario sulle dure condizioni dei lavoratori cinesi nel settore del carbone, dalla produzione alla distribuzione.

Il documentario rende il fruitore investigatore sul campo delle morti quotidiane che si verificano in miniera e che sono, in gran parte, messe in sordina dai media. Il viaggio inizia in una stazione ferroviaria vicino pechino, Datong, per poi spostarsi in tutta la regione, visitando le diverse miniere d'estrazione e offrendo la possibilità di dialogare direttamente con i lavoratori. Sin dai primi minuti si pongono all'utente diverse opzioni e scelte sui contenuti da approfondire e sul viaggio da intraprendere, tramite interviste, immagini, gallerie fotografiche, video e documenti.

Dressen nota come la funzione dei *media* stia cercando sempre più il coinvolgimento del pubblico e come i neonati mezzi di informazione di massa stiano costruendo delle nuove tecniche di approccio alla divulgazione, qualunque ne sia la finalità:

“Come se fossero l'edizione del week-end dei quotidiani, con un approfondimento che non deve essere obbligatoriamente di stretta attualità e che può essere visitato più volte scoprendo sempre nuovi contenuti. La tv è finita, in futuro la si utilizzerà solo per la diretta dei grandi eventi, tutto il resto sarà

²² <http://www.honkytonk.fr/index.php/webdoc>, consultato il 10/5/2015

costruito intorno alle esigenze dell'utilizzatore"²³

Un altro esperimento più recente, novembre 2013, che suscita notevole interesse è *Fort McMoney*,²⁴ un mix tra un documentario ed un videogioco dove l'utente è invitato a sviluppare una città ideale portando l'attenzione all'uso responsabile delle riserve di idrocarburi nel mondo. Il gioco, in tempo reale, è suddiviso in tre capitoli, dura per un massimo di quattro settimane e invita ad una profonda analisi dei contesti sociali, economici, culturali e politici della località urbana di Fort McMurray in Alberta, Canada, nota appunto per le difficoltà di coniugare lo sfruttamento delle risorse energetiche sul territorio e la preservazione dello stesso.

Come nel caso precedente è possibile interagire direttamente con i residenti locali, porgergli delle domande ed ascoltare il loro punto di vista; è anche possibile interagire con altri utenti al fine di scambiarsi opinioni e pareri, finalizzati a far nascere nuovi dibattiti sull'argomento che confluiscono in periodici sondaggi e referendum per determinare il futuro della città.

Il progetto risulta particolarmente interessante dal punto di vista sociale riuscendo ad informare i fruitori sulle problematiche ambientali ed energetiche e contemporaneamente spronandoli ad impegnarsi attivamente per delle soluzioni bilanciate e sostenibili.

²³ *ibidem*

²⁴ <http://www.fortmcmoney.com/#/fortmcmoney>. consultato il 7/3/2017



Screen del videogioco Fort McMurray²⁵

Molti divulgatori scientifici si sono rivolti invece ai social per sperimentare nuove metodologie di comunicazione: il canale YouTube *link4universe*²⁶ propone periodicamente delle dirette sulle recenti scoperte astronomiche, rispondendo alle domande degli utenti che, in tempo reale, dibattono sulla chat del canale, alimentando e veicolando il discorso secondo le loro esigenze. Il canale ha aperto nel 2012 e le statistiche, a metà del 2017²⁷, mostrano quasi sette milioni di visualizzazioni ed oltre 88.000 iscritti.

²⁵ La tabella riportata all'interno del gioco mostra i dati ottenuti dal giocatore in rapporto ai dati rilevati sul territorio, sensibilizzando e spingendo l'utente a trovare soluzioni più compatibili alle esigenze ambientali e sociali.

²⁶ <https://www.youtube.com/user/link4universe> consultato il 28/6/2017

²⁷ Rilevazione effettuata il 28 giugno 2017

L'importanza dell'accesso al patrimonio culturale e la sua connessione ad un contesto comunitario, assumono un ruolo prioritario nel panorama divulgativo; la ricerca di una nuova veste accattivante che sia al passo con la rapida evoluzione sociale, capace di mutare radicalmente i registri tradizionali di comunicazione ed interazione, ha portato alla necessità di un rapporto diretto con il pubblico, capace di diventare egli stesso attore della storia che gli viene narrata.

Una richiesta di maggiori strumenti per l'arricchimento del proprio bagaglio culturale viene da una statistica dell'Eurobarometer secondo cui il 69% degli abitanti della comunità europea ha interesse a scoprire i beni culturali, materiali ed immateriali, del proprio paese e più della metà degli europei ha visitato un luogo culturale nell'ultimo anno, mentre quasi il 67% ha assistito ad un evento o una manifestazione culturale²⁸.

1.2 Il teatro e la divulgazione digitale

In ambito teatrale l'utilizzo del digitale sulla scena ha superato ampiamente la fase della sperimentazione pionieristica ed il connubio tra digitale e palcoscenico è presente in sempre più rappresentazioni o performance; l'uso di realtà virtuale, rappresentazioni on-line, attori artificiali e scenografie 3D durante gli spettacoli teatrali è ben consolidata nel panorama internazionale²⁹.

Secondo Lev Manovich anche lo spazio e i suoi strumenti per la rappresentazione e l'organizzazione, con la rivoluzione culturale e sociale in atto, hanno subito un profondo cambiamento diventando loro stessi

²⁸ Eurobarometer n°278

²⁹ A. PIZZO, *Teatro e mondo digitale Attori, scena e pubblico*, Venezia 2003

media. Lo spazio è ora trasmettibile, archiviabile e recuperabile come qualsiasi altro media, e come tale può essere lavorato trasformato e filtrato digitalmente nonché gestito interattivamente³⁰.

In merito a modelli interattivi o ricostruzioni digitali di teatri, sia antichi che moderni, le ricerche svolte sono ancora poche e non sempre di alta qualità; lo studio condotto da Paola Meli, *Rilevamento e modellazione 3D del teatro antico di Palazzolo Acreide*, affronta in maniera critica e sistematica le problematiche relative alla gestione dei dati ottenuti tramite laser-scanner: la mole eccessiva di metadati prodotta da queste apparecchiature rende spesso il lavoro di archiviazione e gestione dei dati fortemente problematico e lungo; il peso dei file rende inoltre complessa la gestione dello spazio di archiviazione ed elaborazione grafica degli stessi³¹.

Attualmente i principali progetti di approccio interattivo al Teatro sono suddivisibili in due grandi categorie:

- *i tour virtual*: Si tratta principalmente di restituzioni digitali navigabili dei grandi teatri nazionali ed internazionali; tali prodotti risultano spesso freddi ed asettici ed offrono per lo più uno spaccato sull'estetica del teatro, essendo generalmente delle semplici foto sferiche o video a 360°, senza offrire la possibilità di alcuna informazione aggiuntiva all'utente.

³⁰ L. MANOVICH, *Il linguaggio dei nuovi media*, Milano 2000

³¹ P. MELI, M.LO BRUTTO, F. DI SALVO, B. VILLA, P. ORLANDO, *Rilevamento e modellazione 3D del teatro antico di Palazzolo Acreide* in *Atti 15a Conferenza Nazionale ASITA, Reggio di Colorno - Parma 15-18 novembre 2011*, Parma 2012

Alcuni esempi sono il tour virtuale del Teatro La Scala di Milano³² ed il tour virtuale del teatro Bolshoj³³.

- *le ricostruzioni storiche*: volte ad una divulgazione più archeologica della struttura, risultano generalmente decontestualizzate dal tessuto storico-sociale e si concentrano principalmente sulla struttura architettonica fornendo pochi e vaghi dati sulla funzione sociale, la storia del Teatro, le opere e gli autori.

Tali modelli virtuali, nella quasi totalità dei casi, ricadono in progetti più ampi di ricostruzione urbana o sono legati alla fruizione in loco; un esempio interessante dal punto di vista qualitativo è il Progetto Traiano³⁴, realizzato grazie alla collaborazione multidisciplinare di ingegneri ed archeologi che ripropone diversi edifici dell'antica Roma ricostruiti in volumetrico, tra cui lo stesso Teatro di Marcello. Anche il Teatro Romano di Venafro³⁵ offre un valido esempio di ricostruzione virtuale interattiva dove l'utente ha piena facoltà di movimento all'interno dell'ambiente ricostruito, potendo attingere a delle schede informative accessibili da diversi punti di interazione; la criticità presentata da tale soluzione è la metodologia di fruizione dei contenuti, che avviene con una soluzione testuale statica poco coinvolgente per l'utenza.

³² <http://www.teatroallascala.org/it/la-scala/teatro/visita-virtuale.html>, consultato il 12/1/2015

³³ <https://youtu.be/fydybn2NdA>, consultato il 12/1/2015

³⁴ www.progettotraiano.com, consultato il 4/4/2015

³⁵ <http://www.teatroromanovenafro.beniculturali.it/index.php?it/89/visita-virtuale>, consultato il 12/1/2015

Nell'ultimo lustro il dibattito, in ambito culturale, sulla necessità di trovare forme alternative a quella testuale, per la divulgazione e la fruizione, ha spinto la ricerca ad approfondire sempre più i temi della narrazione e delle animazioni digitali; alcuni esperimenti di *storytelling* culturale, sviluppati tramite l'utilizzo di avatar storici che coinvolgono e guidano l'utente, mostrano le potenzialità di tale tecnica, ideali per un connubio con l'ambito teatrale: ipotizzando la riproposizione di antiche opere o la realizzazione di percorsi storici e diacronici; la possibilità di veicolare i contenuti e le informazioni tramite personaggi, che fungono da guide virtuali e compagni di viaggio, sviluppa un'attenzione maggiore nel fruitore e permette un'assimilazione più corposa delle informazioni trasmesse; di grande interesse in merito è una ricerca del 2010 della dott.ssa Caudullo dal titolo "*Studio e realizzazione di un progetto multimediale sul teatro antico di Taormina nella sua seconda fase romana*" che ha generato un modello tridimensionale nel quale è possibile visitare in interattivo l'intero edificio.

La storia del Teatro e le sue radici rimangono invece ancora lontane dal mondo digitale e la loro divulgazione è, nella maggior parte dei casi, affidata ancora a strumenti e registri tradizionali; i principali esperimenti in materia affrontano la tematica da un punto di vista archeologico o filologico, senza offrire quella visione di insieme che permette di esplorare i campi dei cosiddetti "beni culturali immateriali".

1.3 La divulgazione culturale ed i videogiochi

Se in ambito educativo, come in quello formativo, il concetto del

“*ludendo docere*” è stato sempre oggetto del dibattito pedagogico, lo stesso non può dirsi nel campo della divulgazione; nonostante la divulgazione non istituzionale abbia ampiamente accolto da decenni la metodologia anglosassone delle esperienze bidirezionali: ovvero la ricerca di un coinvolgimento del pubblico – tramite, ad esempio, l’acquisizione di feedback o l’innesco di una discussione inerente l’ambito trattato – quella istituzionale, fino a pochi anni fa, ha sempre preferito un rapporto unidirezionale con esso³⁶.

L’innovazione tecnologica del nuovo millennio, come precedentemente visto, ha avuto la capacità di stravolgere i registri tradizionali di comunicazione spronando la ricerca di nuove frontiere della divulgazione; la possibilità per i dispositivi mobili di media fascia ad ospitare la maggior parte delle *app* disponibili sul mercato, ha spinto Istituzioni Museali ed Enti ad intraprendere questa strada. Anche se in campo comunicativo la maggior parte delle campagne digitali viene effettuata con registri canonici, in ambito divulgativo sono numerosi i prodotti e le soluzioni innovative adottate.

A livello internazionale lo *Science Museum* di Londra propone da anni *app* ludiche legate ai suoi percorsi espositivi; pensato per l’apprendimento dei più piccoli, *Rugged Rovers* permette ad esempio di scoprire ed utilizzare i *rovers* presenti su Marte in numerosi scenari del suolo extraterrestre in grafica cartoonistica; *Transmit*, adatto anche ad un pubblico adulto, aiuta invece a comprendere il mondo dell’elettronica e dei circuiti.

³⁶ E. LÖVBRAND, R. PIELKE JR, S. BECK, *A Democracy Paradox in Studies of Science and Technology*, in *Science, Technology and Human Values*, London (UK) 2010, p. 474–496.

Esempio virtuoso in tal ottica è anche il museo *Mocak* di Cracovia con la sua omonima *app* che porta l'utente a scoprire lentamente il museo, accompagnandolo passo dopo passo fino al suo interno, partendo da una serie di giochi astratti che non hanno un diretto collegamento con il *Mocak* ma che forniscono di volta in volta piccoli indizi connessi ad esso.

In ambito nazionale sono diversi gli esperimenti di coinvolgimento del pubblico culturale tramite applicazioni ed installazioni video-ludiche: l'*app* del MANN, *father and sons*, pubblicata nel 2017, ha visto il coinvolgimento di diversi artisti internazionali per la realizzazione di musiche, illustrazioni e contenuti; il gioco porta l'utente ad esplorare la città di Napoli, intraprendendo un viaggio diacronico dall'Antica Roma ai giorni nostri; l'*app* si presenta ricca di interazioni e dialoghi, con la possibilità dell'utente di attuare decisioni che veicolano il gioco ad approfondire i propri interessi, conducendo a finali differenti. Secondo il responsabile del team di progetto, Fabio Viola:

“In Father and Son due mondi, apparentemente lontani, dialogano per raggiungere, toccare e sensibilizzare il pubblico mondiale sul complesso tema del rapporto tra presente e passato – ci dice Fabio Viola – La storia e le storie prendono vita attraverso una pionieristica esperienza di “storydoing”, un nuovo modo di fare storytelling ponendo al centro il protagonismo ed il coinvolgimento del fruitore³⁷”.

³⁷ Da uno stralcio della presentazione del progetto riportato sul sito del MANN: <http://www.museoarcheologiconapoli.it/it/2017/01/iphone-italia-il-mann-presenta-il-gioco-father-and-son-quando-la-tecnologia-abbraccia-larcheologia/>, consultato il 9/7/2017



Screenshot del videogioco *Father and Son*

Quasi totalmente dedicato al mondo digitale ed interattivo è il MAV di Ercolano: nato nel 2008, con oltre settanta installazioni museali³⁸, il Museo Archeologico Virtuale, offre un'esperienza immersiva ed interattiva al pubblico. Il MAV si pone, nel panorama nazionale, come un esempio innovativo ed all'avanguardia; il museo si propone come:

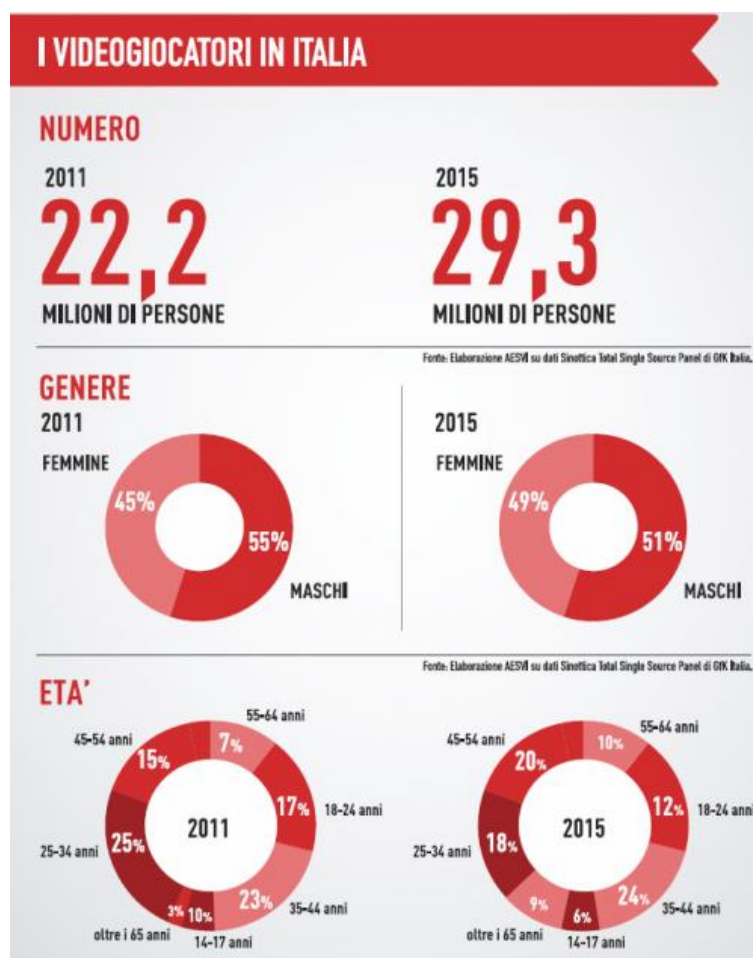
“un luogo didattico e conoscitivo, dove il reale e l'immaginario si incontrano per dare vita a nuove modalità di apprendimento e di intrattenimento³⁹”.

In linea con la sua *mission* il museo ha previsto, dal 2018, nuovi spazi espositivi e un rinnovato apparato tecnologico, oltre a specifiche aree dedicate alla didattica ed ai laboratori educativi.

³⁸ Dati reperibili dal sito del MAV: www.mav.it, consultato il 9/7/2017

³⁹ www.mav.it/museo, consultato il 9/7/2017

Secondo una ricerca condotta da AESVI⁴⁰ nel 2015, in Italia vi sono 29,3 milioni di videogiocatori, con un sensibile aumento rispetto al 2011.



Statistiche relative ai dati ANVI graficate dal Corriere della Sera⁴¹

Dalle statistiche si evince come la maggioranza dei giocatori, il 44%, ricade nella fascia d'età compresa tra i 25 ed i 54 anni, con una discreta continuità di percentuale nelle due fasce limitrofe; in un confronto con i dati del 2011 si nota come l'aumento di giocatori avviene maggiormente per un pubblico adulto, senza particolari differenze di genere, ma anzi con un equilibrio quasi perfetto tra giocatori di sesso maschile e giocatrici di

⁴⁰ Associazione Editori di Videogiochi Italiani

⁴¹ <http://vitadigitale.corriere.it/2015/07/17/videogiochi-fifa-dati-mercato-italia-29-milioni-aesvi>, consultato il 9/8/2017

sesto femminile.

Tra i titoli più venduti del 2014 di particolare interesse risulta il nono posto del videogioco *Assassin's creed IV - Black Flag* ed il tredicesimo posto del capitolo più recente *Assassin's creed Unity*, uscito il 13 novembre dello stesso anno, dunque a ridosso della redazione della statistica.

I capitoli della saga *Assassin's Creed*, offrono un valido esempio di videogiochi sviluppati per uno scopo prettamente commerciale ma con un dettagliato approfondimento storico in grado di avvicinare il grande pubblico a tematiche spesso lontane. La saga, sviluppata dalla *Ubisoft Montreal*, porta il giocatore a rivivere, di volta in volta, le storie degli antenati del protagonista, in una fittizia lotta di potere millenaria tra due diverse fazioni per il controllo del pianeta; in questa veste l'utente si muove all'interno di mondi passati, epoche storiche, dinamiche sociali, economiche e religiose; le ricostruzioni ambientali ed archeologiche sono tenute in gran cura e l'elevata raffinatezza grafica offrono delle esperienze visive di altissima qualità, mentre le dinamiche di gioco portano ad affinare il proprio bagaglio culturale al fine di procedere lungo la trama.

Fin dalla sua prima uscita nel 2007, la *Ubisoft* ha sempre dato gran peso alle ricostruzioni archeologiche ed alle fonti storiche: i monumenti e le topografie sono curate nei minimi dettagli e la ricerca archivistica ha avuto sempre una forte attenzione.

I personaggi storici che si incontrano ricalcano il carattere e l'aspetto trasmessi dalle fonti e dalle iconografie mentre i contesti sociali e gli eventi storici sono fortemente verosimili all'ambientazione. La ricostruzione della cattedrale di Notre Dame nel capitolo *Unity*, ha messo

in campo architetti, storici dell'arte, archeologi ed urbanisti coordinati dall'artista grafica Caroline Miousse ed ha impiegato quasi due anni per essere completata.

Le pochissime incongruenze riscontrate nella Cattedrale sono tutte ben consce all'Ubisoft e sono frutto di scelte ben mirate, come la mancanza ad esempio dei progetti delle guglie che hanno spinto l'artista ad optare per l'anacronistica soluzione di rappresentare le guglie moderne; mentre altri dettagli sono stati volutamente variati per problemi legati ai copyright come ad esempio la fedele riproduzione delle vetrate.

A metà del 2017 l'astrofisico e divulgatore scientifico Neil deGrasse Tyson, ha avviato una campagna di finanziamento, con un tetto relativamente basso di 314.159 dollari⁴², sulla piattaforma di *crowdfunding* *Kickstarter* per lo sviluppo di un gioco esplorativo dell'universo che basi le sue dinamiche e le sue finalità sull'apprendimento e l'utilizzo delle scienze fisiche e naturali. Il gioco vuole essere un vero e proprio laboratorio didattico e divulgativo dove gli utenti dovranno impegnarsi nella creazione e colonizzazione di sistemi solari: si affronteranno così tematiche inerenti la chimica, la fisica e biologia, oltre a problematiche sociali, ambientali ed economiche⁴³. La risposta degli utenti è stata estremamente positiva raccogliendo circa 350.000 dollari e vedendo il coinvolgimento di oltre 7000 donatori.

Dall'analisi dei dati esaminati è ipotizzabile dedurre che una

⁴² La somma riprende le prime sei cifre del π greco matematico

⁴³ <https://www.kickstarter.com/projects/2000580152/neil-degrasse-tyson-presents-space-odyssey-the-vid>, consultato il 12/8/2017

possibile collaborazione tra le grandi case di produzione di videogames come la Ubisoft, e gli Enti e le Istituzioni culturali, creerebbe un connubio in grado di sviluppare soluzioni di grande impatto sia scientifico appoggiate da un imponente impianto di *gaming* capaci di attrarre un gran numero di utenti.

1.4 Nuovi sviluppi della ricerca collaborativa e della divulgazione

La nascita dell'*HTML 5.0* ha abbattuto numerosi limiti sulla diffusione e la sostenibilità delle tecnologie di fruizione immersiva ed aumentata della realtà in rete: in sviluppo dagli inizi degli anni duemila, questo nuovo metalinguaggio di *markup* ha iniziato ad imporsi in rete dal 2014, permettendo una gestione snella ed esile sia dei contenuti multimediali che di ambienti virtuali grazie alla tecnologia *WebGL* che integra⁴⁴. Con l'ascesa dei social e delle piattaforme di compra-vendita, i siti web erano stati relegati, nella maggior parte dei casi, a delle vetrine online utilizzate unicamente per attingere informazioni; le potenzialità gestionali offerte dall'*HTML 5* hanno invertito tale tendenza, consentendo la creazione di numerose soluzioni e prodotti diversificati per la ricerca e la divulgazione.

Oggi, la possibilità di condividere in rete progetti interattivi ad alta immersività, che si avvalgano di narrazioni coinvolgenti ed ambienti

⁴⁴ T. PARISI, *Programming 3D Applications with HTML5 and WebGL: 3D Animation and visualization for web pages*, Sebastopol (US) 2014

grafici ad alta qualità, spinge per un'esperienza emozionale del pubblico che ne amplifichi percezione e capacità di apprendimento.

Diversi sono gli esempi di archivi multimediali capaci di gestire ambienti virtuali in cui caricare e visualizzare dati grafici tridimensionali; la piattaforma *sketchfab*⁴⁵, in rete dal 2012, offre la possibilità di caricare e condividere modelli tridimensionali di vario tipo, sia statici che dinamici, con la possibilità da parte dell'utente, di manipolarli e muoverli nello spazio virtuale di visualizzazione.

L'utilizzo di tali piattaforme anche da parte di ricercatori ed istituzioni, seppur con i loro limiti legati generalmente alla diffusione dei dati liberi, consente un passaggio ed un'integrazione dei dati che non ha precedenti nella storia; nonostante tale potenzialità sia ancora poco sfruttata in ambito accademico ed istituzionale diversi progetti propongono una condivisione agevole dei dati al fine di migliorare sia gli strumenti che i servizi di divulgazione da offrire al pubblico.

Il progetto dell'ITABC – CNR, *Aton*⁴⁶: un front end interattivo di visualizzazione che offre la possibilità di aprire finestre d'annotazioni con collegamenti multimediali; l'aggiunta di annotazioni e collegamenti esterni consente di creare dei veri e propri percorsi espositivi e didattici all'interno dei modelli sviluppati che possono essere personalizzati secondo le momentanee esigenze, offrendo un valido supporto per lo sviluppo di interattivi sia divulgativi che didattici.

⁴⁵ <https://sketchfab.com/>, consultato il 12/8/2017

⁴⁶ <http://osiris.itabc.cnr.it/scenebaker/index.php/projects/aton/>, consultato il 12/8/2017

Il *MUVAT*, acronimo di Museo Virtuale delle Aree Terremotate, è un progetto nato in seguito al recente sisma che ha colpito i paesi dell'Italia centrale⁴⁷; sviluppato da Sapienza in collaborazione il Mibact e diversi Enti istituzionali e imprese private, il progetto rivisita la definizione canonica di museo virtuale proponendosi come un luogo virtuale di incontro e scambio di sapere.

La piattaforma ottimizzata per la fruizione online, permette la creazione di ambienti museali da parte sia di esperti che di amatori, spingendo le comunità locali a creare delle “*sale della memoria*”, offrendo la possibilità di ospitare ogni tipologia di contenuto multimediale per l'archiviazione e la divulgazione del patrimonio culturale, sia materiale che immateriale.

⁴⁷ <http://www.dss.uniroma1.it/sites/default/files/AllegatiNewsEventi/Presentazione MuVAT.pdf>, consultato il 10/9/2017

2. Analisi delle tecnologie di sviluppo e metodologia della progettazione

Lo *step* di ricerca ed analisi delle metodologie e delle tecniche da utilizzare, ha previsto due differenti fasi di realizzazione: uno spoglio bibliografico e sitografico per un miglior approccio alla creazione, diffusione e sostenibilità del progetto; una fase di sperimentazione e *testing* delle diverse soluzioni progettuali, sia dal punto di vista delle tecnologie di realizzazione, sia per quanto riguarda l'aspetto narrativo e divulgativo.

Per la fase di sperimentazione e applicazione delle tecnologie ci si è avvalsi del supporto e collaborazione del laboratorio Archeo&Arte3D del Centro di Ricerca Digilab di Sapienza; attraverso il laboratorio si è lavorato su casi concreti di progettazione e realizzazione di applicativi per la divulgazione dei Beni Culturali, entrando nel vivo delle problematiche e delle peculiarità delle diverse tecnologie.

Dopo la raccolta del materiale si è deciso di suddividere il lavoro di analisi e metodologia in tre principali linee di azione:

- Restituzione e modellazione 3d;
- Archiviazione e metadattazione;
- Percorsi narrativi e divulgativi.

Per la fase di Restituzione e modellazione sono state osservate le principali tecniche di grafica tridimensionale applicata in ambito culturale e studiate le caratteristiche di acquisizione e realizzazione dei modelli; parallelamente si sono analizzati i contesti di ricostruzioni virtuali per i Beni Culturali evidenziando le procedure necessarie alla loro realizzazione.

Per la progettazione del modello, motivazioni prettamente tempistiche e di congruenza alla ricerca proposta, hanno portato a lavorare unicamente sulla ricostruzione del Teatro di Marcello, sebbene sia buona norma contestualizzare sempre il Bene, inserendolo in un ambito di ricostruzione topografica più ampia, che possa meglio rendere la percezione di come dovesse innestarsi nel tessuto urbano dell'epoca⁴⁸.

La seconda linea di analisi ha riguardato invece l'esame dei diversi modelli di archiviazione e digitalizzazione del patrimonio. Esaminati i modelli principali di database si è identificato il più idoneo al progetto e si è analizzata la modalità di inserimento e catalogazione dei dati; si sono studiati gli standard principali per la digitalizzazione di immagini, file video ed audio, modelli fotogrammetrici e modelli tridimensionali e l'utilizzo di dizionari controllati per la gestione e la restituzione dei dati.

L'analisi di casi concreti di progettazione di banche dati per il patrimonio culturale, con la collaborazione del laboratorio Archeo&Arte3D, ha consentito lo sviluppo del modello progettuale da utilizzare nel caso studio.

⁴⁸ F. RIPANTI, M.S. DISTEFANO, *Ricostruzioni, 3D e narritività: strategie diversificate per la comunicazione dell'archeologia* in *Archeologia e Calcolatori* 4/2013, Roma 2013, pag 174-180

Nell'ultima fase si ci è concentrati sulle modalità e sulle diverse tecniche di valorizzazione digitale.

La ricerca bibliografica e sitografica ha evidenziato come, in ambito culturale, le tecniche di *storytelling* e l'utilizzo delle piattaforme mediali per la divulgazione, siano una metodologia in forte sviluppo, capace di una forte ricaduta sul pubblico. Il focus principale d'analisi è stato dunque incentrato sulle recenti tecniche di narrazione culturale e sulle potenzialità della rete a fungere da ambientazione digitale della divulgazione; si sono dunque studiate alcune tra le soluzioni più virtuose nel campo ed analizzate le loro peculiarità e le criticità.

2.1 Principi di Restituzione 3D

È bene distinguere, quando si parla di ricostruzione interattiva di un Bene Culturale, o più in generale di un qualsiasi oggetto di cui si ha la necessità di avere una riproduzione digitale precisa ed accurata⁴⁹, tra due diverse tipologie di lavorazione: Restituzione e Modellazione tridimensionale.

La prima tecnica acquisisce il modello direttamente dall'originale: questa metodologia consente di avere degli oggetti estremamente precisi, generalmente con un margine di tolleranza al di sotto del millimetro, ma spesso eccessivamente ricca di informazioni che tendono ad aumentare sensibilmente la grandezza e la complessità del file digitale: le restituzioni

⁴⁹ L'accuratezza della misura è il grado di concordanza tra il valor medio desunto ed il valore assunto come riferimento; la precisione, o più correttamente tolleranza, è il range di variazione di misura rispetto al dato reale.

3D sono un ottimo strumento per la ricerca e lo studio ma difficilmente possono essere usate per la creazione di interattivi complessi o navigabili, a meno che non si utilizzi un hardware ad alte prestazioni.

La modellazione 3D, seppur difetti di precisione ed accuratezza se paragonata alla Restituzione, consente di ottenere dei modelli partendo da solidi geometrici di base – ad esempio parallelepipedi, tetraedri, cilindri, sfere etc – la cui forma viene manipolata manualmente per ottenere l'effetto finale.

Gli oggetti digitali generano dei file di dimensioni più contenute e maggiormente gestibili dai motori grafici preposti alla gestione degli interattivi; la possibilità di avere dei solidi primari come base di partenza, piuttosto che poliedri generati in fase di acquisizione, permette di definire più nel dettaglio la tipologia e la dimensione delle diverse facce che li compongono, ottenendo degli oggetti maggiormente performanti per essere importati nei motori grafici.

La restituzione 3D avviene, in ambiente digitale, tramite l'assemblaggio prospettico di differenti strutture geometriche ottenibili con diverse tecniche e strumenti: ogni tipologia di acquisizione ed elaborazione dei dati ai fini della restituzione prevede la composizione di una "*cloud point*", della superficie dell'oggetto, disposta all'interno di uno spazio euclideo in cui ad ogni singolo punto è associata una tripletta x,y,z ,

che lo georeferenzia; ogni punto identificato dal software viene disposto spazialmente secondo l'ordine tridimensionale reale.⁵⁰

La ricerca preliminare ha riguardato le tre principali tecniche di acquisizione ritenute, ad oggi, le più diffuse e le più corrette scientificamente: scansione laser, scansione a luce strutturata, fotogrammetria; ognuna delle diverse tipologie di rilievo ha peculiarità e problematiche che condizionano la scelta tecnica di volta in volta.

La scansione laser avviene tramite appositi strumenti, detti *laser scanner* o laser 3D, ed è generalmente usata per il rilevamento di modelli tridimensionali di oggetti a scale e risoluzioni differenti; i *laser scanner* odierni possono essere divisi in due principali categorie: Laser 3D a misurazione temporale e Laser 3D a misurazione di sfasamento⁵¹; a seconda dello strumento utilizzato si ottengono precisioni e distanze massime differenti.

Principale problematica del *laser scanner* è la grande mole di dati acquisiti che nella maggior parte dei casi prevede un lavoro di post produzione eccessivamente lungo; per sua natura inoltre questo tipo di tecnologia è ideale nel caso di restituzione di edifici o grandi strutture ed è limitata da alcune tipologie di materiali che tendono a falsare le misurazioni della macchina, come ad esempio il marmo che ha forti capacità di assorbimento della luce⁵².

⁵⁰ P. CLINI, *Il Rilievo dell'architettura*, Milano 2008

⁵¹ L. BORNAZ, A. LINGUA, F. RINAUDO, *Engineering and environmental applications of laser scanner techniques* in ISPRS XXXIV, Part 3 B, Graz 2002, pag 40-43

⁵² F. RINAUDO, L. BORNAZ, P. ARDISSONE, *3D high accuracy survey and modelling for cultural heritage documentation and restoration* in VAST 2007, *Future Technologies to Empower Heritage Professionals*, Brighton 2007, pag 19-23.

La scansione a luce strutturata proietta invece una serie di *pattern* codificati⁵³ sulla superficie dell'oggetto: la deformazione a cui è sottoposta l'immagine in proiezione, una volta stesa sulla superficie, viene registrata da una telecamera ed elaborata per ottenere le coordinate spaziali dell'oggetto, permettendo così la restituzione di un piano tridimensionale a cui agganciare le immagini cromatiche acquisite in contemporanea alla scansione.

Un metodo più veloce e versatile è la proiezione di schemi luminosi che consistono di molte linee in una volta sola o di frange luminose arbitrarie, questo permette l'acquisizione di molti campioni simultaneamente; gli schemi più usati consistono in linee parallele. Il procedimento con cui è possibile ricostruire la forma dell'oggetto colpito è detto triangolazione⁵⁴.

Un interessante studio condotto nell'ambito del progetto "Milords"⁵⁵ mette in luce le problematiche principali di questa tecnica relativamente ai materiali su cui è stato testato il procedimento:

"Come per tutti i metodi ottici, anche per la luce strutturata, superfici fortemente riflettenti o trasparenti rendono problematico il processo di acquisizione. La riflessione potrebbe portare luce di ritorno direttamente nelle ottiche delle telecamere portandole in saturazione; oppure una riflessione sull'oggetto stesso

⁵³ In ambito di rilievo e modellazione 3D si definisce *pattern* un motivo geometrico bicromatico (bianco e nero) replicabile all'infinito, generalmente è rappresentato da una scacchiera o una serie di figure geometriche regolari e concentriche quali cerchi o quadrati.

⁵⁴ AA.VV., *Italian survey & international experience in XXXVI° Convegno internazionale dei docenti della rappresentazione, Undicesimo congresso UID: Parma, 18-19-20 settembre 2014, sede centrale dell'Università degli studi di Parma, Parma 2014*

⁵⁵ *Minimally Invasive Laser Operations by Robots in Diagnosis/Surgery*: il progetto ha beneficiato del contributo della Regione Toscana a valere sul POR-CREO FESR 2007-2013

potrebbe compromettere la regolarità del pattern. In entrambi i casi l'acquisizione risulta deteriorata. Superfici trasparenti o semitrasparenti causano ancora maggiori difficoltà in quando le forme proiettate non producono sulla superficie dell'oggetto profili riconoscibili. Per questo motivo spesso tali elementi vengono coperti da un sottile strato di prodotto sbiancante”⁵⁶.

Lo stesso studio ha anche effettuato un'analisi comparata per i Beni Culturali giungendo alla conclusione che, a parità di tempo e a raffronto di resa, la tecnica fotogrammetrica in questi casi risulta preferibile alla scansione tramite luce strutturata:

“Settore dei beni culturali. L'acquisizione tridimensionale permette di affiancare all'informazione di colore di un'opera quella volumetrica di forma: con questi dati è possibile, oltre alla catalogazione e lo studio, effettuare raffronti per stabilire modifiche ed eventualmente il recupero dell'opera originale. Nelle prime fasi di sviluppo dell'apparecchiatura era stata implementata proprio questa tecnica di ricostruzione che ha poi lasciato spazio alla digitalizzazione 3D fotogrammetrica per le migliori caratteristiche mostrate nella nostra applicazione sia in termini di resistenza meccanica, minori dimensioni, confrontabile velocità di acquisizione, minore dipendenza dai fattori ambientali ma soprattutto di performance sulla resa 3D.”⁵⁷

⁵⁶ <http://www.milords.org/en/partner-progetto/integrazione-tecnologica/fotogrammetria-analitica-e-tecnologie-alternative-luce-strutturata-scansione-laser>, consultato il 23/04/2016

⁵⁷ *ibidem*

2.1.1 Fotogrammetria

Si è scelto di trattare la fotogrammetria in un paragrafo a parte in quanto possibile scelta di restituzione di alcuni oggetti inerenti la progettazione del prototipo. La fotogrammetria è:

“La scienza che permette di ottenere una misura accurata delle caratteristiche geometriche di un oggetto, come dimensioni, forma e posizione, attraverso l’impiego congiunto di fotografie che lo ritraggono da posizioni differenti”⁵⁸

Per poter ricavare da immagini le informazioni per una nuvola di punti 3D è strettamente necessario che l’oggetto fotografato si veda in almeno due immagini che abbiano una buona sovrapposizione.

Il punto di partenza per costruire le relazioni fondamentali della fotogrammetria è costituito dalla proiezione prospettica: un punto A proiettato su un piano di proiezione crea una traccia A' e i due punti si dicono omologhi.

Una volta conosciuta la posizione del punto A nello spazio è possibile calcolare la sua posizione su un piano di proiezione posto a una determinata distanza dal centro di prospettiva. Se però, da un punto noto è possibile calcolare una sola traccia sul piano immagine, non è invece possibile ottenere il contrario, cioè calcolare da una sola immagine le coordinate di un punto nello spazio.

Per questo motivo la fotogrammetria prevede che siano utilizzate almeno due immagini di una stessa scena, riprese da due punti di vista

⁵⁸ Guidi et alii, 2010

differenti. Misurando quindi la posizione sull'immagine della proiezione A' ripresa da due punti di vista diversi è possibile, con l'utilizzo di alcune equazioni matematiche, calcolare la distanza dalla camera del punto A in tre dimensioni. Semplificando: grazie ad una coppia di misure in uno spazio 2D (le immagini) è possibile conoscere una misura nello spazio 3D.

In pratica è lo stesso procedimento che avviene automaticamente nel cervello umano: gli occhi possono essere assimilati alle due camere con le due retine che svolgono il ruolo dell'area sensibile su cui sono focalizzate le due immagini. Il cervello elabora le informazioni e, dalle due immagini disassate prodotte dagli occhi, fornisce il senso di tridimensionalità e profondità della scena.

Il problema della determinazione delle coordinate dei punti nello spazio da proiezioni prospettiche si affronta quindi in fotogrammetria a rovescio, cioè prima di definiscono i legami tra le coordinate di un punto nello spazio e la sua proiezione e poi s'inverte il tutto utilizzando come dati le coordinate della proiezione stimando quali siano le coordinate spaziali che restituiscono quel tipo di risultato: in pratica, dalle coordinate del fotogramma si misurano le dimensioni spaziali di un oggetto; questo avviene tramite la risoluzione di determinate equazioni, chiamate di collinearità⁵⁹, che permettono, utilizzando almeno una coppia di immagini

⁵⁹ Le condizioni (o equazioni) di collinearità rappresentano le relazioni fra le coordinate (ξ, η) del punto immagine P' , le coordinate (X, Y, Z) del corrispondente punto oggetto P e le coordinate (Z_0, Y_0, X_0) del punto di presa O . La condizione che esse esprimono è che, in condizioni ideali, al momento dello scatto punto oggetto, centro di presa e punto immagine risultano allineati lungo una retta. Le trasformazioni espresse dalle equazioni di collinearità definiscono la prospettiva centrale di un oggetto tridimensionale e mostrano che essa è definita, per ogni fotogramma, da 9 parametri indipendenti: 3 di orientamento interno, c distanza principale (costante della camera), x_0, h_0 , coordinate del

in cui è visibile lo stesso punto, di calcolare le coordinate dell'oggetto nello spazio. L'utilizzo di due immagini si rende necessario perché solo avendo due punti di vista di uno stesso oggetto è possibile calcolare le tre incognite spaziali dell'oggetto stesso⁶⁰.

Il metodo fotogrammetrico consiste dunque nell'utilizzazione di immagini bidimensionali per ottenere la rappresentazione tridimensionale di un oggetto, sfruttando le intersezioni di raggi omologhi o la presenza di punti omologhi in due o più fotogrammi.

Semplificando, sono necessarie almeno due immagini dello stesso oggetto per produrre un modello 3D. Per oggetti complessi si procede all'acquisizione di un numero di immagini necessarie per coprirne l'intera superficie stando attenti ad avere una buona sovrapposizione tra le diverse immagini in modo da identificare un numero adeguato di punti omologhi.

Durante gli ultimi anni, nel campo dei Beni Culturali, la grande disponibilità di dati tridimensionali acquisiti e processati in modelli 3D ha rappresentato un cambio fondamentale nell'approccio al lavoro e nel nostro modello cognitivo. Inoltre, la disponibilità di repliche virtuali identiche all'originale, comparate con gli standard 2D (fotografie, video o disegni), generalmente comunicano in un modo più efficace le

punto principale, θ di orientamento esterno, X_0, Y_0, Z_0 coordinate assolute del centro di presa e w, f, k , tre rotazioni d'assetto.

⁶⁰ M. RUSSO, F. REMONDINO, G. GUIDI, *Principali tecniche e strumenti per il rilievo tridimensionale in ambito archeologico*, in *Archeologia e Calcolatori n. XXII – 2011*, Roma 2011, p. 24 e seg.

informazioni relative a scene od oggetti che hanno intrinseche caratteristiche 3D.

I modelli tridimensionali sono inoltre uno strumento potente in particolare per applicazioni archeologiche e architettoniche. Infatti, la possibilità offerta dal mondo 3D cambia il modo in cui possiamo accedere e scambiare la conoscenza e amplia le possibilità per interpretare e analizzare il passato.

La tendenza del modello digitale fedele all'originale, in tre dimensioni, del patrimonio culturale aiuta a simulare la realtà in modo più oggettivo e affidabile e offre la possibilità di utilizzare modelli digitali 3D per scopi diversi che possono cambiare nel tempo⁶¹.

Il rilievo e la riproduzione di siti archeologici e oggetti rappresenta oggi un contesto interessante dove le potenzialità delle nuove opportunità fornite dalle tecnologie digitali nel campo della geomatica posso essere fruttuosamente espresse ed utilizzate. In archeologia, generalmente, l'utilizzo dei modelli 3D per la documentazione e la visualizzazione dei dati è di solito applicato a pochi casi specifici per differenti ragioni: l'alto costo del 3D, le difficoltà per i non esperti di raccogliere agevolmente i dati e creare un buon modello 3D, l'idea che il 3D sia ancora uno strumento utilizzabile esclusivamente per l'estetica e la divulgazione e non per lo studio e l'analisi, la difficoltà ad integrare il mondo 3D con la classica documentazione archeologica in 2D.

⁶¹ A. M. MANFREDINI, F. REMONDINO, *Modellazione 3D da immagini. Pipeline Fotogrammetrica*, in *Modelli Digitali 3D: il caso Di Pompei*, Benedetti, Gaiani, Remodino, Pisa 2010

Negli ultimi anni, la richiesta di modelli 3D per la documentazione e la visualizzazione è drasticamente aumentata.

La fotogrammetria opera da molto tempo con la ricostruzione 3D di oggetti. Utilizza sensori calibrati e modella gli oggetti utilizzando immagini analogiche e digitali; è facilmente trasportabile e a basso costo oltre al fatto che differenti software commerciali sono disponibili sul mercato per il processamento di immagini e la modellazione 3D.

I laser scanner montati su aerei o terrestri permettono di acquisire una grande quantità di dati in poco tempo, dati che possono spesso essere proficuamente combinati con immagini a colori di alta qualità.

Nel campo dei Beni Culturali, i modelli 3D rappresentano uno strumento interessante, alle volte tali oggetti ottenuti da scansione laser sono utilizzati per riempire un ambiente virtuale con oggetti reali, al fine di ottenere una copia fedele di un ambiente reale, come per esempio l'interno di un museo o un edificio storico.

In altri casi, i modelli tridimensionali generati al computer utilizzando vecchie immagini, possono essere utilizzati per la ricostruzione fisica di oggetti ormai distrutti.

Entrambe le tecniche, come visto, sono ampiamente usate per la ricostruzione 3D e la scelta tra i diversi approcci non è mai facile: deve essere fatta in base al risultato che si vuole ottenere, all'esperienza di chi

acquisisce i dati, dal tipo di accuratezza e precisione richiesta e quindi in base al dettaglio più piccolo che si vuole visualizzare⁶².

La raccolta dei dati deve essere fatta seguendo appropriate metodologie, tenendo in considerazione le caratteristiche di ciascuna tecnica in termini di capacità interne (precisione, accuratezza, dimensione dei dati, etc.) o idoneità per l'integrazione reciproca e la creazione di una banca dati comune e condivisa di informazioni digitali utili per diverse applicazioni e diverse comunità.

2.1.2 Modellazione 3D

La modellazione 3D, come precedentemente detto, è una tecnica meno precisa ed accurata della restituzione, in quanto l'oggetto digitale viene creato da una modellazione manuale basata sui dati raccolti e non dall'elaborazione informatica degli stessi.

“Si definisce modellazione 3D quel processo di creazione di una forma tridimensionale, definita modello 3D, in uno spazio virtuale generata su computer.”⁶³

Esistono diverse tipologie e morfologie di modellazione 3D anche se generalmente si tende a distinguere due macro-famiglie:

- *Modellazione organica*: utilizzata per la creazione di soggetti cosiddetti “organici”, ovvero che abbiano caratteristiche assimilabili

⁶² F. REMONDINO, GUARNIERI, *Vettore, 3D modeling of close-range objects: photogrammetry or laser scanning*, Pisa 2005

⁶³ https://it.wikipedia.org/wiki/Modellazione_3D consultato il 20/05/15

a quelle di esseri viventi: animali, umanoidi, creature ibride, piante etc.

- *Modellazione tecnica o geometrica*: permette la realizzazione di oggetti prettamente tecnici sacrificando sensibilmente la complessità delle forme e della resa finale per accentuare invece l'aspetto tecnico e la precisione dei modelli.

La realizzazione di un modello 3D si basa su una serie di numerosi passaggi⁶⁴ dei quali la modellazione è spesso solo il primo *step*; generalmente si tende a dividere il processo di lavorazione in due macro-fasi: Costruzione e Generazione⁶⁵.

La fase di Costruzione prevede una serie di *steps* atti alla preparazione ed alla modellazione dell'oggetto da rappresentare: si procede con la preparazione di semplici elaborati privi di caratterizzazione che diano una copertura volumetrica dell'oggetto; si passa quindi ad una fase caratterizzante seguita dalla Mappatura delle UV⁶⁶ che definisce le coordinate di proiezione di una *texture*⁶⁷ sul modello

⁶⁴ DAVID THOMAS, KYLE ORLAND, SCOTT STEINBERG, *The videogame style guide and reference manual*, Coldstream (GB), 2007

⁶⁵ M. GRIBAUDO, D. CODETTA RAITERI, G. FRANCESCHINIS. *The DrawNET Modelling System: a framework for the design and the solution of single-formalism and multi-formalism models in Technical Report TR-INF-2006-01-UNIPMN, January 2006, of the Computer Science Library of the University of "Piemonte Orientale".* Torino 2006

⁶⁶ Le lettere "U" e "V" stanno a indicare rispettivamente le coordinate X e Y nello spazio dal momento che queste ultime sono già usate per indicare gli assi nella scena 3D; in alcuni casi le coordinate UV sono affiancate dalla coordinata W sostitutiva della lettera Z.

⁶⁷ Immagine bidimensionale utilizzata per rivestire, tramite proiezione, la superficie di un oggetto, 2D o 3D, nella computer grafica.

virtuale ed alla definizione del materiale⁶⁸; successivamente la resa grafica dell'oggetto verrà trattata con diversi filtri per una risoluzione più idonea al genere grafico scelto (fumettistico, realistico, verosimile etc)⁶⁹.

Tra i principali filtri di perfezionamento i più usati per ottenere un effetto maggiormente realistico sono il *Bump Mapping* ed il *Displacement Mapping*: il *Bump Mapping* è una copia in bianco e nero della *texture* viene aggiunta al materiale del modello, in fase di *rendering* il software utilizza i valori di luminanza del *Bump* per simulare asperità, solchi, sporgenze e così via senza influire sulla geometria dell'oggetto.

Come per il precedente modificatore anche il *Displacement Mapping* lavora su immagini in scala di grigio ma, a differenza del *Bump* che modifica i parametri di luminanza del modello, il *Displacement* modifica direttamente la geometria del modello: per comprendere il corretto funzionamento del modificatore di *Displacement* è necessario ricordare che ad ogni superficie, e quindi ad ogni piano e faccia di un solido è possibile associare dei vettori perpendicolari alla superficie stessa detti normali.

Secondo la Legge di Lambert, per una superficie perfettamente diffondente l'intensità luminosa per unità di area della superficie varia con il coseno dell'angolo tra la direzione di osservazione e la normale alla superficie, in modo che la superficie appare ugualmente brillante da

⁶⁸ I software di modellazione prevedono la possibilità di assegnare un materiale al modello su cui poi successivamente agganciare la texture, questi materiali prevedono una serie di parametri predefiniti (ma personalizzabili) quali tipologia di riflessione, rifrazione, trasparenza, ruvidità, porosità, etc.

⁶⁹ D. THOMAS, K. ORLAND, S. STEINBERG, *The videogame style guide and reference manual*, Coldstream (GB), 2007

qualsiasi direzione è osservata⁷⁰; in base a tale legge il *Displacement* applica uno spostamento dei punti del modello verso la direzione del vettore (quindi in positivo) per tutti quelli presenti nelle zone più chiare dell'immagine ed in senso opposto per i più scuri secondo l'equazione:

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r}.$$

Le ultime fasi di costruzione di un modello sono la definizione della scena di contesto in cui avverrà la rappresentazione del nostro oggetto⁷¹ e l'illuminazione della stessa⁷².

La fase di Generazione è invece legata all'elaborazione dei dati ed alla rappresentazione del modello creato, tale operazione è preceduta generalmente dall'impostazione di un *rendering*: ogni software dispone di diversi motori di renderizzazione che offrono vantaggi e svantaggi a seconda del tipo di risultato di cui si necessita; per tale motivo è solitamente consigliato scegliere il tipo di motore di *rendering* prima della scelta di resa del materiale⁷³.

⁷⁰ A. EDWARD, *Interactive Computer Graphics: A Top-Down Approach Using OpenGL*, Boston 2003

⁷¹ La creazione di una scena è consigliata a prescindere dal tipo di output richiesto per l'oggetto (eccetto per la realizzazione di modelli predisposti ad un interattivo, ove la scena viene creata in separata sede) così da ottenere una gestione di ombre e luci ottimale.

⁷² La maggior parte dei software offre sistemi diversi di illuminazione permettendo una personalizzazione estremamente dettagliata delle luci in scena, come il settaggio del fascio di fotoni emesso da ogni singola sorgente di luce. Numerosi strumenti di analisi integrata offrono inoltre un valido supporto per definire al meglio tutti i particolari ed ottenere l'effetto desiderato. Come nel caso della creazione di una scena, i software per la generazione di interattivi generano e gestiscono autonomamente l'illuminazione della scena e quindi determinati settaggi devono essere effettuati successivamente.

⁷³ Diversi motori come ad esempio Mental Ray (scelto per la renderizzazione del progetto) offrono numerosi tipi di materiali, in aggiunta a quelli standard, che reagiscono in maniera più ottimale con il motore stesso.

2.2 Archiviazione e Database relazionale

Negli ultimi due decenni si è assistito ad un forte sviluppo delle banche dati digitali; la versatilità della tecnologia multimediale ha permesso a tali archivi di raccogliere e catalogare diverse tipologie di materiale: atti, relazioni, documenti, manifesti, fotografie, materiale audio-video, documenti di grafica digitale etc.

La possibilità di archiviare una mole significativa di dati e collegare diversi archivi e cataloghi tra loro, accessibili in maniera diretta dagli utenti, ha permesso uno sviluppo nella ricerca e nella documentazione virtuale senza precedenti.

Contestualmente alla possibilità di immagazzinare tali dati è nata l'esigenza di riuscire a catalogarli in maniera schematica per poter ottenere una ricerca fluida e mirata che contenga sempre meno rumore e serendipità digitale di fondo⁷⁴. Ciò che differenzia il rumore o la serendipità dall'informazione è il valore ad essa attribuita dall'obiettivo della ricerca: informazione, rumore e serendipità sono intrinsecamente interscambiabili e solo il contesto ambientale in cui si articola la ricerca può determinare la differenza tra tali elementi.

⁷⁴ Il rumore digitale nelle ricerche scientifiche è la restituzione di dati che formalmente soddisfano la domanda, ma sostanzialmente non la soddisfano; la serendipità è l'acquisizione di notizie utili non richieste. S. VITALI, *Passato Digitale. Le fonti dello storico nell'era del computer* - Milano 2004 pag 86-87

S. Vitali riporta un interessante esempio di come informazione, rumore e serendipità possano essere facilmente sovrapponibili tra loro:

“Se cerco la parola rifiuti, intendendola come “negazione” e ottengo fra gli altri, anche un documento che descrive i “rifiuti” trovati nei “butti”, cioè nelle discariche, dei palazzi della Siena medievale, esso costituirà puro “rumore” e risulterà del tutto inutile, a meno che io non sia un archeologo medievale: in questo caso potrei trovarmi di fronte a una scoperta serendipitosa.”⁷⁵

È chiaro, dunque, che per poter rendere una ricerca e le varie banche dati consultabili il più attinente possibile ai risultati richiesti, è necessario dotare ogni singolo dato di una serie di informazioni univoche; tali informazioni sono volte a settorializzare e standardizzare il più possibile i dati così che essi possano esser automaticamente esclusi o inclusi, senza che vi sia una precedente selezione manuale da parte dell'utente.

Tale accorgimento è essenziale in un archivio digitale che raccoglie una mole di dati così elevata da rendere impossibile una scrematura manuale.

Un insieme di dati ordinato permette al sistema di effettuare una ricerca in maniera sensibilmente più rapida, abbattendo in alcuni casi i tempi di restituzione anche dell'80%⁷⁶; creando un indice in ordine alfabetico è possibile, ad esempio, utilizzarne le proprietà per escludere a priori determinati dati: avere un serie di record ordinati dove è possibile

⁷⁵ *Ivi*, pag 87

⁷⁶ http://docs.oracle.com/cd/B12037_01/server.101/b10739/toc.htm

bypassare interi blocchi di dati perché hanno una sequenza alfabetica che non soddisfa l'ordine richiesto permette il reperire le informazioni richieste in tempi molto più rapidi.

2.2.1 Database

Come per i loro corrispettivi analogici, gli archivi digitali, o database, sono uno o più collezioni di archivi contenenti informazioni strettamente correlate, sotto forma di dati organizzati e strutturati secondo una sequenza logica arbitraria, memorizzate su un supporto di massa. Un database è supportato da un software di gestione chiamato DBMS (Database Management System)⁷⁷ che permette all'amministratore la gestione e manutenzione della banca dati ed agli utenti l'invio e la restituzione di richieste specifiche.

I DBMS sono un sistema multi-utente, in grado di rispondere a richieste provenienti da diverse macchine o applicativi, che dialogano con gli utenti tramite dei *query-language*: questi linguaggi hanno una sintassi relativamente semplice in grado di interrogare una banca dati estrapolando e restituendo i dati richiesti generalmente attraverso l'ausilio di un DBMS.

Esistono diversi linguaggi di interrogazione, ognuno adatto ad una determinata tipologia di Database; i due *query-language* maggiormente utilizzati, vista la diffusione dei modelli di database con cui interagiscono, sono:

⁷⁷ A. K. MAJUMADR, *Int to DBMS*, Maidenhead (US) 2011

- *XQuery* – utilizzato per l'interrogazione di database *XML*, utilizza una struttura fortemente gerarchica che rispetta l'ordine e la consequenzialità in cui i dati sono disposti nel foglio *XML*.
- *SQL* – acronimo di *Structured Query Language*, è spesso chiamato anche *Sequel*, dal primo prototipo di questa tipologia di linguaggi sviluppato nel 1974 da IBM⁷⁸ per lavorare con i nuovi modelli di database relazionali. Il linguaggio *SQL* si è arricchito oggi di costrutti procedurali – definite più in generale “*funzioni*” che permettono di creare blocchi di codice contenenti una serie di istruzioni che possono essere richiamati in qualsiasi momento dal programma e i cui parametri possono essere modificati di volta in volta per ottenere diversi tipi di interrogazioni e di restituzioni.

La strutturazione di una banca dati passa generalmente per una fase concettuale di stesura dei dati ed una logica di organizzazione: nella fase concettuale viene utilizzato il modello E-R di rappresentazione capace di sintetizzare le informazioni necessarie alla catalogazione e connessione dei dati in un unico schema⁷⁹.

La fase logica, ovvero la strutturazione e l'organizzazione dei dati dell'archivio digitale, può affidarsi a diverse tipologie di DB, i principali modelli di una banca dati sono tre:

- *Modello Gerarchico* – è uno dei primi modelli creati per la strutturazione di dati, segue appunto una linea gerarchica di

⁷⁸ S. SUMATHI, S. ESAKKIRAJAN, *Fundamentals of Relational Database Management Systems*, New York (US) 2007, pag. 112 e ss.

⁷⁹ P. PIN-SHAN CHEN, *The Entity-Relationship Model: Toward an Unified View of Data*, Londra 1976

connessioni dove ad un dato principale (chiamato padre) vengono connessi una serie di dati di supporto (figli); lo svantaggio principale è il vincolo di avere un unico padre per un numero variabile di figli e dunque la necessità di duplicare tutti quei dati che non seguono un ordine gerarchico così rigido. Per tale motivo questo modello fu presto soppiantato da quello Reticolare ed oggi è utilizzato principalmente nella definizione dei *file system* dei diversi Sistemi Operativi.

- *Modello Reticolare* – Deriva dalla struttura della memoria fisica dei computer ricorrendo ad un sistema di comunicazione “*record-puntatori*”: i record rappresentano i dati immagazzinati mentre i puntatori sono dati contenenti la posizione degli elementi (ad esempio un puntatore di numeri interi allocherà nella sua memoria solo tali tipologie di caratteri)⁸⁰. La problematica principale di un Database reticolare è la lentezza nell’aggiornamento e nell’inserimento dei dati che devono essere inseriti o aggiornati uno alla volta.
- *Modello Relazionale* – Ipotizzato per la prima volta nel 1970 da Edgard Frank Codd⁸¹ i primi modelli relazionali videro la luce solo negli anni ottanta imponendosi con forza sul mercato e dominandolo tutt’ora⁸². Un modello relazionale si basa sulla teoria degli insiemi rendendo le interrogazioni molto più rapide

⁸⁰ B. W. KERNIGHAN, D. M. RITCHIE, *Il linguaggio C: principi di programmazione e manuale di riferimento*, Milano 2004, pag 91

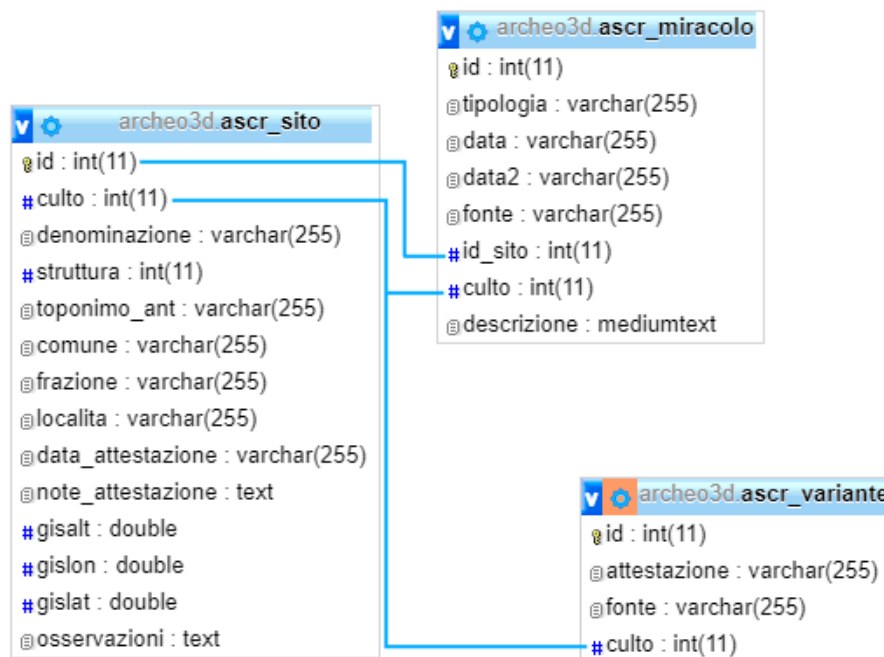
⁸¹ E. F. CODD, *A relational model of data for large shared data banks* in *Communications of the A.C.M.*, New York (US) 1970

⁸² AA.VV., *Dati e base di dati: il modello relazionale*, Milano 1995, pag. 48 e ss.

e semplici in quanto ogni singolo dato può essere sia indipendente dagli altri, sia connesso con essi tramite relazioni di volta in volta differenti.

Ai fini del progetto in questione si è preferito lavorare con un modello relazionale; tale modello struttura le relazioni di dati in delle tabelle dove le colonne identificano specifici campi contenenti determinati attributi e le righe formano i record nei quali le informazioni vengono immagazzinate.

Nell'immagine seguente un esempio di modello relazionale tra più tabelle, sviluppato con il laboratorio Archeo&Arte3D Lab di Sapienza per conto del Dipartimento di Storia Culture e Religioni, inerente all'Atlante Storico dei Culti del Ratiso E della Sabina (Asces): le due sotto-tabelle (*ascr_miracolo* ed *ascr_variante*) sono referenziate alla tabella *ascr_sito* tramite delle chiavi primarie, ad esempio la chiave *culto* che consente di identificare univocamente il culto religioso a cui sono associati i possibili miracoli e le possibili varianti d'attestazione.



Nell'utilizzo del modello relazionale, il passaggio dalla fase logica a quella concettuale, ovvero la trasposizione dello schema E-R nel modello equivalente del database, prevede una ristrutturazione dell'elemento concettuale in quanto, il primo, utilizza delle associazioni tra dati che devono essere tradotte in relazioni interpretabili dal database e quindi, secondo delle regole di codifica determinate e stabilite dal progettista.

2.2.2 Metadatazione

Conclusa la fase di progettazione del database è necessario organizzare i dati che dovranno confluire al suo interno; è bene a tal proposito ricordare che, lavorare con le scienze umanistiche, significa aver

a che fare con due tipologie di dati⁸³: i cosiddetti *dati certi* ed i dati che potremmo definire *fluidi*, mentre lavorare in campo informatico significa lavorare quasi esclusivamente con *dati certi*.

I *dati certi* sono tutte quelle informazioni che non subiscono variazioni dovute principalmente alle interpretazioni ed all'elaborazione di precedenti dati *grezzi*: ad esempio la datazione per il regno di Husraw I Anōšagruwân sovrano in Iran dal 531 al 579 d.C., è considerabile un dato "certo"⁸⁴.

I dati *fluidi*, al contrario, contengono informazioni dai contorni indefiniti, o perché rielaborati ed interpretati prima di essere catalogati o perché, tali dati, racchiudono informazioni che non è possibile categorizzare secondo la struttura della banca dati: l'opera la Vita Nuova di Dante Alighieri, in una banca dati che differenzia tra poesia e prosa finirebbe inevitabilmente ad occupare entrambe le categorie del database.

Per gestire e definire al meglio i propri dati un archivio digitale deve avere una sovrastruttura in grado di sistematizzarli ed organizzarli, ovvero un insieme di metadati che li governino: le schede di catalogo di una biblioteca sono un ottimo esempio di metadati, esse contengono tutte

⁸³ Esiste in realtà un terzo tipo di dati con cui spesso si lavora, i dati definiti comunemente "grezzi", tali dati sono tutti quei dati provenienti in maniera diretta dalle fonti e che quindi non possono essere sottoposti, nella fase di catalogazione, a trascrizioni arbitrarie - l'originale di una fotografia o la trascrizione di un documento sono, ad esempio, dati grezzi

⁸⁴ Ma non un dato grezzo in quanto non rispecchia la fonte originaria da cui si è attinta l'informazione ma solo la sua trasposizione senza alcuna variazione.

le informazioni necessarie ad identificare e reperire un determinato tomo: autore, titolo, collocazione etc.

I metadati sono più nello specifico:

“la somma globale di tutto ciò che si può sapere su un oggetto informativo e sui suoi livelli di aggregazione.”⁸⁵

I metadati servono dunque a cinque principali scopi⁸⁶:

- *Ricerca*: l'accesso specifico alle informazioni dei documenti memorizzati;
- *Localizzazione esatta*: la puntuale e rapida identificazione di una specifica informazione contenuta nel documento;
- *Selezione ed estrapolazione*: la capacità di filtrare le ricerche per restituire i dati richiesti;
- *Interazione semantica*: la creazione di collegamenti fra descrittori che permette ricerche dinamiche, ovvero effettuate in più settori disciplinari differenti;
- *Managment dei database*: la gestione su canali e piattaforme diverse di differenti database non connessi tra loro;

⁸⁵ A. TETI, *Il futuro dell'Information & Communication Technology: Tecnologie, timori e scenari futuri della "global network revolution"*, Berlino (DE) 2009, pag. 55

⁸⁶ *Ivi*, pag. 56

- *Fruizione continua ed immediata*: la possibilità di estrapolare qualsiasi dato in qualsiasi momento.

In uno scenario informatico in continua evoluzione e con l'accesso aperto a tali tecnologie, spesso anche a costi irrisori, ha comportato una difficoltà sempre maggiore l'identificazione e la gestione delle banche dati digitali.

Tra la fine degli anni novanta e i primi del duemila si è avuta una proliferazione incontrollata di banche dati senza che vi fossero delle pianificazioni strutturali e conservative degli stessi, generando una mole di dati inutilizzabili o non ricercabili di cui ancora oggi ne avvertiamo gli effetti: molti archivi di enti ed istituzioni, così come archivi privati, risultano spesso incompatibili con i sistemi di gestione attuali, inconciliabili tra loro e con una metadattazione quasi assente o non standardizzata.

Il recupero di tali informazioni spesso è talmente dispendioso in termini di tempi e risorse che un gran numero di archivi digitali sono andati praticamente perduti.

La possibilità di connettere più banche dati in rete e far affluire le diverse informazioni in nuovi archivi digitali, che possono generalizzarli o specializzarli, ha visto, fortunatamente, una forte inversione di tendenza negli ultimi anni ed una sempre maggior standardizzazione di questi a favore di un miglior dialogo in rete, in particolare per le banche dati universitarie o delle pubbliche amministrazioni.

L'importanza dei metadati in ambito informatico, ha spinto al contempo verso una definizione maggiormente particolareggiata di tali strumenti; ad oggi possiamo suddividere i metadati in cinque macro categorie così come illustrato nella tabella di Antonio Teti:

Tipologia	Definizione	Esempi
Amministrativi	Metadati utilizzati nella gestione e nell'amministrazione delle risorse informative	<ul style="list-style-type: none"> - Informazioni sull'acquisizione - Tracciato storico dei diritti di proprietà intellettuale, cessione delle risorse informative e passaggi ai fini della riproduzione - Documentazione dei requisiti di accesso legale - Informazioni sulla reperibilità - Criteri di selezione per la digitalizzazione (= formato, set di caratteri) - Controllo della versione e distinguibilità fra oggetti informativi simili - Tracce di controllo create da sistemi di gestione di metadati (recordkeeping)
Descrittivi	Metadati utilizzati per descrivere o identificare risorse informative	<ul style="list-style-type: none"> - RegISTRAZIONI catalografiche - Indicazioni di aiuto per il reperimento - Indicizzazione su database specialistici - Connessioni fra risorse tramite link web - Annotazioni di utenti - Metadati per sistemi di gestione (recordkeeping) generati dai programmi di creazione delle registrazioni
Sulla conservazione	Metadati riferiti alla gestione della conservazione delle risorse informative	<ul style="list-style-type: none"> - Documentazione della condizione fisica delle risorse - Documentazione delle azioni intraprese per conservare le versioni fisiche e digitali delle risorse, per esempio ripristino (refreshing) e migrazione dei dati
Tecnici	Metadati riferiti al funzionamento di un sistema informativo e al comportamento dei metadati	<ul style="list-style-type: none"> - Documentazione sull'<i>hardware</i> e il <i>software</i> - Informazioni sulla digitalizzazione, per esempio formati, rapporti dei metadati di compressione, procedure di graduazione (scaling routines) - Tracciato storico dei tempi di risposta di sistema - Dati di autenticazione e sicurezza, per esempio chiavi crittografiche, password
Di utilizzo	Metadati riferiti al livello e al tipo di utilizzo delle risorse informative	<ul style="list-style-type: none"> - RegISTRAZIONI di visualizzazione (exhibit records) - Tracciato storico dell'uso e gestione dei profili utenti - Informazioni sulla riutilizzo del contenuto e sull'esistenza di una pluralità di versioni (multi-versioning information)

2.2.3 *Thesauri*

Per una corretta elaborazione ed interazione di dati e metadati tra loro è preferibile ricorrere a dei termini semantici univoci che li caratterizzano: dei veri e propri dizionari controllati, definiti *Thesauri*. L'ISO (*International Organization for Standardization*) definisce il thesaurus come:

*"un vocabolario di un linguaggio di indicizzazione controllato in maniera formalizzata in modo che le relazioni a priori tra i concetti sono rese esplicite"*⁸⁷

Un tesoro è dunque un insieme di termini e sinonimi utilizzato per agevolare l'immissione e l'interrogazione nei database; un listato di parole chiave che consentono sia l'accesso ad una banca dati sia la creazione di categorie generali per definire pacchetti di informazioni.

Spesso in ambito di banche dati umanistiche si tende a trascurare, nella fase di *data injection* la creazione di una guida automatica che vincoli l'inserimento secondo i propri *thesauri* preferendo lasciare libertà agli schedatori di catalogare le informazioni attraverso campi aperti o secondo categorie arbitrarie e mutevoli.

Questo atteggiamento genera spesso gli stessi problemi in fase di ricerca e sistematizzazione dei metadati errati causando ingenti perdite di dati che, seppur sempre accessibili e presenti nell'archivio, risultano di

⁸⁷ ISO 2788-1986

fatto tagliati fuori da qualsiasi tipologia di ricerca che non sia strettamente mirata.

La presenza, ad esempio, di un campo unico per la biografia di un personaggio rende quasi impossibile effettuare ricerche chiave per la nascita o la morte del suddetto: le date sono inserite assieme ad una quantità di caratteri alfanumerici, che compongono la biografia, tali da rendere impossibile al sistema l'estrapolazione, se non a costo di complesse e poco precise ricerche semantiche che, nel caso riuscissero a restituire il dato corretto, impiegherebbero tempi eccessivi nella risposta.

Allo stesso modo non prevedere una standardizzazione per l'immissione delle date all'interno dell'archivio rischia di avere, per la stessa tipologia di campo (ad esempio *nascita*), differenti metodi di catalogazione (*1200*, *1200d.C.*, *1200 d.c.*, *1.200 d.C.*, *etc*) che non permettono alcun tipo di manipolazione del dato e spesso lo escludono dalla ricerca effettuata: sarebbe impossibile ad esempio riuscire a determinare gli anni vissuti da un personaggio se le date di nascita e morte fossero scritte in maniera differente o, nel caso di una ricerca sui personaggi vissuti nel 1.200 d.C., tutti i dati collegati a datazioni scritte in maniera differente non verrebbero estrapolati.

Nella creazione di un database l'identificazione dei campi standardizzabili e lo smembramento di dati complessi in dati più lineari e omologabili tra loro, è fondamentale per ottenere una risposta il più possibile performante dal sistema; la creazione di *thesauri standard*, che

vincolino sia gli schedatori che gli utenti della banca dati al loro utilizzo e che siano condivisibili in più database, è una delle prerogative chiave al giorno d'oggi, nonostante lo svantaggio di una più lungo e farraginoso percorso di popolamento dell'archivio.

2.3 Storytelling e narrativa immersiva

Dallo sviluppo della comunicazione con l'introduzione del linguaggio, l'oralità e la narrazione hanno avuto sempre un ruolo chiave nella trasmissione della propria identità e cultura.

Nel corso dei millenni l'uomo ha sviluppato una serie di differenti registri per la trasmissione orale, dai rituali religiosi fino alle forme di intrattenimento sociale; la strutturazione di tali forme di trasmissione ha avuto un ruolo decisivo nello sviluppo delle società e nel rapporto tra la trasmissione di un substrato culturale conservativo e rinnovatore della comunità.

Uno studio dell'università della California del 2013, condotto sulla popolazione dei Metis, ha affrontato la narrazione comunitaria come modalità di archiviazione della conoscenza e dei valori culturali delle popolazioni indigene americane⁸⁸.

Lo studio evince come la narrazione funga da strumento comunitario per coinvolgere e trasmettere alle nuove generazioni i valori condivisi e le ideologie dei Metis; la trasmissione orale sedimenta e arricchisce inoltre, di generazione in generazione, le storie personali e

⁸⁸ J. ISEKE, *Indigenous Storytelling as Research in International Review of Qualitative Research*, Vol. 6 No. 4, Jackson (Usa) 2013, pag 559-577

popolari che conservano in sé l'identità e la cultura comunitaria, divenendo terreno fertile anche per la ricerca critica.

L'atto del narrare, il raccontare una storia, l'attirare l'attenzione del pubblico coinvolgendolo nel racconto, favoriscono la capacità evocativa dell'immaginazione, attivando nell'uditore una componente emotiva, di qualsivoglia genere; nella loro ricerca, Dury ed Alterio, dimostrano come tale fattore amplifichi e migliori i processi di apprendimento.⁸⁹

È dunque facile capire perché la tecnica dello *storytelling* è sempre più di frequente applicata con successo in numerosi campi di studio, dalla pedagogia al marketing; in ambito divulgativo e di valorizzazione si è, invece, quasi sempre ricorso all'uso di espedienti narrativi solo per prodotti documentaristici.

Le nuove forme di *media* hanno però esteso a tutti la possibilità di archiviare e condividere le proprie storie e fruire di quelle altrui, in qualsiasi momento e luogo in cui si trovino.

Le possibilità di interagire in tempi diversi su una stessa storia – si pensi ai blog o ai forum di narrativa – fornisce degli spazi per la creazione e la rielaborazione di storie di gruppo⁹⁰; al contempo i giochi e le *app* digitali consentono a gruppi eterogenei di persone di condividere ed immedesimarsi in diverse ambientazioni e storie.

⁸⁹ J. MC DRURY, M. ALTERIO, *Learning through Storytelling in Higher Education*, London 2003

⁹⁰ T.M. PAULUS, M. WOODSIDE, M. ZIEGLER, *Determined women at work in Narrative Inquiry*, n°17, Amsterdam (NL) 2007, pag. 299-328

Aiutata sicuramente da questa spinta tecnologica del nuovo millennio, negli ultimi anni la disciplina dello *storytelling* ha trovato ampio spazio d'applicazione anche nei restanti campi di diffusione culturale; assumendo un ruolo sempre più fondamentale per la divulgazione e la valorizzazione del patrimonio e delle memorie identitarie e comunitarie.

Lo *storytelling* del patrimonio culturale si configura come strumento capace di avvicinare il pubblico ad esplorare nel profondo eventi e situazioni complesse; la componente narrativa abbatte il limite divulgativo delle lunghe descrizioni e dei numerosi tecnicismi.

Un patrimonio detentore di una storia da scoprire e raccontare è un patrimonio che si presta alla curiosità del pubblico, che lo interroga sul suo passato e sul suo presente e che lo rende parte della storia stessa.

La creazione di un percorso narrativo digitale, coinvolgente e ben strutturato, è un processo delicato e meticoloso; Lambert identifica sette *steps* per un approccio ideale alla creazione di un efficace *storytelling* digitale⁹¹:

- *Il punto di vista*: utilizzare un punto di vista personale e trasmettere la prospettiva dell'autore così da creare un aspetto di autenticità della storia.

⁹¹ J. LAMBERT, *Digital Storytelling: Capturing Lives, Creating Community*, Londra (GB) 2013, pag. 53-70

- *La domanda teatrale*: bisogna raccontare solo ciò che merita di essere narrato, l'inizio di una narrazione deve porre domande originali e nuove a cui solo alla fine dare una risposta.
- *Il contenuto emozionale*: il punto di vista soggettivo consente di caricare la storia di contenuti emotivi in grado di coinvolgere l'utente durante la sua narrazione.
- *L'uso della voce*: una storia deve avere una propria voce che enfatizzi la soggettività del racconto e non limitarsi all'utilizzo di sole immagini e musiche;
- *Le musiche ed i suoni*: l'aspetto audio deve essere ben equilibrato e seguire l'andamento ed i ritmi della storia, deve essere in grado di anticipare ciò che sta avvenendo per preparare l'utente ad accoglierlo con maggior attenzione.
- *Economia della narrazione*: non bisogna appesantire la storia di immagini e contenuti, i concetti devono essere chiari e privi di eccessivi orpelli.
- *Il ritmo e la vitalità*: ogni storia deve adeguare i propri ritmi alla sua forma narrativa, l'utilizzo di modalità narrative, lente o veloci, non deve mai prescindere dalla vitalità della storia.

2.3.1 Tecniche di narrazione digitale per il patrimonio culturale

Nel complesso e diversificato panorama dello *storytelling* culturale appare di profondo interesse la tecnica della *narrazione transmediale*, un'evoluzione della *narrazione crossmediale* capace, sia di instaurare profonde sinergie tra ampie tematiche, sia di stimolare la fruizione da parte dell'utente con modalità mai monotone.

Con la proliferazione e differenziazione dei mass-media nel secolo precedente, qualsiasi tipologia di narrazione che volesse essere efficace e raggiungere un target diversificato non poteva prescindere dalla componente crossmediale.

Nella narrazione crossmediale i contenuti vengono spalmati omogeneamente su più media, offrendo all'utente diversi canali di fruizione come ad esempio radio, televisione, internet o DVD⁹²; affrontare una singola tematica su differenti canali ha la capacità di raggiungere un'utenza ampia e non sempre omogenea, al contempo però la comunicazione all'utente è limitata alla ridondanza delle informazioni trasmesse.

Seppure l'informazione diffusa da ogni media non è mai uguale a sé stessa, subendo gli adeguamenti stilistici del caso, essa, non diversificando i contenuti, non arricchisce ulteriormente l'esperienza del pubblico.

⁹² S. KALOGERAS, *Transmedia Storytelling and the New Era of Media Convergence in Higher Education I*, London (UK) 2014, pag 21 e ss.

Nello *Storytelling Transmediale* la fruizione avviene invece su diversi media in considerazione della capacità di dialogare tra loro; internet risulta, in questa tipologia di fruizione, il mezzo più performante a tal scopo, permettendo alle diverse piattaforme e canali medialità una profonda interazione.

I contenuti possono essere ramificati e diversificati e le informazioni fornite sono complementari tra loro e con una bassa ridondanza di dati⁹³.

L'utente in questo caso è libero di scegliere gli argomenti che più desidera esplorare ed il livello di approfondimento a cui accedere: una singola informazione, come ad esempio la biografia di Plauto, può essere trasmessa in forma testuale, offrendo all'utente la possibilità di accedere ai video per approfondire la fortuna delle sue opere nel corso del tempo e la varietà di rappresentazioni che hanno prodotto; di ascoltare la musicalità della lingua latina tramite contenuti audio; di partecipare a discussioni sulle opere o l'autore stesso attraverso pagine social, e così via.

Jerkins osserva come, nella narrazione transmediale, gli elementi di una storia vengono sistematicamente separati per essere poi emessi tramite differenti canali di comunicazione; ciò offre un'esperienza omogenea, coerente e coordinata così che ogni canale possa offrire il suo contributo al reintegrare i vari elementi⁹⁴.

⁹³ M GIOVAGNOLI, *Transmedia: Storytelling e comunicazione*, Rimini 2013

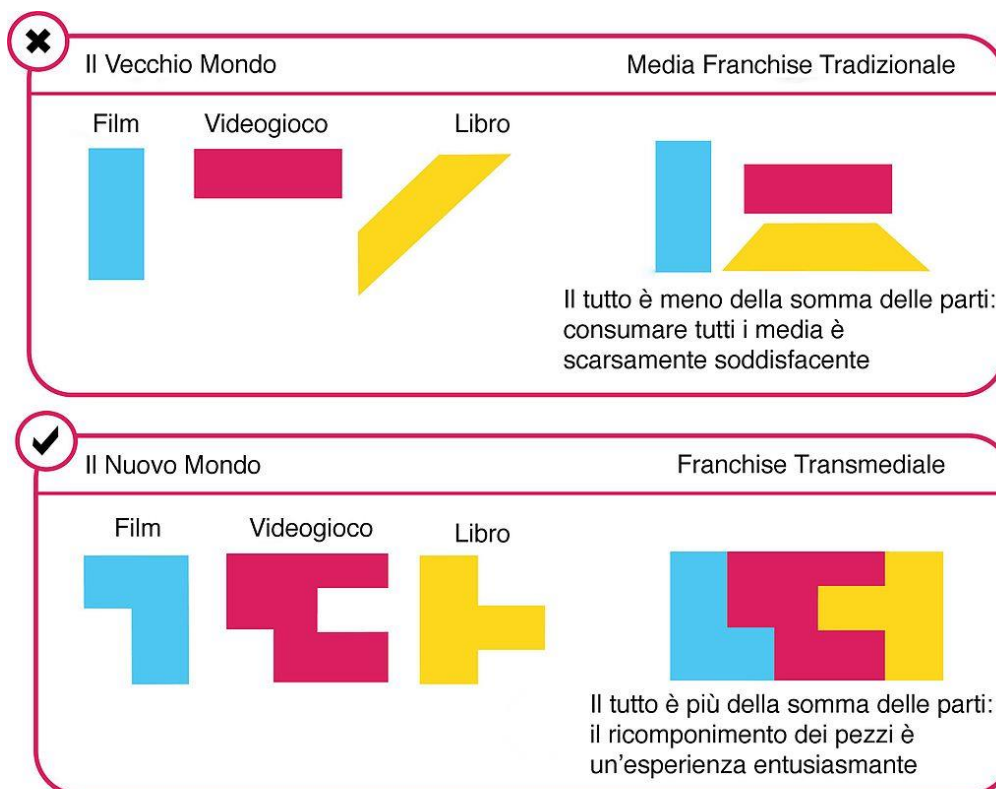
⁹⁴ H. JERKINS, *Cultura Convergente*, Milano 2006

La ricerca di Lambert precedentemente analizzata fornisce un'ottima base di partenza su cui costruire un efficace percorso di *storytelling transmediale*.

Seguendo la strutturazione degli *steps* è possibile diversificare la storia su più media osservando specifiche chiavi di lettura che orientino l'utente nell'esplorazione: creare diversi ritmi narrativi o utilizzare determinate musiche in base alle tematiche trattate dalla storia, aiuta notevolmente il pubblico a ricollegare la singola narrazione e la tematica principale nella quale si svolge.

La criticità di una simile tecnica è nella complessità della sua realizzazione: i salti mediali se da un lato aiutano a focalizzare l'attenzione, dall'altro rischiano di fornire informazioni confusionarie e dispersive che rendono più difficoltosa la fruizione.

A seconda della tipologia di narrazione è fondamentale inoltre prevedere una certa propedeuticità nella trasmissione dei contenuti: un percorso di fruizione che non sia strettamente vincolante deve essere in grado di prevedere una leggera ridondanza nelle informazioni trasmesse, in vista della possibilità che l'utente acceda a dei contenuti prima di altri.



Autore: Robert Pratten @robpratten
Traduzione: Stefano Brillii @StefanoBrillii17

Confronto grafico tra crossmedia e transmedia

Ulteriore strategia di valorizzazione versatile e in grande sinergia con gli espedienti narrativi risultano i cosiddetti *oggetti parlanti* grazie alla loro capacità potenziale di fornire un approccio transmediale ai contenuti: un oggetto parlante racconta sé stesso, il punto di vista del fruitore cambia rispetto ai registri tradizionali e la storia che viene raccontata non narra più dell'oggetto, ma è l'oggetto a raccontare la storia che lo ha caratterizzato. Le potenzialità degli oggetti parlanti in ambito culturale ancora non hanno raggiunto la loro massima espressione, limitandosi spesso a dei racconti canonici della storia dell'oggetto, cambiando solo il punto di vista narrativo; allo stesso modo la letteratura in merito risulta

poco approfondita lasciando aperto il campo ad ulteriori ricerche e sperimentazioni.

2.3.2 Esempi virtuosi di Storytelling culturale

L'evoluzione dei nuovi media e delle nuove tecnologie digitali è troppo recente perché si abbia una corposa letteratura critica da analizzare; pertanto l'attenzione è stata rivolta ad esempi concreti di applicativi che utilizzino lo *storytelling* multimediale, sia esso declinato in modalità crossmediale o transmediale, come base della loro divulgazione.

Il pubblico non sempre ha risposto positivamente ai prodotti sviluppati: questo perché spesso viene trascurata la relazione tra la mera trasmissione dei contenuti e l'esperienza emozionale della narrazione, esperienza che rende un semplice scambio di informazioni una storia che, come suggerisce Lambert, vale la pena di narrare.

Generare interesse e curiosità nell'utente è la chiave per coinvolgerlo nella narrazione ed è l'emozione suscitata dall'esperienza che favorisce un più facile apprendimento.

Tra i vari casi di interesse non si può far a meno di tornare sul videogioco del MANN⁹⁵, *Father and son*: la veste grafica è un'ottima soluzione *low cost* che unisce la collaborazione di artisti di livello internazionale con una grafica bidimensionale di facile gestione. La metodologia di narrazione è intrigante e coinvolgente: la dinamica

⁹⁵ Museo Archeologico Nazionale di Napoli

investigativa mantiene l'attenzione dell'utente sempre alta e lo invita al ragionamento per ottenere la soluzione.

I salti temporali e l'esplorazione dell'ambiente circostante il museo, permettono di proporre contenuti che non siano limitati a quelli offerti dall'Ente, ma che in qualche modo abbiano una correlazione con esso.

Il progetto sviluppato dall'ITABC del CNR, *Il Museo Virtuale dell'Alta Valle del Calore*⁹⁶ rende il territorio un vero e proprio oggetto parlante in grado di raccontare se stesso. Sviluppato su piattaforma *Aton*⁹⁷, è accessibile da qualsiasi dispositivo e permette l'inserimento di contenuti multimediali interconnessi tra loro.

Anche se non previsto nel progetto, la flessibilità della piattaforma offre la possibilità di sviluppare delle aree tematiche che, unitamente alla possibilità di collegare una stessa informazione a più punti della navigazione, consentirebbe la creazione di percorsi interattivi multimediali.

Dai connotati fortemente innovativi risulta il recentissimo progetto dell'Illinois Holocaust Museum and Education Center: gli ologrammi di tredici sopravvissuti all'olocausto guidano il pubblico alla scoperta degli orrori della Seconda Guerra Mondiale.

Con l'ausilio di un software di riconoscimento vocale, il progetto utilizza le recenti intelligenze artificiali collegate alla rete, per ottenere una

⁹⁶ <http://osiris.itabc.cnr.it/vallecalore/> consultato il 3/8/2017

⁹⁷ Vedi nota 35

profonda interazione con il pubblico: i visitatori possono porre delle domande agli avatar in merito al conflitto ed alla shoah; l'intelligenza artificiale interconnessa permette di arricchire gradualmente il livello delle informazioni a disposizione dell'ologramma che può così offrire delle risposte sempre più dettagliate al pubblico⁹⁸.

La tecnologia alla base dell'installazione non è di facile accesso ed il progetto risulta difficilmente scalabile; nonostante ciò mette in luce degli aspetti rilevanti per una narrazione guidata che utilizzi avatar virtuali collegati a figure reali, personaggi che abbiano una storia concreta da raccontare e che possono arricchire l'esperienza di fruizione.

⁹⁸ <https://www.japantimes.co.jp/news/2017/10/28/world/interactive-holograms-holocaust-survivors-debut-illinois-museum/#.WhLiEriaHt>

3. Progettazione del Modello interattivo

La progettazione del modello interattivo si è sviluppata in tre *steps* differenti:

- restituzione tridimensionale;
- sviluppo dell'interattività;
- strutturazione dell'archivio dati.

Per ogni passaggio si sono analizzati i diversi software a disposizione e le differenti tecnologie di realizzazione, valutandone peculiarità e criticità al fine di selezionare le soluzioni più idonee al caso.

Il primo *step* ha strutturato la metodologia della modellazione tridimensionale e dell'acquisizione dei reperti da restituire nella loro forma attuale.

È stato inoltre scelto di creare un modello volumetrico del teatro vista la necessità, degli *step* successivi, di avere un modello virtuale sul quale basare la progettazione: come ad esempio l'analisi di un agevole sistema di navigazione nella fase di studio dell'interattività.

La creazione di tale volumetrico ha inoltre permesso l'esame delle problematiche di creazione di scenari complessi e lavorato su soluzioni per ottimizzare ed alleggerire il modello in vista della sua resa interattiva.

Il passaggio successivo ha visto la comparazione di alcuni motori grafici; per individuare il software più adatto al progetto, lo studio delle

caratteristiche e delle potenzialità dei motori è stato comparato con le esigenze del caso di studio: come ad esempio la necessità di avere un archivio facilmente implementabile in grado di aggiornare in tempo reale anche l'output dei dati sull'interattivo.

L'ultima fase progettuale ha esaminato le diverse possibilità tecnologiche per lo sviluppo di un archivio digitale; le analisi precedenti dei modelli di database, e dei loro linguaggi di programmazione, è stata applicata per la realizzazione di un database relazionale nell'ambito del progetto ASCRES, del Dipartimento di Storia Cultura e Religioni dell'Università Sapienza.

Le risoluzioni delle criticità e delle problematiche semantiche emerse per la gestione e l'estrapolazione dei dati, sono state riportate nella progettazione attuale: come ad esempio la strutturazione ad albero delle tabelle e l'utilizzo di dizionari semantici per la metadattazione.

3.1 Restituzione tridimensionale

Per il modello virtuale del teatro di Marcello si è previsto l'utilizzo di diversi software: *Blender* e *3D Studio Max* per la realizzazione delle strutture architettoniche, *Maya* per la modellazione di oggetti di scena, *Zbrush* per la rifinitura finale dei modelli. Gli oggetti creati e texturizzati saranno la base di lavoro del motore grafico *Unreal Engine*, che servirà anche per lo sviluppo degli script di base e per l'interazione dell'utente con il modello.

Al fine di una migliore progettazione dell'interattivo si è preferito modellare un volumetrico del Teatro di Marcello che funga da base per lo studio degli appositi percorsi ed elementi da inserire all'interno del prototipo.

Un modello virtuale da analizzare e sul quale poter costruire i percorsi di fruizione, i punti nodali di interazione e gli elementi di interrogazione del sistema offre un vantaggio in fase esecutiva capace di abbattere sensibilmente i tempi di lavoro.

3.1.1 *Analisi dei principali software di modellazione*

Eccetto casi di immagini statiche o scene poco elaborate, la modellazione di un oggetto in ambiente virtuale non è mai limitata all'uso di un singolo programma⁹⁹.

Ogni software è predisposto per una specifica tipologia di modellazione e spesso è essenziale produrre modelli tridimensionali con metodologie e strumenti diversi per poi integrarli in un'unica scena, selezionando il programma finale in cui assemblare le diverse parti in base alle potenzialità del motore di *rendering* che bisogna sfruttare nel caso specifico.

A tal proposito sono stati analizzati alcuni dei principali *software* di modellazione tridimensionale usati generalmente in ambito umanistico:

⁹⁹ AA. VV., *Computer Grafica tecniche & applicazioni, Fascicolo 52 Anno XII Numeri 7-8, agosto/settembre 2006, Rimini 2006*

- *Blender*: Sviluppato dalla *Blender Foundation*, è tra i più importanti e performanti software di modellazione 3D *Open Source*¹⁰⁰ sotto licenza *GNU General Public license*¹⁰¹; sua peculiarità è l'esiguo spazio di installazione richiesto e la possibilità di girare su più tipologie di sistemi operativi; purtroppo la mancanza di una documentazione ufficiale rende alquanto farraginoso il processo di apprendimento.

A causa del suo rapido sviluppo, dovuto anche all'apertura del codice alla comunità libera, i diversi strumenti corollari al programma non sempre sono stabili e lo stesso *Blender* soffre di tale problematica; nonostante ciò il software gode di una buona diffusione e si dimostra un valido supporto in diverse fasi di sviluppo di modelli 3D.

Tra i primi progetti di ampio respiro in cui si è utilizzato tale software vi è il film *Spider-Man 2*: il 3D *modeler* Anthony Zieruth ha dichiarato:

*"As an animatic artist working in the storyboard department of Spider-Man 2, I used Blender's 3D modeling and character animation tools to enhance the storyboards, re-creating sets and props, and putting into motion action and camera moves in 3D space to help make Sam Raimi's vision as clear to other departments as possible."*¹⁰²

¹⁰⁰ Un software *Open Source* non è protetto da copyright ed ha il proprio codice sorgente liberamente acquisibile e modificabile dagli utenti che ne usufruiscono.

¹⁰¹ La *GNU GPL* è una licenza copyleft vincolata dalla prerogativa di rimanere libera anche durante le successive fasi di sviluppo ed implementazioni.
<https://www.gnu.org/licenses/licenses.it.html>, consultato il 10/1/2016

¹⁰² <https://web.archive.org/web/20070221025521/https://www.blender.org/features-gallery/testimonials/> consultato il 10/1/2016

- *3D Studio Max*: Software della *Autodesk* tra i più utilizzati in ambito di modellazione, ha un'ottima capacità di editing e numerose plugin per la modellazione architettonica.

La scelta dell'utilizzo di tale programma per la realizzazione delle strutture architettoniche è dovuta principalmente alla possibilità di predisporre il piano di lavoro secondo unità di misura reali permettendo così una più agevole definizione dei modelli ed una corretta scalatura degli stessi.

La possibilità di georeferenziare la scena su coordinate terrestri ed il settaggio cronologico e locale delle luci ambientali consente inoltre di contestualizzare ottimamente il Bene riprodotto.

- *Maya*: Originariamente sviluppato dalla *Alias* è stato acquistato agli inizi del nuovo millennio dall'*Autodesk*; è tra i migliori *software* di animazione e *rendering*; utilizzato principalmente per la *Character Animation* e la realizzazione di film d'animazione¹⁰³.

La principale criticità del software è la mancanza di una scala di riferimento reale da applicare ai modelli; sebbene *Maya* offra un sistema di modellazione dalle alte prestazioni ed una lavorazione poligonale puntuale e dettagliata, gli oggetti realizzati devono poi essere scalati tramite altri software di grafica tridimensionale come ad esempio *3D Studio Max*.

- *Zbrush*: prodotto della *Pixologic* combina la modellazione e texturizzazione 3D con il *painting* 3D e 2,5D (una tecnica illusoria che simula l'effetto di una modellazione tridimensionale tramite

¹⁰³ Alcuni esempi sono: *Transformer*, *Spider Man*, *Independence Day*, *Il Signore degli Anelli*, *Avatar*, *Il codice da Vinci*.

tecniche di grafica bidimensionale)¹⁰⁴; a differenza dei software di modellazione precedentemente descritti, *Zbrush* lavora tramite scultura digitale¹⁰⁵.

Grazie ad un utilizzo spinto della *Bump Map* il programma consente la creazione di modelli ad alta risoluzione capaci di generare una *mesh* estremamente dettagliata da esportare su modelli identici definiti in *low poly* riuscendo così ad ottenere, al contempo, un modello fortemente realistico con un numero di poligoni relativamente basso per la creazione di scene animate ed interattive.

Ai fini progettuali si è ritenuto dunque di procedere sfruttando le potenzialità di ogni software; i soggetti da modellare sono stati suddivisi in elementi architettonici, oggettistica ed animazione organica:

3D Studio Max è stato individuato per la realizzazione della prima categoria di *items*, così da ottenere una corretta proporzione in scala del modello virtuale con il suo corrispettivo reale.

La scelta più idonea per l'oggettistica e l'organico invece è ricaduta sul software *Maya*, in grado di restituire modelli di alta qualità grafica con un basso costo di poligoni.

¹⁰⁴ J. GRESS, *Visual Effects and Compositing*, San Francisco (US) 2010, pag. 5-38

¹⁰⁵ La scultura digitale è una tecnica artistica di nuova concezione che consente, attraverso l'utilizzo di speciali software, di modellare nelle 3 dimensioni come se si avesse in mano della creta o della plastilina, in un ambiente totalmente virtuale.

<http://www.andreatarroni.com/portfolio-item/scultura-digitale> consultato il 12/1/2016

Tutti i modelli sono poi da caratterizzare in *Zbrush* per poter ottenere un effetto maggiormente realistico esaltando i dettagli e dando ad ogni modello un aspetto vissuto e meno asettico.

3.1.2 Modellazione volumetrica del Teatro di Marcello

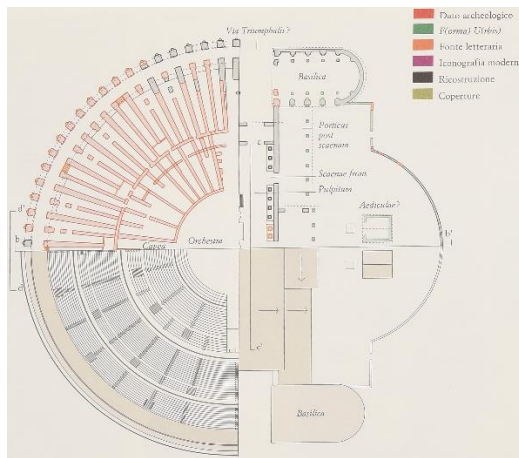
Per la restituzione del Teatro di Marcello, non volendo entrare in un dibattito archeologico, che avrebbe rischiato di prolungare eccessivamente i tempi di realizzazione e avrebbe deviato la ricerca dal suo scopo originario, si è scelto di lavorare su materiale edito, in particolare sulla planimetria ricostruttiva dell'Atlante di Roma a cura di Andrea Carandini¹⁰⁶: la planimetria è stata scansionata con una macchina *Metis EDS 2.57 Gamma* con quattro luci led configurabili separatamente; per la scansione il Metis montava una fotocamera *Nikon D810 Reflex PRO* dotata di obiettivo *AF-S Nikkor 24-120MM F/4G ED VR*, ottenendo un'immagine *.TIF* ad alta risoluzione con le seguenti proprietà:

Larghezza (px)	Lunghezza (px)	Dimensione (MB)
3.064	3.818	33,5
DPI	Compressione	Profondità di BIT
1.000	No	24

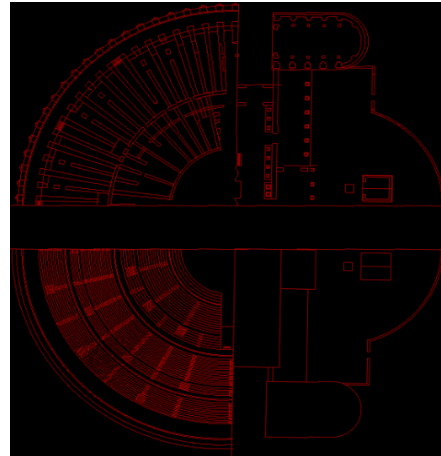
Dall'immagine *raster* si è quindi prodotta una planimetria *.cad* che potesse servire da base per la restituzione degli alzati,

¹⁰⁶ A. CARANDINI, *Atlante di Roma Antica*, 2. *Tavole e Indici*, Roma 2013, tav. 223 e 229

anche questi ipotizzati sulla base delle ricostruzioni presenti sull'Atlante di Roma.



Planimetria cartacea



Restituzione in cad

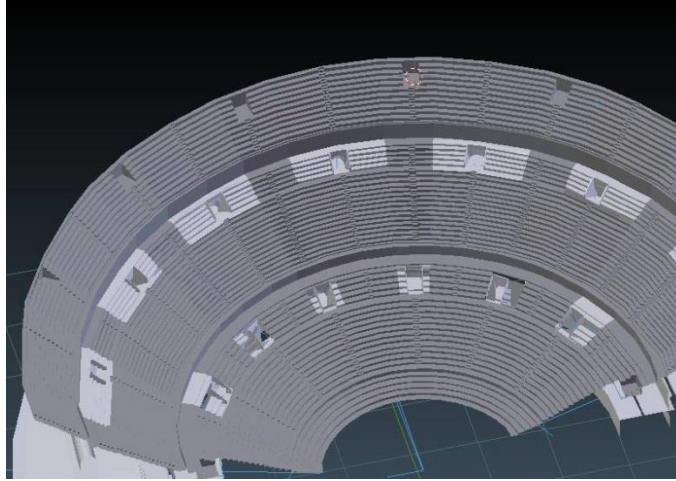
Il file è stato salvato nel formato *DWG*¹⁰⁷ ed importato nel programma di modellazione 3D *Studio Max*; verificata la corretta chiusura delle diverse polilinee, ovvero l'insieme di segmenti ordinati e consecutivi che compongono il disegno digitale, il file è stato quindi esportato nel formato *FBX*¹⁰⁸.

Grazie anche all'aiuto del laboratorio universitario *Archeo&Arte3D* del Centro Interdipartimentale *DigiLab*, le piante digitali sono state importate, come planimetrie *CAD*, nel software *OpenSorce Blender*; le polilinee sono state quindi alzate secondo i prospetti riportati nell'Atlante

¹⁰⁷ Acronimo di "DraWinG" tale formato è stato sviluppato da Autodesk per lo scambio di informazioni tra AutoCAD ed altri programmi.

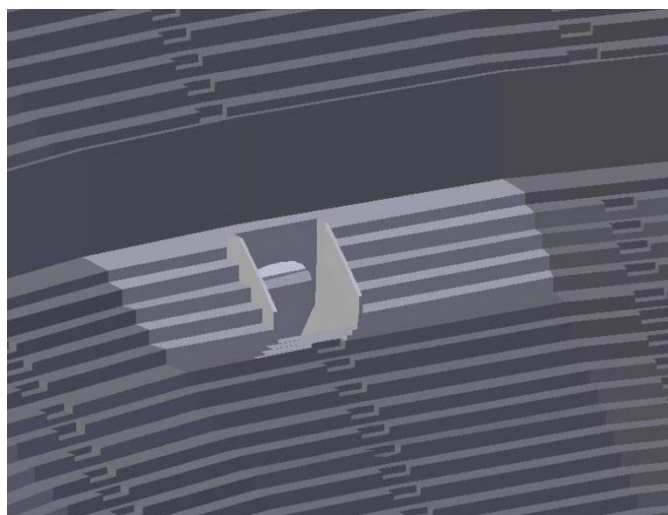
¹⁰⁸ Acronimo di "FilmBoX" il formato *FBX* ha la possibilità di registrare le informazioni di Motion Capture; non essendoci ancora uno standard univoco per i file di grafica tridimensionale, l'*FBX* è generalmente usato assieme all'estensione *.OBJ* come file di esportazione per oggetti in grafica 3D in quanto compatibile con i principali software di modellazione 3D e con i principali motori grafici.

così da poter estrarre gli alzati e le coperture ottenendo un modello volumetrico del Teatro.



Visione prospettica del volumetrico della cavea

Ottenuto il volumetrico del teatro il file digitale è stato importato nel software di modellazione 3D Studio Max per la caratterizzazione; per l'impostazione della scena, si è preferito lavorare con una misurazione della griglia di lavoro in metri ed un settaggio dell'unità di misura del software pari a 1cm per poter definire al meglio i dettagli del modello.



Particolare volumetrico della Cavea Vomitoria

3.1.3 Veste grafica e caratterizzazione del modello 3D

La scelta delle *textures* è invece da ricercare partendo da fotografie di materiali esistenti ancora visibili sull'edificio stesso o presenti altrove ma ritenuti coerenti con quelli che dovevano essere stati usati all'epoca per la costruzione del Teatro.

Esistono numerose banche dati di *textures* già standardizzate per l'applicazione su modelli tridimensionali, in base ai principali motori grafici di utilizzo; le piattaforme *3dTextures* e *Sketchfab* offrono una vasta gamma di immagini che possono essere facilmente modificate su software grafici come *Adobe Photoshop* o *Corel Draw*.

La scelta degli interni e degli oggetti di scena è strettamente legata ai contenuti dei percorsi: per ottenere una fruizione che risponda alle domande stimulate nell'utente dall'esplorazione, è necessario rendere interattivo ogni elemento d'interesse presente nel modello.

Ciò implica che, la ricerca effettuata in base alle testimonianze iconografiche ed a quelle testuali, unitamente al confronto basato sulla verosimiglianza archeologica, subisca una successiva selezione del materiale da inserire.

Per la realizzazione degli elementi non architettonici il software preferibile è *Autodesk Maya*, modellando ogni elemento in base a due *reference* di partenza, un'immagine di base raffigurante l'oggetto da modellare (o una rappresentazione ideale di esso): in tale tecnica, vengono acquisite due immagini dello stesso oggetto, una con vista frontale ed una

con vista laterale; le immagini vengono quindi disposte rispettivamente sull'asse delle X e quello delle Y, orientate entrambe sull'asse Z del piano di lavoro ed affiancate tra loro così da avere un nuovo piano cartesiano all'interno della scena.

Una primitiva base, generalmente un cubo, viene quindi suddivisa in più poligoni per andare a ricostruire il bordo esterno della *mesh* secondo il profilo delle *reference* scelte.

Per oggetti particolarmente dettagliati o che necessitino di un grado di precisione ed accuratezza maggiore si provvede a rifinire gli oggetti con altre due *reference*, laddove necessario, che rappresentassero la vista superiore ed inferiore del modello di partenza.

3.1.4 Restituzione dei reperti mobili

Per i reperti che andranno a popolare il piccolo museo alle spalle del Teatro – e che servirà come punto nodale per i percorsi di fruizione previsti – è prevista un'acquisizione fotogrammetrica che consenta una restituzione reale dell'oggetto e del suo stato di conservazione.

Lo studio si è quindi concentrato su un particolare programma di elaborazione fotogrammetrica sviluppato in casa *Agisoft, Photoscan*: il software è di semplice utilizzo e fortemente automatizzato; la possibilità di esportare i metadati della geolocalizzazione rendono il programma ideale per le restituzioni archeologiche ed architettoniche.

Particolarmente interessante risulta anche la sinergia instaurata con il motore grafico *Unreal Engine*, analizzato nel paragrafo successivo, consentendo all'ambiente interattivo una gestione delle acquisizioni 3D fluide e dinamiche¹⁰⁹.

L'acquisizione delle opere prevede la registrazione delle foto nel formato *RAW+JPEG*¹¹⁰: l'estensione *RAW*, lavorando su segnali che possono variare dai 10 ai 16 bit, evita la perdita di qualità nel passaggio da acquisizione del sensore, e successivo *compositing RGB*, a registrazione dei dati sul supporto digitale.

L'estensione *JPEG*, lavorando invece ad 8 bit, ha maggiori possibilità della perdita di dati, specie per quanto riguarda l'esposizione, nel passaggio sopracitato, a beneficio di una maggior leggerezza del file che si traducono anche in una sua più rapida lettura da parte dei software di visualizzazione o elaborazione grafica;

L'utilizzo di un formato *RAW+JPEG* consente di avere un accesso veloce, tramite *JPEG* alle immagini, sia in fase di *pre-processing* che in fase di elaborazione, mentre l'estensione *RAW* consente, qualora fosse necessario, di poter lavorare sulle immagini di alta qualità per la regolazione dell'esposizione ed il bilanciamento del bianco.

¹⁰⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=clakekAHQx0>, consultato il 2/3/2016

¹¹⁰ J. C. MCGLONE, *Manual of Photogrammetry - Sixth Edition*, Bethesda, USA 2013

3.2 Interattività e Multimedialità

In ottica di divulgazione e comunicazione online l'interattività è:
"un'azione del fruitore che permette sia la selezione arbitraria delle informazioni,
sia un apprendimento di esse tramite il coinvolgimento attivo."¹¹¹

La multimedialità è la compresenza e interazione di più mezzi di comunicazione in uno stesso supporto o contesto informativo. Si parla di "contenuti multimediali"¹¹², in ambito informatico, quando per comunicare un'informazione riguardo a qualcosa ci si avvale di molti media, cioè mezzi di comunicazione, diversi: immagini in movimento (video), immagini statiche (fotografie), musica e testo.

Ad esempio, un'enciclopedia multimediale, a differenza di una normale enciclopedia cartacea, permette di associare ad ogni voce non solo la sua spiegazione testuale, ma anche fotografie, disegni esplicativi, filmati, suoni, commenti audio ecc.

Grazie alle potenzialità espressivo-comunicative, la multimedialità si è diffusa in ogni settore della cultura e società, dall'educazione al gioco, dalla documentazione allo spettacolo ecc. coinvolgendo ogni forma di comunicazione, anche se viene sempre più riferita o perfino fatta coincidere con i *new media* e il *web*, considerati multimediali fin dall'origine e per loro stessa natura¹¹³.

¹¹¹ F. COLOMBO, *Atlante della comunicazione*, Milano 2015

¹¹² S. GARASSINI, *Dizionario dei nuovi media*, Milano 1999

¹¹³ Nell'ambito della multimedialità si fa oggi distinzione tra due categorie simili ma con strutture profondamente diverse: la *crossmedialità* e la *multimedialità* che verranno analizzate nel quarto capitolo.

Il motore grafico è il nucleo di un prodotto virtuale dotato di grafica in tempo reale: la struttura base di un motore grafico comprende: un motore di *rendering* dedicato alla virtualizzazione della grafica bidimensionale o tridimensionale; un motore fisico: un programma informatico per la simulazione del modello fisico newtoniano per il corretto comportamento degli oggetti sottoposti a leggi fisiche ed un apparato di riproduzione per l'intelligenza artificiale che possa riprodurre suoni, animazioni e, più genericamente, risposte del software alle azioni dell'utente¹¹⁴.

I motori grafici devono gestire e *renderizzare* le componenti principali dell'interattivo: conservare un'alta qualità grafica, dettagliare le *textures*, creare un ideale ambiente di illuminazione, coincidono con uno sforzo notevole dei motori.

Sebbene ormai i motori grafici siano in grado di differenziare il carico di lavoro su diverse componenti hardware – ad esempio destinare l'elaborazione dei calcoli completamente al processore e la renderizzazione unicamente alla capacità della scheda video – gran parte del lavoro di ottimizzazione è ancora affidato ad una corretta impostazione del lavoro da parte dello sviluppatore.

Alcune scene apparentemente complesse possono in realtà risultare molto più leggere e gestibili di scenari semplificati; questo è dovuto ad alcuni accorgimenti a livello di renderizzazione del modello, come ad esempio il *rendering differito*.

¹¹⁴ https://it.wikipedia.org/wiki/Motore_grafico, consultato il 3/7/2016

Rendere un interattivo fluido e dinamico necessita anche di lavorare sulla macchina che lo ospita, sia ovviamente da un punto di vista di hardware, ma soprattutto ottimizzando i processi gestiti dal sistema operativo: l'hardware è in grado di gestire più unità contemporaneamente – come ad esempio l'elaborazione delle strutture geometriche di base, o la memoria a disposizione dei processi – nella maggioranza dei casi tale gestione processa in ordine singolo le varie unità creando dei colli di bottiglia che potrebbero inficiarne le prestazioni; individuare e gestire gli elementi che vincolano i lavori delle altre unità abbatta sensibilmente il deterioramento delle prestazioni ed il verificarsi di bug imprevisti.

3.2.1 Analisi dei principali motori grafici

Per la realizzazione dell'ambiente virtuale interattivo sono stati presi in esame due diversi motori grafici tra i più performanti attualmente sul mercato, *Unity3D* ed *Unreal Engine*:

- *Unity3D*: sviluppato dalla *Unity Technologies* è compatibile in versione di sviluppo con *Microsoft Windows* e *MacOS* mentre il prodotto eseguibile gira su tutti i più comuni sistemi operativi quali: *Windows*, *Mac Linux*, *Xbox360 e One*, *PlayStation Vita e 4*, *Wii e Wii U*, *iPad*, *iPhone* ed *Android*, *Gear VR* etc¹¹⁵.

Di particolare interesse risulta la possibilità di inserire gli applicativi in sistemi quali *Android* ed *iPhone* per consentire una visione in realtà aumentata tramite dispositivo *mobile* del prodotto;

¹¹⁵ <https://unity3d.com/unity>, consultato in 10/7/2016

le potenzialità offerte per questo tipo di fruizione sono però limitate dalla potenza dei *device*, è dunque consigliabile ottimizzare l'eseguibile in due diverse modalità al momento della sua esportazione, uno a risoluzione più bassa e meno caratterizzata¹¹⁶ per *mobile* ed una per *desktop* e visori virtuali.

- *Unreal Engine*: Sviluppato dalla casa madre statunitense *Epic Games*, è considerato, dalla maggioranza degli sviluppatori di interattivi, il miglior motore grafico attualmente sul mercato in termini di rapporto qualità/prestazioni; a partire dal 2 marzo 2015, *Unreal Engine 5* è disponibile gratuitamente, pagando comunque una royalty del 5% sul reddito lordo, dopo i primi 3000\$ per prodotto, per trimestre¹¹⁷.

Unreal Engine lavora su di un supporto stratificato per equilibrare le prestazioni ed adeguarle all'hardware su cui è in esecuzione: è possibile ad esempio pre-configurare i limiti hardware del sistema o creare diversi livelli di risoluzione e qualità grafica così da consentire al software di eseguire degli auto-settaggi a seconda della macchina di supporto.

3.2.2 Gestione dell'Interattivo

Ai fini del progetto si è scelto di inserire il prodotto tridimensionale nel motore grafico *Unreal Engine*, con lo scopo di offrire al fruitore la

¹¹⁶ Diversi test effettuati su dispositivi *mobile* quali asus, motorola e samsung hanno mostrato leggere interferenze di *aliasing* che a lungo termine possono portare lievi disturbi nella percezione del modello virtuale.

¹¹⁷ <https://www.unrealengine.com/blog/ue4-is-free> consultato il 3/7/2016

possibilità di navigare liberamente all'interno della struttura; una serie di schede tecniche, compilate per ogni elemento presente, di natura materiale e immateriale, saranno visionabili dall'utente tramite appositi segnalatori posti all'interno della scena.

Ogni scheda, laddove possibile, sarà inoltre provvista di una serie di collegamenti multimediali che rimandino ad informazioni presenti su altri canali e di natura differente da quella virtuale quali: foto, raffigurazioni, audio e video.

L'ambiente virtuale dedicato alla musealizzazione dei reperti fotogrammetrizzati è accessibile dall'*aditus maximus*: grazie alle potenzialità offerte dalla realtà virtuale è possibile nascondere la sala, durante la visita libera del Teatro, per farla poi apparire solo una volta che l'utente vi sarà fisicamente entrato; questo espediente permette di mantenere una corretta rappresentazione della ricostruzione in fase esplorativa, implementando comunque un apparato immaginario per arricchire le informazioni del progetto.

La sala museale presenterà le stesse caratteristiche del Teatro, unendo alla visione dei reperti schede informative e collegamenti multimediali; per i modelli tridimensionali è inoltre possibile isolare singolarmente ogni singolo oggetto per visionarlo nella sua interezza e, qualora permesso dai diritti e dalle licenze a cui sono sottoposte le

immagini¹¹⁸, scaricare un file in formato *.pdf3D* contenente la restituzione tridimensionale del reperto visionato.

Da recenti progetti sviluppati con Digilab - Sapienza, Centro Interdipartimentale di Ricerca e Servizi, in particolare in seguito ai progetti: *Exportus* e *MuVAT* - Museo Virtuale per le Aree Terremotate, si è constatato come la navigazione libera all'interno di un Bene ricostruito digitalmente possa decontestualizzare il Bene in questione a seguito dell'impatto tecnologico e grafico dell'interattivo: in particolare si è notato come utenti meno esperti del settore, lasciati liberi di navigare a proprio piacimento, si soffermassero maggiormente sui dettagli grafici della ricostruzione e sulla possibilità di navigare senza vincoli piuttosto che sulla fruizione del Bene e sulle informazioni a lui connesse.

Una possibile soluzione è stata rilevata nella creazione di una serie di percorsi predefiniti e tematizzati che guidino l'utente alla scoperta del Bene lasciandolo parzialmente libero di accedere ai contenuti che più gli interessano ma limitandone la possibilità di movimento ed interazione focalizzando il percorso secondo direttrici prestabilite.

Sono stati dunque ipotizzati tre possibili percorsi standard che l'utente ha la possibilità di selezionare all'inizio del proprio tour; sebbene la progettazione dei percorsi è destinata al capitolo successivo, è necessario

¹¹⁸ L'acquisizione fotogrammetrica di un reperto è una restituzione grafica di un oggetto reale e pertanto la sua diffusione può avvenire solo previo consenso del detentore o del gestore del Bene.

impostare una base strutturale su cui poter svolgere la progettazione del database e dei metadati che dovranno gestire ed organizzare le informazioni accessibili nei diversi tour virtuali:

- *Percorso Archeologico* – Un percorso che attinge ad informazioni, di carattere prettamente archeologico ed architettonico, legate principalmente alla struttura del Teatro di Marcello, con numerosi paragoni, confronti e parallelismi ai vari esempi di teatro romano.
- *Percorso Storico* – Un viaggio nella storia dell'edificio e del territorio circostante: prendendo spunto dai vari elementi teatrali presenti nella struttura viene raccontata la storia e l'evoluzione del Teatro di Marcello, il suo contesto storico e la sua funzione nel corso dei secoli.
- *Percorso Teatrale* – Gli oggetti di scena ed i vari elementi architettonici saranno lo spunto per un percorso incentrato sulla storia del teatro latino, sulla sua produzione ed evoluzione nel corso dei secoli e sui suoi caratteri principali.

Qualora si decidesse invece di navigare per il Teatro senza l'ausilio di percorsi guidati è possibile optare per due scelte di navigazione:

- *Navigazione libera*: dove è l'utente a scegliere come e quando spostarsi, quali elementi selezionare e quali approfondimenti seguire; tramite l'utilizzo dei comandi di movimento l'intera scena

è a disposizione del fruitore: grazie all'utilizzo del puntatore è possibile accedere liberamente ai diversi contenuti selezionabili: questi si illumineranno al passaggio del puntatore consentendogli così di avvicinarsi ed esploderne le informazioni.

- *Navigazione personalizzata*: tramite la selezione di parole chiave l'utente può scegliere gli argomenti di suo interesse che intende approfondire: selezionando più *keyword* si ottiene l'accesso ad una serie di elementi, visualizzabili inizialmente solo tramite il loro nome e la tipologia a cui appartengono; il software renderà dunque solo tali elementi selezionabili durante la navigazione mettendoli in evidenza permanente così da non ottenere un effetto disorientante all'inizio del tour. Un'opzione di visualizzazione permette in qualsiasi momento di abilitare o disabilitare la funzione a discrezione del fruitore.

Gli utenti avranno a disposizione un puntatore virtuale con il quale poter selezionare ogni elemento esplorabile.

All'interno dei tour guidati l'utilizzo principale del puntatore è quello di poter scegliere, durante il percorso, a quali informazioni accedere, passare all'elemento successivo, puntare uno spillo o, nel caso di bivi interni al percorso stesso o incroci con altri percorsi, quale direzione intraprendere.

3.3 Raccolta ed elaborazione dati

I dati raccolti sono suddivisi in base all'appartenenza ad uno o più percorsi, creando delle macro-categorie e stabilendo dei parametri di catalogazione per le diverse tipologie di materiale: inizialmente si era paventata l'ipotesi di vincolare le categorie alle tipologie di percorso; con l'approfondirsi della ricerca e delle sperimentazioni si è però preferito optare per la possibilità di assegnare più categorie ad uno stesso oggetto, così da permettere anche una migliore gestione dei punti di incrocio delle narrazioni .

Una delle possibili alternative è la creazione di categorie trasversali che non siano vincolate ad una determinata tematica: tale scelta però comporterebbe un archivio più confusionario in cui risulterebbe difficile l'implementazione di nuovi soggetti da esplorare o la modifica dei presenti.

Lo studio della modalità di fruizione dei dati ha visto la necessità di un output grafico che fosse standardizzato in base alla tipologia dell'oggetto: ogni scheda può contenere una didascalia, non eccessivamente prolissa, ed una o più immagini allegate.

Nel caso di materiale audio video o modelli tridimensionali manipolabili, si è scelto di renderli fruibili tramite un secondo passaggio che va a sostituire il contenuto scelto allo spazio ritagliato per le immagini.

Particolare attenzione è stata data al processo di metadattazione e standardizzazione del dato; avere dei record ben strutturati e con un vocabolario controllato permette di ricercare e richiamare facilmente i dati: immagazzinare i dati secondo campi ben specifici e secondo una

nomenclatura univoca, che abbatta al minimo gli errori di inserimento, permette inoltre di poter modificare più semplicemente l'archivio

Potendo, infatti, implementare terminologie non presenti che assumano valore universale per l'intero archivio si possono costruire intere nuove categorie o tipologie di dato che precedentemente non erano previste e che non inficino sulla funzionalità del database.

È stata prevista, pertanto, un'interfaccia gestionale del database nel quale è possibile caricare ulteriori contenuti da implementare nel modello; ogni nuova scheda può essere legata ad un punto specifico dell'ambiente virtuale per consentirne la visione durante la navigazione libera, inserita in uno dei percorsi guidati¹¹⁹ o essere collegata come scheda secondaria ad una già esistente: ad esempio, è possibile caricare la scheda di un personaggio di un'opera come sotto-scheda dell'opera stessa o come scheda accessibile liberamente nella sezione delle opere del Teatro Latino.

Per i modelli tridimensionali è possibile caricare dei *.PDF3D* di oggetti restituiti fotogrammetricamente, ma non è stata implementata la relativa funzione per gli oggetti di modellazione in quanto lo studio di uno standard d'applicazione che dialogasse con il software avrebbe richiesto l'eccessivo procrastinarsi dei tempi di realizzazione.

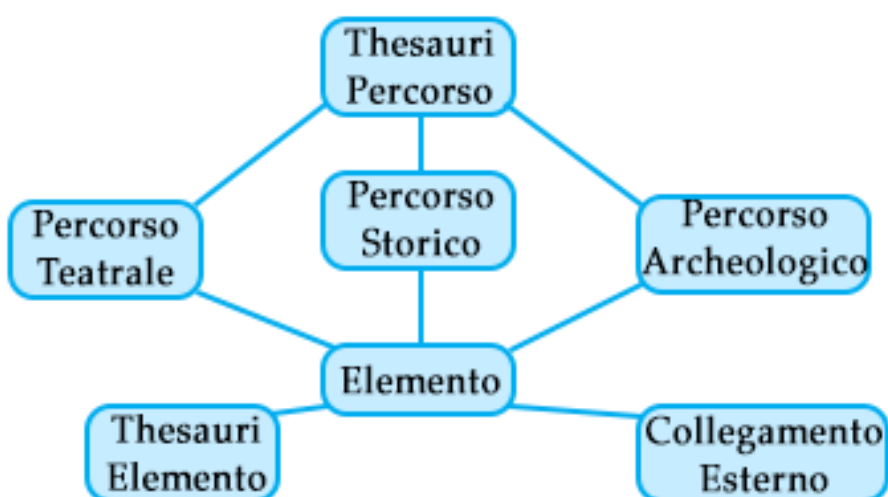
¹¹⁹ L'inserimento di un contenuto all'interno di un percorso tematico prevede una revisione della sceneggiatura e della narrazione, è dunque sconsigliabile intervenire su tali percorsi se non per restyling generali del percorso.

3.3.1 Database

La gestione dei diversi elementi esplorabili è stata affidata ad un database relazionale in MySQL.

La struttura arborea del database prevede quattro tabelle centrali: una principale, definita "tronco", nella quale viene indicata la tipologia dell'elemento catalogato tramite l'assegnazione di un nome di comune deduzione ed un identificativo automaticamente generato ed incrementato, ed altre tre, definite "rami", strettamente correlate al tronco, dedite all'immagazzinamento dei dati relativi al percorso.

Ogni elemento in fase di inserimento dati viene sottoposto ad un processo di catalogazione a seconda del percorso a cui è associato; ogni record presente nel tronco contiene un identificativo per ogni relazione all'interno dei percorsi – nel caso in cui un elemento manchi all'interno di un determinato percorso l'identificativo sarà 0; tali tabelle contengono inoltre i dati relativi ad eventuali immagini, restituzioni o ricostruzioni 3D.



Per facilitare la ricerca e la restituzione dei dati contenuti nel database da parte del software ogni tabella è stata opportunamente indicizzata; l'indice del tronco, ovvero della tabella contenente gli elementi esplorabili dell'interattivo, è definito in base all'id generale che viene incrementato automaticamente all'inserimento di nuovi record.

Le tabelle dei percorsi sono invece indicizzate tramite l'identificativo dell'elemento che richiamano, questo consente al software una ricerca decisamente più rapida dovendo, nella maggior parte dei casi, accedere ai dati dei percorsi solo in seguito alla selezione di uno dei vari elementi esplorabili.

Le tabelle dei rami secondari, come ad esempio la tabella relativa ai collegamenti esterni sono indicizzate in base alla tipologia del dato permettendo così una diversificazione tra i vari link.

Un'ultima tabella isolata parzialmente dalle altre è quella Utente: i record della tabella vengono creati al momento della connessione di un utente con l'interattivo e successivamente archiviati per consentire eventuali e future statistiche.

I dati immagazzinati servono momentaneamente al software per gestire al meglio la navigazione all'interno dell'ambiente virtuale: essi comprendono un identificativo utente, la tipologia di percorso scelto ed una serie di valori per tracciare il percorso del fruitore.

Nel caso si scegliesse un percorso personalizzato l'identificativo utente verrebbe collegato ad un'altra tabella temporanea che registrerà la customizzazione e provvederà ad auto-ripulirsi al termine della visita.

Inizialmente era stata ipotizzata la possibilità di archiviare anche i percorsi personali e gli elementi a cui l'utente aveva voluto accedere, ma in mancanza di un piano di monitoraggio a lungo termine si è preferito evitare un sovraccarico di memoria in questi termini e lasciare aperta la possibilità a futuri sviluppi.

3.3.2 Metadattazione

Gli oggetti implementati nell'interattivo vanno accuratamente metadattati, creando dei thesauri di riferimento, implementabili e modificabili, per la maggior parte dei campi informativi così da avere sempre una corrispondenza univoca nella compilazione e nella ricerca e riducendo al minimo la possibilità di errore umano che rischierebbe di escludere alcuni contenuti dalla libera fruizione dell'interattivo¹²⁰.

Sono inoltre stati previsti alcuni campi di metadattazione che servono unicamente per la distribuzione e la catalogazione di sistema; tali campi non saranno ricercabili o visibili all'utente finale ma serviranno unicamente ai fini di una miglior gestione dei diversi tipi di contenuti da parte del sistema stesso.

¹²⁰ M. VASSALLI, *Dai dati "fluidi" ai dati "certi"* in *Atti del XIV Convegno storico di Greccio, 2017. Greccio, 5-6 maggio 2017*, IN PUBBLICAZIONE

Per una più snella esecuzione del programma e per ottimizzare al meglio la memoria del database i dati inseribili in ogni singolo campo sono vincolati a determinate tipologie e ad una determinata lunghezza in termini di elementi: nella tabella relativa agli elementi ad esempio i valori registrabili per gli identificativi possono essere solo Numeri Interi (INT) per una sequenza massima di quattro numeri, questo implica che il massimo di record inseribili all'interno della tabella Elementi è di 9.999 unità (da 1 a 9999); i valori dei nomi sono invece settati come alfanumerici (VARCHAR) per un massimo di 256 caratteri.

La tipologia del dato inseribile è un termine fisso, stabilito in base all'attribuzione comune di un database ed alla necessità di acquisizione della specifica tabella, mentre la lunghezza del dato immagazzinabile è una stima all'eccesso calcolata sull'ipotesi del dato più complesso ottenibile; proprio per la sua natura approssimativa tale valore non è fisso e può essere modificato in successive fasi di utilizzo del software qualora se ne presentasse l'eventualità

A tale proposito è stata prevista, nella maschera gestionale, la notifica del superamento massimo nella lunghezza del dato inserito ma, data la delicatezza del database nel relazionarsi con il software, la sua modifica è possibile solo manualmente e non tramite interfaccia gestionale.

La Tabella Elemento, corrispondente al Tronco del Database, è suddivisa in otto campi, il primo la indicizza, i successivi tre definiscono in quale percorso sia presente e quale sia la sua successione nella

visualizzazione del percorso, i due campi inerenti al nome invece gli attribuiscono rispettivamente l'appellativo con cui è visualizzato dall'utente ed il nome originario latino.

Le ultime tre voci invece rimandano ad eventuali immagini di approfondimento bidimensionali o tridimensionali e ad eventuali link esterni: essendoci numerosi casi di più link esterni associati ad un singolo elemento, questo campo viene trattato come un array, usando come separatore "#", ciò permette un ipotetico inserimento di infiniti link che verranno poi esplosi in fase di visualizzazione in una serie di contenuti listati.

ELEMENTO

id		id_s		id_a		id_t		nome		nome2		2d		3d		link
----	--	------	--	------	--	------	--	------	--	-------	--	----	--	----	--	------

Struttura del Tronco

Sia dal tronco che dalla sua triforcazione, si aprono dei "rami secondari" contenenti le informazioni corollarie all'elemento in oggetto, quali ad esempio link esterni, file digitali di approfondimento, informazioni bibliografiche e così via.

La tabella di collegamento esterno permette una transmedialità rapida e fluida e consente l'accesso a contenuti anche eventualmente coperti da copyright.

La tabella contiene sei campi, il primo è l'identificativo che viene registrato anche nel tronco sotto la voce "link" e che permette la relazione tra le due tabelle; i tre campi seguenti danno un titolo al collegamento visualizzabile dall'utente, ne identificano la tipologia – tramite codice numerico del Thesaurus Collegamenti – e forniscono una brevissima descrizione del link in oggetto.

Gli ultimi due campi contengono il puntamento alla risorsa esterna; il secondo campo è un campo di sicurezza: qualora lo stesso approfondimento sia accessibile su diversi canali viene segnalato un puntamento secondario che permette il reindirizzamento nel caso il primo smettesse di funzionare.

Una delle principali problematiche della transmedialità è la mancanza di controllo, da parte dell'amministratore di un canale informativo, della continua e permanente reperibilità delle notizie: un documento accessibile tramite internet può essere cancellato o spostato dal suo proprietario senza che chi abbia creato una connessione con questo ne sia a conoscenza, per tale motivo è preferibile sempre avere almeno un link di riserva a cui reindirizzarsi per qualsiasi inconveniente.

COLLEGAMENTO ESTERNO

id	nome	tipo	didascalia	url	url2
----	------	------	------------	-----	------

Struttura della tabella link

Per evitare ridondanza dei dati, data dalle varianti della nomenclatura o da errori di immissione, sono stati previsti una serie di *thesauri* relativi ad ogni voce, incrementabili, modificabili e rimovibili in fase gestionale.

I *thesauri* più complessi prevedono alcuni dizionari complementari per le diverse declinazioni delle singole voci.

Tutti i dati relativi ai dizionari interni vengono registrati dalla piattaforma tramite dei numeri identificativi: questo tipo di codifica, unito ad un sistema di indicizzazione delle voci, consente rapide risposte alle interrogazioni effettuate verso il database rendendo fluida e veloce qualsiasi ricerca effettuata anche incrociando molteplici dati tra loro.

Nella tabella di seguito è riportato il Thesaurus delle Fonti: ad ogni ID (identificativo) è associata la tipologia della fonte, durante la navigazione il software legge il numero assegnato all'elemento per la fonte in questione e visualizza il nome corrispondente nella tabella del dizionario.

Questo permette non solo un passaggio più veloce di dati, ma consente anche l'attribuzione di una stessa fonte a più elementi diversi senza che essa possa essere trascritta in maniera errata o in una sua variante durante la catalogazione.

Un'attribuzione numerica facilita, inoltre, la gestione dei rami secondari attribuendo ad un determinato ID del Thesaurus Fonti una serie di opzioni che ne approfondiscano il contenuto: Affresco, ad esempio può

declinarsi in tipologie di affreschi o anche avere delle sub-informazioni sullo stato della fonte, se sia perduta, visibile, dove etc.).

Thesaurus delle Fonti

ID	Tipologia
-----------	------------------

1	Epigrafe
---	----------

2	Lapide
---	--------

3	Fonte testuale
---	----------------

4	Scavo Archeologico
---	--------------------

5	Statua
---	--------

6	Bassorilievo
---	--------------

7	Affresco
---	----------

4. Percorsi e linee di narrazione

Parallelamente alla strutturazione del database si è lavorato sulle ipotesi narrative e di gestione dei percorsi così da poter affrontare, in fase progettuale piuttosto che realizzativa, tutte le problematiche di trasmissione, restituzione e catalogazione dei dati.

Ogni elemento esplorabile è connesso ad un oggetto fisico presente nella scena virtuale: nella caratterizzazione dell'interattivo è stato previsto l'inserimento di una serie di oggetti attinenti al mondo teatrale che, da un lato creino una sensazione di vissuto all'interno del Teatro e dall'altro possano essere un valido espediente per permettere l'accesso a contenuti che non hanno un collegamento diretto con la struttura.

La presenza di alcuni rotoli di pergamena sulla scena offrono, ad esempio, la possibilità di accedere alle opere o agli autori del teatro latino; indumenti e suppellettili poggiati in un angolo della struttura permettono di conoscere quali fossero gli abbigliamenti tipici della popolazione e degli addetti ai lavori e così via.

Il sistema prevede diversi livelli di interazione, corrispondenti a diversi livelli di approfondimento delle tematiche; la gestione dei punti interattivi, tramite l'apertura di finestre virtuali per la visualizzazione dei dati, permette di avere un output grafico omogeneo tra le diverse modalità di fruizione.

I contenuti transmediali sono così gestiti su di un'unica interfaccia

che consente al pubblico di acquisire velocemente una maggiore familiarità con le meccaniche di navigazione e godersi più fluidamente l'esperienza.

Al contempo la creazione di un modello della scheda che sia standard e modulabile, permette di gestire facilmente l'inserimento e la rimozione di contenuti transmediali e l'aggancio a fonti e dati reperibili su contesti esterni all'interattivo stesso.

Per la strutturazione dei percorsi si ci è ispirati, nonostante la sua riduttività, alla struttura di Lambert osservata nel capitolo 3: per la narrazione del percorso archeologico, ad esempio, si è preferito identificare il fruitore con il protagonista della narrazione, mentre per le due restanti visite narrate si è voluto dare maggior attenzione alla prospettiva del Bene stesso, relegando il ruolo dell'utente a quello di interlocutore attivo.

Imprescindibile dalla progettazione dei percorsi l'interattività del visitatore che deve avere sempre a disposizione delle leve di gioco che possano innescare meccaniche dinamiche, tramite la scelta tra più approfondimenti, l'invito a recarsi in un dato punto del modello per esplorarlo o la risoluzione di piccoli indizi all'interno dei contenuti esplorabili.

4.1. I Percorsi narrativi

L'elaborazione dei percorsi nasce dalle analisi delle tecniche e degli

esempi di *storytelling* culturale riportati nel secondo capitolo; per il percorso libero si è pensato, invece, ad una soluzione più canonica, puramente votata all'esplorazione dell'*environment*.

Ogni percorso ha una sua *storyline* che, in diversi punti, si connette e si incontra con le due restanti: ogni elemento selezionabile dall'utente conduce ad uno o più elementi successivi lasciando il fruitore libero di approfondire le notizie che gli vengono proposte ma sempre inerenti il tema scelto.

Quando un elemento esplorabile è condiviso da più percorsi, l'utente ha la possibilità di attingere anche alle altre informazioni in maniera sintetica; qualora si voglia abbandonare il percorso attuale, si desidera ignorare momentaneamente alcune informazioni per proseguire il tour o si voglia concludere prima il percorso scelto e poi tornare su alcuni elementi salienti che spaziano su altre tematiche, il navigatore avrà la possibilità di appuntare, tramite il posizionamento di "spilli", quegli elementi sui quali ha deciso di tornare in seguito per analizzare più nel dettaglio determinati elementi o accedere a dei link di approfondimento.

La creazione del museo virtuale, accessibile dall'*aditus maximus*, non solo ha il compito di valorizzare il patrimonio a nostra disposizione: i suoi reperti e la storia che narrano sono la porta d'accesso alla scoperta del passato e delle nostre radici; il punto focale di partenza della visita, in ogni sua modalità, è dunque il museo; le memorie in esso contenute sono la chiave d'accesso all'esplorazione dell'interattivo.

I percorsi predefiniti guidano il fruitore lungo tutto il tragitto concedendogli limitate libertà di scelta, come la selezione dei sub-contenuti, o la possibilità di saltare un intero contenuto qualora non sia interessato ad approfondirlo. La soluzione guidata agevola la creazione di un assetto narrativo lineare e fluido.

Indicare all'utente la strada da seguire e predisporre la successione delle informazioni è essenziale per avere una continuità nella narrazione che non sia spezzata dalla curiosità dell'utente di dilungarsi altrove.

È altresì fondamentale che i contenuti, oltre ad avere una loro sequenza di trasmissione, siano sottoposti ad una selezione mirata e sistematica; bombardare l'utente con un alto numero di informazioni rende il suo apprendimento confusionario e, specialmente per gli utenti meno esperti della tematica, corre il rischio di trasmettere delle nozioni sbagliate.

Per gli utenti più esperti è stata prevista una navigazione libera, priva di una trama narrativa e che dia la possibilità di esplorare il Teatro, ed i contenuti che si sono realizzati, in maniera del tutto autonoma.

In questa fase, i dati presenti nei percorsi storico e teatrale devono avere un corrispettivo fisico in uno o più elementi del Teatro che ne attivino la narrazione, siano essi elementi architettonici o mobili: questo espediente è stato utilizzato per poter permettere l'accesso a contenuti non visibili sulla scena ma ad essa collegata come ad esempio le informazioni su un autore o sugli eventi storici che hanno portato alla creazione del secondo teatro in muratura di Roma.

La principale criticità affrontata ha riguardato la mole di dati; un'utenza più esperta non è esente dal rischio di stimoli eccessivi: alcune informazioni possono inoltre risultare estremamente basilari e, prive di un filo narrativo che le contestualizzi, rischiano di influire negativamente sull'attenzione e l'interesse del visitatore.

È necessario dunque, sia riuscire a sintetizzare la visualizzazione delle informazioni in un ridotto numero di punti interattivi, senza perdere la quantità di informazioni a disposizione; sia offrire una visualizzazione che tematizzi gli elementi esplorabili e ne identifichi il grado di approfondimento.

Ad ulteriore supporto di una visita agevole e leggera si è pensato di offrire al pubblico anche la possibilità di selezionare manualmente i contenuti o le tematiche che gli interessano e proporgli, all'interno dell'interattivo, solo gli elementi da lui scelti.

Una maggiore dinamicità nella fruizione è data dalla possibilità dei percorsi di incrociarsi tra loro: oggetti che condividono più tematiche possono essere l'occasione per un cambio di fruizione.

Le esigenze dell'utente potrebbero prostrarlo a voler approfondire alcune tematiche sotto altri punti di vista e decidere così di cambiare percorso, o visualizzare la scheda dell'elemento da un punto di vista diverso da quello che la linea narrativa attuale gli propone.

Gestire un cambio di registro così radicale è estremamente delicato: per gli utenti impegnati nella navigazione libera la scelta di affidarsi ad un

percorso è di facile gestione; più complesso appare il caso di un salto da un percorso all'altro, con il conseguente rischio di perdere il coinvolgimento e l'attenzione dell'utente.

La soluzione più performante è quella di concedergli un piccolo varco sul percorso, offrendogli la visione della scheda informativa dell'elemento secondo il percorso incrociato; l'anticipazione può essere arricchita con l'accesso ai contenuti esterni, che non risiedono in piattaforma e che possono trattare l'argomento senza essere parte integrante della linea narrativa.

Il cambio di percorso deve essere una possibilità a disposizione dell'utente solo nel caso in cui la linea narrante attuale non lo soddisfi a proseguire; in ogni caso ogni salto non può attivare il nuovo percorso dal punto in cui vi si è giunti ma ha la necessità di essere fruito dall'inizio della sua storia.

Una selezione particolare è stata effettuata per tutti quegli elementi che risiedono in rete ma che, per motivi di spazio o legati a licenze e permessi, si è preferito non inserire nell'interattivo: gli oggetti sono stati inseriti come informazioni secondarie agli elementi già presenti e catalogati nei rispettivi percorsi¹²¹ consentendo l'accesso ad essi tramite l'apertura di una finestra aggiuntiva che può essere attivata o disabilitata a piacimento dall'utente.

Ritenendo che l'accesso diretto a tali fonti possa essere fuorviante e dispersivo durante un percorso di visita mirato, link a particolari fonti

¹²¹ Laddove non fossero già presenti dei riferimenti interni all'interattivo sono stati progettati dei record informativi che hanno il puro scopo di fornire una breve e lineare descrizione dell'elemento e rimandarlo al suo corrispettivo sul web.

testuali – quali articoli, voci enciclopediche o testi più complessi – vanno proposti come brevi *abstract* lasciando al fruitore la possibilità o meno di visualizzare l'intero contenuto.

4.1.1 Il Percorso Archeologico

I principali dati catalogati in questa sezione fanno riferimento agli elementi archeologici mobili ed architettonici e ad elementi di scena presenti nell'interattivo, come ad esempio i capitelli, le colonne o la cavea. A questi sono aggiunti o collegati una serie di reperti, quali epigrafi, oggetti votivi, mosaici ed affreschi, che hanno un richiamo al teatro latino e a quello di Marcello più nello specifico.

Per l'identificazione degli elementi interattivi è necessario non scendere troppo nel dettaglio per evitare di creare contenuti tediosi; gli approfondimenti specifici sono da trasferire a collegamenti e riferimenti esterni.

Data la gran mole di dati è preferibile effettuare una selezione del materiale acquisito optando per oggetti collegati direttamente al caso studio; è consigliabile rimandare casi di particolare rilevanza narrativa e scientifica, ma non collegati direttamente al Teatro di Marcello, ai percorsi seguenti o delegarli a collegamenti con fonti esterne, svincolandoli in tal caso, dal percorso narrativo.

Nella sala del museo virtuale, uno dei frammenti noti della *forma urbis severiana* riportante la posizione planimetrica del Teatro, permetterà la selezione del percorso.

Per lo sviluppo della tecnica narrativa l'esempio investigativo di *Father and Son* è stata ritenuta la scelta più consona alla tipologia di percorso; la trama narrativa si propone di creare un percorso che porti alla scoperta del teatro in maniera indiretta.

Il background iniziale calerà il fruitore nei panni di un antico *vigile* romano che entrerà, attirato da insoliti rumori, all'interno del Teatro; alcuni indizi nei pressi di specifici elementi architettonici fungeranno da guide per l'interazione: il percorso quindi procederà con una serie di semplici indizi da ricercare tra gli approfondimenti interni delle schede informative; la scelta degli indizi veicolerà in realtà il livello di approfondimento che l'utente desidera, proponendogli il successivo elemento in base alla selezione dell'approfondimento precedente. A seconda delle scelte del fruitore la visita seguirà una determinata linea narrativa ed avrà un punto finale differente; nessun finale porterà a scoprire cosa ha spinto il *vigile* ad entrare ma fornirà unicamente un'ipotesi di ciò che possa aver attirato la sua attenzione.

Nessuna scelta effettuata è una scelta corretta, nessuna porta alla soluzione del caso, ogni *vigile* decide il grado di approfondimento personale in base alle sue esigenze e conoscenze; le ipotesi conclusive possono invece essere un veicolo per i percorsi attigui: concludere il percorso con una insolita citazione a *Plauto* può stimolare la curiosità dell'utente ad andare ad esplorare il percorso teatrale per scoprire maggiori informazioni su tale autore; allo stesso modo chiudere la narrazione con un rimando ai giochi dedicati a *Marco Claudio Marcello* per

la consacrazione dell'edificio nel 13 a.C.¹²², può fungere da leva per il percorso Storico.

4.1.2 Il Percorso Storico

Il percorso raccoglie: elementi inerenti la documentazione storica ed archeologica sulla costruzione e la vita del Teatro di Marcello, dal progetto cesariano fino ai giorni nostri; fonti riguardanti il contesto sociale e le evoluzioni territoriali che ne hanno modificato estetica e funzione, come ad esempio la fortificazione dei Fabii in epoca medioevale;¹²³ la narrazione sarà accompagnata dall'incontro con i principali personaggi che hanno incrociato il cammino con quello del teatro.

La raccolta dei dati deve essere puntuale e selezionare elementi supportati da una discreta base di dati – testuali, iconografici, archeologici etc – così da fornire un approfondimento più variegato e stratificato del tema trattato.

Il progetto sulla Valle del Calore e l'installazione del museo dell'Illinois, hanno offerto lo spunto per la creazione della modalità di *storytelling* del percorso: è stato quindi scelto di raccontare il monumento attraverso sé stesso.

Le mura del Teatro hanno visto lo scorrere dei secoli ed il succedersi degli eventi ed ora hanno la possibilità di parlare, di narrare la storia dal loro punto di vista. In tale ottica le mura del museo virtuale

¹²² SVETONIO, *Augustus* 2, 43

¹²³ R. KRAUTHEIMER, *Roma - Profilo di una città. 312-1308*, Roma 1980

fungeranno da porta d'accesso al percorso: il visitatore sarà guidato da una voce che lo condurrà fuori dal monumento, lì il Teatro comincerà a narrare di sé, partendo dalla sua condizione attuale fino al giorno della sua "nascita".

Una narrazione inversa, che ripercorre il corso degli eventi partendo dal contemporaneo, facilita la contestualizzazione dell'oggetto parlante. L'utente è spinto a scoprire perché oggi il Teatro si presenta sotto questo aspetto, e quale fosse la sua architettura originale, così come l'ambiente che lo circondava.

Il visitatore ha una limitata possibilità di movimento all'interno del percorso, attraverso l'esplorazione degli approfondimenti che può scegliere interagendo direttamente con il monumento; per tale operazione la soluzione dell'*Holocaust Museum and Education Center*, di lasciare all'utente la richiesta di quali informazioni ricevere, appare una soluzione interessante anche se di complessa realizzazione.

È tuttavia possibile conservare tale interazione tramite la proposizione di domande predefinite durante la narrazione del Teatro, domande che decretino anche il livello informativo desiderato. La programmazione a nodi offerta dal motore grafico *Unreal Engine* consente una gestione di ottima qualità di tale meccanica, potendo utilizzare i nodi come diagrammi di flusso.

La possibilità di rapportarsi con alcuni personaggi storici fornisce, infine, lo spunto per aprire delle finestre di approfondimento alle fonti dalle quali si è attinto e per veicolare la fruizione anche su contenuti

esterni. La funzione dei personaggi è di spezzare e dare vivacità alla modalità di narrazione, creando degli *hotspot* ben cadenzati che mantengano sempre viva l'attenzione del fruitore.

4.1.3 Il Percorso Teatrale

Il percorso raccoglie i dati inerenti la storia teatro: elementi antologici ed antropologici sulla storia del teatro latino, le sue origini e la sua eredità; l'influenza che il teatro ha avuto sulla società e viceversa; biografie, testi e frammenti degli autori latini; fonti e dati sulle principali festività romane che coinvolgono il mondo teatrale.

Dopo un'attenta valutazione della linea narrativa e della sua continuità, si è scelto di conservare alcune nozioni generali sulla funzione antropologica del teatro e sullo sviluppo in occidente, dapprima del teatro greco, quindi di quello latino.

Tali nozioni saranno accessibili come contenuti aggiuntivi o collegamenti esterni per non rendere la trama della narrazione eccessivamente lunga e dispersiva.

La creazione dei contenuti per il percorso teatrale, rispetto agli elementi dei precedenti, è frutto di analisi e ragionamenti di più ampio spettro e difficilmente riferibili ad un determinato evento o dato; ogni elemento interattivo deve comunque sempre fornire delle fonti di riferimento, configurabili come approfondimenti o collegamenti esterni.

Saranno i protagonisti della linea narrativa ad accompagnare, in questo caso, il fruitore.

Un reperto mobile appartenente all'ambito teatrale, come ad esempio il frammento di una maschera ,conservato nella loggia della casa di Flaminio Ponzio¹²⁴, porta il visitatore ad essere trasportato dalla sala museale sul *pulpitum*, ritrovandosi a discorrere con un attore romano.

La metodologia narrativa della visita teatrale vuole seguire una tecnica collaborativa tra utente e personaggi: l'avatar che introdurrà l'utente all'esplorazione del percorso, lo coinvolgerà in una serie di richieste che lo porteranno ad esplorare l'ambiente circostante e a scoprire i diversi punti d'interazione.

Sebbene la navigazione all'interno dell'interattivo sia libera, per una lineare e chiara fruizione dei contenuti, è necessario che i punti sensibili siano attivi solo nell'arco temporale in cui il percorso porta a incrociare l'utente con il dato punto; durante il resto della navigazione, tali elementi dovranno risultare semplici oggetti d'ambientazione.

È eventualmente possibile prevedere dei metodi per segnalare un contenuto già visitato in precedenza

Questo espediente offre una triplice convenienza: una maggiore semplicità nella navigazione, avendo sempre presenti i punti già approfonditi; la possibilità da parte dell'utente di poter riaccedere a

¹²⁴ P. CIANCIO ROSSETTO, *Le maschere del teatro di Marcello*, Roma 1990

contenuti precedenti; una dinamica di fruizione meno fittizia e che accentui l'idea dell'interattività.

Particolare attenzione va riservata alla cura dei contenuti: la tematica trattata è fortemente discorsiva e corre il rischio di dare troppo spazio, nelle schede informative, alla parte testuale; l'utilizzo di file audio o animazioni cartoonistiche può rivelarsi un valido espediente per ovviare il problema.

4.1.4 Il percorso libero ed il percorso personalizzato

Utenti più esperti o meno interessati a seguire dei binari di fruizione hanno la possibilità di optare per una navigazione libera all'interno dell'interattivo.

Date le diverse linee narrative dei percorsi prestabiliti è necessario apportare delle piccole accortezze alla visualizzazione e fruizione degli elementi interattivi: il percorso storico e quello teatrale prevedono espedienti narrativi che non sono compatibili con una navigazione libera.

Gli approfondimenti illustrati da specifici personaggi ed i personaggi stessi possono essere convertiti in elementi statici all'interno del modello; in fase di realizzazione delle narrazioni è anche possibile predisporre i percorsi in modo da riuscire a gestire anche gli avatar virtuali all'interno del teatro, lasciando così all'utente la possibilità di

interagirvi.

Questa soluzione comporta però un'eccessiva mole di lavoro che deve prevedere un'interazione dei personaggi diversa da quella contestualizzata dei percorsi e delle brevi e cicliche animazioni che non rendano i modelli statici e fittizi ma che gli diano dinamicità.

Il passaggio per il museo virtuale come punto d'accesso resta obbligatorio; la porta che separa l'*aditus maximus* dal museo è l'entrata stessa per la navigazione, da qui l'utente avrà la possibilità di optare per due tipologie di fruizione.

La navigazione *libera* vedrà l'utente catapultato all'interno del teatro, pronto all'esplorazione dell'ambiente che lo circonda: la mole di contenuti derivante dai diversi percorsi può risultare confusionaria e di difficile gestione dal punto di vista grafico.

La soluzione adottata consta nel raggruppamento di contenuti limitrofi sotto un'unica etichetta identificativa che segnali quanti elementi sono presenti nelle vicinanze.

Interagendo con tali contenitori multimediali si attiverà la segnalazione puntuale dei diversi contenuti, differenziando le schede di lettura in base al percorso a cui appartengono, tenendo presente che alcuni elementi potrebbero ricadere in due percorsi differenti.

La navigazione *personalizzata* consente, invece, al fruitore di selezionare preventivamente i contenuti da voler inserire nella navigazione: un'apposita interfaccia mostrerà i vari elementi ordinati in

base ai rispettivi percorsi di appartenenza.

La struttura del database relazionale e l'uso di dizionari specifici per la gestione dei dati permette, di volta in volta, di proporre all'utente anche una serie di elementi collegati a quelli da lui selezionati, così da offrire una maggiore possibilità di selezione e personalizzazione.

Nella navigazione personalizzata, a differenza della libera non è necessario raggruppare gli elementi vicini tra loro, ma è comunque preferibile fornire un numero massimo di oggetti selezionabili per la visita.

La navigazione libera è predefinita, così come i percorsi, e questo consente al programma di caricare precedentemente i dati necessari.

In questo tipo di navigazione il caricamento avviene in tempo reale alla scelta dell'utente, ciò, nel caso di un alto numero di elementi scelti, può portare ad un sensibile rallentamento del sistema.

4.2. Gestione dei contenuti transmediali ed esterni

I diversi contenuti medialia inseriti nella piattaforma sono accessibili dalle schede informative: riuscire a collegare diverse piattaforme e diversi canali tra loro per creare dei discorsi omogenei e sempre nuovi deve necessariamente prevedere la possibilità che un dato utente non abbia a disposizione o non voglia accedere ad un determinato canale.

Trattare i contenuti in maniera transmediale è sicuramente una priorità, ma nessuna informazione deve essere accessibile unicamente su di un media: il rischio principale è quello di veicolare informazioni similari sempre sullo stesso canale, ad esempio contenuti sonori, senza diversificarne la fruizione.

In tal modo un utente che non ha momentaneamente accesso all'audio del dispositivo rischierà di avere grosse lacune nella trasmissione della narrazione a cui sta partecipando.

Come già illustrato, l'approfondimento della scheda informativa è rimandata ai diversi contenuti multimediali, in modalità di sottoschede; per ogni scheda i contenuti sono diversificati e mai ridondanti, eccezion fatta per particolari esigenze narrative, per conservare il loro carattere transmediale.

Nel caso in cui uno stesso contenuto sia invece condiviso tra più tipologie di percorso è consigliabile un approccio crossmediale rendendo l'informazione disponibile su diversi canali comunicativi: tale espediente permette, all'utente che decida di seguire più narrazioni, di riscoprire e rielaborare uno stesso contenuto in forme diverse senza mai trovarlo ripetitivo.

I riferimenti ai contenuti possono essere graficati e personalizzati così da ottenere una restituzione visiva anche della tipologia di dato e della tematica che affronta.

I contenuti derivanti da fonti testuali potrebbero ad esempio essere segnalati con una particolare icona così come le informazioni biografiche; un contenuto biografico testuale potrebbe dunque entrambi i simboli che lo caratterizzano, facilitando così la visita dell'utente.

Le schede informative hanno un layout standard ed omogeneo e l'inserimento di nuovi contenuti o la modifica dei precedenti potrebbe generare diversi problemi di visualizzazione.

La progettazione delle schede deve essere modulare; grazie alle potenzialità dell'*HTML 5.0* è possibile pre-impostare dei blocchi virtuali, componibili in diverse maniere e non percepibili nella visione d'insieme della scheda, che andranno a comporre il contenuto principale.

Una simile modalità consente ai contenuti di essere manipolati con grande agilità ed alle schede di non presentare errori di visualizzazione.

Per la fruizione libera, per le schede che risultino avere contenuti simili o ridondanti, perché, ad esempio, provenienti da due diversi percorsi, è da considerare una ulteriore sottoscheda che racchiuda tali dati; per motivi di accessibilità al contenuto è da considerare un massimo di tre passaggi per fruire del dato di interesse.

I contenuti esterni godono di una flessibilità di restituzione maggiore; essendo dei collegamenti esterni alla piattaforma possono comparire sotto ogni forma ed in ogni momento, semplicemente sovrapponendo dei *layer* informativi davanti il contenuto principale: un

file video potrebbe, ad esempio, accendere degli indicatori durante la narrazione per evidenziare un approfondimento esterno.

L'utilizzo dei *layer* per la segnalazione ha il vantaggio di operare al di fuori del contenuto, dunque le modifiche sul contenuto esterno non sono legate al dato da cui dipendono: alcuni formati come i video, gli audio o i modelli tridimensionali, richiedono la modifica del contenuto stesso per inserire informazioni aggiuntive.

Il principale problema nell'uso di riferimenti è l'incertezza della loro reperibilità: non essendo sotto il controllo dell'interattivo, i dati potrebbero essere rimossi o spostati in qualsiasi momento e senza preavviso.

È indispensabile dunque che i contenuti esterni non siano mai parte vincolante delle narrazioni e che, durante lo svolgimento della trama, non si faccia mai diretto riferimento a loro.

Un tale accorgimento ha il vantaggio di non dipendere da tali contenuti e dunque, anche se questi dovessero venir meno, non aver nessun problema nella visita.

Una soluzione più performante sarebbe la creazione di un semplice software di controllo, con il compito di esaminare tutti i link presenti nel database e richiamarli per verificare se siano ancora attivi o meno.

Avviato in modalità ciclica all'interno del programma permetterebbe di sapere in tempo reale se alcuni di essi non siano più

attivi e quindi, anche provvedere alla rimozione automatica dal database, o sospensione momentanea.

Così facendo si eliminerebbe anche il problema secondario di avere dei link segnalati in visita che porterebbero a delle finestre vuote o con segnalazioni di errori.

Conclusioni

Il panorama della valorizzazione del patrimonio culturale in ambiente digitale evidenzia ancora numerose pecche e limiti: l'apparato pubblico mostra un cauto scetticismo verso un uso spinto della tecnologia che, in molti casi, argina sia la ricerca che la sperimentazione.

L'approccio divulgativo rimane spesso vincolato a vecchi registri comunicativi, per lo più testuali o audiovisivi, non riuscendo a sfruttare così le vere potenzialità che la tecnologia oggi offre, come interattività, immersività o transmedialità.

I finanziamenti alla ricerca ed all'innovazione in ambito culturale sono ancora relativamente bassi in proporzione alle esigenze del campo – e quasi sempre elargiti a pioggia – costringendo la creazione di soluzioni sacrificate.

Tali fattori lasciano ampio spazio di manovra a progetti privati che, interessati ad una diffusione quantitativa piuttosto che qualitativa del loro prodotto, tendono a sviluppare maggiormente l'aspetto spettacolarizzante a discapito dei contenuti da veicolare.

Allo stesso modo anche la letteratura prodotta risulta alquanto scarna, rendendo difficile stabilire delle metodologie nel settore della cultura digitale.

Negli ultimi anni gli organi istituzionali hanno mostrato una maggiore sensibilità alla tematica culturale, seppure ancora poco soddisfacente, come dimostra l'analisi di Federculture sulle erogazioni di fondi strutturali.¹²⁵

Lo studio rinnovato del settore, contemporaneamente ad una buona base statistica su cui iniziare a basare le prime analisi, sta gettando le basi per una miglior comprensione ed un utilizzo più mirato delle nuove tecnologie, delle sue potenzialità e criticità e dell'approccio del pubblico con essa.

Seppur il panorama internazionale risulti più ricco e vivace, anche qui si presenta spesso una carenza di qualità nel contenuto divulgativo; l'Italia mostra invece una tendenza generalmente opposta, con grande attenzione ai contenuti ed un minor trattamento delle meccaniche di fruizione e della veste grafica.

L'accesso a tecnologie innovative da parte di una fascia sempre più ampia di popolazione, unitamente alla diffusione del *web 2.0* e l'affermarsi dei nuovi *media*, ha dato una forte spinta alla ricerca di soluzioni divulgative fruibili *on line*; diversi sono gli esempi analizzati che propongono nuovi metodi di accesso ed approccio ai contenuti culturali.

Rari, fino ad oggi, sono stati i prodotti in grado di coniugare entrambe le esigenze.

¹²⁵ Cfr. nota 4

La ricerca e l'utilizzo di tecnologie ed espedienti *low cost* – come la tecnica fotogrammetrica per le restituzioni o accattivanti e più semplici grafiche bidimensionali dei prodotti o l'uso ragionato della narrazione evocativa ed emozionale– ha permesso a tali soluzioni, di poter continuare a focalizzare i lavori sulla presenza di contenuti di alta qualità, riuscendo al contempo a costruire delle sovrastrutture accattivanti e coinvolgenti.

Gli esempi più virtuosi analizzati hanno fornito spunti molto interessanti dal punto di vista progettuale: il *front-end Aton*, con la sua versatilità nella gestione dei contenuti transmediali e l'utilizzo di tecnologie *WebGL* e *HMTL 5.0*, è stato di mezzo di ispirazione e confronto nella scelta della tipologia di database e fruizione dei contenuti.

L'*app* del MANN e l'installazione del museo dell'Illinois hanno suggerito delle valide metodologie narrative per la creazione dei percorsi; allo stesso modo le esperienze del progetto *MuVAT* e della piattaforma *ASCReS* hanno lasciato propendere per una progettazione del *database* puntuale ed interconnessa.

Per lo specifico caso studio si è scelto di lavorare su un modello tridimensionale per la navigazione interattiva: il forte impulso innovativo degli hardware di elaborazione ha reso la gestione di oggetti tridimensionali alla portata della maggior parte dei *device* disponibili attualmente, con conseguente espansione del mercato e forte abbattimento dei costi di sviluppo.

Tale opportunità ha portato ad un'ampia proliferazione di prodotti ricchi di contenuti 3D, maggiormente accentuata dagli ultimissimi sviluppi tecnologici in ambito di realtà immersive ed aumentate.

La spettacolarità di questo nuovo tipo di contenuti ha spinto una grande fetta del pubblico, ora nelle condizioni di fruirne, ad effettuare una loro presenza sempre più costante, specialmente in merito a prodotti di valorizzazione del patrimonio culturale.

La scelta di un simile interattivo è sembrata dunque la più idonea alle esigenze dei fruitori; l'elaborazione progettuale nelle sue varie fasi ha portato alla strutturazione di una possibile linea metodologica per l'ideazione e la pianificazione di interattivi digitali a scopo divulgativo.

Al fine di ottenere un quadro chiaro delle reali possibilità progettuali non si può prescindere da una fase iniziale di analisi del panorama attuale: approfondire la letteratura e studiare le soluzioni digitali ed interattive che sono state proposte recentemente consente di comprenderne le criticità e le potenzialità offerte dal sistema e, conseguentemente, focalizzare al meglio gli obiettivi raggiungibili ed i limiti del proprio progetto.

Osservare, nel contempo, le statistiche ed i dati inerenti il patrimonio culturale digitale e la sua fruizione permette di poter meglio identificare le tematiche e le soluzioni tecnologiche di maggior impatto.

In diversi casi un progetto culturale gode di finanziamenti pubblici e, dunque, anche uno studio dei Fondi a disposizione e dei principali progetti approvati può risultare utile per identificare le necessità progettuali da soddisfare.

Dopo la prima analisi è preferibile effettuare immediatamente la scelta dei contenuti da proporre e della loro modalità di fruizione e solo successivamente la scelta delle diverse tecniche e tecnologie da applicare per la loro realizzazione, che deve essere fondata sulla necessità progettuale degli elementi e dei canali di fruizione e mai viceversa.

Nel valorizzare un bene archeologico risulta impossibile prescindere da una panoramica museale dei reperti a lui collegati e, dunque, dall'utilizzo di una tecnica di restituzione 3D.

La scelta dei contenuti aiuta però nella selezione della tipologia di tecnica, preferendo ad esempio, come nel caso studio, quella fotogrammetrica ai laser scanner in quanto gli oggetti da restituire sono reperti mobili; allo stesso modo la scelta di contenuti audio o video, determina i canali di fruizione dell'interattivo.

Le esperienze di progettazione con il centro DigiLab, confermate dalla fase di modellazione volumetrica del Teatro, hanno dimostrato come sia preferibile optare sempre per tecnologie in grado di dialogare tra loro e come l'utilizzo di un unico software per la creazione dei contenuti, siano questi oggetti 3D, restituzioni, immagini o altro, non sia una soluzione congrua.

La creazione successiva di un prototipo volumetrico dell'ambiente di interazione permette non solo di mostrare le criticità della strutturazione e ricercare possibili soluzioni.

Avere a disposizione lo spazio virtuale offre un valido supporto per progettare, sia la modalità di fruizione dei contenuti, la loro disposizione ed i percorsi di visita, sia le tecniche di navigazione dell'interattivo.

In una ricerca con un forte impatto multidisciplinare, la progettazione degli aspetti tecnici è strettamente connessa allo sviluppo dei contenuti.

Anche la progettazione del database deve, quindi, avvenire in conseguenza della scelta di tipologia di contenuti da offrire e dei canali su cui veicarli; le tabelle e la loro indicizzazione deve basarsi, sia sui tipi di contenuti, sia sui tipi di fruizione, sistematizzando possibili relazioni tra i dati e scambio di informazioni.

Parallelamente alla strutturazione del database è di grande importanza la progettazione di un sistema fluido di dizionari controllati che permettano una facile interrogazione dei dati e riducano al minimo gli errori umani di immissione e modifica dati.

Creato lo scheletro progettuale la fase successiva deve identificare il miglior sistema di interazione da proporre all'utenza e lavorare sul motore grafico che la realizzi; la scelta è veicolata dalla tipologia di fruizione e detterà le basi, in fase realizzativa, della normalizzazione dei contenuti per poterli accogliere.

Sono da ponderare accuratamente le possibilità offerte dal motore grafico e le esigenze progettuali, oltre alle concrete possibilità realizzative.

Non esistono software ideali e perfetti e, come nei casi precedenti, ognuno di essi eccelle in alcuni ambiti e delude in altri, bisogna dunque essere ben consci delle proprie necessità e confrontarle con le potenzialità dei motori grafici prima di scegliere quello a cui affidarsi.

Un'annotazione particolare spetta allo studio ed all'analisi dei metadati, per adeguarsi agli standard internazionali: tale approccio consente al progetto di aprire strade future con la connessione ad altre piattaforme e la partecipazione a progetti di più ampio respiro.

La fase conclusiva di tale linea metodologica prevede la strutturazione delle modalità di fruizione e della veicolazione dei contenuti; i contenuti ridondanti, se necessari, devono essere trasmessi su canali differenti e dovrebbero presentare delle varianti informative che vadano oltre il semplice adeguamento di registro.

La fruizione dei contenuti non deve mai essere sovrabbondante per non spaventare l'utenza; nel caso ci si affidi a contenuti esterni questi non devono mai essere parte integrante della narrazione ma veicolati sempre in maniera indiretta a causa del poco controllo che si ha di essi.

La teoria di Lambert¹²⁶ è risultata una valida base di partenza da contestualizzare per uno *storytelling* inerente il patrimonio culturale.

Tale base ha permesso di evidenziare l'importanza di alcuni elementi chiave nella progettazione dei percorsi narrativi quali la

¹²⁶ Cfr.nota 89

soggettività della narrazione, la trattazione di contenuti emozionali e la capacità di tenere sempre viva l'attenzione dell'utente.

Lo sviluppo della linea narrativa deve essere sempre ritmato e omogeneo, deve stimolare di continuo la curiosità dell'utente e deve prevedere diversi livelli di fruizione che forniscano diversi gradi di approfondimento a seconda dell'interesse dell'utente.

È buona prassi, nel caso si lasci la possibilità al fruitore di muoversi liberamente negli ambienti di navigazione, esplicitare visivamente delle tematiche o delle linee narrative che può seguire in maniera autonoma, o offrire la possibilità di personalizzare i percorsi prima della visita, al fine di non disorientarlo.

Il lavoro progettuale, necessario alla realizzazione di una metodologia congrua, ha al contempo posto le basi per una successiva fase realizzativa che può declinarsi in diverse linee di sviluppo; di grande interesse risultano due possibili alternative:

La progettazione di una *app* per *smartphone* che consentirebbe di interagire in modalità di realtà aumentata e immersiva con il teatro stesso.

Nella fruizione aumentata il visitatore di passaggio avrà la possibilità di accedere ai contenuti del software, non solo da remoto, ma anche in prossimità dell'edificio ove sarà possibile; restituire l'aspetto originale della struttura, o più correttamente quello verosimile, in sovrapposizione a quello attuale; identificare ed isolare elementi

architettonici presenti ancor oggi ma di difficile fruizione; avere dei pannelli digitali informativi per avere un primo input della storia del teatro e del mondo latino; offrire una serie di spunti, legati al contesto ricostruttivo, per percorsi culturali cittadini; ottenere informazioni su eventi e rappresentazioni locali legate alla storia del teatro.

L'*app* ha inoltre lo scopo di spingere l'utente ad esplorare l'interattivo ed incamminarsi lungo i suoi percorsi narrativi; recentissima è la diffusione dei visori VR per *smartphone* a basso costo, dei semplici occhiali nei quali è possibile inserire il cellulare per usufruire di *app* di realtà immersiva o aumentata.

Poter navigare nel Teatro in modalità immersiva aumenta la forza evocativa della visita ed offre spunti e possibilità di narrazione altrimenti improbabili; come per la realtà aumentata, la visita immersiva può essere inoltre lo spunto per un rimando a godere del Bene sul territorio.

Seconda modalità di sviluppo particolarmente attraente è la creazione di una piattaforma libera e collaborativa, o la partecipazione ad una esistente, nella quale condividere dati ed informazioni per la creazione di progetti di valorizzazione digitale; creando una rete culturale che operi in modalità sinergica ed integrata tra istituti di cultura, enti pubblici e cittadinanza, confrontandosi con la realtà internazionale.

Un approccio aperto alla ricerca offre a tutti i cittadini la possibilità di conoscere, organizzarsi, partecipare e lavorare insieme su un nuovo modo di tutelare e valorizzare i beni culturali.

Al contempo diffondere liberamente la conoscenza scientifica e i dati relativi offre la possibilità alla ricerca di integrare ed incrociare dati altrimenti lontani tra loro e di difficile o lungo reperimento.

Qualunque sia la modalità di sviluppo, un progetto di valorizzazione digitale non può prescindere da una campagna on line declinata sui canali social: l'argomento non è stato trattato in fase di ricerca in quanto estremamente ampio.

Analizzare le dinamiche social e la modalità di utilizzo dei canali e di gestione, per ipotizzare una metodologia comunicativa e progettare una conseguente campagna, avrebbe portato la ricerca lontano dai suoi propositi originali, oltre a prevedere una mole di lavoro al di fuori delle possibilità della ricerca stessa.

È comunque utile sottolineare l'importanza di tali campagne che, in linea con la veicolazione dei contenuti multimediali, devono avere un carattere transmediale; comunicando il progetto attraverso diversi social e costruire un dialogo tra questi.

Interconnettere le informazioni e costruire delle linee narrative, ben inserite in un piano editoriale puntuale e metodico, può generare un virtuoso circolo di interesse che aiuta la diffusione e la divulgazione del progetto e di conseguenza la sua efficacia sociale.

Oltre ad auspicare l'eventualità di una fase realizzativa che possa portare il progetto ad inserirsi in contesti collaborativi ed aperti, il lavoro si augura di aver fornito una valida analisi delle potenzialità mostrate dal panorama digitale e tecnologico, volto alla divulgazione e valorizzazione del patrimonio culturale.

La metodologia proposta si spera possa essere d'ispirazione nella progettazione di simili interattivi e di fornire supporto nella corretta scelta e sviluppo delle diverse fasi progettuali.

Bibliografia

Bibliografia Citata:

- A. CARANDINI, *Atlante di Roma Antica, 2. Tavole e Indici*, Roma 2013
- A. EDWARD, *Interactive Computer Graphics: A Top-Down Approach Using OpenGL*, Boston (US) 2003
- A. K. MAJUMADR, *Int to DBMS*, Maidenhead (US) 2011
- A. M. MANFREDINI, F. REMONDINO, *Modellazione 3D da immagini. Pipeline Fotogrammetrica*, in *Modelli Digitali 3D: il caso Di Pompei*, Benedetti, Gaiani, Remodino, Pisa 2010
- A. MESCHINI, *Tecnologie digitali e comunicazione dei beni culturali. Stato dell'arte e prospettive di sviluppo*, Bologna 2011
- A. PIZZO, *Teatro e mondo digitale Attori, scena e pubblico*, Venezia 2003
- A. TETI, *Il futuro dell'Information & Communication Technology: Tecnologie, timori e scenari futuri della "global network revolution"*, Berlino (DE) 2009
- AA. V.V, *The Journal of Visualization and Computer Animation*. N°3
- AA. V.V., *12° Rapporto annuale Federculture 2016: Impresa Cultura. Creatività. partecipazione, competitività*, Roma 2017

- AA. VV., *Computer Grafica tecniche & applicazioni*, Fascicolo 52 Anno XII Numeri 7-8, agosto/settembre 2006, Rimini 2006
- AA.VV., *Dati e base di dati: il modello relazionale*, Milano 1995
- AA.VV., *Italian survey & international experience in XXXVI° Convegno internazionale dei docenti della rappresentazione, Undicesimo congresso UID: Parma, 18-19-20 settembre 2014, sede centrale dell'Università degli studi di Parma*, Parma 2014
- B. W. KERNIGHAN, D. M. RITCHIE, *Il linguaggio C: principi di programmazione e manuale di riferimento*, Milano 2004
- D. THOMAS, K. ORLAND, S. STEINBERG, *The videogame style guide and reference manual*, Coldstream (UK), 2007
- DAVID THOMAS, KYLE ORLAND, SCOTT STEINBERG, *The videogame style guide and reference manual*, Coldstream (UK) 2007
- *Documentazione ISO 2788-1986*
- E. BONACINI, *Dal web alla app: fruizione e valorizzazione digitale attraverso le nuove tecnologie e i social media*, Catania 2014
- E. BONACINI, *Il Museo Salinas: un case study di social museum ... a porte chiuse in Il Capitale Culturale. Studies on the Value of Cultural Heritage, n°13*, Macerata 2016
- E. F. CODD, *A relational model of data for large shared data banks in Communications od the A.C.M.*, New York (US) 1970

- E. LÖVBRAND, R. PIELKE JR, S. BECK, *A Democracy Paradox in Studies of Science and Technology in Science, Technology and Human Values*, London (UK) 2010
- Eurobarometer n°278
- F. COLOMBO, *Atlante della comunicazione*, 2015
- F. REMONDINO, GUARNIERI, *Vettore, 3D modeling of close-range objects: photogrammetry or laser scanning*, Pisa 2005
- F. RINAUDO, L. BORNAZ, P. ARDISSONE, *3D high accuracy survey and modelling for cultural heritage documentation and restoration in VAST 2007, Future Technologies to Empower Heritage Professionals*, Brighton 2007
- F. RIPANTI, M.S. DISTEFANO, *Ricostruzioni, 3D e narritività: strategie diversificate per la comunicazione dell'archeologia in Archeologia e Calcolatori 4/2013*, Roma 2013
- H. JERKINS, *Cultura Convergente*, Milano 2006
- J. GRESS, *Visual Effects and Compositing*, San Francisco (US) 2010
- J. ISEKE, *Indigenous Storytelling as Research in International Review of Qualitative Research*, Vol. 6 No. 4, Jackson (Usa) 2013
- J. LAMBERT, *Digital Storytelling: Capturing Lives, Creating Community*, Londra (UK) 2013
- J. MC DRURY, M. ALTERIO, *Learning through Storytelling in Higher Education*, London (UK) 2003

- L. BORNAZ, A. LINGUA, F. RINAUDO, *Engineering and environmental applications of laser scanner techniques* in ISPRS n°XXXIV Part 3 B, Graz 2002
- L. MANOVICH, *Il linguaggio dei nuovi media*, Milano 2000
- M. GIOVAGNOLI, *Transmedia: Storytelling e comunicazione*, Rimini 2013
- M. AMARI, *Progettazione culturale: Metodologia e strumenti di cultural planning*, Milano 2015
- M. GRIBAUDO, D. CODETTA RAITERI, G. FRANCESCHINIS, *The DrawNET Modelling System: a framework for the design and the solution of single-formalism and multi-formalism models* in Technical Report TR-INF-2006-01-UNIPMN, January 2006, of the Computer Science Library of the University of "Piemonte Orientale", Torino 2006
- M. RUSSO, F. REMONDINO, G. GUIDI, *Principali tecniche e strumenti per il rilievo tridimensionale in ambito archeologico*, in *Archeologia e Calcolatori* n° XXII – 2011, Roma 2011
- M. VASSALLI, *Dai dati "fluidi" ai dati "certi"* in *Atti del XIV Convegno storico di Greccio, 2017. Greccio, 5-6 maggio 2017*, IN PUBBLICAZIONE
- P. CIANCIO ROSSETTO, *Le maschere del teatro di Marcello*, Roma 1990
- P. CLINI, *Il Rilievo dell'architettura*, Milano 2008
- P. MELI, M. LO BRUTTO, F. DI SALVO, B. VILLA, P. ORLANDO, *Rilevamento e modellazione 3D del teatro antico di Palazzolo Acreide* in *Atti 15a Conferenza Nazionale ASITA, Reggia di Colorno - Parma 15-18 novembre 2011*, Parma 2012

- P. PIN-SHAN CHEN, *The Entity-Relationship Model: Toward an Unified View of Data*, Londra (UK) 1976
- R. KRAUTHEIMER, *Roma - Profilo di una città. 312-1308*, Roma 1980
- S. GARASSINI, *Dizionario dei nuovi media*, Milano 1999
- S. KALOGERAS, *Transmedia Storytelling and the New Era of Media Convergence in Higher Education*, London (UK) 2014
- S. MANCUSO, *Per una metodologia della valorizzazione dei beni archeologici: analisi e prospettive in Calabria*, Soveria Mannelli 2004
- S. SUMATHI, S. ESAKKIRAJAN, *Fundamentals of Relational Database Management Systems*, New York (US) 2007
- S. VITALI, *Passato Digitale. Le fonti dello storico nell'era del computer*, Milano 2004
- SVETONIO, *Augustus 2, 43*
- T. PARISI, *Programming 3D Applications with HTML5 and WebGL: 3D Animation and visualization for web pages*, Sebastopol (US) 2014
- T.M. PAULUS, M. WOODSIDE, M. ZIEGLER, *Determined women at work in Narrative Inquiry*, n°17, Amsterdam (NL) 2007
- V. CODA NUNZIANTE, S. DI MARCELLO, E. GIGLIARELLI, M. MAUTONE, C. SABBIONI, M. I. SIMEON, P. A. VIGATO, *Internazionalizzazione: Storie, strategie e risorse della ricerca CNR sui beni culturali nel contesto internazionale*, Roma 2009

Sitografia Citata:

- <https://www.istat.it/it/archivio/statistiche+culturali>
- <http://www.paulgraham.com/web20.html>
- <http://www.wikimedia.it/wikipediano-in-residenza/>-<https://www.wikimedia.it>
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:GLAM/About>
- http://www.beniculturali.it/mibac/export/MiBAC/sito-MiBAC/Contenuti/visualizza_asset.html_613098164.html
- https://www.digital4.biz/executive/news/google-art-project-porta-su-internet-le-piu-importanti-opere-d-arte-mondiali_43672151144.htm
- <http://www.lastampa.it/2016/09/14/societa/viaggi/mondo/con-il-metamuseo-google-arts-culture-il-viaggio-virtuale-nella-storia-della-terra-uYpQYk3JBNNNmXz1PQ84hP/pagina.html>
- http://www.beniculturali.it/mibac/export/MiBAC/sito-MiBAC/Contenuti/MibacUnif/Comunicati/visualizza_asset.html_1368081606.html
- <http://www.honkytonk.fr/index.php/webdoc/>
- <http://www.honkytonk.fr/index.php/webdoc/>
- <http://www.fortmcmoney.com/#/fortmcmoney>
- <https://www.youtube.com/user/link4universe> consultato il 7/3/2017
- <http://www.teatroallascala.org/it/la-scala/teatro/visita-virtuale.html>

- <https://youtu.be/fydybn2NdA>
- www.progettotraiano.com
- <http://www.teatroromanovenafro.beniculturali.it/index.php?it/89/visita-virtuale>
- <http://www.museoarcheologiconapoli.it/it/2017/01/iphone-italia-il-mann-presenta-il-gioco-father-and-son-quando-la-tecnologia-abbraccia-larcheologia/>
- <http://www.mav.it>
- <http://vitadigitale.corriere.it/2015/07/17/videogiochi-fifa-dati-mercato-italia-29-milioni-aesvi>
- <https://www.kickstarter.com/projects/2000580152/neil-degrasse-tyson-presents-space-odyssey-the-vid>
- <https://sketchfab.com/>
- <http://osiris.itabc.cnr.it/scenebaker/index.php/projects/aton/>
- <https://www.dss.uniroma1.it/sites/default/files/AllegatiNewsEventi/PresentazioneMuVAT.pdf>
- <http://www.milords.org/en/partner-progetto/integrazione-tecnologica/fotogrammetria-analitica-e-tecnologie-alternative-luce-strutturata-scansione-laser>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Modellazione_3D
- http://docs.oracle.com/cd/B12037_01/server.101/b10739/toc.htm

- <https://www.japantimes.co.jp/news/2017/10/28/world/interactive-holograms-holocaust-survivors-debut-illinois-museum/#.WhLiEriaHt>
- <http://osiris.itabc.cnr.it/vallecalore/>
- <https://www.gnu.org/licenses/licenses.it.html>
- <https://www.gnu.org/licenses/licenses.it.html>
- <https://web.archive.org/web/20070221025521/https://www.blender.org/features-gallery/testimonials/>
- <http://www.andreatarroni.com/portfolio-item/scultura-digitale>
- <https://www.gnu.org/licenses/licenses.it.html>
- <https://www.gnu.org/licenses/licenses.it.html>
- <https://web.archive.org/web/20070221025521/https://www.blender.org/features-gallery/testimonials/>
- <http://www.andreatarroni.com/portfolio-item/scultura-digitale>
- <https://www.youtube.com/watch?v=clakekAHQx0>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Motore_grafico
- <https://www.unrealengine.com/blog/ue4-is-free>

Bibliografia Consultata:

- G. ANTONUCCI, *Storia del teatro antico*, Roma 1997
- G. ANTONUCCI, *Storia del teatro greco e latino*, Roma 2008
- G. ANTONUCCI, *Storia del teatro italiano*, Roma 1996
- P. D. ARNOTT, "Convention versus Illusion" and "Problems of Translation" in *An Introduction to the Greek Theatre*, Bloomington (US) 1959
- D. BAIN, *Creative Imitation and Latin Literature*, Cambridge (UK) 1979
- D. CAPALDI, E. ILARDI, G. RAGONE, *I cantieri della memoria. Digital heritage e istituzioni culturali*, Napoli 2012
- R. B. BANDINELLI, M. TORELLI, *L'arte dell'antichità classica*, Torino 1976
- M. BANHAM, *The Cambridge Guide to Theatre*, Cambridge (UK) 1995
- R. C. BEACHAM, *The Roman Theatre and It's Audience*. Harvard (UK) 1991
- W. BEARE, *I romani a teatro*. Roma 1986
- M. BELLINCIONI, *Struttura e pensiero del Laelius ciceroniano*, Brescia 1970.
- F. BERNSTEIN, *Complex Rituals: Games and Procession in Republican Rome, a Companion to Roman Religion*, Hoboken (US) 2007
- M. BETTINI, *Verso un'antropologia dell'intreccio e altri studi su Plauto*, Urbino 1991
- G. BEVILACQUA E M. UDINA, *Dizionario del teatro*, Roma 2004
- M. BIEBER, *The History of Greek and Roman Theatre*, Princeton (US) 1961
- M. BONARIA, *Romani mimi*, Roma 1965
- O. BROCKETT, F. J. HILDY, *History of the Theatre*, New York (US) 2002

- E. CALABRESE, *Il sistema della comunicazione nella Fedra di Seneca*, Palermo 2009
- E. CANTARELLA, *Diritto e Teatro in Grecia e a Roma*, Milano 2007
- A. CARANDINI, *Atlante di Roma antica*, Roma 2012
- M. CARTWRIGHT, "Theatre of Marcellus" in *Ancient History Encyclopedia*, Horsham (UK) 2013
- V. CASTELLANI, *Captive Captor Freed: The National Theatre of Ancient Rome*, in *Drama 3*, 1995
- G. CHIARINI, F. MOSETTI CASARETTO, *Introduzione al teatro latino*, Milano 2004
- G. CONGIU, *The art of modelling and rendering*, Cagliari 2013
- F. COARELLI, *Guida Archeologica di Roma*, Verona 1984
- M. DE MARINIS, *Semiotica del teatro. L'analisi testuale dello spettacolo*, Milano 2002
- F. FESTA, S. MEI, S. PIAGNO, C. POLIZZI, *Musica: usi e costumi*, Bologna, 2008
- M. GIANNITRAPANI, *Il sacro arcaico*, Roma 2005
- S.M. GOLDBERG, *The Fall and Rise of Roman Tragedy*, Princeton (US) 1996
- S.M. GOLDBERG, *Plautus on the Palatine*, Princeton (US) 1998
- P. W. HARSH, *A Handbook of Classical Drama*, Stanford (UK) 1944
- E.J. JORY, *Continuity and Change in the Roman Theatre*, in *Studies in Honor of T.B.L. Webster*, Bristol (UK) 1986
- E. LA ROCCA, S. TORTORELLA, *Trionfi romani*, Roma 2008
- G. LEY, *A Short Introduction to the Ancient Greek Theatre*, Chicago (US) 1991
- M. R. LEALAND, *Understanding Architecture: Its Elements, History and Meaning*,

Boulder (US) 1993

- P. MORACHIELLO, *Teatri romani*, Roma 2014
- P. MORACHIELLO, V. FONTANA, *L'architettura del mondo romano*, Bari 2014
- E. PARATORE, *Storia del teatro latino*, Milano 1957
- E. PARATORE, *La letteratura politica dell'età imperiale: la satira di Seneca e la storiografia di Tacito*, Roma 1949
- L. PERELLI, *Il teatro rivoluzionario di Terenzio*, Firenze 1973
- A. PERUTELLI, *Studi sul teatro latino*, Bologna 2013
- R. RACCANELLI, *L'amicitia nelle commedie di Plauto. Un'indagine antropologica*, Bari 1998
- R. RAPPAPORT, *Ritual and religion in the making of humanity*, Cambridge (UK) 1999
- L. RICOTTILLI, *Teatro latino e programmatica della comunicazione*, Verona 2009
- PAOLA CIANCIO ROSSETTO, *Lavori di liberazione e sistemazione del Teatro di Marcello*, in *Gli anni del Governatorato (1926-1944)*, Collana Quaderni dei monumenti, Roma 1995
- N. SAVARESE, *Teatri romani: gli spettacoli nell'antica Roma*, Bologna 1996
- N. SAVARESE E R. SADLEIR, *The theater in ancient Rome. Catalogo della mostra (Roma, 3 ottobre-17 febbraio 2008)*, Milano 2007
- R. SCODEL, *Theatre and Society in the Classical World*, Michigan (US) 1993
- S. CALABRESE, G. RAGONE, *Transluoghi: storiytelling, beni culturali, turismo esperenziale*, Napoli 2016
- W.J. SLATER, *Pantomime Riots*, Oakland (US) 1994

- A. WYATT, *Come fare animazione digitale*, Milano 2013

- A.A V.V, *Lexicon Topographicum Urbis Romae Vol III e Vol V*

Sitografia Consultata:

<http://docs.autodesk.com/MAXDES/16/ENU/3ds-Max-Design-Tutorials/>

<http://www.treddi.com/>

<http://www.maxforums.org/>

<http://simplymaya.com/>

<http://www.lacittadella-web.com/forum/viewtopic.php?f=11&t=444#p1270>

<https://journals.ku.edu/index.php/latr>

<http://www.latinamericantheatre.com/>