

**Facoltà di Medicina e Chirurgia dell'Università degli studi di
Pisa**

**Dipartimento di Ricerca Traslazionale e delle Nuove Tecnologie in
Medicina**

Anno Accademico 2012 - 2013

Tesi di Dottorato

***“Applicazioni degli Ambienti Virtuali come nuove tecnologie
traslazionali in medicina e chirurgia”***

Relatori

Prof. Francesco Fornai

Prof. Massimo Bergamasco

Candidata

Alessandra Scucces

Indice

Introduzione allo studio.....pag. 3

Capitolo I - Un inquadramento degli Ambienti Virtuali e delle applicazioni in campo medico

Una panoramica sull'evoluzione degli Ambienti Virtuali.....pag.5

Ambienti Virtuali e Medicina: storia di una simulazione.....pag.18

Ambiti applicativi e problematiche.....pag.24

Alcuni esempi di Ambienti Virtuali usati a scopi terapeutici.....pag.32

Capitolo II - L'istituzione Museo e il suo rapporto col pubblico: dalle collezioni private al public engagement e l'interazione per musei scientifici

Cenni storici sulla nascita dei musei.....pag.38

Verso i nuovi media ed un moderno approccio con il pubblico: interazione e partecipazione.....pag.44

I musei scientifici: la divulgazione della scienza al grande pubblico.....pag.50

Capitolo III - Il Museo di Anatomia Umana "F. Civinini" di Pisa: contesto, presupposti ed attività della istituzione museale

Breve storia dell'istituzione museale.....pag.57

L'attuale Museo Anatomico e la eterogeneità delle sue collezioni.....pag.59

Le attività di ricerca condotte dal Museo "F. Civinini" di Pisa.....pag.74

Capitolo IV - Studio, implementazione ed analisi di nuovi strumenti multimediali per la valorizzazione del Museo Anatomico "F. Civinini" di Pisa

Il progetto di ricerca.....pag.80

Valutazione degli aspetti logistici e funzionali del Museo.....pag.81

Il pubblico del Museo.....pag.83

Definizione di una metodologia.....	pag.85
Analisi dei dati del I questionario somministrato.....	pag.87
I percorsi interattivi sviluppati per il Museo di Anatomia “F. Civinini” l’Information Landscape	pag.96
I percorsi interattivi sviluppati per il Museo di Anatomia “F. Civinini”: il Catalogo Multimediale.....	pag.101
La strutturazione del nuovo sito web ufficiale.....	pag.103
Analisi dei dati del II Questionario somministrato	pag.107
Sviluppo di altri strumenti divulgativi	pag.113
Considerazioni finali.....	pag.115
Bibliografia.....	pag. 119

Introduzione allo studio

Questo lavoro è il frutto -nonché un esempio- della multidisciplinarietà e della convergenza sullo stesso terreno di ambiti quali gli Ambienti Virtuali, la Medicina e la Museologia: l'obiettivo preposto è di valutare l'efficacia delle nuove tecnologie nella divulgazione e nella fruizione di tematiche specialistiche in ambito museale.

Questo ha comportato un approccio multisetoriale: da un lato la valutazione del crescente ruolo degli ambienti virtuali e delle tecnologie d'interazione nella medicina, dall'altro l'evoluzione dell'istituzione museale che ha trovato - in particolare modo i musei scientifici - un'enorme risorsa in queste tecnologie per strutturare percorsi fruitivi e didattici sempre più soddisfacenti, mirati alla divulgazione di contenuti specialistici nei confronti di un pubblico eterogeneo per età, istruzione, professione, provenienza geografica, background sociale.

Il *case study* è rappresentato dal Museo Anatomico "Filippo Civinini" del Dipartimento di Ricerca Traslazionale e delle Nuove Tecnologie in Medicina e Chirurgia dell'Università di Pisa: una realtà museale piccola ma complessa per la varietà delle collezioni custodite che necessita di una strategia comunicativa e divulgativa strutturata su parti diverse.

Lo studio è iniziato da una analisi delle problematiche e delle necessità del Museo, che si possono individuare in due macro aspetti: da un lato le difficoltà implicite nella comunicazione al pubblico generico di tematiche specialistiche, nello specifico quelle medico-anatomiche -comunemente percepite come impattanti o per "gli addetti ai lavori". D'altro lato, sono stati valutati gli aspetti intrinseci del Museo ovvero la sua accessibilità, il percorso di visita, la fruibilità delle collezioni e gli aspetti comunicativi interni ed esterni (dal materiale cartaceo al sito web ufficiale). Il Museo si trova infatti negli spazi dell'antica Scuola Medica di Pisa, tra la Galleria Mascagni al primo piano e le sale vere proprie al secondo piano dell'edificio; questo vincola le visite ad un appuntamento concordato, così da avere una guida attraverso i vari ambienti. Inoltre, le collezioni museali si articolano in sezioni mediche, anatomiche ed

archeologiche creando un ricco ed eterogeneo patrimonio da divulgare, oltre che conservare; questo aspetto rende ancora più necessaria una efficace comunicazione istituzionale ed il dialogo con i propri visitatori.

Dopo le valutazioni sulla struttura museale e le sue specificità, sono state effettuate delle indagini sul pubblico, in due momenti distinti: il primo questionario è stato strutturato durante il primo anno di dottorato per raccogliere feedback sulla esperienza di visita e chiedere ai visitatori quali aspetti fosse auspicabile potenziare in termini di comunicazione e divulgazione.

Dai risultati ottenuti, si sono tratte indicazioni utili per valorizzare alcune parti delle collezioni museali attraverso l'implementazione di due applicazioni interattive, strutturate per immagini e contenuti navigabili in un ambiente immersivo, realizzate in collaborazione con il Laboratorio di Robotica Percettiva PeRcro della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa. Successivamente, si è proceduto con la creazione di un sito web ufficiale del Museo, strutturato in linea con il rinnovo del portale di Medicina della Facoltà di Medicina, studiato per accrescere la visibilità delle collezioni del Museo e rendere più accessibili informazioni, attività di ricerca e le stesse applicazioni multimediali fruibili durante la visita.

Contestualmente a queste attività, all'interno del Museo sono stati creati dei percorsi QR Code a guida dei principali reperti, ed un ulteriore ambiente digitale immersivo è stato strutturato per la presentazione di contenuti specialistici in ambito medico.

In seguito è stato preparato un secondo questionario, nell'ultimo anno di dottorato, per valutare l'efficacia delle strategie divulgative adottate attraverso i percorsi interattivi implementati al Museo "F.Civinini"; un nuovo feedback dal pubblico è stato raccolto per verificare la fruibilità degli strumenti adottati e, in ottica futura, individuare nuove linee di sviluppo.

CAPITOLO I

Un inquadramento degli Ambienti Virtuali e delle applicazioni in campo medico

La tecnologia è un settore che ha radicalmente cambiato molti ambiti della nostra vita, offrendo soluzioni e strumenti capaci di fornire supporto e migliorare informazioni, interazione, comunicazione, didattica e intrattenimento.

I progressi e l'utilizzo dei dispositivi tecnologici nei più svariati settori ha generato a sua volta nuovi ambiti di studio incentrati - oltre che sugli aspetti di sviluppo propriamente ingegneristici e informatici - sulla contaminazione tra discipline apparentemente slegate e inconciliabili.

Sino a pochi decenni fa sarebbe stato impensabile tutto ciò che adesso è diventato consueto: a partire dal web, dai social media e dai dispositivi mobili che sono diventati insostituibili strumenti del quotidiano e delle relazioni interpersonali, quasi un'estensione fisica e mentale degli utenti, arrivando agli Ambienti Virtuali sempre più realistici e agli sviluppi dell'Intelligenza Artificiale che pone complessi quesiti etici e filosofici sul rapporto tra uomo e robot.

Negli ultimi decenni si è sostanzialmente sviluppata una rivoluzione tecnologica che ha modificato - in modo incontrovertibile - il contesto scientifico, professionale e sociale: viviamo nell'epoca della conoscenza e gran parte della nuova economia si fonda proprio sulla produzione di beni che comportano un volume sempre crescente di conoscenza scientifica [Ghiara&Gianoli, 2011]. Ne consegue che la scienza e le sue ricadute tecnologiche hanno un peso esponenziale attraverso ambiti quali l'economia, l'ambiente, la medicina e, naturalmente, nel settore culturale.

Una panoramica sull'evoluzione degli Ambienti Virtuali

Considerato che le nuove tecnologie d'interazione sono un fenomeno recente, appaiono ancora più evidenti gli incredibili progressi che sono stati compiuti nel giro di pochi decenni. Il termine stesso di Realtà Virtuale fu coniato da Jaron

Lanier poco prima del 1988 nel corso della celebre intervista *A portrait of the young visionary*¹:

«La VR - Virtual Reality – è una tecnologia usata per sintetizzare una realtà condivisa. Ricrea la nostra relazione con il mondo fisico in un nuovo piano. Non influisce sul mondo soggettivo e non ha niente a che fare direttamente con ciò che è nel cervello. Ha a che fare solo con cosa i nostri organi sensoriali percepiscono.

Nella VR non c'è bisogno di una singola metafora, come accade per il computer. Siamo abituati a cambiare contesto nella vita reale: è normale comportarsi diversamente in luoghi diversi»²

Queste parole segnano una tappa storica, definendo la Realtà Virtuale una tecnologia basata sulla nostra esperienza percettiva e come una *normale* interazione con i contesti nei quali realmente ci muoviamo.

Prima di questa data, già alcuni importanti esperimenti erano stati compiuti nella creazione di ambienti artificiali e nello studio di *simulazioni*: nel 1956 Morton Heilig ideò il Sensorama³, un apparecchio che nasceva da esperienze vicine al mondo della cinematografia (brevettato nel 1962): le immagini erano montate in filmati studiati appositamente per dare l'effetto 3D attraverso un cono visivo, mentre anche gli altri sensi erano stimolati attraverso vibrazioni, aromi e movimenti che intendevano coinvolgere le persone in esperienze il più completo possibile; uno dei primi efficaci tentativi di offrire un'esperienza che coinvolgesse non solo il senso della vista e dell'udito, ma anche il tatto e l'olfatto.

¹ LANIER J., *A portrait of the young visionary*, in "Whole Earth Review", Fall, 1989, pp. 108-119; disponibile sul sito <http://www.jaronlanier.com/vrint.html> dove lo stesso autore conferma che l'intervista avvenne qualche anno prima del 1988, quando fu pubblicata su "Whole Earth Review"; disponibile in formato .pdf all'indirizzo <http://www.jaronlanier.com/jaron%20whole%20earth%20review.pdf>

² Tratto da http://percro.sssup.it/marcello/didattica/1_VR.pdf

³ Si veda: ML Heilig - US Patent 3,050,870, 1962 - Google Patents all'indirizzo: <http://www.google.it/patents?id=wOpfAAAAEBAJ&printsec=abstract&zoom=4&hl=it#v=onepage&q&f=false> dov'è disponibile il .pdf del brevetto originale.

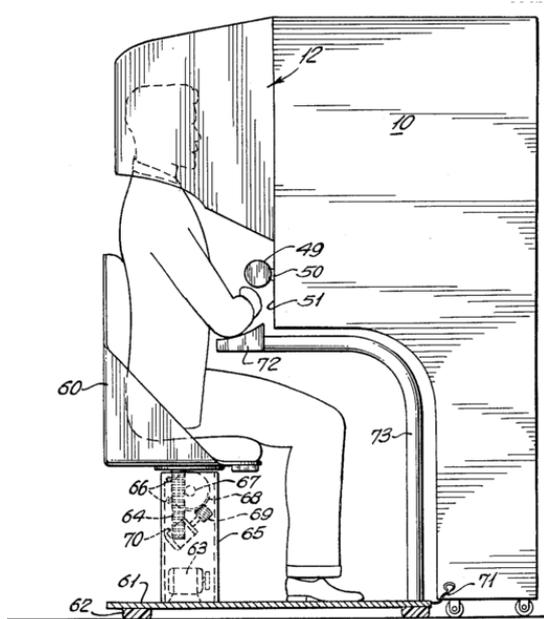


Fig. 1-2: Immagini esplicative sul funzionamento del Sensorama (Fonte: Wikipedia)

Forse questa esperienza era troppo precoce per i suoi tempi e non riscosse un grande successo; ma la strada per nuovi esperimenti in questa direzione era ormai aperta: nel 1969, all'Università dello UTAH, Ivan Sutherland, considerato il padre della computer grafica, implementò un HMD stereoscopico. Il progetto fu conosciuto con il nome di "Sword of Damocles" per via dei cavi e dei dispositivi sospesi al di sopra dell'utente. Questo prototipo è comunemente considerato il capostipite degli *Head Mounted Display Systems*: le immagini erano proiettate su due minuscoli monitor, uno per occhio, montati su un dispositivo sospeso al soffitto e fissato alla testa dell'utente. I movimenti della testa erano rilevati dal dispositivo e inviati al computer che generava la corretta prospettiva. Inizialmente, il sistema impiegava una telecamera per mostrare immagini nei due display ottici.

Poco dopo fu modificato per mostrare il primo vero mondo virtuale: l'utente poteva osservare un cubo in *wireframe* e, muovendo la testa, vedere i vari lati dell'oggetto.

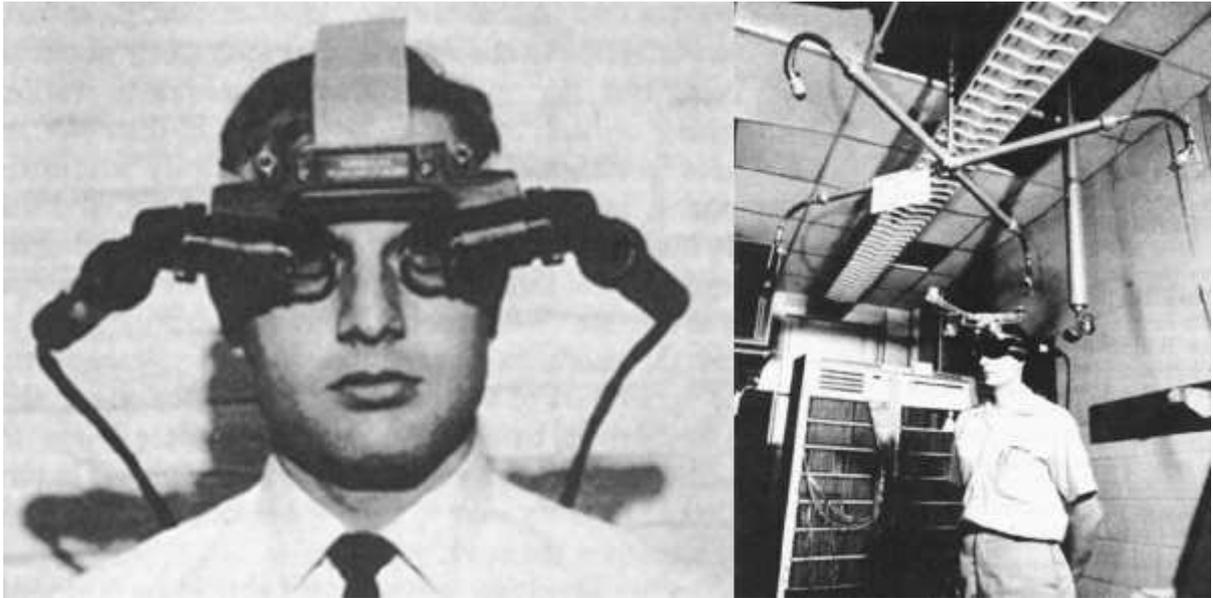


Fig. 3-4: Il dispositivo "Sword of Damocles" (Fonte: Wikipedia)

Lo stesso Shuterland fu premiato nel 1988 con il Premio Turing per il suo *Sketchpad*⁴: nella sua tesi dottorale a Stanford elaborò il primo programma a utilizzare un'interfaccia grafica. L'utente poteva interagire attraverso una penna ottica, capostipite delle interfacce GUI, precursore anche nel campo della computer grafica.

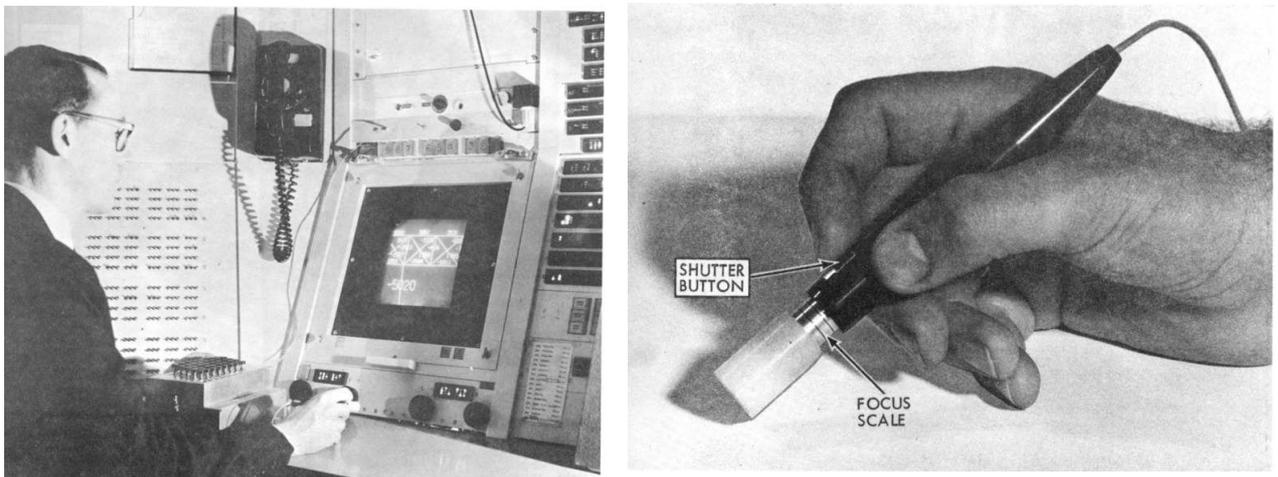


Fig. 5-6: lo Sketchpad di Shuterland (fonte: Wikipedia)

⁴ Shuterland I.E., *Sketchpad: a man-Machine Graphical Communication System*, Lincoln Laboratory - MIT, 30 January 1963. Si veda il .pdf disponibile al link: <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=AD0404549>

Per la prima volta fu possibile replicare un'azione spontanea e semplice come quella di disegnare attraverso un dispositivo d'interazione che offrisse le stesse caratteristiche di leggerezza e immediatezza.

Nel suo celebre articolo "The Ultimate Display" del 1965 lo stesso Shuterland scriveva parole che sarebbero state profetiche per gli sviluppi della Computer Science: *"The computer can easily sense the positions of almost any of our body muscles. So far only the muscles of the hands and arms have been used for computer control. There is no reason why these should be the only ones, although our dexterity with them is so high that they are a natural choice. Our eye dexterity is very high also. Machines to sense and interpret eye motion data can and will be built. It remains to be seen if we can use a language of glances to control a computer. An interesting experiment will be to make the display presentation depend on where we look [...]. The ultimate display would, of course, be a room within which the computer can control the existence of matter. A chair displayed in such a room would be good enough to sit in. Handcuffs displayed in such a room would be confining, and a bullet displayed in such a room would be fatal. With appropriate programming such a display could literally be the Wonderland into which Alice walked."*⁵

Si può confermare, a posteriori, che è stata una previsione lucidissima di future direzioni di ricerca: ben prima della diffusione del personal computer, Shuterland intravide settori di ricerca che avrebbero introdotto le tecnologia d'interazione nei più diversi ambiti e con prospettive di crescita esponenziali.

Negli anni '70, furono effettuati altri importanti passaggi, tra i quali, nel 1978, la realizzazione da parte del MIT di Boston di *Aspen Movie Map*⁶, una simulazione virtuale della città di Aspen in Colorado: le strade potevano essere esplorate attraverso le modalità inverno, estate, poligoni.

⁵ Sutherland Ivan E., *The Ultimate Display*, Information Processing Techniques Office, ARPA, OSD. Proceedings of IFIP Congress, pp. 506-508, 1965.

⁶ Si veda la pagina di Michael Naimark, coautore del progetto insieme a Peter Clay e Bob Mohl <http://www.naimark.net/projects/aspen.html>

Le prime due modalità erano basate su foto⁷ scattate dai ricercatori, mentre per i poligoni si usò un modello 3D realizzato attraverso la tecnologia del *videodisc*, che permetteva una visualizzazione non sequenziale delle immagini e quindi corretta in base al punto di vista dell'utente.



Fig. 7 : Aspen Movie Map⁸

A livello teorico furono pubblicati libri importanti, come *Neuromancer*⁹ di William Gibson nel 1984: considerato il libro manifesto del genere *cyberpunk*, ha introdotto ufficialmente il concetto di *Cyberspace* ovvero l'insieme delle informazioni di una rete di computer.

A cavallo degli anni '80 non si può non citare la celeberrima serie "Guida galattica per autostoppisti" di Douglas Adams, che diventò un cult e un vero e proprio fenomeno di costume, nata in origine come trasmissione radiofonica di

⁷ Si veda David Young per un riepilogo su alcuni commenti al progetto: "Created in the late 1970's, the Aspen Movie Map was a groundbreaking interactive virtual tour of the real-world city of Aspen, Colorado. Users could navigate the streets, go inside selected buildings, and change the seasons between fall and winter [...]. Today, the Aspen Movie Map's legacy continues with Google Map's street view. Golan Levin has a great post comparing the two projects. He also points out that, because of the Aspen project's funding from DARPA, it received a Golden Fleece Award in 1980 - a reminder of how short-sighted people can be about design research." <http://www.inventinginteractive.com/2010/03/18/aspen-movie-map/>

⁸ Fonte: www.inventinginteractive.com/2010/03/18/aspen-movie-map/

⁹ *Neuromancer* is a 1984 novel by William Gibson, a seminal work in the cyberpunk genre and the first winner of the science-fiction "triple crown" — the Nebula Award, the Philip K. Dick Award, and the Hugo Award.^[1] It was Gibson's debut novel and the beginning of the *Sprawl* trilogy. The novel tells the story of a washed-up computer hacker hired by a mysterious employer to pull off the ultimate hack. Si veda: <http://en.wikipedia.org/wiki/Neuromancer>

fantascienza. In *Mostly Harmless* (Adams, 1992) quinto libro della serie, si trova un passaggio che può sembrare ovvio oggi, ma fu avveniristico per i suoi tempi: *"A computer terminal is not some clunky old television with a typewriter in front of it. It is an interface where the mind and body can connect with the universe and move bits of it about"*¹⁰

Stavano davvero maturando i tempi per l'avvento della Realtà Virtuale come la intendiamo oggi; di sicuro è diventato un concetto familiare e non sembra più fantascientifico parlare di mondi digitali e immersività.

Ma cos'è la Realtà Virtuale? Esiste una definizione univoca?

Digitando le parole "realtà virtuale" sul motore di ricerca Google, appaiono 771.000 risultati in lingua italiana e 107.000.000 in lingua inglese: in italiano il primo risultato visualizzato è il link al sito della Enciclopedia Treccani che riporta:

"Realtà Virtuale: Simulazione all'elaboratore di una situazione reale con la quale il soggetto umano può interagire, a volte per mezzo di interfacce non convenzionali, estremamente sofisticate, quali occhiali e caschi su cui viene rappresentata la scena e vengono riprodotti i suoni, e guanti (*dataglove*) dotati di sensori per simulare stimoli tattili e per tradurre i movimenti in istruzioni per il software. Simili tecniche sono usate, tra l'altro, nei videogiochi, nell'addestramento militare dei piloti e nella modellistica di sistemi microscopici, per es. nello studio delle proprietà delle biomolecole¹¹."

In lingua inglese appare subito il riferimento a Wikipedia¹²:

"Virtual reality (VR) is a term that applies to computer-simulated environments that can simulate physical presence in places in the real world, as well as in imaginary worlds. Most current virtual reality environments are primarily visual experiences, displayed either on a computer screen or through special stereoscopic displays, but some simulations include additional sensory information, such as sound through speakers or headphones. Some advanced,

¹⁰ Adams D., *Mostly Harmless*, 1992. ISBN 0-345-41877-8.

¹¹ Si veda: <http://www.treccani.it/enciclopedia/realta-virtuale/>

¹² Si veda: http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality

haptic systems now include tactile information, generally known as force feedback, in medical and gaming applications. Furthermore, virtual reality covers remote communication environments which provide virtual presence of users with the concepts of telepresence and telexistence or a virtual artifact (VA) either through the use of standard input devices such as a keyboard and mouse, or through multimodal devices such as a wired glove, the Polhemus, and omnidirectional treadmills. The simulated environment can be similar to the real world in order to create a lifelike experience - for example, in simulations for pilot or combat training - or it can differ significantly from reality, such as in VR games [...].

Per Morganti e Riva (2006) nel loro studio sulla Realtà Virtuale¹³ sono importanti gli aspetti legati alla cognizione e alla percezione:

“La definizione largamente condivisa nel panorama scientifico è quella secondo la quale un sistema di realtà virtuale (Virtual Reality, VR) è costituito da un insieme di dispositivi informatici in grado di consentire un nuovo tipo di interazione uomo-computer [...]”¹⁴

Quelle che emergono sono parole chiave come: interazione, presenza, simulazione, ambiente virtuale, interfaccia, esperienza. Si va quindi ben oltre la composizione tecnologica e informatica delle sue componenti per ampliare il concetto a qualcosa di più strutturato che riguarda anche la percezione e coinvolge le facoltà cognitive e percettive in un’esperienza sofisticata. I due aspetti non si possono scindere e costituiscono le due facce complementari di una tecnologia che non solo offre servizi ma richiede inoltre dei compiti specifici, estremamente variabili a seconda dell’ambito disciplinare tematico in cui essa viene impiegata. In particolare, il concetto di “presenza” si rivela cruciale affinché l’esperienza in un ambiente virtuale risulti credibile e soddisfacente.

Possiamo definirla come la “sensazione mentale di essere in un certo posto” (*being there*) e l’ambiente virtuale deve essere strutturato in maniera tale da

¹³ Morganti F., Riva G., *Conoscenza, comunicazione e tecnologia. Aspetti cognitivi della realtà virtuale*, LED 2006.

¹⁴ Morganti F., Riva G., cit.,p.21.

ottimizzare, per l'utente, la predisposizione a credersi *realmente* in un ambiente che reale non è. Già il poeta e filosofo Samuel Taylor Coleridge aveva definito, nella sua *Biographia Literaria* del 1817, come *Suspension of disbelief* o sospensione dell'incredulità "*la volontà, da parte del lettore o dello spettatore, di sospendere le proprie facoltà critiche allo scopo di ignorare le inconsistenze secondarie e godere di un'opera di fantasia*". Può essere quindi definita come la propensione dei fruitori a rispondere a dati generati sinteticamente (virtualmente) come se fossero reali, e interagire con loro.

Lo studio della presenza (Riva et al., 2009) implica quindi le modalità con cui la mente umana costruisce modelli del mondo esterno e di sé integrando dati sensoriali e l'interazione con essi; si è diffuso nella comunità scientifica a partire dai primi anni '90 grazie al journal "Presence, Teleoperators and Virtual Environment"¹⁵ che pure iniziava a indagare il concetto di tele-operazione, ovvero: il controllo umano che si può esercitare a distanza su dispositivi hardware attraverso sensori di posizione e canali di comunicazione (Sheridan, 1989.)

Il concetto di tele-presenza riguarda, invece, la sensazione dell'operatore umano di trovarsi fisicamente nello spazio remoto dove si trova il teleoperatore¹⁶, ed è naturalmente affine al concetto di presenza nella Realtà Virtuale: l'interazione con l'ambiente 3D generato dal computer permette di sentirsi immersi dentro di esso.

Il concetto d'immersività e presenza non trae origine solo nella letteratura o nella poesia, ma ha avuto un fertile terreno di crescita nel cinema e nella sua

¹⁵ Si veda: <http://www.mitpressjournals.org/page/about/pres>: "The first academic journal for serious investigators of teleoperators and virtual environments, *Presence* is filled with stimulating material applicable to these advanced electromechanical and computer devices. Incorporating perspectives from physics to philosophy, *Presence* appeals to a wide audience - particularly mechanical and electrical engineers concerned with teleoperators; those interested in virtual environments, including computer scientists, high-tech artists, and media people; and psychologists involved in the study of human-machine interfaces and sensorimotor/cognitive behavior."

¹⁶ Sheridan, T.B.: Telerobotics. *Automatica*, Vol. 25, n. 4, 1989, p. 487-507.

trasposizione narrativa, come ha ben descritto Riva analizzando “il potere evocativo ed anticipatorio del cinema¹⁷”.

È molto interessante la sua analisi sulle barriere che già il cinema aveva abbattuto aprendo inconsapevolmente la strada a tecnologie sempre più sofisticate e coinvolgenti; ad esempio con *L'Arrivée d'un train à La Ciotat* (1895) dei Fratelli Lumière è stata infranta la barriera spaziale nel mondo reale, con il film *Who framed Roger Rabbit* (1988) di R. Zemeckis si è verificato l'abbattimento della barriera tra i mondi; W. Allen con il suo *The Purple Rose of Cairo* (1985) ha tolto la barriera spazio-temporale nel mondo reale, ed infine con *Shrek 3-D, IMAX edition* (2003) cade virtualmente - è proprio il caso di dirlo - la barriera tra i mondi.

Un esame approfondito sul concetto di presenza e i suoi numerosi risvolti era stato effettuato da Lombard e Ditton (1997). Gli autori sviscerano le implicazioni e tutti gli approcci possibili a questo argomento, partendo da un focus ben preciso: “[...] *Although the conceptualizations discussed above vary considerably, they share a central idea. Each represents one or more aspects of what we define here formally as presence: the perceptual illusion of non mediation. The term “perceptual” indicates that this phenomenon involves continuous (real time) responses of the human sensory, cognitive, and affective processing systems to objects and entities in a person's environment*¹⁸”.

È la sensazione di non-mediazione tecnologica che permette un'interazione più spontanea con l'ambiente simulato, che non ostacola - sostanzialmente - l'idea di trovarsi in un luogo remoto o manipolare oggetti simulati. Paradossalmente, i dispositivi tecnologici dovrebbero sparire per consentire un maggiore livello di presenza percepito dall'utente, che dovrebbe essere quasi inconsapevole rispetto alla mediazione dei dispositivi. In quest'ottica, anche il livello di interattività sarà un fattore determinante per l'immedesimazione e la credibilità dell'esperienza. Muoversi e comportarsi in modo intuitivo dentro gli ambienti

¹⁷ Riva, G., Vatalaro, F., Zaffiro, G. (2009). Tecnologie della presenza. Concetti e applicazioni. *Mondo Digitale*, 3, 32-45.

¹⁸ Lombard M., Ditton T., *At the Heart of It All: The Concept of Presence*. *Journal of Computer-Mediated Communication*, Vol. 3, n. 2, 1997.

virtuali ridurrà sensibilmente il grado di “finzione” a favore di un’esperienza più efficace e completa.

Lo sviluppo delle interfacce per la Realtà Virtuale non può prescindere dallo studio della percezione e dalle possibilità di offrire un coinvolgimento di alta qualità, affinché gli utenti non rimangano passivi ma possano attivare un’interazione multimodale.

Quanto più il *medium* scomparirà per le sue qualità di *usability* tanto più sarà possibile concentrarsi sull’esperienza che si sta sperimentando, dedicando le risorse attentive e cognitive e il senso di immersività non risulterà artificioso. Come già esaminato (Lombard e Ditton, 1997) in quest’ottica lo stimolo di più canali sensoriali sembra la chiave d’accesso migliore per favorire immersività e presenza; i dispositivi audio-visivi, ad esempio, favoriscono il coinvolgimento rispetto a quelli solo audio o solo video; in più anche il senso del tatto (con i *touch-screen* ad esempio) e - il più difficile - l’olfatto (come già aveva intuito Heilig con il suo Sensorama) contribuiscono a rafforzare la sensazione di presenza. Non tutti i sensi hanno però un’uguale intensità di risposta rispetto agli stimoli esterni; la vista e l’udito, in genere, sono quelli che dominano la nostra percezione e più spesso veicolano il senso di presenza migliore.

Un quadro¹⁹ chiaro sui dispositivi messi a punto (e in costante evoluzione) è quello presentato nello studio di Riva, Vatalaro e Zaffiro (Riva et al. 2009) dal quale è estrapolata la seguente scheda:

¹⁹ ¹⁹ Riva, G., Vatalaro, F., Zaffiro, G. (2009) (cit.)

Esempi di tecnologie della presenza

_Riconoscimento vocale: sistemi d'interpretazione della voce e traduzione in testo o comandi (dettatura, controllo d'interfaccia, comandi di navigazione).

_Riconoscimento della scrittura: sistemi basati su analisi delle forme per convertire in tempo reale la scrittura a mano nel corrispondente testo alfanumerico o in comandi.

_Tessuti sensorizzati: materiali speciali e tessuti dotati di sensori che trasformano l'abbigliamento in interfacce di input.

_Tracciamento dello sguardo: sistemi per determinare il punto d'attenzione visivo e il suo spostamento (in genere attraverso l'uso di telecamere).

_Riconoscimento dello stato emotivo: analisi di segnali (vocali, etc.) atti a riconoscere lo stato emotivo di un soggetto.

_Riconoscimento dei gesti: sistemi per determinare la posizione e lo spostamento di mano, braccio, testa o corpo attraverso l'uso di una telecamera o di un dispositivo indossabile dotato di sensori.

_Interfaccemente-calcolatore: tecnologia già disponibile commercialmente in grado d'interpretare le onde cerebrali generate volontariamente da un utente come, per esempio, comandi per un calcolatore.

_Microproiettori: piccoli dispositivi per la proiezione spesso basati sulla diffrazione della luce (laser) e associati a dispositivi portatili.

_Schermi LCD tridimensionali: tecnologie che permettono la visualizzazione di immagini tridimensionali (3-D), senza dover indossare lenti speciali.

_Visori indossabili: occhiali o lenti su casco con tecnologie integrate per proiezione di immagini.

_Interfacce tattili e cinestetiche: interfacce, come per esempio guanti o *joystick*, atte a produrre un *feedback* al tocco o alla pressione, per fornire la sensazione di tensione o movimento in muscoli, tendini e articolazioni.

_Telepresenza video: sistemi di videocomunicazione immersiva studiati per creare la sensazione che tutti si trovino nella stessa stanza.

Teleoperazione: controllo a distanza di robot o di altri dispositivi mobili, in cui l'operatore assume il punto di vista del dispositivo e attraverso un'interfaccia cinestetica percepisce i *feedback* legati alla manipolazione.

Realtà aumentata omista: tecniche atte ad arricchire la visione del mondo reale con informazioni supplementari e virtuali, di solito per mezzo di un *display* indossabile che sovrappone testo o grafica alla visione naturale.

Realtà virtuale: tecniche atte a fornire un ambiente sintetico 3-D generato da calcolatore in cui l'utente s'immerge e l'ambiente interagisce in modo naturale al movimento dell'utente attraverso il tracciamento della testa (si utilizzano visori indossabili o stanze stereoscopiche dette CAVE - *Computer Automatic Virtual Environment*).

Ambienti e mondi virtuali: piattaforme *online* in cui i partecipanti, attraverso la rappresentazione di Sé tramite *avatar*, si proiettano in spazi virtuali 3-D generati nel calcolatore.

Ricerca in linguaggio naturale: tecnologia che analizza le domande poste nel corso di normali conversazioni umane e fornisce risposte in base alle parole di senso comune, in luogo di singole parole chiave.

Agenti virtuali e chatbot: entità spesso antropomorfe generate dal calcolatore, dotate di capacità d'interazione sociale con gli utenti, in genere in supporto all'esecuzione di compiti.

Traduzione automatica: tecnologia per tradurre automaticamente il testo di una conversazione o un discorso da una lingua a un'altra.

Intelligenza artificiale (IA): disciplina per lo studio e la progettazione di agenti intelligenti, ovvero entità in grado di relazionarsi autonomamente con l'ambiente e agire per massimizzare le probabilità di successo di un dato compito.

Intelligenza artificiale sociale: applicazione della IA agli aspetti d'interazione sociale, alla codifica e decodifica di segnali non-verbali e alla gestione del dialogo per gli agenti antropomorfi.

Ciascuna di queste interfacce trova applicazione in ambiti e discipline differenti a seconda degli obiettivi preposti e dei compiti che vengono richiesti agli utenti. I

costi per la definizione e l'implementazione degli strumenti più sofisticati sono spesso molto alti e costituiscono un limite all'impiego di determinate risorse tecnologiche; spesso vengono adottate soluzioni più facilmente approcciabili dove presenza, immersività e interazione sono presenti in quantità variabili ma possono garantire ugualmente un buon feedback da parte degli *users*. La cosiddetta TEXT-BASED VR ad esempio, può anche avere una forte componente interattiva, ma non immersiva: basata su rappresentazioni testuali e non grafiche, è utilizzata per ambienti comunemente noti come MUD²⁰ (Multi User Dungeons) e MOO²¹ (MUD Object Oriented). Nati nel contesto dei videogiochi sono spesso utilizzati a fini educativi per la creazione di un contesto di comunità e per stimolare processi di lettura e scrittura. Tra questo esempio e le stanze stereoscopiche sopracitate (CAVE - *Computer Automatic Virtual Environment*) sono appunto molto diverse le possibilità d'impiegare la Realtà Virtuale, e sono molte le discipline che hanno sfruttato le caratteristiche salienti di questa tecnologia, con diversi approcci e soluzioni.

Ambienti virtuali e Medicina: storia di una simulazione

Non solo nella storia della medicina sono state numerose le simulazioni sviluppate per il training di personale specializzato; ad esempio nel settore militare la simulazione è stata, ed è tuttora, un cardine per studiare molte operazioni. Se si considera il gioco degli scacchi come un antesignano dei war game, si può comprendere l'evoluzione incessante delle *riproduzioni* che è arrivata ai simulatori di volo per l'addestramento dei piloti, attraverso l'utilizzo della Realtà Virtuale, della Realtà Aumentata (ad esempio visori per fornire informazioni aggiuntive ai soldati) e alla realizzazione di complesse e sofisticate rappresentazioni di scenari di guerra. Anche il settore industriale, come quello dell'energia nucleare, trova nella simulazione - e nelle attuali tecnologie - una risorsa insostituibile per valutare situazioni che nella realtà comporterebbero costi troppo elevati o rischi improponibili.

²⁰ Si veda: <http://en.wikipedia.org/wiki/MUD> is a multiplayer real-time virtual world, usually text-based. MUDs combine elements of role-playing games, hack and slash, player versus player, interactive fiction, and online chat.

²¹ Si veda: <http://en.wikipedia.org/wiki/MOO>: is a text-based online virtual reality system to which multiple users (players) are connected at the same time.

In uno studio di Bradley (2006) si offre una panoramica sulle basi della simulazione nel settore medico: dalla seconda metà del XX secolo la simulazione clinica ha compiuto passi importanti, sostanzialmente riconducibili a tre passaggi chiave. Il primo è senz'altro la realizzazione del manichino **Resusci Anne**²² da parte dell'editore e fabbricante di giocattoli norvegese Asmund Laerdal (fig. 8).



Fig. 8: Laerdal con il manichino *Resusci Anne* – da Wikipedia

Già pioniere nella creazione di bambole con moderni materiali plastici all'inizio degli anni '50, mise a punto la creazione di un manichino a grandezza naturale per il training nella rianimazione cardiopolmonare (CPR).

²² Si veda: <http://www.laerdal.com/it/docid/1117082/La-ragazzina-trovata-nella-Senna>: [...] negli anni Cinquanta, quando Asmund S. Laerdal di Stavanger, Norvegia, iniziò a mettere a punto un manichino da addestramento, realistico ed efficace, per insegnare la respirazione bocca a bocca. In quanto fabbricante di giocattoli e bambole, Laerdal aveva conferito maggiore realismo alle proprie bambole realizzandole in morbido vinile con capelli cuciti. D'altra parte, egli riteneva che se si fosse realizzato per l'addestramento alla rianimazione un manichino a grandezza naturale e di aspetto estremamente realistico, gli studenti sarebbero stati maggiormente motivati ad apprendere questa procedura di salvataggio. Resusci Anne venne presentato nel 1960. Celebrando nel 2002 il suo 42° compleanno, essa ha ormai contribuito ad insegnare le moderne tecniche di rianimazione RCP ad oltre 200 milioni di persone in tutto il mondo.

Il costo contenuto e l'efficacia di questo modello ne permisero la diffusione capillare e, a oggi, sono stati messi a punto modelli sofisticati che, simulando reazioni fisiologiche realistiche, permettono un livello di esercitazione sempre più efficace.



Fig. 9: Il modello di manichino Sim One²³

Un altro passo significativo è costituito dalla realizzazione del modello Sim One da parte di Abrahamson and Denson alla fine degli anni 60²⁴, che presentava già caratteristiche più avanzate (fig. 9).

“Sim One is lifelike in appearance, having a plastic skin which resembles that of a real human being in color and texture; its configuration is that of a patient lying on an operating table, left arm extended and ready for intravenous injection, right arm fitted with blood pressure cuff, and chest wall having a stethoscope

²³ Fonte: dal sito web <http://cyberneticzoo.com>

²⁴ Abrahamson S, Denson ...Effectiveness of a simulator in training anaesthesiology residents. ...

taped over the approximate location of the heart. It breathes; has a heart beat, temporal and carotid pulse (all synchronized), and blood pressure; opens and closes its mouth; blinks its eyes; and responds to four intravenously administered drugs and two gases (oxygen and nitrous oxide) administered through mask or tube. The physiologic responses to what is done to him are in real time and occur "automatically" as part of a computer program²⁵.

Già gli autori citavano, a commento del loro esperimento, il grado di sofisticatezza crescente nella simulazione clinica e chirurgica; l'apporto di un sistema computer-controlled segnava l'avvio su un terreno di ricerca pieno di soluzioni rivoluzionarie.

Nella riedizione del 2004 dell'articolo è significativo il commento finale di Wolf²⁶ che confronta i progressi compiuti dalla tecnologia nel settore medico agli avanzamenti della simulazione nel volo. La medicina sembra avere sfruttato di meno le potenzialità della realtà virtuale se paragonata al livello d'implementazione raggiunto dalle nuove tecnologie nell'aviazione. Sembra quasi, commenta l'autore, che la medicina si chieda ancora quanto e quale spazio riservare a questo tipo di simulazione nel training dei medici, quando ci sarebbe invece bisogno di creare dei veri e propri modelli di sistemi integrati che possano garantire l'attendibilità e la metodologia di una formazione del genere - considerati anche i rischi etici ed economici che gli sbagli in questo settore possono provocare. La medicina avrebbe quindi bisogno di adottare una formazione standard comprensiva di simulazioni che, a seconda del settore specifico, permettano l'acquisizione di determinate abilità e monitorino i progressi raggiunti, la qualità delle prestazioni e l'efficacia della procedura.

Lo stesso Bradley²⁷ ritiene, in definitiva, poco soddisfacente l'esperienza del Sim One a causa del costo elevato che non ne permise una grande diffusione e,

²⁵ Abrahamson S, Denson J. S., Wolf R. M., *Effectiveness of a simulator in training anaesthesiology residents. ...* REPRINT 2004

²⁶ Abrahamson S., Denson J. S., Wolf R. M., *Effectiveness of a simulator in training anesthesiology residents.* June 1969, *Journal of Medical Education*, REPRINT 2004, p. 397.

²⁷ Bradley P., *The history of simulation in medical education and possible future directions*, *CIT Medical Education* 2006, pp. 254 -262

soprattutto, perché non era ancora stata definita la necessità di un tipo di training del genere - problematiche che a distanza di più di 30 anni sembrano ancora attuali:

“Medicine is at a point in its history where the use of advanced simulation is becoming a reality. With the cost and identification of medical errors increasing and advanced human simulation blossoming, simulation used in an integrated system design will provide a tremendous tool for training medical personnel [...]It is time for medicine to take off, catch up, and move simulation forward into an integral systematic approach for training²⁸.”

Tornando alla disamina storica nell'evoluzione della simulazione in ambito medico, Bradley ancora individua il terzo e ultimo passaggio importante nella riforma degli studi medici, dove sempre più è cresciuta la consapevolezza di una preparazione che non deve essere solo teorica ma il più pratica possibile. La simulazione determina un contesto educativo sicuro, adattabile a ogni livello di formazione - dai principianti agli specialisti; permette lo sviluppo e il miglioramento di abilità tecniche attraverso un'esperienza concreta e senza rischi a danno dei pazienti. Inoltre, i compiti e gli scenari possono essere creati su misura a seconda delle esigenze di training specifiche. Questi aspetti sono stati ampiamente valutati in altri studi (Gaba, 2004) che focalizzano la simulazione come una tecnica più che una tecnologia, la cui efficacia dovrebbe essere parametrata sull'integrazione di molteplici aspetti, quali: obiettivi dell'attività simulata; unità dei partecipanti; livello d'esperienza dei partecipanti; competenze e attitudini dei partecipanti; l'età simulata dei pazienti; la tecnologia richiesta o applicabile; il luogo della simulazione; il grado di partecipazione diretta e il metodo di feedback adoperato²⁹.

La funzione educativa e di training di una simulazione così tarata raggiungerebbero il loro massimo effetto in un'attività continua, intesa come parte integrante di un *long life learning process*.

²⁸ Abrahamason et al. 2004 (cit.)

²⁹ Gaba D, *The Future Vision of Simulation in Healthcare*, Qual Saf Health Care 2004 pp. 126-135

Chiaramente ci sono degli aspetti nella professione medica che non possono essere simulati o rimpiazzati da un'esperienza virtuale/tecnologica, essendo indispensabile un contatto umano tra paziente e medico dove l'empatia e la fiducia sono elementi non sostituibili di un rapporto peculiare. La simulazione, in effetti, si può considerare davvero utile in tutti quei casi dove permette l'acquisizione di determinate abilità al netto dei rischi e dei danni anche più lievi; la funzione che è chiamata a svolgere nella professione medica, i benefici per la sicurezza dei pazienti e la direzione data da organi come la Society for Simulation in Healthcare³⁰ (SSH) e la Society for Simulation Applied to Medicine³¹ (SESAM) nella ricerca e nella diffusione di certe pratiche. Altre interessanti considerazioni sono state fatte, più di recente (Stone, 2011), sui possibili limiti di una simulazione virtuale nel training medico, ponendo l'accento sugli *human factors* che devono contraddistinguere l'approccio alla simulazione, ovvero:

“While many still perceive the science of simulation to be defined by technological advances, such as computing power, specialized graphics hardware, advanced interactive controllers, displays and so on, the true science underpinning simulation—the science that helps to guarantee the transfer of skills from the simulated to the real—is that of human factors, a well-established discipline that focuses on the abilities and limitations of the end user when designing interactive systems, as opposed to the more commercially explicit components of technology³².

Dagli esordi del Sim One agli attuali CAVEs³³ - Cave Automatic Virtual Environment - che permettono un'esperienza immersiva delle più complete, molti passaggi sono stati effettuati nella rappresentazione e nella simulazione di scenari clinici con i quali interagire.

Certamente i costi necessari per lo sviluppo delle varie componenti e la necessità di validare a livello scientifico questo tipo di training costituiscono dei passaggi

³⁰ Si veda: <http://ssih.org/>

³¹ Si veda: <http://www.sesam-web.org/>

³² Stone R. J. *The (human) science of medical virtual learning environments. 2011 Phil. Trans. R. Soc. B* 366, 276–285.

³³ Neira C. Cruz-, Sandin D. J., and DeFanti T. A., *Surround-screen projection-based virtual reality: The design and implementation of the CAVE*. In *Proceedings of ACM SIGGRAPH*, pages 135–142, 1993.

fondamentali affinché la simulazione basata sulle nuove tecnologie d'interazione non rimanga uno strumento marginale. Come detto in precedenza, le potenzialità della RV in medicina sono molteplici e trovano spazio in differenti settori di studio, dalla riabilitazione alla prassi chirurgica e allo studio dell'anatomia. Le risorse offerte vanno di pari passo, o quasi, alle problematiche che l'uso delle nuove tecnologie solleva nell'ambito medico-sanitario. Sono davvero numerosi, infatti, gli studi che analizzano i vantaggi e gli svantaggi delle tecnologie in questo specifico ambito disciplinare.

Ambiti applicativi e problematiche

Lo studio delle applicazioni di RV in Medicina è un settore di studio molto vasto, che per ambiti specialistici, convergenze disciplinari, problematiche e possibili sviluppi potrebbe bastare come esaustivo argomento di una tesi dottorale.

Lo scopo di questa disamina è quello di offrire un quadro rappresentativo dei settori medici in cui l'implementazione delle nuove tecnologie d'interazione sta emergendo come effettivo strumento riabilitativo e curativo, sia in termini neurologici che psico-motori. Uno studio di recente pubblicazione (Dores et al., 2012) è il frutto di un'analisi della letteratura riguardante l'utilizzo della RV nella riabilitazione: gli autori hanno cercato di offrire un quadro completo in merito alle applicazioni realizzate, ai risultati e ai futuri orientamenti emergenti, senza eludere le criticità che animano il dibattito scientifico.

L'ausilio della RV è adoperato in diversi domini, ad esempio per la riabilitazione motoria^{34, 35}, neurocognitiva^{36, 37} nel trattamento delle fobie - come quella del volo³⁸, di parlare in pubblico^{39, 40} degli animali^{41, 42} - e anche nel caso di patologie

³⁴ Piron L, Turolla A, Agostini M, Zucconi C, Cortese F, Zampolini M, et al. *Exercises for paretic upper limb after stroke: a combined virtual-reality and telemedicine approach*. J Rehabil Med. 2009;41:1016-20.

³⁵ Sanchez-Vives MV, Spanlang B, Frisoli A, Bergamasco M, Slater M (2010) *Virtual Hand Illusion Induced by Visuomotor Correlations*. PLoS ONE 5(4): e10381. doi:10.1371/journal.pone.0010381

³⁶ Cernich AN, Kurtz SM, Mordecai KL, Ryan PB. *Cognitive rehabilitation in traumatic brain injury*. Curr Treat Options Neurol. 2010;12:412-23.

³⁷ Iosa M, Morone G, Fusco A, Bragoni M, Coiro P, Multari M, Venturiero V, De Angelis D, Pratesi L, Paolucci S., *Seven capital devices for the future of stroke rehabilitation*, Stroke Res Treat. 2012.

³⁸ Hirsch JA., *Virtual reality exposure therapy and hypnosis for flying phobia in a treatment-resistant patient: a case report*, Am J Clin Hypn. 2012 Oct;55(2):168-73.

neurodegenerative come la malattia di Parkinson⁴³ o nel caso di disturbi legati all'alimentazione⁴⁴ e, ancora, nella visualizzazione del neuroimaging⁴⁵.

Le pubblicazioni nelle varie aree d'interesse sono cresciute in modo esponenziale negli ultimi anni come si può vedere dal grafico estrapolato dallo studio⁴⁶ (fig. 9) che fotografa in modo chiaro un fenomeno in crescita. Questo implica, evidentemente, una molteplicità di esperienze e risultati che offrono una visuale sia sui vantaggi che sui i limiti delle tecnologie in esame nel settore medico. Gli aspetti problematici - emergenti dallo studio - si concentrano principalmente sui costi e i tempi di realizzazione, nella valutazione dei possibili effetti collaterali, nella metodologia necessaria per la valutazione uniforme delle procedure e dei risultati; le risorse utili sono invece identificabili nell'adattabilità dei dispositivi a seconda delle patologie e delle necessità dei pazienti, sia esse fisiche che cognitive, e la modalità stessa d'intervento che va oltre le consuete terapie e apre nuovi scenari terapeutici.

Gli aspetti salienti emersi non sono, in effetti, nuovi e propongono considerazioni già esaminate sotto vari punti di vista.

Dagli esordi delle nuove tecnologie negli anni '80, infatti, ondate d'entusiasmo hanno fatto prefigurare una medicina del futuro equipaggiata con gli *Head Mounted Display* e altri dispositivi indossabili che, insieme a strumenti

³⁹ Poeschl S, Doering N., *Designing virtual audiences for fear of public speaking training - an observation study on realistic nonverbal behavior*, *Stud Health Technol Inform*. 2012;181:218-22.

⁴⁰ Safir MP, Wallach HS, Bar-Zvi M., *Virtual reality cognitive-behavior therapy for public speaking anxiety: one-year follow-up*, *Behav Modif*. 2012 Mar;36(2):235-46.

⁴¹ Bretón-López J, Quero S, Botella C, García-Palacios A, Baños RM, Alcañiz M., *An augmented reality system validation for the treatment of cockroach phobia*. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*. 2010 Dec;13(6):705-10.

⁴² Michaliszyn D, Marchand A, Bouchard S, Martel MO, Poirier-Bisson J., *A randomized, controlled clinical trial of in virtuo and in vivo exposure for spider phobia*, *Cyberpsychol Behav Soc Netw*. 2010 Dec;13(6):689-95.

⁴³ Klinger E, Chemin I, Lebreton S, Marie RM. *Virtual action planning in Parkinson's disease: a control study*. *Cyberpsychol Behav*. 2006;9:342-7.

⁴⁴ Riva G. *The key to unlocking the virtual body: virtual reality in the treatment of obesity and eating disorders*. *J Diabetes Sci Technol*. 2011;5:283-92.

⁴⁵ Adamovich SV, August K, Merians A, Tunik E. *A virtual reality-based system integrated with fmri to study neural mechanisms of action observation-execution: a proof of concept study*. *Restor Neurol Neurosci*. 2009;27:209-23.

⁴⁶ Dores AR, Barbosa F, Marques A, Carvalho IP, De Sousa L, Castro-Caldas A., *Virtual reality and rehabilitation: why or why not? A systematic literature review*, *Acta Med Port*. 2012 Nov-Dec;25(6):414-21. Epub 2013 Jan 28. P. 418

diagnostici e d'indagine, avrebbero rivoluzionato il settore medico sia in termini propriamente clinici, che di studio e prevenzione.

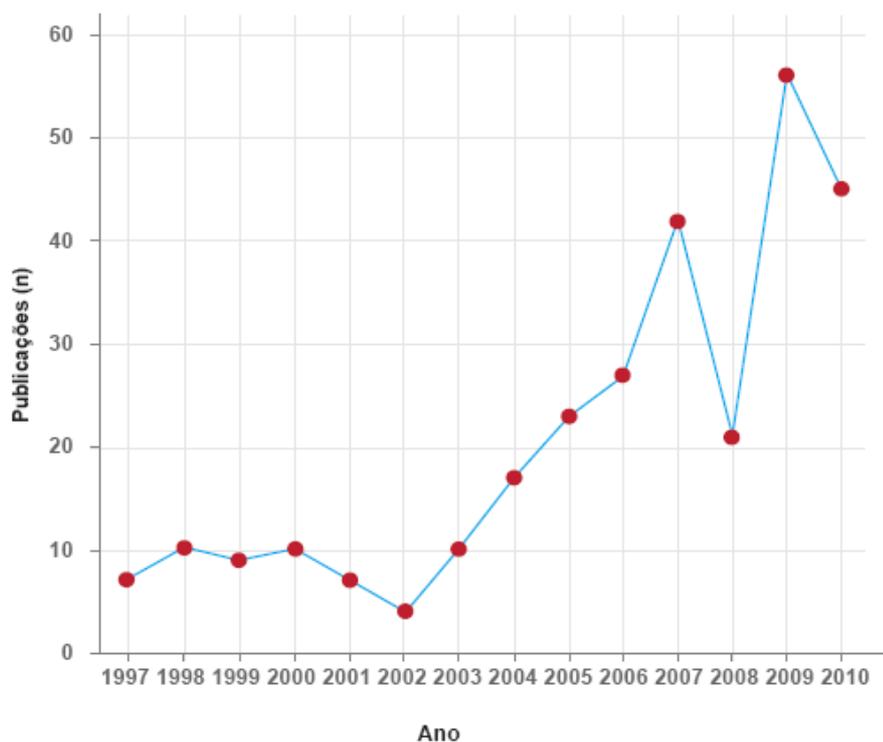


Fig. 10: Numero di pubblicazioni nell'ambito della RV applicata alla Medicina.

Tra i vari ambiti applicativi, più pertinenti al presente studio sono certamente le applicazioni 3D nel settore anatomico, che possono essere definiti degli atlanti contemporanei per lo studio e l'interazione con la fisiologia del corpo umano. Uno dei primi progetti nel campo della visualizzazione anatomica 3D, di grande risonanza per intenti e ampiezza, è stato *The Visible Human Project*:

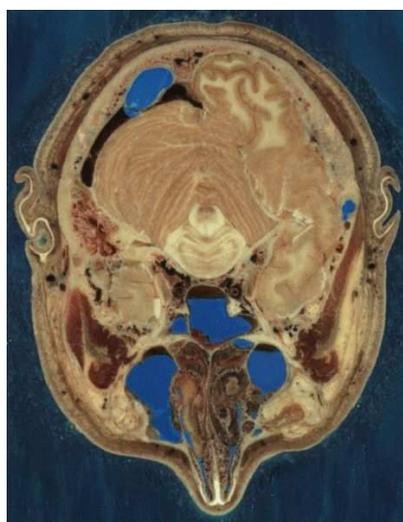
"The Visible Human Project" is an outgrowth of the NLM's 1986 Long-Range Plan. It is the creation of complete, anatomically detailed, three-dimensional representations of the normal male and female human bodies. Acquisition of transverse CT, MR and cryosection images of representative male and female cadavers has been completed. The male was sectioned at one millimeter

intervals, the female at one-third of a millimeter intervals. The long-term goal of the Visible Human Project[®] is to produce a system of knowledge structures that will transparently link visual knowledge forms to symbolic knowledge formats such as the names of body parts⁴⁷.



Fig 11-12: Criosezioni condotte attraverso la testa e l'addome (compresi gli arti superiori) di un uomo⁴⁸.

Sono stati necessari anni di lavoro perché dalla progettazione si arrivasse al database completo dei due corpi con le immagini digitalizzate e l'accuratezza delle immagini e precisione dei dettagli anatomici ha



la

generato l'ideazione di altri progetti⁴⁹ e ha aperto la strada alla visualizzazione di modelli generati interamente con software di programmazione 3D.

⁴⁷ Si veda: <http://www.nlm.nih.gov/research/visible/>

⁴⁸ Fonte : <http://www.nlm.nih.gov/research/visible/photos.html>

⁴⁹ Si veda: wikipedia/Visible_Human_Project: Various projects to make the raw data more useful for educational purposes are under way. It is necessary to build a three-dimensional virtual model of the body where the organs are labeled, may be removed selectively and viewed from all sides, and ideally are even animated. Two commercial software products accomplish the majority of these goals, the VH Dissector from Touch of Life Technologies and "Voxel-Man-Man 3D-Navigator" from the University of Hamburg NLM itself has started an open source project, the Insight Toolkit, whose aim is to automatically deduce organ boundaries from the data. The data were used for Alexander Tsiaras's book and CD-ROM "Body Voyage" which features a three-dimensional tour through the body. A "Virtual Radiography" application creates Digitally Reconstructed Radiographs and "virtual surgery", where endoscopic procedures or balloon angioplasty are simulated: the surgeon can view the progress of the instrument on a screen and receives realistic tactile feedback according to what kind of tissue the instrument would currently be touching.

*The Visible Body*⁵⁰, fondato nel 1996, è un catalogo di modelli anatomici 3D costantemente aggiornato, pensato sia per gli specialisti che per gli studenti e le persone a vario titolo interessate allo studio della fisiologia del corpo umano (Fig. 13-14, 15-16).

I prodotti possono essere personalizzati a seconda dei fini applicativi e delle esigenze del committente, ad esempio per aziende farmaceutiche e professionisti del settore sanitario; si è quindi arrivati a un vero e proprio prodotto commerciale, vendibile e utilizzabile come uno strumento didattico e professionale a tutti gli effetti.



Fig 13-14: La grande safena e i vasi poplitei; prospetto inferiore dei polmoni e del cuore nella gabbia toracica⁵¹

Un esempio ancora diverso di modelli anatomici 3D è offerto dal sito BodyParts 3D sviluppato nel 2009 dal professor Okubo del National Institute of Genetics giapponese; una ricostruzione 3D del corpo umano è realizzata attraverso sistemi di poligoni estrapolati da immagini MRI (Magnetic Resonance Imaging).

⁵⁰ Si veda: <http://www.visiblebody.com/index.html>

⁵¹ Fonte: <http://www.visiblebody.com>

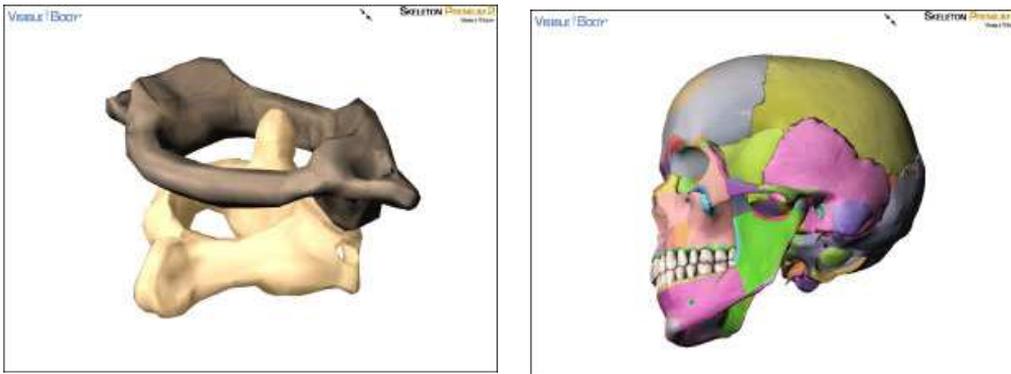


Fig. 15-16.: Articolazione atlanto-epistrofica; ossa craniche colorate⁵²

I diagrammi anatomici tridimensionali generati dal sito e i poligoni utilizzati - curati dal DBCLS (Database Center for Life Science) - sono distribuiti gratuitamente sotto la licenza Creative Commons. Il progetto è stato strutturato come un dizionario-database anatomico, dove i concetti sono rappresentati da elementi 3D corrispondenti alla rappresentazione tridimensionale di un corpo umano maschile, comprensivo di aspetti morfologici e completo di un sistema-guida di coordinate nell'anatomia umana che può agevolare l'utilizzo dello strumento per la ricerca e la pratica.

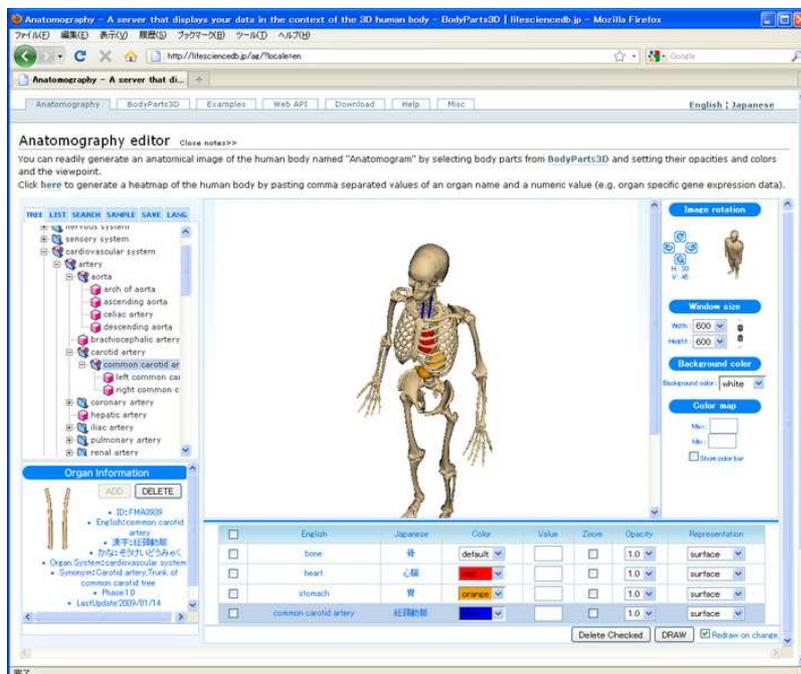


Fig. 17: Screenshot dal sito Body Parts 3D⁵³

⁵² Fonte: <http://www.visiblebody.com>

“The construction process of BodyParts3D is as follows: Phase 1: Additional anatomical segmentations were introduced in the original TARO data. Phase 2: Then, missing details were supplemented and blurred contours were clarified using a 3D editing program by referring to textbooks, atlases, and mock-up models by medical illustrators. Phase 3: Further segmentation and data modification will continue in collaboration with clinical researchers until sufficient concept coverage is achieved.⁵⁴”



Fig. 18-19: Screenshot dal sito Life Science 3D⁵⁵

⁵³ Fonte: <http://lifesciencedb.jp>

⁵⁴ Mitsuhashi N, Fujieda K, Tamura T, Kawamoto S, Takagi T, Okubo K. *BodyParts3D: 3D structure database for anatomical concepts*. Nucleic Acids Res. 2009 Jan;37(Database issue):D782-5. Si veda <http://lifesciencedb.jp>

⁵⁵ Fonte: <http://lifesciencedb.jp>

L'aspetto notevole di questo progetto è la precisa volontà di condivisione e diffusione⁵⁶ di questi dati, strutturati in modo tale da essere gratuiti e ampiamente diffusi attraverso il web e i diversi canali anche non specialistici, come Wikipedia e WikiCommon, nell'ottica di agevolare lo studio e le conoscenze anatomiche - intese più approcciabili attraverso l'implementazione di modelli 3D:

"3D imaging sensors designed specifically for the living human body are becoming increasingly available, providing high-resolution surface data with capability to build numerically and perceptually accurate digital body models. 3D data are used in prosthetics design, plastic surgery, orthopaedy, prothetic orthodontics, surgery and dermatology. An intense research activity focuses onto the construction of dynamic 3D digital models for the study of pose and walking, and for real time surgical applications. Very recently, uses of 3D imaging sensors have been proposed in forensic medicine, even in combination with radiological data, for the complete documentation of injuries⁵⁷".

L'acquisizione di dati 3D relativi al corpo umano ha trovato molti sbocchi nel settore medico, come già evidenziato (Sansoni et al., 2009), oltre alla visualizzazione grafica e i siti web, che sono canali imprescindibili per gli sviluppi futuri.

⁵⁶ Nobutaka Mitsuhashi, Kaori Fujieda, Shio Imai, Isamu Muto, Takuro Tamura, Shoko Kawamoto, Toshihisa Takagi and Kousaku Okubo "BodyParts3D and Anatomography: Materials motivating sharing information in medicine" Poster presentation at "Symposium: Toward the Future of Life Science - Thinking Databases of 10 Years Later" held in the University of Tokyo at 2010-10-05. Retrieved 2012-10-12.

⁵⁷ Sansoni, G.; Trebeschi, M.; Docchio, F. *State-of-The-Art and Applications of 3D Imaging Sensors in Industry, Cultural Heritage, Medicine, and Criminal Investigation. Sensors* **2009**, *9*, 568-601.

Alcuni esempi di Ambienti Virtuali usati a scopi terapeutici

Agorafobia

Per la cura dell'agorafobia (dei luoghi aperti) l'ambiente virtuale non si presenta come terapia sostitutiva, ma come terapia di sostegno a quella tradizionale⁵⁸



Fig. 20-21: Realtà virtuale per la cura dell'agorafobia: supermercato virtuale⁵⁹

Entomofobia

La RV permette di curare anche paure più specifiche come la paura degli insetti e la diffusa aracnofobia (paura dei ragni). La cura consiste nella creazione di ambienti dove il paziente si ritrova a toccare o anche osservare oggetti l'animale temuto⁶⁰.



Fig. 22: Ambiente Virtuale per la cura della aracnofobia

Disturbo da stress post-traumatico

⁵⁸ Si veda anche ai link: Piazza: <http://magalimautino.altervista.org/abstractItalian.pdf>

⁵⁹ Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=yZRk8HLyw84>

⁶⁰ Si veda: http://www.3ds.com/fileadmin/COMPANY/DSMAGAZINES/CM-EUROPE/CM12/CM12_Italy_p10-11_UQO_3DVIA_IT_FINAL.pdf

Il disturbo post traumatico da stress è l'insieme delle conseguenze psicologiche che seguono un evento catastrofico e traumatizzante, spesso collegati a scenari di guerra e di conflitti. Anche nel caso dell'11 settembre (Fig. 23) alcune persone con sintomi di PTSD (post traumatic stress disorder) sono state sottoposte a terapie basate su ambienti virtuali⁶¹.



Fig. 23: simulazione delle esplosioni delle Twin Towers dell'11 settembre

Integrated virtual environment for cognitive rehabilitation (IVECR)

L'IVECR⁶² è un progetto dove il paziente viene immerso in una città fittizia che può e deve essere esplorata.

Ogni parte della città offre un task diverso e di diverse difficoltà, in alcune stanze, per esempio c'è la semplice esplorazione e interazione, in altre si devono compiere task di memorizzazione e ripetizione di numeri, infine in altre ancora è richiesta la risoluzione di compiti complessi come la ricostruzione di un puzzle.

⁶¹ Si veda: Antonio Frisoli, *La Realtà Virtuale per il trattamento di alterazioni psicofisiologiche indotte da stress*, al link <http://goo.gl/UuQlj>

⁶² Moreira da Costa R.M., Vidal de Carvalho L.A., *The acceptance of virtual reality devices for cognitive rehabilitation: a report of positive results with schizophrenia*, *Computer Methods and Programs in Biomedicine* Volume 73, Issue 3, March 2004, Pages 173–182.

Immagine tratta da IVECR



Fig 24: immagine tratta dall'AV IVECR

Autismo

L'autismo è un disturbo neurologico che colpisce i bambini inibendo il loro processo formativo. La realtà virtuale non può curare l'autismo, ma può aiutare i bambini che ne sono affetti a uscire dal loro isolamento sociale, a confrontarsi con i loro pari e a sviluppare un processo di apprendimento adeguato alle loro necessità. In questo caso gli ambienti virtuali a uso terapeutico si intrecciano con quelli a uso didattico.

Un progetto europeo chiamato Cospatial⁶³, dedicato alla implementazione dei V.R per il sostegno di bambini autistici, si basa sulla creazione di giochi interattivi che promuovano la collaborazione, per esempio la composizione di puzzle in cui le tessere possono essere mosse e trascinate dall'unione delle dita di due partecipanti.

⁶³ Si veda: <http://cospatial.fbk.eu/> The project aims at developing collaborative technologies designed to promote the learning of social competence by children who are typically developing and those with Autistic Spectrum Disorders (ASD). Social competence is a multidimensional concept that reflects a child's capacity to integrate behavioural, cognitive and affective skills in order to adapt flexibly to diverse social contexts and demands. The main goal of the project is to experiment with novel collaborative technologies to support the acquisition of social competence in young people. In particular, the COSPATIAL project investigates two categories of technologies for collaborative interaction that have already demonstrated their potentials as effective means for the training of social skills: (i) Collaborative Virtual Environments (VE) and (ii) Shared Active Surfaces (AS).

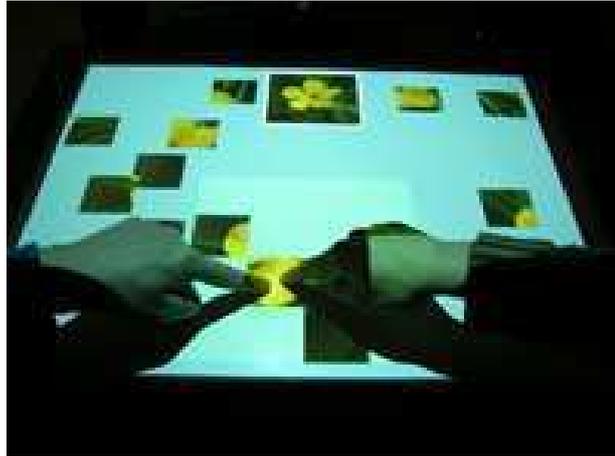


Fig 25: progetto Cospatial un puzzle virtuale

Alzheimer

L'Alzheimer è una malattia senile che porta alla degenerazione delle cellule cerebrali con gravi conseguenze per il malato e per i caregivers.

Nel 2010 è stato costruito presso l'istituto geriatrico Pio Albergo Trivulzio un ambiente virtuale virtuale per il soggiorno e il trattamento dei pazienti malati di Alzheimer.⁶⁴ I pazienti sono fatti entrare in una stanza che simula un viaggio in treno, l'ambiente è arredato con sedili e finestrini virtuali. I pazienti viaggiatori devono occuparsi di una specie di bambolotto, nel frattempo nel finestrino virtuale sono proiettati paesaggi che rappresentano lo scorrere delle stagioni.

Per rendere tutto più realistico sono aggiunti anche i suoni tipici di ogni stagione (il vento, il canto degli uccelli, lo scricchiolio delle foglie secche).

⁶⁴ Si veda <http://www.iltrivulzio.it/upload/documenti/2/21/216/2163.pdf>



Fig 26: Il treno virtuale del Pio Albergo Trivulzio

Disturbi Neuromotori

Un progetto per la riabilitazione dalle disfunzioni neuromotorie è stato implementato dal sistema NIRVANA BTS⁶⁵. La potenzialità di questo sistema è che permette di immergere i pazienti in ambienti virtuali senza l'uso di strumenti invasivi (caschetti, visori). Il sistema è dedicato a pazienti con deficit motori e cognitivi alle gambe e alle braccia oppure affetti da malattie neurologiche come il morbo di Parkinson e la Sclerosi Multipla.

Il sistema fornisce una serie di esercizi che possono essere monitorati dal terapeuta e dal paziente. Se l'utente li svolge correttamente ottiene dei punti che lo dovrebbero far sentire motivato nel suo impegno. Gli esercizi si dividono in varie tipologie:

- Nella modalità **Sprite** il paziente deve toccare e manipolare oggetti;
- Nella modalità **Follow me** il paziente deve seguire elementi proiettati su una superficie;
- Nella modalità **Motion** il paziente deve o mantenere posizioni fisse o fare movimenti con il corpo, come spostare oggetti sullo schermo;
- Nella modalità **Hount** il paziente deve colpire o toccare oggetti proiettati, questa modalità coinvolge solo gli arti superiori;
- Nella modalità **Games** il terapeuta decide una modalità mista di esercizi;

⁶⁵ Si veda: <http://www.youtube.com/watch?v=CngZJCxSH04>

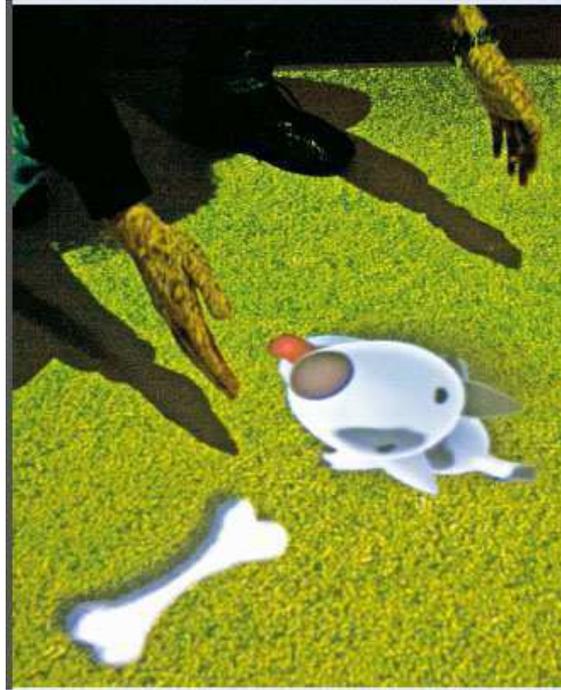


Fig. 27: Immagini di proiezioni create da NIRVANA BTS

Il future delle Nuove Tecnologie e della Realtà Virtuale applicate alla Medicina è ricco di prospettive che, senza dubbio, hanno ancora molto da offrire nella ricerca e nella metodologia clinica.

CAPITOLO II

L'istituzione Museo e il suo rapporto col pubblico: dalle collezioni private al public engagement e l'interazione per musei scientifici.

Cenni storici sulla nascita dei musei

Nel corso dei secoli l'uomo ha istintivamente salvaguardato e tesaurizzato ciò che ha ritenuto significativo, pregevole o raro secondo i parametri del tempo; nella Storia delle Arte come in tutte le discipline categorizzate dal pensiero, tali parametri hanno subito di epoca in epoca mutamenti profondi determinando così assetti teorici e pratici fortemente mutevoli.

L'istituzione Museo che oggi tutti conosciamo è frutto di una riflessione tutto sommato recente; è nel Secolo dei Lumi infatti che comincia a prendere corpo l'idea di un luogo volto alla sistemazione e alla raccolta organizzata di oggetti d'arte e di interesse scientifico, in parallelo all'idea di una maggiore accessibilità e fruibilità delle stesse raccolte.

Nel 1727, quando Friedrich Neickel conia il termine *Museographia* nella sua opera "*Museografia. Guida per una giusta idea ed un utile allestimento dei musei*", che è anche un resoconto di viaggio in varie città d'Europa, siamo agli albori della vocazione pubblica ed educativa del Museo; manca ancora una progettualità chiara e si insiste più che altro nell'inventariare le collezioni esistenti raggruppandole a seconda delle loro caratteristiche.

Le raccolte, distinte per lo più tra *Naturalia* e *Artificialia*, provenivano da ambienti ecclesiastici, privati di principi e sovrani: da una ristretta classe di persone che poteva per mezzi economici e culturali vantare il possesso di opere d'arte e rarità che in quegli anni si cominciava ad aprire ad una cerchia più ampia.

Alle origini di un simile processo c'erano già gli *studioli* del '400 e del '500, ambienti intimi dove studio e meditazione erano accompagnati dall'attività contemplativa. Questi spazi privatissimi, dove principi e studiosi conservavano

libri e manufatti artistici contenevano già *in nuce* uno degli aspetti fondanti del Museo: la sua sacralità.

Come osserva Lugli [Lugli, 1992] l'Umanesimo creava una religione dell'immagine basata sul carico di significati di cui l'oggetto collezionato era investito; nasceva così uno spazio laico, un "luogo altro" rispetto al quotidiano dove appartarsi e ricercare un'esperienza unica.

Questa aura si sarebbe mantenuta nel corso dei secoli: tutt'ora si chiede al museo un appagamento intellettuale e sensoriale extra-ordinario; basti pensare al pellegrinaggio ininterrotto di persone verso la Cappella Sistina, la Gioconda, o Guernica, per citare solo alcuni esempi, per comprendere quanto questa aspirazione sia sempre attuale.

Dal Rinascimento in poi il collezionismo si caratterizza come un'attività coerente e razionale dell'individuo; ancora oggi nell'allestimento di un museo non si può prescindere dalla conoscenza dei meccanismi e della storia di queste raccolte i cui criteri hanno profondamente contribuito alla nascita dei primi musei.

L'intento di sottrarre gli oggetti all'azione erosiva del tempo, il tentativo di ordinare il mondo secondo i propri criteri sono un'eredità che il Museo ha ricevuto proprio dalle grandi raccolte, così come lo snodo cruciale del rapporto con il pubblico: è su queste basi che nasce il moderno concetto di museo e la museologia come disciplina che tenta di organizzare e codificare un organismo in perenne mutamento.

Non si possono, infatti, separare le collezioni private dal concetto di museo successivo ad esse: la storia del collezionismo è alle origini della istituzione museale in quanto ne cela *la progettualità*: il desiderio di raccogliere e tramandare una certa tipologia di oggetti è una chiave di lettura della collezione stessa e un aspetto fondamentale nella museologia.

Nella sua analisi sul fenomeno museale La Mottola Molino [Il libro dei Musei, 1991] individua alcune delle tappe cruciali che hanno segnato la nascita di questa istituzione nel XVIII sec. e ribadisce il ruolo chiave giocato dal collezionismo: il Settecento fu l'epoca del Grand Tour, quel viaggio intrapreso da giovani abbienti

- inglesi e tedeschi, soprattutto - che attraversavano l'Europa allo scopo di visitarne e conoscerne i capolavori.

L'Italia, Roma maggiormente, costituivano una tappa obbligatoria per chi intraprendeva questo percorso di istruzione e l'acquisto di opere d'arte era considerato un segno di raffinatezza e cultura non solo, ormai, dalle classi nobiliari e dagli studiosi.

La mania del collezionismo fu alimentata anche dal diffondersi di una letteratura dedicata all'argomento, come ad esempio *The Art of Criticism* del 1719 e *A Discourse on the Dignity, Certainty, Pleasure and Advantage of the Science of a Connoisseur* del 1715, entrambi scritti da Jonathan Richardson; l'Inghilterra benestante del Settecento fu la patria di un collezionismo aristocratico e ricercato che coltivava il senso del gusto e dell'eleganza come elemento sociale e non solo individuale.

Queste peculiarità avrebbero connotato il grande collezionismo d'arte europeo ed americano del XIX e del XX secolo incidendo sui nuovi modelli museali perché avrebbero determinato il sorgere di figure come i conoscitori d'arte, i restauratori e i mercanti professionisti.

Alcuni importanti musei nacquero anche dal timore che il mercato antiquario messo in movimento dai collezionisti e dagli studiosi disperdesse un gran numero di opere: è questo il caso di Roma ove i Papi, in concorrenza con le ricche collezioni dei Borboni a Napoli e dei Medici-Lorena a Firenze, dovettero intensificare gli acquisti e gli scavi limitando al tempo stesso le esportazioni di beni artistici e archeologici.

Fu fondato così attorno agli anni 70 del '700 il Museo Pio Clementino e il Museo di Villa Albani nel 1746, e furono tra i primi casi in cui si posero problemi di allestimento e organizzazione delle opere, della progettazione architettonica in funzione di un ruolo pubblico del Museo.

Nel 1758 veniva allestito a Catania il Museo Biscardi le cui collezioni erano ordinate secondo criteri tipologici; nel 1753 il British Museum veniva istituito a Londra dal parlamento inglese con dei fondi pubblici; nel 1769 si apriva al pubblico la Galleria degli Uffizi: la grande collezione medicea d'ora in poi sarebbe

stata gestita dallo Stato e non più considerata come un bene personale del principe.

Il Settecento vide dunque i prodromi del Museo moderno per tentativi di ordinamento razionale e per una graduale apertura verso il pubblico; mancava ancora, nonostante questo, quell'idea di pubblica utilità che avrebbe definitivamente scardinato la concezione del museo come luogo tutto sommato elitario rivolto ai collezionisti, agli studiosi e legato alle Accademie.

Il punto di svolta fu la Rivoluzione Francese: nel 1793 vennero statalizzate le raccolte d'arte reali e si apriva al pubblico il Louvre, il museo del re di Francia; si affermava in questo modo il museo come una istituzione di pubblico interesse che rientrava appieno nel sistema educativo dello Stato.

Apparvero per la prima volta nella storia del museo i cartellini, dei percorsi guidati, un catalogo tascabile rivolto a tutti e fu permesso l'ingresso libero due volte a settimana; si concretizzava in definitiva il ruolo di istituzione finalizzata all'educazione dei cittadini, categoria ora intesa nella sua accezione più ampia.

Lo Stato si faceva carico della educazione della popolazione e fu questa una pietra miliare nella nascita del museo moderno.

Da questo momento in poi il pubblico sarebbe stato inteso in senso completamente nuovo e si apriva così la strada anche al fenomeno dell'osservazione del pubblico stesso, del museo che vuole interagire con i suoi visitatori e porsi come organismo vivo, dialogante con il contesto che ha intorno. Queste istanze avrebbero trovato una piena esplicazione dal secondo dopoguerra in poi, quando il museo sarebbe stato soggetto e al tempo stesso protagonista di una rapida successione di cambiamenti che avrebbero portato alla nascita della Museologia, intesa come un generale rinnovamento delle problematiche relative all'istituzione museale proprio in risposta ad un nuovo rapporto col pubblico e con la società.

Un passaggio storico altrettanto importante e drastico per i musei fu quello provocato da Napoleone: le sue campagne di spoliazione dai paesi man mano conquistati (Italia, Egitto solo per citarne alcuni) le soppressioni degli ordini religiosi e la conseguente dispersione di innumerevoli opere provocarono un

vero e proprio naufragio di oggetti e, come sottolinea Lugli [Lugli, 1992] questo non poté non incidere nel museo ottocentesco: già le collezioni dei secoli precedenti erano frutto di uno sradicamento ma, ora più di prima, il museo diventava un approdo per tutti quei beni dispersi dalle guerre.

“A Parigi dunque nasceva, a cavallo dei due secoli, un nuovo tipo di museo, la cui influenza sarebbe stata decisiva per tutto il XIX secolo: un museo deposito di tutte le opere d’arte strappate ai loro contesti originari; per guerra di conquista o per soppressioni e demolizioni” [Mottola Molfino, 1991].

In Italia, con le “leggi eversive dell’asse ecclesiastico”⁶⁶ lo Stato unitario del 1866 decretava la soppressione delle congregazioni religiose e la conseguente devoluzione ai musei e alle biblioteche dei beni artistici di loro proprietà; nascevano così i musei civici che divennero una tappa fondamentale nel processo di coscienza civile e nella formazione di una identità culturale.

Essi, accumulando tutto quello che era ritenuto di interesse storico ed artistico in relazione alla città, ne documentavano la storia e l’evoluzione.

Questa accumulazione ordinata in base a delle esigenze ben specifiche sollevava altrettanti problemi a cui ovviare.

Adesso gli oggetti raccolti all’interno dei musei erano eterogenei tra loro e necessitavano un accostamento secondo nuovi criteri; bisognava strutturare dei percorsi *ex novo* e questo compito sarebbe toccato agli studiosi e agli specialisti: si consolidò così una sorta di circuito chiuso creatosi già nel Settecento tra collezionisti, esperti e mercanti, determinando un nuovo isolamento rispetto ad un pubblico più generico.

⁶⁶ Si veda: Jemolo, A.C., Enciclopedia Treccani on line <http://www.treccani.it/enciclopedia/asse-ecclesiastico/>

Il termine si trova adoperato nella legge 28 giugno 1866, n. 2987, che all'art. 2 dà facoltà al governo di pubblicare ed eseguire come legge le disposizioni già votate dalla camera elettiva sulle corporazioni religiose e sull'asse ecclesiastico, e questo di *Legge sulla soppressione delle corporazioni religiose e sull'asse ecclesiastico* è il titolo dato al susseguente decreto legislativo 7 luglio 1866, n. 3036. *Legge per la liquidazione dell'asse ecclesiastico* s'intitola quella 15 agosto 1867, n. 3848, che costituisce col detto decreto legislativo il caposaldo della legislazione italiana in materia di soppressione di enti ecclesiastici e di norme sul patrimonio ecclesiastico. *Giunta liquidatrice dell'asse ecclesiastico di Roma* era il nome dell'organo governativo istituito con l'art. 9 della legge 19 giugno 1873, n. 1402. Il termine è del pari costantemente adoperato nei progetti che precedettero le due grandi leggi eversive (Pisanelli, 18 gennaio 1864; Vacca-Sella, 12 novembre 1864; Corsi, relazione sul progetto precedente, 7 febbraio 1865; Cortese-Sella, 13 dicembre 1865; Borgatti-Scialoia, 17 gennaio 1867).

Questo aspetto non avrebbe mancato di produrre delle conseguenze nel secolo successivo.

Nell'Ottocento, epoca dell'industrializzazione, non a caso nacquero i primi musei dedicati alle arti industriali e decorative: questa "moda" vide sorgere in Italia il Regio Museo Industriale⁶⁷ a Torino nel 1862, mentre a Roma sorgeva nel 1873 il Regio Museo Artistico Industriale⁶⁸.

Come si accennava in precedenza, è dal secondo dopoguerra che l'istituzione museo ha subito una vera e propria accelerazione in termini di riflessione sul proprio ruolo e di rapporti col pubblico: nel 1948 nasceva L'ICOM⁶⁹ (International Council of Museums) affiliato all'UNESCO⁷⁰ (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) con lo scopo di coordinare e studiare delle direttive organiche per una rete internazionale di musei. In questo contesto nasceva anche la moderna museologia che, cercando di definirsi e distinguersi rispetto alla museografia precedente, alimentava un dibattito duraturo su cui si sarebbero discussi il ruolo e le nuove responsabilità dell'istituzione museale moderna. Furono le riviste pubblicate dall'ICOM ad utilizzare per la prima volta il termine "Museology" e nel 1955 a Perugia si tenne il I Convegno di Museologia [Ghiara, Gianoli, 2011] dando così forma articolata ad un dibattito che aveva investito il Museo già dai primi del '900 quando era stato accusato dalle Avanguardie Storiche di essere un luogo "fuori dal tempo", chiuso in se stesso e avulso dalla realtà circostante, privo di qualunque interazione con il mondo contemporaneo; una istituzione ormai retriva ed obsoleta. [Gavazzoli, 2003]

La museologia si scontrava con problemi di destinazione e funzionamento sollevati dall'apertura ad un pubblico finalmente indistinto, la cosiddetta *società di massa*, mentre la museografia settecentesca era nata tentando di ordinare e dare criteri ad una cultura gestita e rivolta a poche persone.

⁶⁷ Si veda: <http://www.museotorino.it/view/s/> per una documentazione bibliografica e fotografica più approfondita.

⁶⁸ Si veda: *Il Museo artistico Industriale di Roma. Storia e attualità di una esperienza*, 1999, a cura di Associazione culturale Lignarius e MUSIS -Museo della Scienza e della informazione scientifica di Roma, disponibile in formato .pdf alla pagina http://www.lignarius.net/04pubblicazioni/1999_mai.pdf

⁶⁹ Si veda: <http://icom.museum/>

⁷⁰ Si veda: <http://www.unesco.org/new/en/>

I progressi tecnici e teorici nel campo del restauro, i profondi mutamenti in atto nella società del secondo dopoguerra, le innovazioni tecnologiche e dell'informazione non potevano non avere ripercussioni in ambito museale: nuovi assetti economici ed amministrativi, la nascita di professionalità sempre più definite ridisegnavano la fisionomia del museo mutandone la "missione" e gli scopi.

Si creava un nesso tra Museo e identità collettiva; l'istituzione veniva chiamata a qualificare il territorio in termini di educazione e sviluppo, ma anche costituiva un richiamo per un pubblico più ampio: su questi aspetti fondamentali si giocano tutt'ora le sfide del museo contemporaneo.

Verso i nuovi media ed un moderno approccio con il pubblico: interazione e partecipazione

Nel 1967 la Museologia veniva introdotta in Italia come materia di studi ad opera di Carlo Ragghianti, storico e critico dell'arte il cui pensiero avrebbe inciso profondamente nel panorama nazionale ed internazionale.

Nella sua opera "Arte, fare, vedere" del 1974 vengono esposti dei principi fondamentali nella definizione delle competenze e del ruolo del museo: esso non deve mai isolarsi e chiudersi in una torre d'avorio dando per scontato che il visitatore possa cogliere appieno la molteplice offerta delle opere esposte.

Così facendo si correrebbe il rischio di una struttura inamovibile e predeterminata quando, al contrario, il museo deve potersi flettere in modo elastico, articolabile nelle quattro dimensioni dove ogni singolo oggetto abbia la possibilità di *esprimersi* in modo fedele e coerente alla sua storia.

Il museo, secondo l'acuta visione di Ragghianti, esplica il suo ruolo nel porsi come uno strumento privilegiato della comunicazione, agevolando l'esperienza artistica e servendosi, ove necessario, di tecnologie e sistemi di ampio impiego che consentano la modularità e la mobilità indispensabili ai suoi scopi. Le raccolte sono destinate al pubblico, e in ragione di questo devono essere aperte alla comprensione sociale e individuale: un museo che si limiti a contenere

passivamente le proprie opere non realizzerebbe le condizioni necessarie ad un processo di apprendimento e divulgazione del sapere.

Una buona Museologia non si dovrebbe quindi occupare solamente di problemi tecnici o funzionali ma porsi come strumento attivo di ricerca ed educazione, una sorta di “critica in azione” che offra a chi lo richiede una conoscenza diretta delle opere mediante una “tecnologia della presentazione” che preservi il dialogo e lo scambio.

Ribaldi [Ribaldi, 2005] analizzando le nuove istanze museologiche che a cavallo degli anni 60-70 stavano maturando, individua nel celebre Centro Pompidou⁷¹ - progettato da R. Piano e R. Rogers, aperto a Parigi nel 1977- un prototipo di ciò che nel museo si sarebbe cercato da quel momento in poi: da un lato l’aspetto più tradizionale rappresentato dalle collezioni permanenti e in più una serie di attività eterogenee proprie della società del consumo culturale.

Il museo come una potente macchina di comunicazione dove ora era possibile incontrarsi, fare shopping, studiare, mangiare oltre alla visita comunemente intesa.

Se per un verso si rendeva accessibile al grande pubblico la cultura, d’altra parte si dava inizio ad un processo di de-sacralizzazione dell’istituzione museale che ne avrebbe esteso i confini alla moderna industria del divertimento di massa: un pericolo questo che ha creato e crea tutt’ora non poca diffidenza nei confronti di quelle innovazioni tecnologiche che la contemporanea ICT (Information Communication Technology) ha portato sin dentro il “tempio laico” per eccellenza.

In questa analisi emerge un aspetto inconfutabile che è ormai proprio della istituzione museo: se esso intende porsi come un agente attivo della città e del territorio in cui sorge deve preoccuparsi anche della comunicazione degli oggetti che espone.

Dal momento in cui il fulcro è il pubblico, il museo diviene un luogo *democratico*, ovvero *per* un ampio pubblico e *del* pubblico.

Gia Walter Benjamin [Benjamin, 2000] coglieva gli aspetti salienti che avrebbero modificato la concezione dell’ Arte al suo impattarsi con la società di massa e con

⁷¹ Si veda: <http://www.centrepompidou.fr/>

le moderne tecnologie -per Benjamin queste erano la fotografia e il cinema, allora agli esordi:

“[...] oggi attraverso il peso assoluto assunto dal suo valore di esponibilità, l’opera d’arte diventa una formazione con funzioni completamente nuove, delle quali quella di cui siamo consapevoli, cioè quella artistica, si profila come quella che in futuro potrà venir riconosciuta marginale.” [Benjamin, 2000, cit. pag.25]

E ancora: “l’adeguazione della realtà alle masse e delle masse alla realtà è un processo di portata illimitata sia per il pensiero sia per l’intuizione.” [Benjamin, 2000, cit. pag. 25]

Benjamin sintetizzava magistralmente ciò che accade ogni qualvolta che si modificano profondamente le modalità e gli strumenti della comunicazione e il mondo dell’arte deve metabolizzare questi mutamenti; i confini dell’arte si ridefiniscono di continuo e la rivoluzione tecnologica dell’epoca telematica ha significato e significa delle forti accelerazioni anche nei linguaggi estetici, nel mondo dell’arte e, di conseguenza, dentro ai musei.

Senza cedere nulla del suo tradizionale ruolo educativo e di conservazione, della sua immagine di luogo deputato per eccellenza alla cultura, al museo viene ora richiesto di appropriarsi ed accogliere le nuove forme di comunicazione.

È anche su questo fronte che il museo contemporaneo si gioca l’opportunità di continuare ad essere un modello culturale adeguato ai tempi, come già evidenziato da Galluzzi tempo fa [Galluzzi, 1999]: la sfida è proprio quella di rilanciare la sua funzione come centro essenziale tramite l’aggiornamento e l’impiego di nuovi strumenti.

Alle tradizionali funzioni di recupero e tutela bisogna ora affiancare una nuova trasmissione culturale, aprendosi ad un rapporto inedito con il pubblico ed il territorio circostante; l’apporto delle nuove tecnologie implica non solo la modifica di prassi consolidate ma un ripensamento concettuale di ampio respiro. Infatti, le nuove tecnologie dell’informazione (tecnologie di connessione, realtà virtuale, realtà aumentata, sistemi multimediali di grafica interattiva 3D) espandono enormemente la comprensione e l’apprezzamento di massa perché rendono possibile stabilire dei nessi altrimenti difficili da esporre in maniera tradizionale.

Come già approfondito [Carrozzino e Bergamasco, 2010] il ruolo contemporaneo dei musei è profondamente cambiato:

“Contemporary museums are much more than places devoted to the placement and the exhibition of collections and artworks; indeed, they are nowadays considered as a privileged means for communication and play a central role in making culture accessible to the mass audience. One of the keys to approach the general public is the use of new technologies and novel interaction paradigms. These means, which bring with them an undeniable appeal, allow curators to modulate the cultural proposal by structuring different courses for different user profiles⁷²”.

Il museo dunque si è attrezzato (e continua a farlo) in funzione di nuovi strumenti e utenze con un’offerta diversificata, che significa rispondere ad un’utenza varia ma, soprattutto, molto più ampia. Il museo accresce la propria visibilità, attira un maggiore numero di persone e deve quindi offrire una adeguata strategia di comunicazione senza perdere di vista il suo ruolo principale che è quello didattico ed educativo.

Utenti reali, potenziali utenti ed utenti remoti sono nuove categorie di pubblico e il museo deve saper utilizzare le nuove tecnologie cercando di comunicare e divulgare al meglio il suo patrimonio; raggiungere ogni possibile utente, attraverso una stratificazione delle informazioni, sarà una delle preoccupazioni della museologia attuale.

In questa ottica, le tecnologie di interazione e la RV stanno rapidamente guadagnando consenso anche nel campo dell’Arte e dei Beni Culturali per una serie di diverse applicazioni. Nel campo della conservazione e del restauro, consentono di ricostruire opere d’arte o ambienti storico-artistici che il tempo ha danneggiato o distrutto, al fine di preservarli e/o salvaguardarli [Levoy, 1999] o di fornire assistenza per azioni di restauro [Gruen, Remondino, Zhang, 2002].

Essendo inoltre una tecnologia estremamente modulabile, sono sempre più usati come strumento educativo, [Di Blas, Poggi, 2006] didattico e divulgativo

⁷² Carrozzino M., Bergamasco M., *Beyond virtual museums: Experiencing immersive virtual reality in real museums*, Journal of Cultural Heritage Volume 11, Issue 4, 2010, Pages 452–458. P 452.

[Magenat-Thalman, Papagiannakis 2005] sempre in relazione allo studio del patrimonio culturale.

Quindi, le nuove tecnologie di interazione si configurano come una risorsa importante per la divulgazione e la fruizione dei contenuti museali; uno studio abbastanza recente è stato sviluppato da Nina Simon nel suo *The Participatory Museum* [Simon, 2010] che analizza in modo esaustivo il ruolo diverso dei musei che, attraverso attività e tecnologia, sono ormai un luogo deputato appunto alla partecipazione, il coinvolgimento e l'interazione con e tra i visitatori.

“But as time has gone on, more and more content providers have opened up their material and have invited people to create, share, and connect around it. Particularly for cultural institutions with a mandate to use their collections for public good, digitization and accessibility of content has become a top priority”⁷³.

Attraverso i multimedia ed anche il web, cresce dunque in modo esponenziale la possibilità di arrivare ad un pubblico sempre più ampio con attività ed installazioni che portano all'interno delle istituzioni il contributo dei visitatori, concetto chiave per sviluppare un dialogo soddisfacente. Certo bisogna considerare che, nell'insieme del pubblico, non tutti saranno disponibili o interessati ad attività e dispositivi di interazione; questo non implica che, però, possa aumentare il numero di persone desiderose di completare la loro visita al museo in modo attivo.

Come si può strutturare, dunque una interazione soddisfacente, che attragga i visitatori ad usare *tool* intuitivi, chiari nel funzionamento e negli scopi, che non li faccia sentire “incapaci” di comprendere i task richiesti?

Un'analisi importante è quella maturata sulla esperienza di alcune applicazioni sviluppate per l'Exploratorium⁷⁴ di San Francisco che ha portato alla individuazione di cinque principali problematiche da tenere in considerazione nello sviluppo di installazioni interattive.

Secondo gli autori [Allen&Guitwill, 2004] infatti, alcuni aspetti nel design dei *Multiple Interactives* per i musei possono creare difficoltà ai visitatori, senso di

⁷³Simon Nina, *The Participatory Museum*, 2010, pp 3, si veda: <http://www.participatorymuseum.org/>

⁷⁴ Si veda: <http://www.exploratorium.edu/>

smarrimento e metterli a disagio, anziché guidarli nella scoperta delle collezioni e farli divertire. Per essere più precisi:

“While there is much theoretical and empirical support for the idea that interactive features promote science learning, we believe that serious design problems can arise if an uncritical “more is better” approach is taken to interactivity [...]

1) multiple options with equal salience

2) features allowing multiple users to interfere with one another,

3) options that encourage users to disrupt the phenomenon being displayed

4) features that make the critical phenomenon difficult to find

5) secondary features that obscure the primary feature

[...] Many science centers and other museums are committed to designing interactive exhibits as an effective, fun, and compelling educational medium. However, sometimes there is too much of a good thing when it comes to interactive features, particularly when the features do not work together harmoniously. [...] Many development budgets include funding for summative evaluation, conducted at the end of the process to determine the degree to which a project met its goals. However, we believe it is vital to devote a considerable portion of the evaluation effort for formative and remedial evaluation. Such studies, even with sample sizes as small as 10 or 20 visitors, can expose hidden problems with interactivity and suggest possible solutions⁷⁵.”

La cosa più importante, dunque, per un museo che voglia (debba) dotarsi di dispositivi di interazione, è il feedback da parte del pubblico. Il rischio di esagerare con l’offerta didattica o renderla ridondante nell’intento di spiegare e coinvolgere maggiormente, si può arginare attraverso un monitoraggio dei visitatori così da valutare in modo concreto l’utilità, e la necessità, di integrare il percorso di visita con installazioni idonee ed efficaci.

Se queste considerazioni valgono in generale per tutti i musei, di vario genere e grandezza, un discorso più approfondito meritano i musei scientifici che, per loro

⁷⁵ Allen, S. and Gutwill, J. (2004), Designing With Multiple Interactives: Five Common Pitfalls. Curator: The Museum Journal, 47: 199–212. P 211.

stessa natura e la peculiarità delle tematiche trattate, dalla medicina alla chimica, alla tecnologia alle scienze applicate si prestano naturalmente alla interazione con il pubblico e ai tool multimediali.

I musei scientifici: la divulgazione della scienza al grande pubblico

La capacità culturale e di impatto sociale dei musei scientifici, o Science Centre, è aumentata esponenzialmente negli ultimi anni, come osserva la Rodari [Rodari, 2008] in una delle sue numerose riflessioni sulla cultura scientifica e la sua divulgazione al cosiddetto pubblico generico.

Per dirlo con le parole che ha utilizzato nella sua review sulla situazione italiana:

"[...] Consideriamo l'ultima presa di posizione della comunità internazionale dei musei scientifici. Quattrocento tra science centre e grandi musei di tutti i continenti, riuniti a Toronto nel quinto congresso mondiale (15-20 giugno 2008), hanno firmato una dichiarazione di responsabilità sociale il cui cuore è l'impegno educativo: promuovere l'apprezzamento della ricerca, diffondere la cultura scientifica, stimolare la capacità di produrre innovazione attraverso pratiche di problem solving e di pensiero creativo, educare i bambini a essere "agenti di cambiamento" in vista degli obiettivi Unesco per uno sviluppo sostenibile, e infine coinvolgere i cittadini nella discussione e nella governance della scienza e della tecnologia⁷⁶."

Dunque, questo tipo di istituzioni si è sempre più configurato con un ruolo formativo e pedagogico non solo per le fasce di età più giovani, ma anche per gli adulti non specializzati che, in un contesto come quello del life-long learning⁷⁷, trovano stimoli e motivazioni ad un apprendimento dove i target di età sono più assimilabili e l'aspetto ludico della partecipazione e della didattica si presta come terreno di incontro per età anche differenti.

⁷⁶ Rodari, P., *Educazione e musei della scienza. Riflessioni italiane e sull'Italia*, Journal of Science Communication 7(3), September 2008, <http://jcom.sissa.it>

⁷⁷ Un esempio sono i progetti finanziati in questo settore dalla UE. Si veda: http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-programme/doc78_en.htm

Storicamente, i musei scientifici nascono nell'Ottocento, secolo di enorme impulso tecnologico che ha via via coinvolto, e specializzato anche per necessità professionali, un numero sempre maggiore di persone. È questo il periodo delle celebri Esposizioni Universali: a Londra, nel 1851, 6 039 195 visitatori affollano la *Great exhibition of works of Industry of all Nations*⁷⁸. Da questi presupposti si concepiscono istituzioni che illustrino, raccolgano e spieghino la potenza industriale della propria Nazione unendola a scopi didattici: ecco come si arriva alla nascita di mostri sacri quali lo Science Museum⁷⁹ di Londra, che nel 1931 sviluppa già un'area dedicata specificatamente ai bambini.

Ma, il Museo scientifico per antonomasia, che costituisce un pilastro nel panorama della ricerca, della divulgazione e del celebre approccio *hands-on*, è l'Exploratorium di San Francisco, fondato da Frank Oppenheimer, che nelle pagine del suo sito web si presenta così:

*"The Exploratorium is a twenty-first-century learning laboratory, an eye-opening, always-changing, playful place to explore and tinker. For more than forty years, we've built creative, thought-provoking exhibits, tools, programs, and experiences that ignite curiosity, encourage exploration, and lead to profound learning. Dive in and discover what we're all about"*⁸⁰.

La sua straordinaria storia è stata segnata dallo spirito di indagine di F. Oppenheimer, che è ben delineato nella presentazione online di questo science centre.

"In 1965, while in Europe on a Guggenheim fellowship, Frank explored and studied European museums and became convinced of the need for science museums in the United States that could supplement the science taught in schools. When he returned home, Frank was invited to plan a new branch of the Smithsonian, but he declined, preferring instead to work on what he called his "San Francisco project" - a museum of his own. [...] The qualities that made Frank so special are the same qualities that make the Exploratorium special: an

⁷⁸ Merzagora M, Rodari P, *La scienza in mostra*, Mondadori, Milano 2007, p 40.

⁷⁹ Si veda: <http://www.sciencemuseum.org.uk/>

⁸⁰ Si veda: <http://www.exploratorium.edu/> (cit.)

insistence on excellence, a knack for finding new ways of looking at things, a lack of pretentiousness, and a respect for invention and play.”

L’approccio alla scienza secondo il principio per cui è necessario sapere guardare ai fenomeni determinerà molto per i futuri musei scientifici e tecnologici; la percezione in questo senso è un fenomeno importante considerato che attraverso i nostri sensi possiamo scoprire e interpretare il mondo direttamente, o fruire di dispositivi e strumenti idonei che possano guidare e coinvolgere maggiormente nell’esperienza didattica. Ed infatti, anche la connessione tra discipline differenti e vari ambiti di ricerca ha costituito un altro approccio fondato: la relazione con gli artisti e la volontà di rendere tutto leggibile e avvicinabile per il pubblico, ovvero rendere i concetti –anche i più complessi- in modo chiaro e allontanarsi definitivamente da una idea di museo come luogo elitario e per esperti di settore.

Gli science centre si sono quindi progressivamente identificati come luoghi dove informazione, educazione ed intrattenimento sono strettamente intrecciati; per citare quelli più celebri e all’avanguardia nella realtà contemporanea, non si possono dimenticare -oltre a quelli già citati- il National History Museum⁸¹ di Londra, la Cité des Sciences et de l’Industrie⁸² di Parigi, l’Ontario Science Centre di Toronto⁸³.

Ma, oltre alle istituzioni principali e più celebri, la cultura scientifica che si diffonde attraverso i musei ha saputo organizzarsi, in Europa per esempio, attraverso associazioni come l’Ecsite⁸⁴ ossia l’European Network of Science Centre and Museums: i suoi membri includono non solo musei e science centre ma anche festival della scienza, acquari, zoo e tutte gli enti che promuovono la ricerca ed il public engagement attraverso programmi ed exhibits interattivi e accessibili. Vengono avallati progetti europei e partnership tra i membri del network, così da promuovere la cultura scientifica e la sua diffusione attraverso iniziative condivise ad ampio raggio.

⁸¹ Si veda: <http://www.nhm.ac.uk/>

⁸² Si veda: <http://www.cite-sciences.fr/fr/cite-des-sciences/>

⁸³ Si veda: <http://www.ontariosciencecentre.ca/>

⁸⁴ Si veda: <http://www.ecsite.eu/>

In questo panorama, un ruolo fondamentale non può non averlo la comunicazione: pianificare e sviluppare metodologie didattiche richiede infatti competenze e ruoli specifici anche per questo aspetto. Una attenta valutazione in tal senso è stata fatta di recente da Ghiara e Ginoli [Ghiara&Ginoli, 2011] e mette in rilievo come, senza adeguate figure professionali, per i musei scientifici diventi realmente problematico divulgare e presentare il proprio patrimonio, e le proprie attività.

Considerato che i musei sono attori fondamentali nella società moderna, anche perché capaci di generare conoscenza, bisogna che i suoi scopi educativi vengano affidati a mediatori culturali che sappiano rapportarsi con la varietà dei visitatori e abbiano strumenti appropriati per guidarli all'approccio con le collezioni.

Soprattutto per i musei piccoli e con meno risorse, questo aspetto può diventare problematico e la questione è stata sollevata già in diverse sedi, tra le quali l'Ecsite già citato:

“Da una ricognizione effettuata dalla CRUI nel 2002 (Marchesini & Peruzzi, 2003) è emerso che nei musei scientifici universitari non esiste la figura istituzionalizzata esperta in comunicazione museale. Ciò vale, generalmente, anche per i musei civici e per gli science center ad eccezione di situazioni particolari e privilegiate. Queste istituzioni, pertanto, cercano di far fronte a tale mancanza ricorrendo al volontariato o ad associazioni onlus e/o no profit. Questo stato di cose ha dato luogo a una situazione di precarietà e improvvisazione, assolutamente deleteria per gli scopi educativi che il Museo si prefigge (Bailey, 2006) . Paola Rodari e Maria Xanthoudaki (2005) hanno illustrato il ruolo e le varie tipologie “dell’esercito di persone, in gran parte costituito da giovani studenti, che accoglie i visitatori nei musei, science centre, mostre, laboratori, festival, etc.”. Inoltre, Rodari e Merzagora (2009) sottolineano che a partire dal 2005 ECSITE, l’associazione europea dei musei scientifici, ha dedicato varie sessioni della conferenza annuale alla tematica della professione del mediatore museale⁸⁵”.

⁸⁵ Ghiara M R, Gianoli R, La necessità di "professionisti" per una incisiva comunicazione scientifica nei musei. *Museologia Scientifica Memorie* (8), pp. 8-14, luglio 2011. p 10.

Quindi, ruoli che sono in realtà determinanti per le istituzioni museali vengono in qualche modo improvvisati da persone che non hanno la professionalità adeguata: come sottolineano le autrici, questo va a discapito di una cultura scientifica intesa come progresso per il benessere della società e i musei soffrono la mancanza di una organizzazione nazionale più efficace e omogenea. Quando si parla di comunicazione scientifica, infatti, il rischio è di “limitarsi” alla questione tra gli scienziati e i giornalisti scientifici senza dare il giusto peso ai mediatori culturali che, invece, sono fondamentali nella promozione del sapere scientifico verso la società.

Già dai vari dibattiti promossi dall’ Associazione Nazionale Musei Scientifici⁸⁶ hanno evidenziato come il ruolo del Museo, oltre che di conservazione ed esibizione, sia quello di promuovere e diffondere la ricerca scientifica ed il ruolo concreto che essa occupa nella società.

In Italia, le realtà museali più affermate sono di certo il Museo della Scienza e della Tecnologia⁸⁷ “Leonardo da Vinci”, il Museo Tridentino⁸⁸ di Storia Naturale di Trento, il Museo Galileo Galilei⁸⁹ di Firenze e anche l’Immaginario Scientifico⁹⁰ di Trieste, che sono stati pionieri nel settore e sono ad oggi degli attori e attrattori nella rispettiva compagine cittadina. Tra le attività cardine proposte da questi musei ci sono quelle per la famiglie e laboratori didattici pensati esclusivamente per i più piccoli: un fattore cruciale per coinvolgere già le fasce di età più piccole e creare una mentalità di appartenenza ad una certa cultura e a certi valori.

Una dimostrazione di come i cittadini e l’intera comunità civile riconoscano il valore enorme di queste strutture, si è avuta con le triste vicende della Città della Scienza di Napoli⁹¹ e dell’incendio che l’ha quasi totalmente distrutta il 4 marzo 2013 : uno dei primi Science Centre italiani, nato negli anni '90 per volontà della fondazione IDIS negli spazi di una ex fabbrica (su di un’area di circa 12mila mq).

Il museo interattivo era dedicato alla spiegazione dei fenomeni naturali e alla storia delle scoperte scientifiche mentre altri spazi del complesso ospitavano

⁸⁶ Si veda: <http://www.anms.it>

⁸⁷ Si veda: <http://www.museoscienza.org/>

⁸⁸ Si veda: <http://www.mtsn.tn.it/>

⁸⁹ Si veda: <http://www.museogalileo.it/>

⁹⁰ Si veda: <http://www.immaginarioscientifico.it/>

⁹¹ Si veda: <http://www.cittadellascienza.it/>

strutture di ricerca e di lavoro, centri congressi e aree di intrattenimento, laboratori, strumentazioni scientifiche e un Planetario, il più grande del centro-sud. Impostata secondo criteri moderni, il visitatore era coinvolto in attività creative, esperimenti fisici e chimici, proiezioni multimediali.

La solidarietà, i contributi e la mobilitazione arrivate da ogni livello istituzionale e civile –non solo italiano- confermano quanto questi musei contribuiscono e creano in termini di formazione, cultura, partecipazione, emancipazione e progresso, in contrasto con la grettezza ed il buio mentale che vorrebbero contrastare l’istruzione e i suoi strumenti di libertà.

Per concludere questa breve disamina del panorama museale scientifico, non si possono non citare degli esempi nell’ambito della medicina, che pure offre casi estremamente interessanti: uno, per tornare a Londra, è la Wellcome Trust⁹², prestigioso museo e centro di ricerca attivo nella promozione di progetti, ricerche, exhibits e conferenze aperte al pubblico; un altro esempio, più piccolo ma estremamente attivo, è il Medical Museion⁹³, museo e centro di ricerca della università di Copenaghen. Anche questi poli museali si avvalgono di tecnologie di interazione, indagini sul pubblico e comunicazione via web.

Un esempio altro di divulgazione via web tematiche legate alla anatomia è il sito *“Morbid Anatomy- Surveying the interstices of art and medicine, death and culture”*⁹⁴ che tratta degli studi anatomici e della loro evoluzione nel corso dei secoli, con dovizia di particolari, testimonianze e visite alle collezioni e ai musei anche meno noti - come il Museo “F. Civinini” oggetto del presente studio - notizie su esibizioni e manufatti peculiari.

È interessante notare come questo blog, curato da una singola persona e non da una istituzione riesca a raggiungere un grande numero di persone - se nella sola pagina del social network Facebook conta più di 14mila fan⁹⁵- pur concentrandosi su settori molto ristretti e divulgando percorsi ed immagini con un impatto mediamente forte sul lettore “generico”.

⁹² Si veda: <http://www.wellcome.ac.uk/>

⁹³ Si veda: <http://www.museion.ku.dk/> Today it belongs to the Department of Public Health, which in turn is part of the Faculty of Health and Medical Sciences.

⁹⁴ Si veda: <http://morbidanatomy.blogspot.it/>

⁹⁵ Si veda: <https://www.facebook.com/morbidanatomy>



Fig 28: Screenshot dal sito Morbid Anatomy – post sul Museo “F. Civinini”⁹⁶

Come si è visto, il panorama museale scientifico è molto ricco e strutturato: le sue risorse sono pari alle sfide ancora aperte su molti fronti, dal public engagement alla definizione di figure specifiche. È in questo quadro che si inserisce la presente ricerca, nell’ottica di fornire degli strumenti al Museo di Anatomia Umana “F. Civinini” di Pisa che valgano come contributo all’incrocio delle differenti tematiche trattate.

Capitolo III

⁹⁶ Fonte: <https://www.facebook.com/morbidanatomy>

Il Museo di Anatomia Umana “F. Civinini” di Pisa: contesto, presupposti ed attività della istituzione museale

Breve storia dell’istituzione museale

L’università di Pisa, fondata nel 1343 con la bolla pontificia *In supremae dignitatis*, è stata tra le prime a possedere una scuola anatomica; informazioni più precise si hanno intorno al 1542 grazie all’arrivo a Pisa di Andrea Vesalio (1514-1564) che fu chiamato a tenere lezioni anatomiche all’Università. Proprio con Vesalio e il suo trattato *De humani Corporis Fabrica*, si inaugurò peraltro una moderna concezione dell’anatomia e una diversa concezione del corpo umano rispetto alla tradizione galenica. Uomo del suo tempo, *Uomo Nuovo*, affrontò la conoscenza morfologica del corpo umano attraverso l’esame diretto, ovvero la dissezione del corpo stesso, contribuendo ad una parte di quella scoperta del mondo concreto e reale che caratterizzò il Rinascimento. La dissezione dei cadaveri proprio in quel periodo cominciava ad essere ufficialmente permessa e regolamentata da normative che la inquadrarono a tutti gli effetti come uno strumento di indagine e studio.

Sebbene la sua permanenza a Pisa fu breve, dal 1545 in poi, dopo di lui, altri personaggi illustri si succedettero nell’insegnamento della anatomia presso la Scuola Pisana avviando così una fruttuosa attività di ricerca: troviamo Realdo Colombo (1545-1548), Gabriele Falloppio (1523-1562), Lorenzo Bellini (1643-1703) e, finalmente, Paolo Mascagni (1801), Filippo Civinini (1835-1842) e Filippo Pacini (1844-1846). [Scucces, 2010]

L’insegnamento dell’anatomia a Pisa fu anche promosso voluto da Cosimo I dei Medici che fece costruire, intorno alla metà del XVI secolo, un teatro anatomico in via della Sapienza [Natale e Lenzi, 2012].

Nel 1782 il teatro fu chiuso e trasferito nei pressi dello Spedale di Santa Chiara dove rimase fino al 1832, quando trovò ulteriore collocazione presso i nuovi

Stabilimenti Anatomici; si stavano così gettando le basi del futuro Museo di Anatomia Umana, che già tra la fine del Settecento e gli inizi dell'Ottocento si andava configurando come un luogo di conservazione e "catalogazione" di reperti importanti, anche di conseguenza agli importanti studiosi che si avvicendarono nell'Ateneo Pisano. La necessità di avere una istituzione-museo fu probabilmente dovuta anche a ragioni politiche, visto che esistevano già presso altri atenei musei anatomici formalmente riconosciuti e, in Toscana, anche piccole città come Pistoia ed Arezzo possedevano collezioni anatomiche.

Nel 1829, dunque, venne istituita ufficialmente una collezione anatomica ad opera di Tommaso Biancini che si occupò dell'allestimento del *Gabinetto Anatomico*; il *Gabinetto*, insieme ad un nuovo teatro anatomico e altri spazi adibiti alla dissezione dei cadaveri, a sale per gli studenti e per i professori, faceva parte dei nuovi *Stabilimenti Anatomici* per l'appunto inaugurati nel 1832.

Qualche anno dopo, attorno al 1835, si configurò realmente il Museo Anatomico di Pisa ad opera di Filippo Civinini, che raccolse l'eredità di Tommaso Biancini, allestitore del primo *Gabinetto Anatomico*; Civinini ne continuò l'opera di sistemazione e arricchimento fino ad avere, nel 1834 l'istituzione del *Gabinetto fisio-patologico*. Fu sempre Civinini una decina di anni dopo, nel 1842, a pubblicare *l'Indice degli articoli del Museo d'Anatomia Fisiologica e Patologica Umano-Comparata dell'I. e R. Università di Pisa*, che contava ben 1327 preparati, in costante incremento.

Un evento fondamentale per l'ateneo pisano e la ricerca scientifica fu, nel 1839, la *Prima Riunione degli Scienziati Italiani* che si tenne nel Palazzo della Sapienza, sotto gli auspici di Leopoldo II, Granduca di Toscana. Fu questa l'occasione in cui Civinini allestì un album per raccogliere le firme dei visitatori e scrisse anche la prima storia del museo: *Della Origine, Progressi e Stato del Museo d'Anatomia Fisiologica e Patologica Umano-Comparata dell'I. e R. Università di Pisa all'epoca del Primo Congresso degli Scienziati Italiani l'anno 1839*. [F. Civinini, 1841]

I successori di Civinini continuarono la compilazione del catalogo e l'arricchimento delle collezioni anatomiche; l'ultimo aggiornamento noto risale al 1856 ed è ascrivibile a F. Duranti, che fu Direttore del Museo in quegli anni.

L'attuale Museo Anatomico e la eterogeneità delle sue collezioni

Dagli *Stabilimenti Anatomici* la sede del Museo venne trasferita alla fine degli anni '70 dell'Ottocento, nella attuale via Roma, all'epoca via Solferino nell'edificio della nuova Scuola Medico-Chirurgica; la collocazione definitiva dei reperti risale a quegli anni, dopo un solo trasferimento interno alla scuola stessa.

Le due sale principali del Museo, che si trovano al secondo piano della storica Scuola Medica, conservano buona parte delle collezioni anatomiche e archeologiche che costituiscono i nuclei fondanti delle collezioni. Nella Galleria Mascagni al primo piano della Scuola sono invece conservate le preziose Tavole Anatomiche di Paolo Mascagni, un'opera di valenza non solo medico-scientifica ma anche artistica.

Sezione Anatomica

I reperti anatomici sono di varia natura, sia autentici che antichi modelli didattici riprodotti in cera o gesso a scopo illustrativo, e sono raggruppabili in diverse tipologie.

La collezione osteologica del Museo, ad esempio, comprende scheletri interi e singole ossa, sia naturali che artificiali, che spaziano dall'embriologia alla raccolta di bacini, ad una serie di crani con *mappe frenologiche* a testimonianza di studi antropologici e criminologici in auge nel XIX secolo.

Alcuni esemplari di crani colorati -detti *variamente colorati*- furono preparati proprio da Civinini, secondo l'uso di dipingerli con colori diversi per distinguerne le varie ossa; un altro esempio di modello didattico per lo studio delle ossa del cranio è la testa *montée à distance* ovvero un cranio dotato di leve e cursori interni che permette la disarticolazione delle varie parti a scopo illustrativo. Tra gli esemplari naturali si annoverano anche reperti etruschi, ritrovati dal medico Bartolomeo Dini e inviati al Museo tra il 1877 e il 1878. Una rara collezione di

scheletri, preparati ottenuti in un arco di tempo compreso fra gli inizi e la fine dell'Ottocento, annovera sia scheletri fetali, dai sessanta giorni di vita intrauterina fino alla nascita, sia neonatali, fino ai due anni di vita. Anche la sezione di *angiologia* conta un cospicuo numero di preparati sul cuore e sui vasi sanguigni, realizzati con la tecnica dell'imbalsamazione e dell'iniezione con gesso variamente colorato (rosso per le arterie e blu per le vene). I più rappresentativi tra loro di certo sono le *statue anatomiche*, ovvero preparati a grandezza naturale, da cadavere, che mostrano le strutture dell'apparato cardiovascolare opportunamente insufflate. Altri preparati sono quelli di *splanchnologia* (apparati digerente, respiratorio, nervoso e urogenitale) oltre a organi interi o loro parti conservati in appositi vasi con alcool o formalina. L'esofago, lo stomaco, l'intestino e le loro varietà sono invece conservati secchi. L'apparato respiratorio è ben rappresentato con numerose laringi, oltre a preparati di trachea, bronchi e polmoni insufflati di aria e quindi seccati o iniettati. Il sistema nervoso comprende numerosi encefali, midolli spinali e nervi conservati prevalentemente in alcool, come pure una collezione di feti e di annessi fetali.

I modelli anatomici

Oltre ai preparati ottenuti dalla lavorazione di cadaveri, il Museo comprende – come già detto -una ricca varietà di modelli realizzati in cera, gesso o cartapesta, oltre a calchi in gesso di vari organi. Va ricordato che l'uso della cera per modellare figure ha origini antichissime e si sviluppò ampiamente sia per ragioni puramente estetiche che per esigenze tecniche, considerando la facilità di lavorazione. Fu alla fine del Seicento che Gaetano Giulio Zumbo, un artista siracusano, si perfezionò a Bologna, dove esisteva una famosa scuola anatomica, nell'arte di modellare preparati anatomici, usando per primo cere di diverso colore. Fu proprio a Bologna, infatti, che si formò la prima vera scuola di ceroplastica grazie all'opera di Ercole Lelli (1702-1766). Tra i modelli in cera del Museo ne spiccano due per importanza ed aspetto estetico: un modello generale del corpo umano (Fig. 29), a grandezza naturale, raffigurante un giovane uomo in stato di abbandono –secondo i canoni estetici del periodo- con gli organi interni riprodotti nella loro sede naturale ed esposti alla visione esterna.



Fig. 29: Modello anatomico in cera a grandezza naturale

L'altro importante reperto è costituito da un modello ingrandito in scala di un embrione umano di 6,8 mm, realizzato nel 1900 dalla ditta tedesca Friedrich Ziegler di Friburgo: il modello può essere studiato in diversi piani di sezione (Fig.30), grazie alla presenza di un sistema di leve che consentono lo spostamento delle sue varie parti.



Fig. 30: Modelli di embrione

In cartapesta sono alcuni modelli anatomici della testa. Il più interessante è però un modello generale del corpo umano, con organi smontabili, realizzato in

Francia nel 1861. Si tratta di ciò che in quel periodo veniva tecnicamente chiamato *statua elastica*, e che Duranti volle fortemente per la scuola anatomica.

Preparati vari

Numerosi vetrini istologici, sia di organi umani che animali, permettono di osservare e studiare la struttura di tessuti e organi mediante sezioni opportunamente colorate. Particolarmente importanti le sezioni seriate di embrioni che consentono una ricostruzione tridimensionale degli organi e degli apparati in corso di formazione. Un interessante modello didattico in plastica, realizzato nel 1940 dall'industria per i sussidi didattico-artistici di Kiev riproduce, sul dorso della mano, la lesione vescicante dovuta al contatto con iprite. Nel museo sono presenti anche preparati animali, fra i quali resti scheletrici di scimmie, cavalli, ovini, roditori, pipistrelli, serpenti, e pesci. Si conservano, infine, oggetti di laboratorio obsoleti, come stufette per l'istologia, cassette portavetrini, microscopi, reagenti chimici e vetreria.

Galleria Mascagni e Tavole Anatomiche

La Galleria Mascagni che, come si diceva, costituisce un vero e proprio gioiello della collezione museale, esposta –come si diceva- al primo piano della Scuola Medica nella omonima galleria (Fig.31): si tratta di tavole anatomiche a grandezza naturale che rappresentano con precisione scientifica e grande valore artistico la struttura del corpo umano. Ne fu autore il medico pisano Paolo Mascagni, che soggiornò a Pisa agli inizi del 1800. Egli fu il primo anatomista a dedicarsi esclusivamente alla ricerca e all'insegnamento, tralasciando la *Clinica*, impostando così un modello di vita che lo avrebbe contraddistinto.



Fig. 31-32-33: La Galleria Mascagni che ospita le omonime Tavole Anatomiche

Sin dal 1777 si dedicò allo studio dei vasi linfatici: vide così la luce il famoso *Vasorum lymphaticorum corporis umani historia et iconographia auctore Paolo Mascagni in Regio lyceo publico anatomes professore*, corredato di 27 tavole e 14 controtavole di contorni con i richiami per la lettura del disegno originale. Da questa sua fatica, maturò l'idea di comporre una Anatomia dell'Uomo a grandezza naturale, dando inizio così ad un lavoro trentennale che lo avrebbe definitivamente consacrato. Il Mascagni, nominato professore di Anatomia all'università di Pisa con decreto del Governo Toscano del primo gennaio 1801, prese residenza presso Palazzo Agostini, dove sembra che organizzò un laboratorio per la preparazione delle tavole anatomiche a cui stava lavorando. [Bibliografia da citare] Lo studioso rimase a Pisa solo un breve periodo a cavallo tra il 1800 ed il 1801, ma, nonostante le mutevoli circostanze, il Mascagni lavorò senza sosta alla sua monumentale opera, grandiosa per ispirazione e struttura: *l'Anatomia Universa* prevedeva un qualcosa mai affrontato prima, ovvero la raffigurazione del corpo umano a grandezza naturale, rappresentata sia nella parte anteriore che posteriore con un criterio stratigrafico, cioè dal piano

muscolare più superficiale, a quello intermedio per arrivare a quello profondo (Fig.32)

Pur lavorandoci senza sosta negli anni fiorentini, quando morì nel 1815 la sua opera era incompiuta: mancavano una parte delle tavole e tutte le controtavole. L'opera venne pubblicata a partire dal 1823 fino al 1831, tra mille difficoltà vista la laboriosità dell'opera e il non indifferente impegno economico richiesto. Vennero stampati nove fascicoli per anno, al prezzo di 1125 franchi l'edizione in bianco e nero (uguali a 97 zecchini fiorentini) e 2500 franchi per quella a colori (oltre 200 zecchini fiorentini). Fu così pubblicata, finalmente per intero, la *Anatomiae Universae Pauli Mascagnii Icones*.



Fig. 34-35: Tavole Anatomiche di Paolo Mascagni: particolari della testa e degli organi interni

Non poco scalpore suscitò la scelta di presentare i muscoli in buona parte distaccati e allontanati rispetto alla loro posizione normale: questa raffigurazione, scelta per rappresentare parti altrimenti nascoste, era lontana dalla iconografia tradizionale e quindi del tutto innovativa. Di fatto, il corpo umano era rappresentato in tutta la sua completezza: si contano 20 tavole più piccole che rappresentano gli organi interni e 8 grandi tavole che illustrano a grandezza naturale la figura umana intera, ciascuna delle quali formata a sua volta da 3 tavole più piccole. Per ciascuna tavola a colori esiste una corrispondente controtavola in bianco e nero dove sono riportate le varie spiegazioni. Le 44 tavole totali sono raccolte in un volume di ben 71 x 101 cm.

Fu da subito chiaro che la *Grande Anatomia* rappresentava il massimo atlante anatomico dell'epoca, un'opera straordinaria per concezione e impegno: le tavole anatomiche esposte nella Galleria Mascagni, costituiscono infatti una ricchezza enorme sia in termini medici che storici e artistici, e integrano le collezioni anatomiche visibili nelle sale al piano superiore.

Le collezioni archeologiche

Materiale Precolombiano

Il Museo "F. Civinini" ospita nelle sue sale, inaspettatamente, numerosi reperti archeologici provenienti da spedizioni effettuate nel corso del XIX secolo. Non bisogna dimenticare infatti che gli anni '60 dell'800 non furono cruciali solo per il panorama politico –italiano e non- ma anche nel mondo scientifico avvennero delle svolte epocali: la pubblicazione nel 1859 de "L'origine delle specie" di Charles Darwin, [BIBLIO] aprì la strada ad una rivoluzione teorica che avrebbe investito la sfera culturale e scientifica. Lo studioso britannico spese cinque anni a bordo della celebre imbarcazione "Beagle" [fig. 33] su cui aveva compiuto un fondamentale viaggio di esplorazione toccando terre lontane come l'Australia, l'Africa ed il Sudamerica.

I dati e le osservazioni raccolte nelle sue spedizioni furono cruciali per la pubblicazione del suo lavoro, ed ebbero molta risonanza anche sul piano antropologico. In Italia si crearono precoci e molto attive «scuole darwiniane», grazie anche

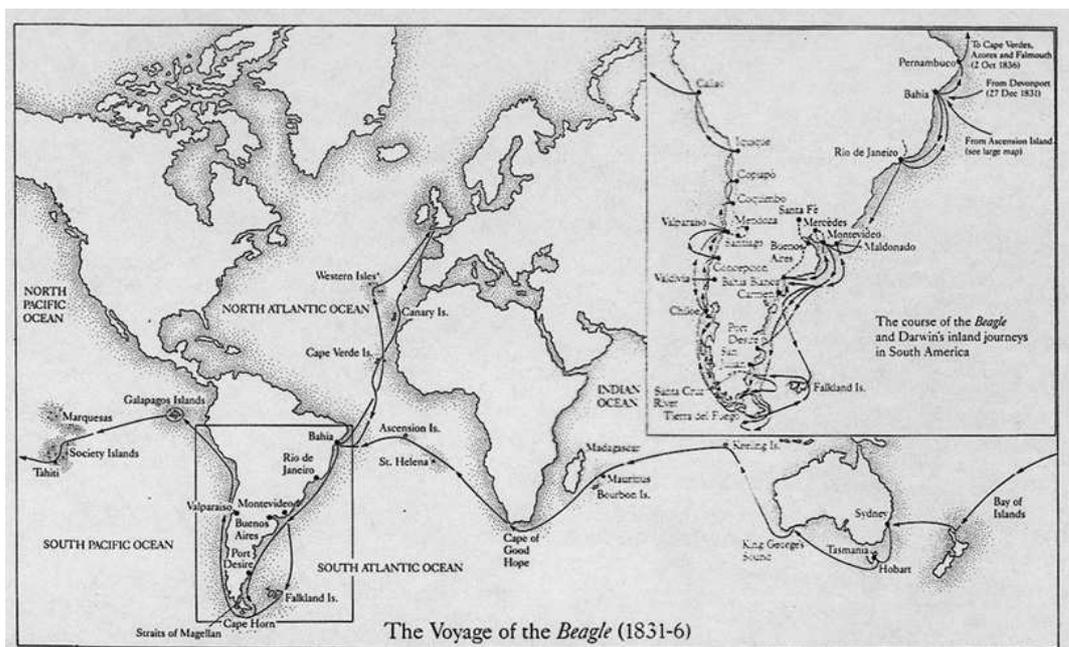


Fig. 36: i Viaggi del Beagle di Darwin⁹⁷

al fatto che tra il 1864 e il 1890 tutte le sue opere furono tradotte in italiano. La sera di lunedì 11 gennaio 1864 Filippo De Filippi, professore di zoologia dell'Università di Torino, tenne una celebre lettura popolare dal titolo *L'uomo e le scimmie*, in cui per la prima volta venivano sostenute pubblicamente le idee «rivoluzionarie» di Darwin, applicate anche alle origini naturali dell'uomo.

Anche per ciò che quanto concerne la sfera della museologia, l'impatto delle teorie darwiniane ebbero una risonanza enorme: la natura si iniziò a strutturare per principi organizzatori. Nelle collezioni e raccolte naturalistiche, non si potevano più presentare piante ed animali come in una biblioteca, ma esponendoli con la logica dei principi teorici sottostanti. Fu questa la porta di ingresso attraverso la quale la narrativa entrò ne museo concependo un percorso di visita. In effetti *“la prima dissociazione fra il contenuto delle collezioni dei musei e la loro presentazione pubblica appare alla fine del XIX secolo in Europa, con l'organizzazione di mostre tematiche nelle quali prevale l'intento didattico: le gallerie dei musei perdono il loro carattere di biblioteche di oggetti per diventare sempre di più luoghi di comunicazione”⁹⁸*.

⁹⁷ Fonte: http://www.datadeluge.com/2012_04_01_archive.html

⁹⁸ Merzagora M, Rodari, P, *La scienza in mostra*, Mondadori, Milano 2007, p. 38.

Furono anni, dunque, in cui il fermento scientifico e lo spirito di ricerca conobbero un incredibile impulso; non pochi studiosi e appassionati intrapresero viaggi lunghissimi, sulla scia di Darwin, volti a raccogliere e studiare le possibilità prospettate dalle nuove teorie evoluzionistiche. A Pisa, una figure illustre fu quella di Carlo Regnoli, il cui contributo alle collezioni del Museo è stato determinante.

Nato nel 1838 a Pisa, si laureò in medicina a Pisa, seguendo le orme del padre padre Giorgio, medico-chirurgo. Stimolato dal contatto con il gruppo di naturalisti toscani -in particolare con geologi e mineralogisti come Cocchi e D'Achiardi- si dedicò alla ricerca conducendo diversi scavi in una settantina di grotte del Monte Pisano e delle Alpi Apuane, ma solo in poche (Grotte all'Onda, del Tanaccio di Camaiore, della Guerra di Villa Collemandina, del Castello di Vecchiano) rinvenne materiali preistorici che per lungo tempo hanno rappresentato un punto di riferimento per gli studi paleontologici toscani. [BIBLIO]

Partecipò inoltre alla terza guerra d'indipendenza come chirurgo militare, prestando servizio durante la battaglia di Bezzeca nel 1866. Ma, la parte più avventurosa della vita di Regnoli iniziò con un paio di viaggi in Sudamerica alla ricerca di mummie e reperti precolombiani, eseguendo buona parte delle sue ricerche negli anni 1867-1870. Di questi viaggi parlò Pietro Duranti nel discorso pronunciato in occasione dell'inaugurazione della nuova Scuola Medico-Chirurgica nel 1874. Le seguenti parole esprimono perfettamente lo spirito dell'uomo e dei tempi in cui visse:

«[...] il fascino di Darwin sa dare a questa idea un aspetto nuovo e la rende argomento di comune interesse, o almeno di universale curiosità. Tutti la discutono, genti di ogni età, di ogni sesso, di ogni condizione; e la voglia di discendere dall'Orango o dal Gorilla è diventata una febbre. A parte l'esagerazione e il ridicolo, la questione è grave; la sostengono quindi e quindi uomini seri ed insigni; e la Etnologia invoca a risolverla lumi e soccorsi da ogni lato; quindi anche l'Anatomia fu chiamata a portare il suo contributo nè il minore contributo; e a procurarsi essa frattanto quei lumi dovè darsi a raccogliere i materiali opportuni. Un giovane uomo, già alunno di questa scuola e che io aveva chiamato a darmi la mano nelle fatiche dell'insegnamento, intende quel bisogno e si dà

difilato a cercare e ragunar quei materiali. Rimugina più che 70 caverne nei monti Pisani, Apuani e in quelli isolani di Capraja e Gorgona; ne cava tutto quello, che vi trova di storico ed anteistorico e ne arricchisce il Gabinetto Paleontologico della nostra Università. Poi varca due volte l'Oceano; dirige ed estende le sue ricerche a buona parte della America meridionale, dalle tombe cioè dell'Argentina a quelle delle spiagge dello stretto di Magellano e della Antropofaga Patagonia; da queste ai sepolcreti della Araucania, del Chilì, e poi a quelli delle altissime montagne della Bolivia, agli ipogèi del gran lago Titicaca, alle caverne del Perù. E dovunque frugando e cercando raccoglie, siccome gli avanzi degli spagnoli, che là condusse Colombo, così i resti di quelli antichissimi e sconosciuti aborigeni; e tutto invia in Europa alla sua Pisa diletta [...]

Dunque, Regnoli condusse degli importanti viaggi in Sudamerica non solo perché da lì Darwin aveva trovato materiale fondante per le sue teorie, ma anche in virtù dello spirito naturalistico che aveva già maturato e coltivato in Toscana. La sua meta d'elezione fu il Perù, dove all'epoca fiorivano mercati archeologici sia di reperti preziosi, come monili e oggetti artistici, sia di reperti antropologici e suppellettili varie. Grossa parte del materiale che egli raccolse durante queste spedizioni venne donato al Museo di Anatomia, cui era molto legato anche grazie all'influenza del padre che già ne aveva accresciuto le collezioni con numerosi preparati. Nello specifico, i reperti a lui ascrivibili si compongono in diversi nuclei: una collezione di 121 vasi e suppellettili pre-incaici, risalenti ad un periodo compreso tra fra il XII e il XVI secolo. Questi vasi, che provengono dalla costa peruviana, sono di diverse culture preincaiche: quelli più numerosi appartengono *Chimù* e *Chanca*, oltre ad alcuni in stile *Chimù-Lambayeque*, *Supe*, e *Chimù-Inca*. Una parte di questo vasellame, dalle forme più semplici, era deputata all'uso domestico; altri vasi avevano avuto invece un uso sicuramente cerimoniale, facendo parte di corredi funerari, e presentano forme artistiche decisamente più interessanti, con raffigurazioni antropomorfe (teste di sacerdoti), zoomorfe (scimmie, serpenti, gatti, pappagalli) o fitomorfe (frutti di pepino, pannocchie).



Fig. 37-38: Vaso della cultura Chancay a sinistra, a destra un esemplare in terracotta nera della cultura Chimù

Altro materiale proveniente dalle stesse spedizioni consta di frammenti di vasi, conchiglie, ma soprattutto resti vegetali, spesso accompagnati da un foglietto manoscritto che indica il luogo, la data del ritrovamento e a volte anche una sommaria descrizione del contenuto. I ritrovamenti risalgono al 1869 e provengono soprattutto da scavi effettuati dal Regnoli in grotte e sepolcreti nella Provincia di Cajamarca in Perù. Un ultimo nucleo è conservato in cinque casse altro materiale precolombiano comprendente crani, corredi funerari (utensili, ciotole, stoffe, altri resti vegetali) nonché diversi *fardos*, ovvero degli involucri composto da molti strati di stoffa alternati a foglie o fiocchi di cotone che servivano ad avvolgere il defunto depresso in posizione accovacciata.

Fig. 39-40: Frammenti di vaso con foglio manoscritto, ampolla con resti vegetali

Proprio dall'apertura di alcuni *fardos* provengono due mummie, anch'esse



peruviane, la cui mummificazione è avvenuta in modo spontaneo grazie al clima

caldo e arido della costa; esse presentano un atteggiamento fetale, probabilmente legato ad un concetto di rinascita e simbolico della fede nella sacra maternità della Terra.



Fig. 41-42: Fardos con utensili, stoffe ed i resti di un neonato

A completare la serie di reperti archeologici peruviani, vi sono una serie di teste imbalsamate, provenienti – è l'ipotesi sotto esame- da alcuni ispanici probabilmente uccisi dalle popolazioni locali.

Il fatto che questi reperti provengano dalle spedizioni effettuate da Regnoli, è testimoniato non solo dai bigliettini autografi che accompagnano parte de materiale precolombiano (*Collezione Regnoli- Castelli, ma si ignora chi sia Castelli*) ma anche da una lettera, scritta il 17 agosto 1873 da Duranti nella quale si evince la precisa volontà di acquisire il materiale antropologico trovato da Regnoli: *«Le trascrivo un brano di lettera, che il Sig. Ipp^o Garrou [?] scrive il 29 Giugno da Lima al Sig. Dott. Carlo Regnoli e che esso Sig. Regnoli mi comunica in questo momento. “... provveda a che pei transiti necessarii il Ministero degli Affari Esteri dia le opportune disposizioni indispensabili a fare della spedizione un fatto ufficiale, nella prevenzione che quando infino allora non vi sarà stata occasione di bastimento nazionale a vela per far la rimessa al Museo converrà spedire per vapore, e perciò ad altro porto che Italiano, pagando anticipatamente le spese. Il Dott. Regnoli lasciò in America perchè fossero spedite quà alcune casse piene di oggetti di Storia Naturale destinati ai Nostri Musei. È a queste casse che fa allusione la lettera del Sig. Garrou [?] e per le quali esso dice si*

facciano premure per mezzo del Ministero degli Esteri. Essendo non poco interessata in questa faccenda la nostra Collezione Antropologica, mi rivolga a V.E. perchè voglia avere la bontà di dirigersi sollecitamente al Ministero predetto, pregandolo a fare presso gli Incaricati Consolari di America le premure preaccennate». [BIBLIO]

Parte di questo materiale, oltretutto, proviene da una donazione che fece la baronessa Elisa de Boileau nel 1894, a nome del nome del barone Carlo de Boileau, e donò all'allora Museo Civico tre casse contenenti mummie peruviane e altro materiale precolombiano. Il barone Carlo de Boileau poteva ben possedere materiale proveniente da scavi peruviani, essendo stato console francese a Lima durante l'impero di Napoleone III. Questo materiale precolombiano finì per confluire, probabilmente, nel già esistente fondo Regnoli del Museo di Anatomia Umana.

Le mummie egizie

Nella sezione archeologica del Museo, la cui provenienza –come si è visto- è ascrivibile principalmente agli scavi e alle attività di ricerca di un medico, si trovano anche due mummie egizie la cui origine è incerta. Filippo Civinini, già redigendo il primo Catalogo del Museo nel 1834 annotava una mummia umana, sulla cui provenienza non fornisce informazioni, limitandosi a dire che apparteneva alla cosiddetta "Antica Raccolta". Una nota posteriore venne apposta sul *Catalogo* il 18 ottobre 1871 da Pietro Duranti il quale pensava che la mummia provenisse dalla celebre spedizione franco-toscana effettuata in Egitto e in Nubia tra il 1828 e il 1829; gli scavi diretti dall'egittologo Ippolito Rosellini insieme insieme a Jean-François Champollion. Permisero il ritrovamento di una straordinaria quantità di reperti che venne divisa equamente, secondo gli accordi, tra i due soggetti finanziatori dell'impresa archeologica, ovvero lo Stato francese e il Granducato di Toscana. Dal giornale della spedizione, compilato dallo stesso Rosellini, risultano diversi ritrovamenti di mummie: il 29 gennaio 1829 ne furono trovati diversi frammenti nelle cave situate fra il piccolo tempio di Betuali e il grande tempio di Kalabschie.



Fig. 43-44: Il sarcofago originale di una delle due mummie egizie

Nell'ultima parte della spedizione, la campagna archeologica tebana, si scavò a Gurnah, dove il 13 marzo 1829, presso una tomba, furono estratte due mummie: *«Facemmo estrarre e portare in casa le due belle mummie contenutevi e le cassette funerarie che facevano loro corredo»*. [BIBLIO]

Queste descrizioni sono poco accurate e non permettono di raccogliere indizi sufficienti per tentare un'identificazione precisa: bisogna tener conto che si trattava di una "spedizione letteraria" e quindi i reperti umani non rappresentavano l'oggetto principale delle ricerche da descrivere e studiare. Di sicuro non vi è certezza sulla provenienza di questi reperti già in quel lontano periodo, anche se in una nota d'inventario, scritta evidentemente in un tempo successivo dallo stesso Duranti, si parla chiaramente di due mummie egizie portate da Rosellini e Champollion e precedentemente collocate nel Museo di Zoologia di Pisa.

La mummia di Gaetano Arrighi

Tra le collezioni anatomiche, si distingue un esemplare di mummia che il Museo ha acquisito nel 2005, la cui storia ha una sua peculiarità: si tratta di una mummia della prima metà dell'Ottocento proveniente dall'Ospedale di Livorno, dove era tenuta in pessime condizioni di conservazione.



Fig. 45: La mummia di Gaetano Arrighi durante l'acquisizione di immagini 3D

Questa mummia, che pesa circa 19 kg per un'altezza di 143 cm,

fu preparata imbalsamando il corpo di Gaetano Arrighi, nato ad Arezzo nel 1789. Arrighi era detenuto nel bagno penale di Livorno quando, il 3 marzo del 1836, si ammalò gravemente. Fu ricoverato in ospedale, dove morì quasi una settimana più tardi. Il referto di morte, come risulta anche dal certificato 339 della Curia Vescovile, parla di un decesso avvenuto per febbre reumatica, anche se un cartellino legato al collo della mummia attribuisce la morte a una pleurite: «GAETANO ARRIGHI Nato ad Arezzo nel 1789, forzato nel Bagno Penale di Livorno, morto il 9 Marzo 1836 di pleurite ricoverato nel Civico Ospedale nella Sala di San Filippo Neri ed imbalsamato il 10 marzo 1836 nella Stanza Anatomica del suddetto dal Soprintendente Barsanti Dott. Raimondo col metodo della iniezione Tranchiniana».

Arrighi aveva quarantasei anni quando morì e il suo corpo non fu richiesto. Il Soprintendente Barsanti (1796-1857), di origine pisana, lo sottopose al processo d'imbalsamazione eseguito secondo il metodo tranchiniano, così chiamato dal medico che lo mise a punto, Giuseppe Tranchina. Non sono tuttavia chiare le cause dell'imbalsamazione di Gaetano Arrighi, la cui mummia è stata sottoposta a restauro e diversi studi; egli potrebbe però aver fatto parte di un progetto più ampio e con finalità pratiche, legate alla necessità di rimpatrio di salme di stranieri. Livorno, nella prima metà dell'Ottocento, era sede di villeggiatura e di cure e vantava la presenza di una numerosa colonia inglese; molti furono sepolti nel luogo oggi noto come *Cimitero degli Inglesi*, ma numerose salme furono sicuramente rimpatriate. Anche se non è dimostrato, è possibile che l'imbalsamazione di Livorno avesse questa finalità e che Gaetano Arrighi abbia fatto involontariamente parte di quel progetto sperimentale.

Le attività di ricerca condotte dal Museo di Anatomia Umana “F. Civinini”

Come presentato in un recente articolo [Natale et al, 2012] il Museo “F.Civinini” è coinvolto in una serie di attività di ricerca per lo studio, la conservazione e la promozione del suo patrimonio così vario per genere e storia, come visto in precedenza. Dal 1982, il Museo di Anatomia Umana fa parte del Sistema Museale d'Ateneo con cui ha intrapreso iniziative comuni per una maggiore visibilità del patrimonio culturale universitario.

Analisi e diagnostica dei reperti

In maniera autonoma, il Museo ha curato negli anni vari lavori scientifici in un ambito di ricerca e di analisi sul suo stesso patrimonio. Per quanto riguarda i reperti egizi, diversi studi scientifici sono [Silvano, 2000; 2007]. ad esempio, è stato pubblicato uno studio [Colombini et al. 2007] sulla caratterizzazione chimica dei balsami di mummificazione delle mummie egizie e dei materiali pittorici del sarcofago; inoltre, a scopi di conservazione e ricerca le due mummie egizie sono state sottoposte di recente ad una tomografia computerizzata (TC) che ha rilevato l'effettiva assenza di organi interni e alcuni segni del processo di

eviscerazione [Caramella et al. 2007]. Inoltre, nel 2011 le immagini digitali delle mummie sono confluite nel *IMPACT Radiology Mummy Database* dell'Università del Western Ontario, in Canada⁹⁹.



Fig. 46: Mummia Egizia sottoposta ad esame TAC



Fig.47-48: Immagini 3D della mummia di Gaetano Arrighi



Nello stesso ambito, analisi di diagnostica per immagini sono state effettuate sulla mummia di Gaetano Arrighi, già precedentemente sottoposta ad interventi di restauro con lo scopo di analizzarla da un punto di vista paleo patologico [Ciranni *et al.*, 2005]. È inoltre in corso, della stessa mummia, una scansione 3D a scopo didattico. Sempre in ambito didattico il Museo ha curato la digitalizzazione di alcuni modelli tridimensionali di varie ossa ottenuti con TC .

Per quanto riguarda invece la collezione di reperti precolombiani, sono attualmente in corso degli studi -con la collaborazione di una equipe di archeologi¹⁰⁰- così da ricavare maggiori informazioni sulle date, gli aspetti culturali e antropologici delle civiltà andine [Carla, 1990; Trebbi Del Trevigiano,

⁹⁹ Si veda: <http://impactdb.uwo.ca/IMPACTdb/Index.html>

¹⁰⁰ Si veda: <http://www.kontikiricerche.org/wordpress/>

2004; Natale *et al.*, 2006 Paparelli *et al.* 2011] mentre uno studio ancora più recente è quello condotto dal Prof. Vanin dell'Università di Huddersfield, che mira a studiare gli insetti presenti nei fardos e nelle mummie precolombiane:

“The mummified bodies of Peruvians who died up to 1,000 years ago will yield up their secrets, thanks to a prestigious research project by the University of Huddersfield’s Dr Stefano Vanin and two of his students in collaboration with the University of Pisa and the Ancient World Society. [...] By analysing the insects that colonise dead bodies – from recent murder victims to ancient mummies – Dr Vanin can draw a wide range of conclusions about how, why and when the person died and the nature of their society and their traditions [...] Dr Vanin and the two students have been collecting insect parasites present on the body before the death and carrion feeding insects that colonised the mummies. [...] It is also planned to sample some teeth from the fardos in order to extract pathogen DNA. Using techniques such as electron microscopy and DNA analysis at the University of Huddersfield, a large amount of information will be learned about the pathogens that affected the mummified bodies before death. [...] The next task will be to compile a list of the insects from the Peruvian mummies. This will not be easy because they are ancient insects, which belong to South American fauna, so we might need some specialist help, said Dr. Vanin¹⁰¹”.



¹⁰¹ Si veda l'articolo al link:

<http://www.hud.ac.uk/sas/news/pisasperuvianmummiesyieldsecrets.php>

Fig. 49-50: Il Prof. Vanin e il suo team al lavoro sui fardos e le mummie precolombiane

Mostre e divulgazione delle collezioni museali

Un altro aspetto importante per il Museo è costituito dalle mostre; tra le meno recenti, vi è quella tenutasi a Palazzo Lanfranchi ovvero *“I Musei e le collezioni dell’Università di Pisa nel 1999”* [Natale, 1999] per la quale sono state prestate le mummie egizie, varie tavole del Mascagni e alcuni reperti anatomici.

In linea con queste attività è stato scritto un volume sulla storia e le collezioni dei musei universitari [Natale 2002] e, dal 2000 in poi viene pubblicato il giornale semestrale *Musei dell’Università di Pisa*, che riporta e documenta news ed attività di ciascun museo. Nel 2008 ancora le tavole del Mascagni sono state esibite a Palazzo Reale per *“Sovrani nel giardino d’Europa. Pisa e i Lorena”*. Infine, nel 2012 vari reperti anatomici sono stati esposti presso il Museo di Veterinaria in occasione de *“La 33° settimana delle Piagge”*.

Il Museo ha anche tenuto delle mostre all’interno della Scuola Medica, dove esso è ubicato; quella che ha ottenuto un più ampio riscontro di pubblico è stata la *“Anatomia in mostra”* dell’aprile 2010¹⁰², che ha visto il restauro e l’esposizione di preziosi e antichi volumi anatomici.



¹⁰² Si veda: <http://www.bib.med.unipi.it/tesori/index.php?it/144/la-mostra-aprile-2010> dove è possibile trovare il catalogo della mostra, informazioni sui volumi esposti ed un tour virtuale dell’esposizione.

Fig. 51-52: Immagini della mostra "Anatomia in Mostra" del 2010

Il riscontro di pubblico ottenuto in termini di affluenza, pubblicità, e apprezzamento dei risultati è stato evidente anche grazie alla conferenza organizzato in concomitanza con la mostra, *"La conservazione, il restauro, la digitalizzazione del materiale librario antico e le tecniche di incisione artistica"*. Questa mostra, coincisa con le prime attività¹⁰³ del presente progetto di ricerca, ha costituito un importante step per l'osservazione dei visitatori rispetto ad una tematica come quella dei libri anatomici, peculiari per storia e genere, ed anche rispetto a delle installazioni digitali presenti nel percorso espositivo.

Le installazioni permettevano di sfogliare -in formato digitale- alcuni dei volumi esposti, così da offrirne una visione più completa e permettere agli utenti una partecipazione attiva durante la visita. Oltre alla digitalizzazione dei libri cartacei, era anche possibile assistere ad un tour virtuale che spiegava la storia della Scuola Medica come istituzione di riferimento non solo medico, ma anche culturale e storico.

Già in questa occasione è stato possibile osservare il gradimento, da parte del pubblico, di dispositivi digitali che integrassero le informazioni ed il materiale esposto. Nell'ottica di studiare ed implementare strumenti analoghi per le collezioni museali, aver partecipato alla organizzazione e all'allestimento della mostra ha certamente contribuito alla comprensione del contesto istituzionale e alle premesse del lavoro futuro svolto per il Museo.

Il Museo ha anche contribuito all'allestimento di altre esibizioni prestando parte delle proprie collezioni; ad esempio nel 2008 le Tavole Anatomiche del Mascagni hanno fatto parte della mostra *Sovrani nel giardino d'Europa, Pisa e i Lorena* tenutasi a Pisa al Palazzo Reale [Coppini & Tosi, 2008] mentre nel 2012 alcuni

¹⁰³ Scucces A, *La Galleria Mascagni*, Catalogo della Mostra "Anatomia in mostra: Libri antichi e atlanti della biblioteca di Anatomia di Pisa", Pisa, Università degli Studi, 2010, pp. 7-11.

preparati anatomici sono stati dati al Museo di Veterinaria¹⁰⁴ dell'Università di Pisa per *La 33^a Settimana delle Piagge*. In questa ottica, il Museo partecipa anche ad eventi locali privati, quali ad esempio l'esibizione della designer Maja Vukojcic che ha utilizzato alcuni scheletri per un allestimento di abiti nella Sala Brunelleschi del Palagio di Parte Guelfa a Firenze, nel 2010.

Altri momenti di divulgazione ed incontro sono organizzati dal Museo sia a livello Regionale, come Amico Museo¹⁰⁵ che è finanziato dalla Regione Toscana, sia a livello nazionale come La settimana della Cultura che è sponsorizzata dal MIBAC¹⁰⁶.

È in questo quadro di attività intraprese e sviluppate dal Museo che si inserisce la ricerca svolta nel corso del presente Dottorato, volta ad incrementare gli aspetti comunicativi e la visibilità delle collezioni museali attraverso l'utilizzo delle nuove tecnologie di interazione e comunicazione. Lo studio dei differenti target di pubblico e l'analisi delle risorse sono state la base del lavoro effettuato, che si è poi concretizzato nella direzione di strumenti multimediali e la riorganizzazione del sito web ufficiale del Museo, oggetto di una ulteriore analisi.

Capitolo IV - Parte Sperimentale

Studio, implementazione ed analisi di nuovi strumenti multimediali per la valorizzazione del Museo Anatomico "F. Civinini" di Pisa

Il progetto di ricerca

¹⁰⁴ Si veda: <http://www.vet.unipi.it/museo>

¹⁰⁵ Si veda: <http://www.regione.toscana.it/-/amico-museo-2012>

¹⁰⁶ Si veda: <http://www.beniculturali.it/mibac/export/MiBAC/index.html>

Il presente progetto di ricerca si basa sull'analisi dei rapporti che intercorrono tra anatomia umana, arte e tecnologia, un ambito di studio multidisciplinare dove convergono differenti approcci e metodologie.

Come già delineato in precedenza, le nuove tecnologie di Ambienti Virtuali stanno acquisendo una importanza sempre crescente, conquistandosi un posto in ambiti quali training, istruzione, edutainment e settori industriali, grazie alla loro adattabilità ai vari contesti. Queste tecnologie hanno fatto il loro ingresso nei musei e nelle istituzioni culturali contribuendo a cambiare il concetto stesso di Museo come istituzione e la sua relazione con il pubblico, permettendo un approccio più focalizzato su esperienze di partecipazione e coinvolgimento del pubblico. Questo aspetto risulta ancora più evidente nel caso di argomenti comunemente intesi come "specialistici" ovvero difficili da approcciare per il pubblico generico, come quelli correlati a collezioni scientifiche e medico-anatomiche.

Come visto dalla letteratura, inoltre, per una efficace strategia di comunicazione e di *public engagement* non si può prescindere dal confronto con il pubblico; il feedback dei visitatori, debitamente raccolto ed analizzato, è una componente fondamentale per realizzare all'interno di un museo dei percorsi fruitivi adeguati ed offrire una esperienza il più completa possibile.

Valutazione degli aspetti logistici e funzionali del Museo: problematiche e necessità

Partendo da questi presupposti, si è sviluppato il caso studio del Museo di Anatomia "F. Civinini" di Pisa, con l'obiettivo di ampliare la comunicazione del Museo verso il suo pubblico – sia nella visita *in presenza* che *in remoto* attraverso il web, ed incrementarne la visibilità studiando nuovi percorsi didattici per rendere più fruibili le sue collezioni.

Il Museo ha infatti una collocazione divisa su due piani diversi della attuale Scuola Medica, come accennato in precedenza: le Tavole Anatomiche del Mascagni si trovano disposte lungo l'omonima Galleria al primo piano, mentre il resto delle collezioni è conservato in due sale al piano superiore. Inoltre, le collezioni sono varie al loro interno essendo costituite di reperti archeologici, antropologici ed anatomici; pur in uno spazio piccolo, la varietà degli oggetti richiama discipline e ambiti diversi da contestualizzare insieme.

Le visite al Museo -da sempre gratuite- vanno concordate con il personale che guida i visitatori attraverso i diversi spazi della struttura. La funzione di accompagnamento ha una doppia valenza: da un lato fornire una spiegazione orale sulla storia e l'origine delle collezioni museali, nonché sui procedimenti medici e scientifici dietro i preparati anatomici conservati – dall'altro lato la visita guidata risulta una scelta obbligata, considerato che la struttura della Scuola Medica non prevede, al primo e secondo piano, un accesso libero al pubblico.

Negli stessi ambienti, infatti si trovano gli uffici del personale amministrativo e accademico, nonché gli spazi dei laboratori di ricerca. In questo contesto, il Museo rimane di certo aperto al pubblico ma senza la piena accessibilità di un ambiente pensato e predisposto per un flusso di persone quotidiano e numeroso.

Gli strumenti a disposizione delle persone interessate a prenotare una visita, al momento iniziale di questo studio -nel 2009- consistevano nel contatto diretto con il personale del Museo e della Scuola Medica o attraverso i numeri telefonici della struttura oppure ancora attraverso un link presente nel vecchio sito web del Dipartimento di Morfologia funzionale e Biologia applicata.



Fig. 54: Screenshot dal vecchio sito del Dipartimento di Anatomia Umana

Il portale utilizzato in quel momento presentava una sola pagina dedicata al Museo, con molte informazioni testuali ma pochissime immagini, non rappresentative della varietà delle sue collezioni, né accenni storici per presentare la struttura o informazioni chiare e ben visibili sulle modalità di accesso e visita.

Anche l'ubicazione della Scuola Medica, a pochissima distanza dalla celebre Piazza dei Miracoli e quindi un luogo privilegiato rispetto ad un flusso turistico incessante e davvero numeroso, non veniva messo in sufficiente risalto nei giusti canali. Dunque, allo stato delle cose in quell'anno, il Museo di Anatomia "F. Civini", nonostante le preziose ed interessanti collezioni possedute, rischiava di rimanere fin troppo nascosto, accessibile quasi soltanto ad un ristretto numero di "addetti ai lavori" e precluso ad un pubblico generico, più ampio.

Oltre a questi aspetti, legati ad una visibilità ed accessibilità esterne, anche quelli relativi alla comunicazioni interna presentavano alcune limitazioni: la spiegazione era affidata esclusivamente al personale presente e - di conseguenza - senza strumenti divulgativi e didattici che prescindessero da una narrazione svolta

esclusivamente di persona e che potessero quindi essere fruiti con più margine di autonomia e interazione.

Il presente studio, dunque, si è inserito in contesto museale ricco di potenzialità non del tutto espresse e fruite; in questa ottica, in seguito alla valutazione delle problematiche congenite alla struttura museale, è stata effettuata una analisi dei suoi bisogni.

In parallelo alle questioni analizzate in precedenza, i bisogni si sono ricondotti su due direttrici principali: assegnare al Museo di Anatomia Umana "F. Civinini" una presenza online più rappresentativa delle sue collezioni e della loro eterogeneità, che desse visibilità e informazioni in modo immediato, chiaro, completo e adeguato al linguaggio del web 2.0 non solo in termini di presentazione del Museo stesso ma anche delle sue attività e delle ricerche in corso d'opera.

D'altro canto, l'attenzione si è concentrata sulla visita vera e propria, con l'intenzione di strutturare contenuti aggiuntivi a completamento della visita orale per una migliore interazione con e del pubblico, permettendo ai visitatori un approccio meno passivo al contesto museale e agli ambiti disciplinari presenti in esso e ampliando gli aspetti comunicativi.

Il pubblico del Museo

Una volta focalizzati gli ambiti di intervento sul lato del Museo, è stato naturale considerare l'altro fondamentale protagonista, ovvero il suo pubblico. In larga parte, esso è costituito da personale per differenti motivi legato al mondo universitario ed accademico della Facoltà di Medicina e Chirurgia: studenti, specializzandi, professori e partecipanti a seminari, conferenze e attività di divulgazione scientifica. Già in questo quadro c'è una grande varietà in termini di età, professione, e familiarità con tematiche a carattere medico.

Di certo il target comprende anche un pubblico distaccato dalla compagine universitaria, ovvero scolaresche delle scuole medie e delle superiori, nonché turisti -sia italiani che stranieri- e visitatori coinvolti in giornate quali quelle

legate ad eventi pubblici, come Amico Museo, e alle mostre organizzate alla Scuola Medica, come visto in precedenza.

Le tipologie di visitatori e quindi gli scopi delle visite risultano quindi vari, raggruppabili in alcune categorie principali:

- pubblico generico, visitatori per curiosità
- medici di convegni, visitatori per approfondimento
- studenti di medicina, visitatori per consolidamento
- studenti dell'ultimo anno di scuole superiori, visitatori per scelta del percorso di studi futuro
- studenti di scuole elementari e medie, visitatori per scopi educativo/didattici

Quindi il Museo fa da collettore -per sua stessa natura- a persone che si muovono con più familiarità rispetto ai preparati medico-anatomici e anzi ne sono interessati per scelte professionali, studenti che hanno un approccio rivolto alla didattica e all'apprendimento, e persone che ne sono completamente estranee e anche -in parte- ne possono rimanere impressionate.

Considerata questa composizione di utenti, varia per background e obiettivi, si è reso necessario identificare un terreno di incontro comune che potesse costituire, per i diversi target, un elemento di interesse condivisibile e di interazione accessibile a tutti.

Dunque, lo studio di un percorso informativo integrativo è nato da esigenze specifiche del Museo, legate alla logistica della struttura e alla volontà di ottimizzare la sua offerta culturale, nell'ottica di incrementare la qualità dell'esperienza offerta e ridurre il gap tra pubblico generico e quello "specializzato".

Definizione di una metodologia

Avendo messo a fuoco gli obiettivi di lavoro, si è proceduto nel definire una metodologia la cui base è stata l'indagine sul pubblico e la somministrazione di

questionari ai visitatori - prima e dopo la realizzazione dei percorsi interattivi ipotizzati come soluzione ai bisogni comunicativi del Museo. Dovendo infatti modulare nuovi percorsi e contenuti è stata indispensabile l'acquisizione di un feedback concreto da parte dei visitatori, che sono gli interlocutori privilegiati delle strutture museali. Per procedere in tal senso, è stato studiato un primo questionario volto alla valutazione della visita in termini di gradimento del percorso proposto, di valenza didattica, di preferenze sul percorso espositivo e sulle differenti collezioni esposte. La seconda parte del questionario è stata finalizzata alla individuazione dei reperti più interessanti per i visitatori – da inserire con maggiore rilievo dentro al nuovo sito web del Museo e da rendere fruibili con modalità innovative, basate sugli Ambienti Virtuali e le nuove tecnologie di interazione.

Una volta individuati i bisogni del Museo infatti, l'ipotesi di lavoro si è incentrata su una soluzione che prevedesse l'implementazione di percorsi fruitivi basati sugli Ambienti Virtuali e le nuove tecnologie di interazione per sopperire alle mancanze nella comunicazione istituzionale. L'uso di questi dispositivi in generale, anche di semplici ma ben strutturati ICT tool (come siti web ufficiali) costituisce difatti uno strumento importante per ampliare la fruibilità e la valenza didattica di contesti museali e culturali, come già analizzato in precedenti pubblicazioni:

“In the cultural sector VEs are now widespread for specific purposes, such as digital conservation and documentation, but is becoming increasingly popular also for divulgation and education; the appeal of what is still considered a cutting-edge technology, despite being more than thirty years old, makes it particularly suitable for cultural communication; information and knowledge is transmitted by means of multisensorial feedback, hence it is easily received and assimilated regardless of the confidence with the technical means. For this reasons museums, more and more open to the use of technologies to improve the appeal and the efficacy of the communication, have recently become an ideal test-bed for digital media on different levels of complexity, from simple multimedia totems to large immersive installation. Users want experience over

product and new technologies demand people to act and choose: this means a radical change in the learning process, a more natural and instinctive way of learning challenging communication and educational traditional methods¹⁰⁷.”

Ai musei viene in effetti richiesto di diversificare i percorsi divulgativi ed educativi offrendo strumenti per i target più diversi di persone; nel campo della comunicazione scientifica questo rappresenta una sfida per gli aspetti fruitivi e per l'efficacia della presentazione di collezioni e materiale di non immediata comprensione. Sulla base, infatti, dei progetti^{108, 109} sviluppati negli anni precedenti presso il Laboratorio PercRo, si è potuto valutare come positivo l'apporto degli Ambienti Virtuali nella divulgazione di tematiche culturali e storiche, grazie al fascino intrinseco che queste tecnologie hanno, soprattutto quando sono amplificate dalla diffusione attraverso il web.

Si sono ipotizzate dunque le nuove tecnologie di interazione come una soluzione efficace, e idonea al contesto museale in oggetto: sia per offrire informazioni aggiuntive ed una esperienza più attiva all'interno degli spazi museali, sia per potenziare la comunicazione e la visibilità delle collezioni -attraverso il nuovo sito web- anche ai visitatori potenziali o troppo lontani per effettuare una visita concreta. I primi questionari somministrati sono dunque stati pensati per raccogliere dati sulla esperienza di visita e sugli eventuali approfondimenti auspicati dai visitatori; una volta implementati i percorsi fruitivi ed il nuovo sito web -sulla base delle ipotesi di lavoro formulate e sul feedback avuto dal pubblico – nei mesi finali del presente studio sono stati preparati nuovi questionari, somministrati ai visitatori dopo aver interagito con i multimedia con

¹⁰⁷ Scucces A, Carrozzino M, Evangelista C, Bergamasco M, *Virtual Environments and Interactive Tools to communicate Medical Culture in small Museums*, Scientific REsearch and Information Technology

Ricerca Scientifica e Tecnologie dell'Informazione, Scires-It - 2 : 77:90 (2012).

¹⁰⁸ Carrozzino M., Scucces A., Leonardi R., Evangelista C., Bergamasco M., *Virtually Preserving Artistic Handicraft* Journal of Cultural Heritage Volume 12, Issue 1, March 2011, Pages 82-87

¹⁰⁹ M.Carrozzino, C.Evangelista, A.Scucces, F.Tecchia, G.Tennirelli, M.Bergamasco , *The Virtual Museum of Sculpture*

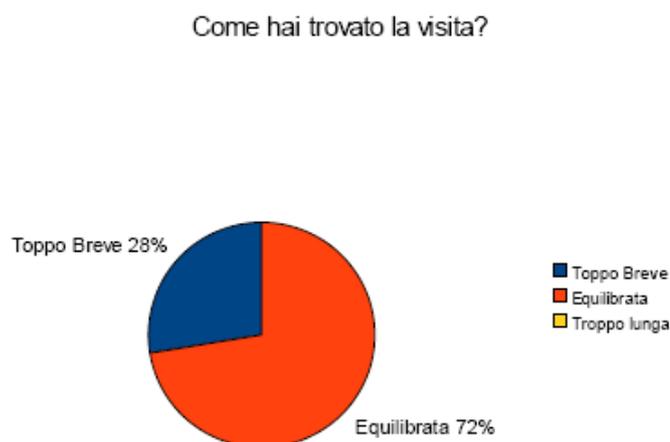
Proc. DIMEA 2008, 3rd ACM International Conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts, Pages 100- 107, AIT, Athens, Greece, ISBN 978-1-60558-248-1

domande tese a verificare il grado di chiarezza, utilità e fruibilità dei tool digitali realizzati – e quindi a riscontro della metodologia di lavoro ipotizzata all’inizio dello studio.

Analisi dei dati del I questionario somministrato

Nel secondo semestre del 2010 sono stati realizzati i primi questionari, somministrati a 160 visitatori, per un’età media di 38.5 anni; i gruppi di persone sono rappresentativi dei differenti target di pubblico abituali del Museo, in parte generico e in parte legato al settore Medico.

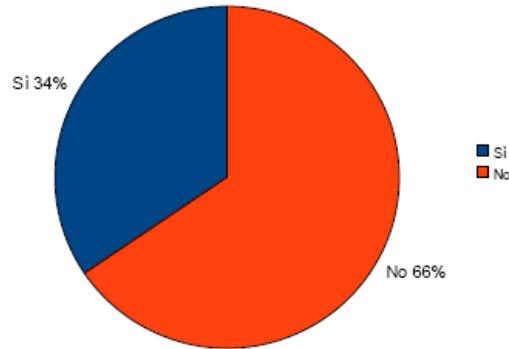
Il questionario si apre con domande più generiche volte a valutare l’approccio del pubblico con le collezioni museali; ad esempio comprendere se la durata della visita risultasse adeguata o sbilanciata in qualche modo:



La maggioranza si è espressa positivamente sulla tempistica del percorso offerto, come si evince dal grafico.

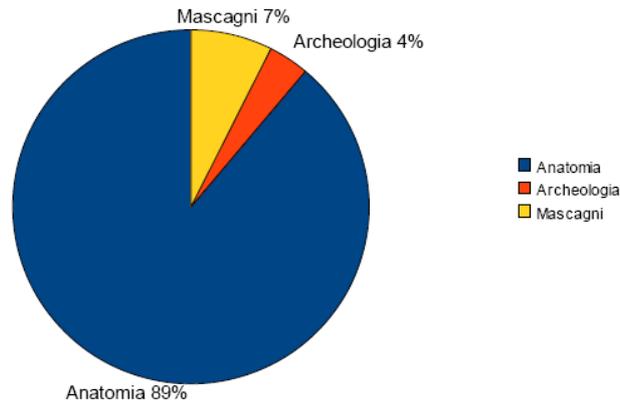
Domande per verificare la familiarità dei visitatori con questa tipologia di museo: la maggioranza risulta non avvezza a contesti simili, sebbene una discreta parte del pubblico dimostri una consuetudine con i musei scientifici:

Eri mai stato in un museo simile prima?



Oltre alla durata della visita, è stato interessante valutare quale parte delle collezioni museali risultasse più interessante tra le varie esposte al Museo:

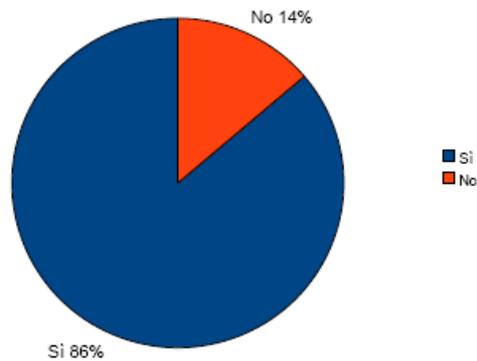
Quale parte della visita ti è piaciuta di più?



Come si vede bene dal grafico, la parte della visita che colpisce maggiormente è la sezione di Anatomia; dato che il tempo dedicato alla spiegazione delle varie sezioni è equamente suddiviso, la netta preferenza espressa nei confronti della sezione di anatomia si potrebbe giustificare con il maggiore impatto emotivo che i preparati anatomici suscitano nei visitatori.

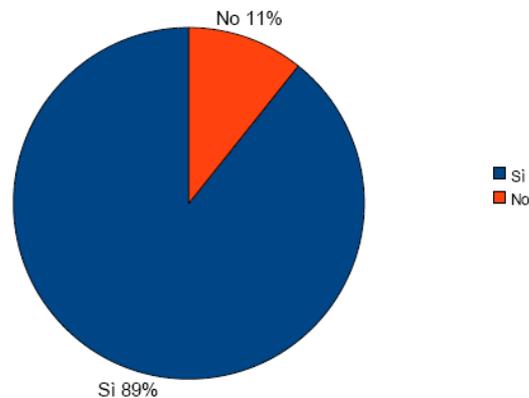
È stato chiesto se la spiegazione fornita dal personale risultasse adeguata, ottenendo un riscontro molto positivo: dunque la divulgazione orale è completa nelle differenti parti della visita:

Le spiegazioni sono state sufficienti?



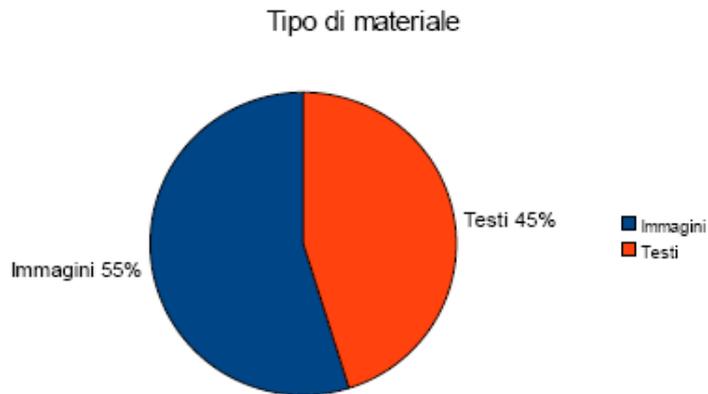
La stragrande maggioranza delle persone hanno espresso il desiderio di poter avere materiale riassuntivo da portare via, quindi il bisogno di ripercorrere e conservare le informazioni percepite, come approfondimento successivo al percorso di visita.

Ti sarebbe piaciuto portare a casa del materiale riassuntivo?

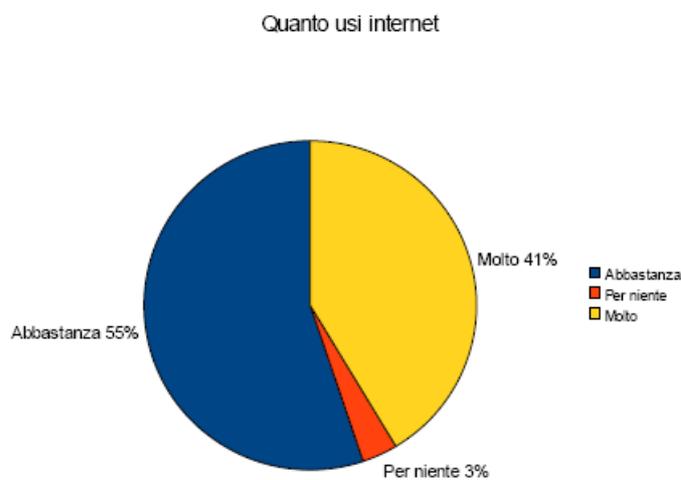


Il materiale auspicato si distribuisce equamente tra parte visiva e testuale, quindi contenuti strutturati in modo omogeneo a ripercorrere non solo la visita ma anche la parte di divulgazione fornita:

Sarebbe quindi auspicabile per i visitatori produrre brochures, depliant, schede informative da distribuire alla fine della visita alle persone interessate:



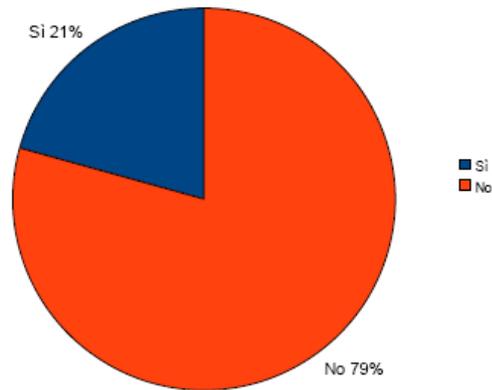
La seconda parte del questionario verte sulla familiarità dei visitatori con il web e il grado di interesse nello sviluppo di percorsi multimediali che offrano contenuti e spiegazioni aggiuntive nel corso della visita:



Qui il pubblico si divide in modo abbastanza equo tra chi possiede molta dimestichezza con Internet e chi ne dichiara abbastanza; un esiguo 3% resta escluso dal suo impiego.

A questo proposito, è stato chiesto ai visitatori se avessero mai visitato un museo attraverso tour virtuale disponibile via web:

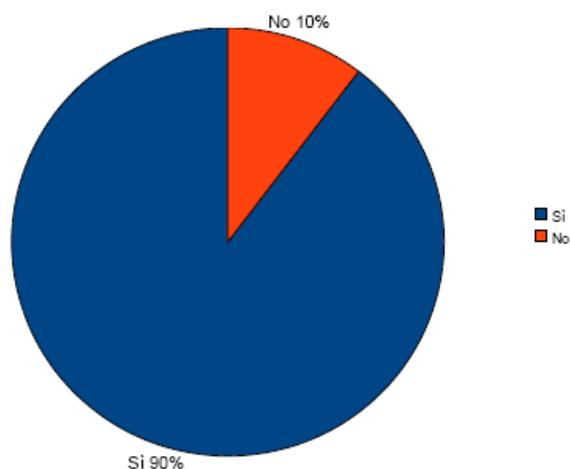
Hai mai visitato un museo on-line?



Il 70% dei visitatori del museo, pur avendo un alto grado di familiarità con internet, dichiara di non aver mai visitato un museo on-line. Questo probabilmente può essere sintomo di scarsa offerta di musei on-line o di scarsa percezione di internet come strumento utile per la visita dei musei.

Ma il 90% degli intervistati mostra interesse nella possibilità di fruire di un nuovo sito web ufficiale del Museo, ovvero un canale informativo online dove trovare maggiori informazioni ed approfondimenti, nonché ripercorrere le collezioni.

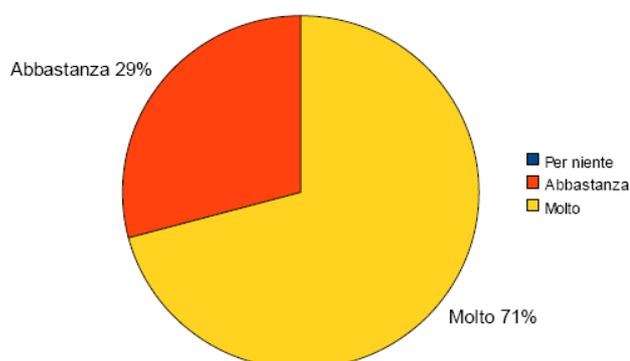
Pensi potrebbe esserti utile visitare il nuovo sito del museo?



È stato chiesto ai visitatori, a questo punto, cosa sarebbe stato utile trovare all'interno del nuovo sito web in termini di interazione e multimedia rispetto alle collezioni museali:

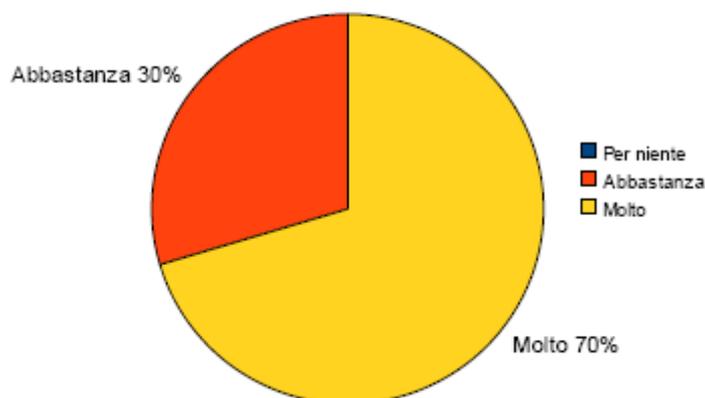
Sul nuovo sito ti piacerebbe trovare:

Mascagni: navigazione interattiva



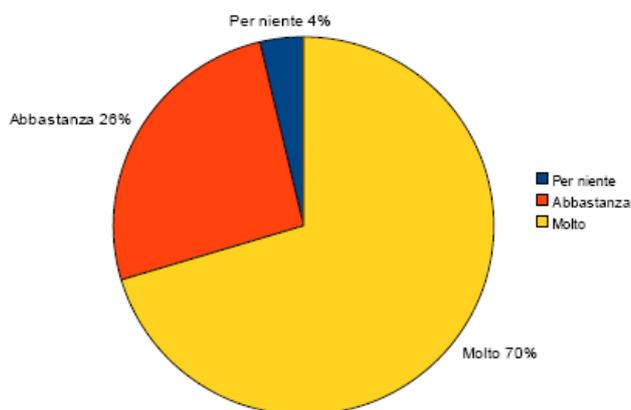
Una larga maggioranza dichiara interesse nella possibilità di una navigazione interattiva con le Tavole Anatomiche della Galleria Mascagni; un numero simile si è avuto rispetto alla possibilità di interazione con una versione 3D di alcuni dei reperti:

Museo: reperti 3D



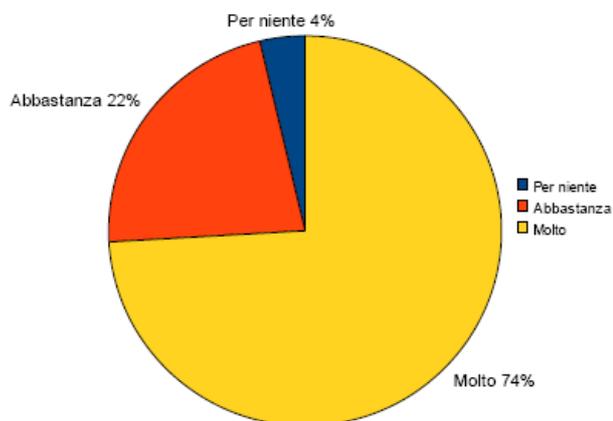
Un risultato analogo si è riscontrato alla domanda sulla possibile navigazione interattiva – quindi un tour virtuale attraverso che presenti il Museo, mantenendosi in linea con il grado di interesse espresso per le altre possibilità di interazione:

Museo: interesse navigazione interattiva



A ulteriore conferma delle risposte avute in precedenza, anche la possibilità di una guida virtuale che spieghi ed illustri i contenuti del Museo, ha ottenuto un ampio margine di interesse:

Museo: interesse guida virtuale



Considerazioni sui dati dei questionari e definizione dei percorsi di interazione

Dai dati ottenuti è risultato che la maggioranza degli intervistati - su un campione di 160 - gradirebbe fruire di percorsi/contenuti multimediali oltre alla visita consueta, e riterrebbe utile avere non solo del materiale cartaceo da potere

consultare e portare via, ma soprattutto un nuovo sito web del Museo dove poter trovare approfondimenti e chiarimenti sui preparati e i reperti esposti.

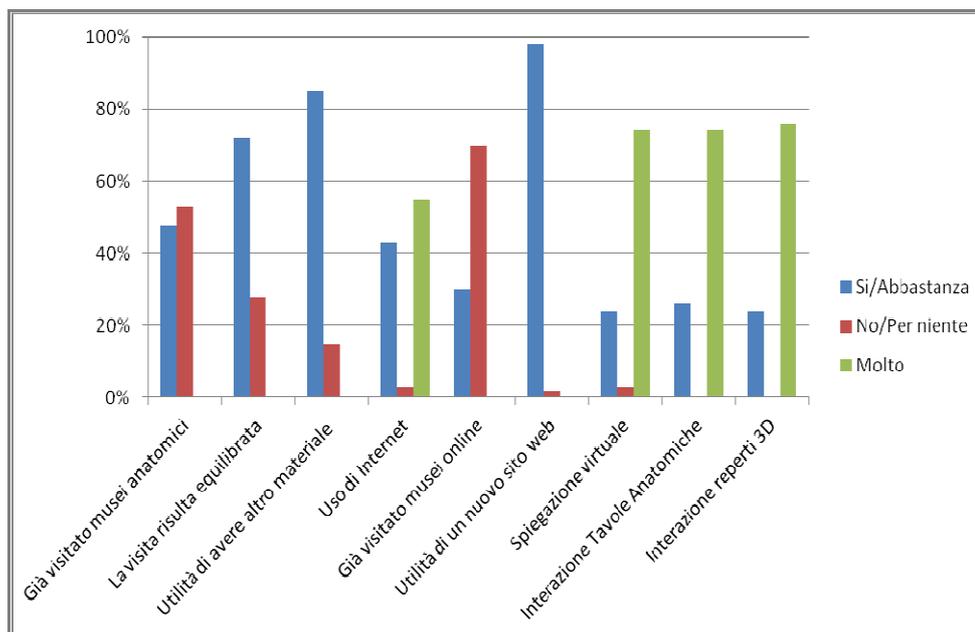


Fig. 55: Grafico con i risultati dei primi questionari somministrati

Le motivazioni più frequenti -lasciate a margine nei commenti del questionario- per spiegare l'interesse nei confronti di un nuovo sito web e di percorsi fruitivi multimediali, sono riassumibili in:

- *Per avere maggiori informazioni sulle collezioni visitate;*
- *Per avere contenuti di approfondimento in merito alle collezioni visitate;*
- *Per accedere al Museo più volte;*
- *Per avere una comprensione migliore;*
- *Per diffondere la cultura del Museo;*
- *Trarre benefici da una maggiore visibilità per il Museo;*
- *Permettere al pubblico in remoto di accedere al Museo;*

Solo 4 persone hanno detto che la visita reale non può essere sostituita da un sito web o da qualche applicazione interattiva.

Sulla base di questi riscontri si è proceduto alla definizione di due differenti applicazioni interattive sono state sviluppate in collaborazione con il Laboratorio Percro della Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa. Tramite esse si è proceduto ad

ampliare virtualmente il percorso di visita, nell'intento di offrire al pubblico ulteriori strumenti di accesso e nuovi contenuti interattivi di approfondimento – secondo le ipotesi di lavoro formulate in precedenza e le preferenze emerse dai questionari proposti. Le applicazioni sono state naturalmente formulate sulla base di un ulteriore confronto con il personale del Museo: nello specifico si è scelto di porre l'attenzione sulla storia della istituzione e l'origine delle sue collezioni, nonché focalizzarsi sulla parte archeologica raccolta e donata al Museo Anatomico da Carlo Regnoli (1838-1873) durante le sue spedizioni in Perù. Le esperienze pregresse del Laboratorio PercRo nello sviluppo di VV AA per la fruizione di beni culturali e la divulgazione di contenuti culturali, ha potuto fornire delle indicazioni fondamentali nella scelta di tool appropriati per le esigenze emerse dall'analisi effettuata, incrociandole con le risorse concretamente disponibili per la implementazione delle applicazioni stesse.

La scelta di incentrarsi su questa parte specifica dei reperti è stata infatti – in parte- dettata anche da fattori logistici nonché economici: lo sviluppo di Ambienti Virtuali altamente immersivi - quali ad esempio i CAVEs per la visualizzazione di reperti e/o preparati anatomici con un grado di interazione più complesso – non era implementabile allo stato attuale delle cose, considerate le risorse necessarie in tal senso, ben più ampie in termini di budget e di progettualità richiesti.

**I percorsi interattivi sviluppati per il Museo di Anatomia “F. Civinini”:
l'Information Landscape**

Il primo percorso sviluppato per il Museo è basato sulla tecnologia dell' *Information Landscape*¹¹⁰, ovvero un *Paesaggio di Informazione*. Il termine "Information Landscapes" è stato coniato da Muriel Cooper, fondatrice del Visible Language Workshop all'interno del MIT Media Laboratory¹¹¹ di Boston, e descrive un Ambiente Virtuale in cui informazioni testuali vengono rappresentate su superfici disposte all'interno di uno spazio tridimensionale, nel quale l'utente, o lettore, può "navigare" pur mantenendo una completa percezione del contesto. Come caso particolare di Ambiente Virtuale, anche i Paesaggi di Informazione rappresentano un ambiente tridimensionale di sintesi, generato nel calcolatore con il quale un utente è in grado di interagire in modo realistico mediante diverse modalità sensoriali quali la vista, l'udito ed il tatto. La caratteristica evidente che differenzia un Paesaggio di Informazione da un Ambiente Virtuale convenzionale è data dal fatto che nel primo, le uniche entità virtuali rappresentate sono le superfici su cui vengono riportate parti di testo e immagini con i quali quale l'utente potrà interagire. A differenza di un Ambiente Virtuale in cui gli oggetti costituenti possono rappresentare una replica più o meno realistica di cose o esseri viventi del mondo reale, in un Paesaggio di Informazione gli unici oggetti presenti risultano infatti come gruppi di testo disposti opportunamente su superfici geometriche: si capisce come i principi e le metafore alla base di questo tool permettano di creare visualizzazioni affascinanti e ricchi di informazioni:

"[...] the use of immersive systems for content fruition, using the Information Landscapes metaphor of visualization, which is based on the abstract

¹¹⁰ È possibile trovare numerosi video e riferimenti al lavoro di Muriel Cooper, ad esempio al link <http://www.inventinginteractive.com/2010/02/01/information-landscapes/>: "in 1994 Muriel Cooper presented work at the TED5 conference in Monterey, CA that changed the way designers thought of the possibilities of electronic media. The work, from her group at the MIT Media Lab's Visible Language Workshop (or VLW), took typography, literally, into three dimensions — and gave it dynamics and interactivity that had never been seen before. Tragically it was just after this that she passed away. - See more at: <http://www.inventinginteractive.com/2010/02/01/information-landscapes/#sthash.l6oPMcFQ.dpuf>"

¹¹¹ Si veda: <http://www.mit.edu/>

*presentation of information in the three dimensional space. The aim of this type of virtual environments is to place the user directly inside the information and to allow him to navigate around in order to improve the understand learning processes. A typical Information Landscape maps semantic relationships among data into spatial relationships. Although the classical hyperlink metaphor can still be used, the presence of a well designed spatial organization allows users to access information also by means of a free or semiguided navigation.*¹¹²”

Il Laboratorio PercRo ha già dato ampio spazio allo sviluppo di progetti incentrati su questa tecnologia [Neri et al., 2010] e, conoscendone a fondo le potenzialità e l’adattabilità, è stato scelto di realizzarne uno specifico per il Museo di Anatomia Umana – visti anche i dati acquisiti e le ipotesi formulate in precedenza.

Il Paesaggio di Informazione pensato per il Museo è un percorso che illustra la storia stessa della Istituzione, mettendo in luce gli episodi ed i personaggi storici salienti che hanno determinato la nascita delle collezioni museali – a cavallo degli anni dell’Unità di Italia: si può così inquadrare il contesto generale e gli eventi peculiari che hanno permesso l’arrivo di alcuni dei reperti archeologici ed antropologici posseduti dal Museo, di più difficile contestualizzazione.

Screenshot della applicazione IL che guidano il visitatore attraverso la storia del Museo ed il contesto storico-scientifico che ha contribuito alla nascita delle diverse collezioni possedute:

¹¹² [M. Carrozzino, C. Evangelista, E. Ruffaldi, V. Neri, and M. Bergamasco, “Web Dissemination of Cultural Content Through Information Landscapes”, in *Museums and the Web 2009: Proceedings*, 2009]



Fig. 56: Screenshot dell'Information Landscape sviluppato per il Museo



Fig. 57: Screenshot dell'Information Landscape sviluppato per il Museo

Questo “corridoio storico” si snoda in un percorso astratto, costruito in modo lineare attraverso immagini e testi, è percorribile attraverso un semplice click del mouse che permette di avanzare nel tragitto virtuale. In conclusione di questo prima parte, l’utente ha la possibilità di scegliere quale parte delle collezioni archeologiche approfondire, in tre ulteriori possibili scelte che ne ricalcano la diversità:



Fig. 58: Screenshot dell'Information Landscape sviluppato per il Museo

Ciascuna sezione è una sorta di stanza virtuale che offre al visitatore la possibilità di visualizzare nel dettaglio alcuni reperti, in una modalità non possibile durante la visita. Nella parte relativa ai corredi funerari e alle ampolle contenenti resti botanici e fogli manoscritti, i reperti sono stati fotografati fuori dalla loro abituale collocazione. L'IL offre quindi un punto di vista altrimenti inedito su molti degli oggetti conservati al Museo:



Fig. 59: Screenshot dell'Information Landscape sviluppato per il Museo

Tutti i fogli manoscritti contenuti nelle ampolle sono stati fotografati e trascritti:



Fig. 60: Screenshot dell'Information Landscape sviluppato per il Museo

Le mummie peruviane sono state pure inserite a completamento del percorso, in un quadro esaustivo sulla parte archeologica delle collezioni museali:



Fig. 61: Screenshot dell'Information Landscape sviluppato per il Museo

Il Paesaggio di Informazione è quindi un tool pensato per l'approfondimento di contenuti storici e l'esplorazione di parte delle collezioni fruibili sia nella visita reale che attraverso il sito web ufficiale del Museo.

I percorsi interattivi sviluppati per il Museo di Anatomia "F. Civinini": il Catalogo Multimediale

Una diversa soluzione è stata pensata per la fruizione della serie di vasi precolombiani custoditi dal Museo, nell'ottica di dare maggiore risalto a questo nucleo consistente e raro che costituisce una parte significativa del percorso di visita. L'applicazione realizzata per implementare questo percorso è basata sulla tecnologia XVR - eXtreme Virtual Reality¹¹³ - un ambiente di sviluppo per applicazioni di realtà aumentata e di realtà virtuale sviluppato congiuntamente dal Laboratorio Percro e da VRMedia, Spin-Off della Scuola Superiore Sant'Anna. Si è realizzato un *Catalogo Multimediale* navigabile strutturato su schede e contenuti di approfondimento: anche in questo caso le immagini dei vasi offrono una visuale non altrimenti disponibile dei reperti, grazie alle fotografie realizzate appositamente in fase di strutturazione del lavoro.



Fig. 62: Screenshot del Catalogo Multimediale sviluppato per il Museo

Le schede di testo forniscono informazioni sulle culture sudamericane *Chimù* e *Chanca* cui gli oggetti appartengono, contestualizzando quindi una specifica fase storica e geografica. Sullo sfondo del Catalogo è stata inserita una carta geografica della parte di costa peruviana dove i vasi sono stati ritrovati.

¹¹³Basato su un potentissimo linguaggio di programmazione in stile c++, i contenuti XVR possono essere sviluppati **senza il bisogno di compilatori esterni**, generando un bytecode efficiente e **multiplatforma**, adatto per installazioni sviluppate da VRMedia S.r.l. o su **pagine Internet** o **CD ROM** multimediali. Si veda: <http://www.vrmedia.it/it/xvr.html>

Il catalogo è sfogliabile sia attraverso la tastiera del pc che attraverso il mouse, in una modalità estremamente semplice ed intuitiva.. A differenza del *Paesaggio di Informazione*, il Catalogo combina immagini e parti di testo senza direzione di sviluppo lineare; in questo caso l'applicazione è fruibile sia andando avanti che indietro al suo interno in un senso circolare.

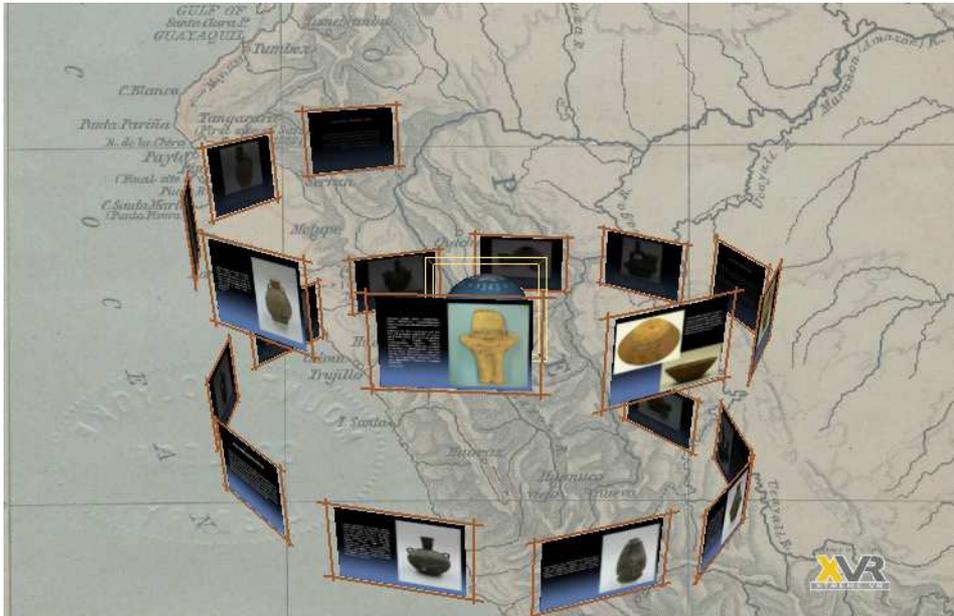


Fig. 63: Screenshot del Catalogo Multimediale sviluppato per il Museo

Sia l'Information Landscape che il Catalogo Multimediale sono stati presentati al pubblico nell'ambito di "Amico Museo 2011", evento culturale organizzato dalla Regione Toscana e volto alla valorizzazione del suo patrimonio museale, ottenendo un ampio riscontro di pubblico. Entrambe le applicazioni sono state pensate, come accennato in precedenza, per essere fruibili attraverso il nuovo sito web del Museo di Anatomia Umana "F. Civinini" la cui strutturazione ha costituito la fase di lavoro successiva.

La strutturazione del nuovo sito web ufficiale

Il nuovo sito web del Museo è stato creato considerando il generale rinnovo del portale della Facoltà di Medicina e Chirurgia¹¹⁴ dell'Università di Pisa, del quale ha adottato le principali caratteristiche. Come emerso dalle considerazioni svolte in fase di studio ed analisi, anche la parte di comunicazione online è stata ritenuta fondamentale per incrementare la divulgazione della realtà museale ed una migliore visibilità rispetto ad un pubblico esponenzialmente in crescita. dai questionari presi in esame, inoltre, è emerso un altissimo indice di interesse nel poter disporre di uno strumento via web.

I diversi parametri tenuti in conto sono stati:

- Maggiore visibilità del Museo di Anatomia nei network scientifici e museali
- Chiarezza e leggibilità dei contenuti relativi alle collezioni custodite
- Strutturazione dei contenuti per target di pubblico non specialistico
- Evidenziazione delle attività e dei progetti *in fieri* relativi al Museo
- Pagina dedicata ai multimedia e alle risorse tecnologiche realizzate per il Museo

Il nuovo sito web del Museo, consultabile all'indirizzo URL <http://www.med.unipi.it/museoanatomia/> ha un albero (struttura) impostato su criteri di *usability* e immediatezza delle informazioni: nella Homepage viene descritta brevemente la storia del Museo e i principali personaggi che hanno contribuito al suo sviluppo e alla acquisizione dei reperti via via crescenti, così da fornire agli utenti una cornice storica e culturale. La strutturazione dei contenuti è stata poi sviluppata per dare maggiore risalto possibile alle differenti tipologie di collezioni presenti, rintracciabili nelle varie voci del Menu Principale:

- Home
- Tavole del Mascagni
- Collezioni Archeologiche
- Corredi Funerari

¹¹⁴Si veda: <http://www.med.unipi.it/web/>

- Multimedia
- Attività ed eventi
- Prenotazioni e Contatti
- Link

Come si evince dal Menu, oltre alle differenti pagine dedicate ai vari nuclei delle collezioni, eguale risalto è stato dato alle attività del Museo, alla sezione relativa ai contatti e, naturalmente, alla parte dei Multimedia di cui il Museo si è già dotato, come visto in precedenza.

Ciascuna pagina dedicata alle collezioni fornisce informazioni sui reperti in oggetto, ospitando uno slide show con i reperti più rappresentativi della sezione, selezionati in accordo con il personale del Museo. Per quanto riguarda la Collezione Medica, ad esempio, una sezione del sito è dedicata ai preparati anatomici e ai modelli didattici conservati mentre le Tavole di Mascagni -pur rientrando nella tematica propriamente clinica- sono presentate a parte in modo da dedicare il giusto risalto a opere omogenee alla base, ma differenti per storia e tecnica. Altra sezione peculiare del Museo è quella delle Collezioni Archeologiche: la presenza stessa di materiale precolombiano in un Museo Anatomico suscita interesse e curiosità; il sito è uno strumento perfetto per spiegare le ragioni di questa peculiare commistione e ricondurla alla storia della Medicina.

Una sezione specifica è quella per i vasi delle culture Chimù e Chancay, mentre le mummie e i Corredi Funerari sono presentati in un'altra apposita sezione del sito. Ciascuna di queste parti è corredata da uno slide show di fotografie a completamento dei contenuti forniti. Oltre alla presentazione delle Collezioni, la funzione altrettanto importante del sito è di evidenziare le attività e la ricerca svolta all'interno dello stesso Museo: così vengono evidenziati i Multimedia, ovvero i percorsi digitali realizzati con il Laboratorio PERCRO e navigabili dal sito; maggiore risalto hanno anche le Attività e gli Eventi ai quali il Museo partecipa di volta in volta. Infine, è stata aggiornata la sezione dei link e dei contatti,

indispensabili per migliorare l'accessibilità della struttura e incrementare i contatti con i visitatori.

Particolare attenzione è stata data alla Collezione Medica, dove le immagini presentate nello slide show sono di modelli didattici, evitando naturalmente quei preparati che potrebbero avere un impatto maggiore sulla sensibilità degli utenti.



MENU PRINCIPALE

- Home
- Tavole del Mascagni
- Collezioni Mediche**
- Collezioni Archeologiche
- Corredi Funerari
- Multimedia
- Attività ed Eventi
- Prenotazione e Contatti
- Link

La Collezione Medica

La Collezione Medica del Museo conta varie sezioni di preparati e reperti. Di notevole interesse è la raccolta **Osteologica**, dallo scheletro intero fino alle singole ossa con alcuni reperti di particolare pregio. Una ricca sezione è anche quella **Sindesmologica**, che annovera diversi preparati riguardanti le articolazioni fra le ossa e gli apparati ligamentosi. Il reparto di **Angiologia** vanta un numero considerevole di preparati sul cuore e sui vasi sanguigni realizzati con la tecnica dell'imbalsamazione e dell'iniezione con gesso variamente colorato. Oltre ai preparati originali il Museo di Anatomia Umana possiede molti modelli anatomici realizzati con vari materiali fra cui la cera ed il gesso (per i più vecchi) e materiali plastici (per i più recenti).

Fra i preparati **Embriologici** ci sono diversi modelli in cera che illustrano le fasi più significative dello sviluppo sia umano che animale. In particolare, è visibile un grande modello di embrione umano che può essere studiato nelle sue varie sezioni grazie ad un sistema di leve che lo scompongono. Una rara collezione di scheletri fetali completa la parte embriologica.

Fig. 64: Screenshot del sito web ufficiale del Museo

Anche la parte relative ai corredi funerari presenta delle immagini studiate che escludono le parti più "ostiche" – come il gruppo di teste imbalsamate.

- MENU PRINCIPALE**
- » Home
 - » Tavole del Mascagni
 - » Collezioni Mediche
 - » Collezioni Archeologiche
 - » Corredi Funerari
 - » Multimedia
 - » Attività ed Eventi
 - » Prenotazione e Contatti
 - » Diario di scavo
 - » Link
- PROSSIMI EVENTI**
- 

I Corredi Funerari

Le casse contenenti i Corredi Funerari fanno parte dei reperti raccolti in Sudamerica da Carlo Regnoli (1838-1873). Fu un uomo che si distinse su vari fronti: come medico partecipò alla Terza Guerra di Indipendenza dove curò i militari feriti e, appassionato di archeologia, compì ricerche sia in Egitto che in Sud America. Nel 1869 effettuò una importante spedizione in Perù da dove riportò i vasi precolombiani, resti botanici, alcuni esemplari di mummie ed i Corredi Funerari.



Fig. 65: Screenshot del sito web ufficiale del Museo

La struttura del sito è lineare, semplice, di facile navigazione; i contenuti sono esposti in modo sintetico e chiaro, le attività sono in costante aggiornamento.

Anche la parte relativa alla posizione del Museo ed ai contatti ha uno spazio importante – considerata la logistica della visita che necessita un appuntamento concordato con il personale del Museo.

MENU PRINCIPALE

- » Home
- » Tavole del Mascagni
- » Collezioni Mediche
- » Collezioni Archeologiche
- » Corredi Funerari
- » Multimedia
- » Attività ed Eventi
- » Prenotazione e Contatti
- » Diario di scavo
- » Link

PROSSIMI EVENTI



Prenotazione e Contatti

Direttore del Museo di Anatomia "F. Civinini": Prof. Gianfranco Natale
 Conservatore del Museo: Prof.ssa Paola Lenzi
 Valorizzazione Museale e Nuove Tecnologie: Dott.ssa Alessandra Scuoos



Il Museo di Anatomia Umana si trova in via Roma n. 55, al 3° piano della Scuola Medica (300 mt dalla Torre di Pisa)
 Il Museo è visitabile su prenotazione, l'ingresso è gratuito.
 Chiuso Sabato, festivi e il mese di Agosto

Fig. 66: Screenshot del sito web ufficiale del Museo

Il sito web, concepito come finestra di dialogo con gli utenti, sarà aggiornato via via che nuove attività e contenuti verranno sviluppati, anche a latere degli scopi espositivi; essendo il Museo parte integrante dell'Università saranno opportunamente resi visibili gli eventi legati alle attività accademiche.

Analisi dei dati del II Questionario somministrato

Una volta implementati i percorsi di fruizione interattivi e completato il sito web, si è proceduto con la preparazione e la somministrazione di nuovi questionari, volti a verificare le ipotesi di lavoro iniziali e gli strumenti predisposti dopo i risultati delle prime indagini svolte.

Sono state intervistate 100 persone tra febbraio e maggio del 2013: alla fine del tradizionale percorso di visita effettuato al Museo, sono stati presentati i due percorsi fruitivi e informando i gruppi di visitatori sulla possibilità di fruirne anche attraverso il sito web del Museo.

Sono state poste cinque domande:

1. Secondo lei, le applicazioni interattive rendono più completa e chiara la visita al Museo?
2. Secondo lei, le applicazioni interattive aiutano a ricordare le informazioni divulgate nella visita al Museo?
3. Secondo lei, vedere le applicazioni sul sito web del Museo, aiuta la visibilità delle collezioni?
4. Secondo lei, gli strumenti multimediali aiutano la divulgazione di argomenti scientifici?
5. Ha già fruito di applicazioni simili in altri contesti culturali?

Ciascuna domanda prevedeva quattro possibili risposte, in ordine crescente di consenso:

1. Per niente
2. Poco

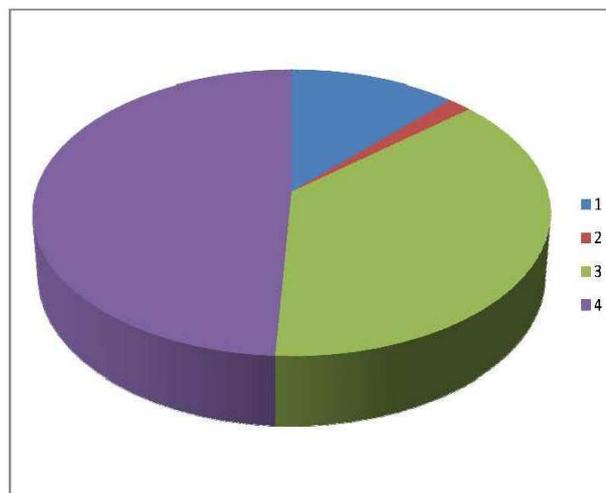
3. Abbastanza

4. Molto

Domanda I - Secondo lei, le applicazioni interattive rendono più completa e chiara la visita al Museo?

Il primo quesito è stato pensato per valutare quanto le risorse basate sugli Ambienti Virtuali abbiano reso più semplice l'approccio e la comprensione delle collezioni museali.

Per niente 14% - Poco 2% - Abbastanza 43% - Molto 57%

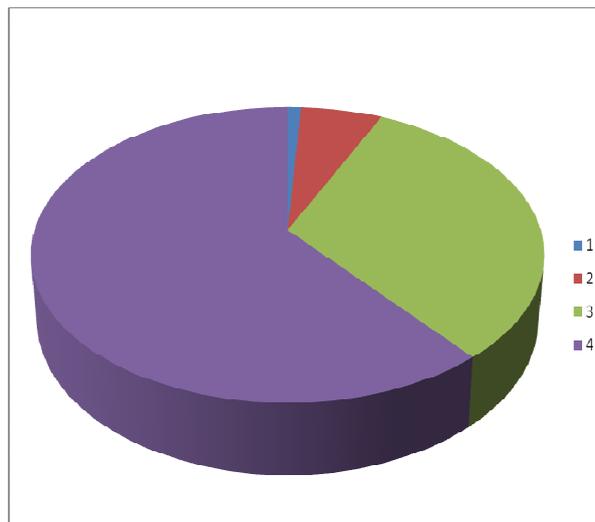


A questa domanda - tra tutte e cinque- si è registrata la percentuale più alta di persone che hanno scelto l'opzione "per niente"; a fronte di un ampio indice di intervistati che valuta positivamente l'apporto dei percorsi interattivi in termini di chiarezza della divulgazione. Probabilmente i tempi ristretti dedicati alla fruizione dei percorsi possono aver inciso in tal senso, non permettendo sempre una interazione completa da parte di ciascuno.

Domanda II - Secondo lei, le applicazioni interattive aiutano a ricordare le informazioni divulgate nella visita al Museo?

La seconda domanda è stata formulata per comprendere se, interagendo con l'Information Landscape ed il Catalogo Multimediale alla fine della visita, si potessero assimilare meglio le informazioni ricevute e le spiegazioni date.

Per niente 1% - Poco 6% - Abbastanza 32% - Molto 61%

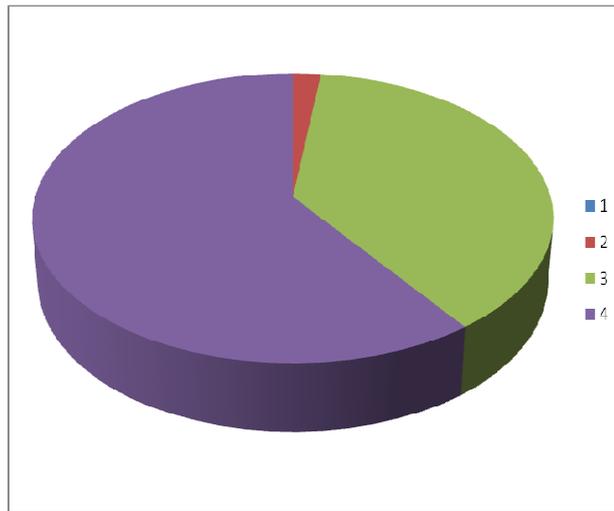


La maggioranza degli intervistati si è espressa positivamente rispetto al consolidamento delle informazioni grazie alla interazione con i multimedia; ripercorrere nell'Ambiente Virtuale quanto visto e ascoltato pare dunque consolidare l'apprendimento.

Domanda III - Secondo lei, vedere le applicazioni sul sito web del Museo, aiuta la visibilità delle collezioni?

La terza domanda è stata formulata per stabilire il grado di interesse degli utenti nella possibilità di fruire delle applicazioni interattive una volta tornati a casa o a scuola, attraverso il proprio computer; quindi quanto risulti efficace avere anche online questi tool come una ulteriore vetrina per la visibilità del Museo, ed il grado di engagement stimato.

Per niente 0% - Poco 2% - Abbastanza 38% - Molto 60%

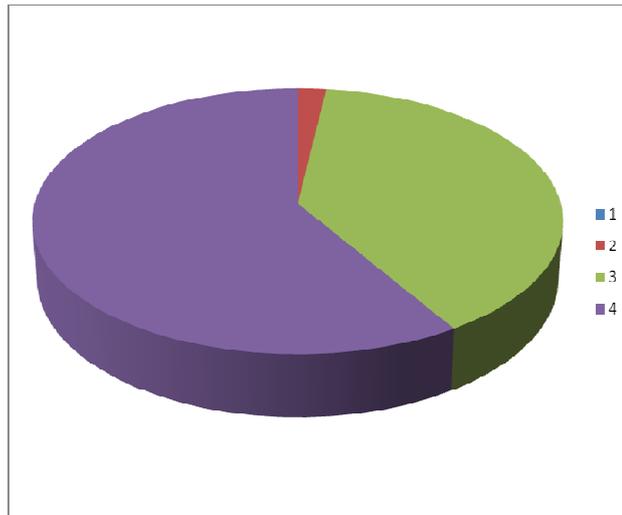


Anche in questo caso la maggioranza delle persone, per un totale del 98%, ha risposto favorevolmente confermando l'interesse in un sito web che permetta, al suo interno, dei percorsi aggiuntivi in grado di avere un riscontro positivo.

Questionario IV - Secondo lei, gli strumenti multimediali aiutano la divulgazione di argomenti scientifici?

La penultima domanda è stata posta in un'ottica più generale, ovvero cercando di valutare la percezione dei visitatori rispetto all'utilità di applicazioni di Ambienti Virtuali nella divulgazione di tematiche specialistiche. Nonostante l'Information Landscape ed il Catalogo Multimediale siano focalizzati su parti principalmente storiche, gli argomenti si agganciano alla storia di scoperte scientifiche e di episodi legati alla storia della Medicina.

Per niente 0% - Poco 2% - Abbastanza 39% - Molto 59%

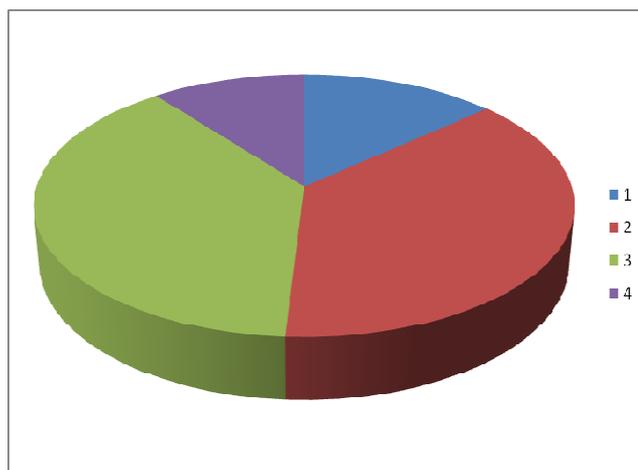


Una larga parte degli intervistati trova di ausilio le nuove tecnologie di interazione nella spiegazione di contesti e ambiti disciplinari poco dibattuti generalmente; in un'ottica di lavoro futuro, sarebbe utile indagare questo aspetto a fronte di applicazioni incentrate su parti della medicina e della anatomia ancora più tecniche.

Domanda V - Ha già fruito di applicazioni simili in altri contesti culturali?

La quinta ed ultima domanda era volta a conoscere quanti, tra gli intervistati, avessero già avuto occasione di interagire con tool interattivi in contesti museali o legati comunque ad una comunicazione culturale,

Per niente 14% - Poco 39% - Abbastanza 40% - Molto 11%



In questo caso, circa la metà delle persone ha dichiarato di non avere alcuna -o poca- dimestichezza con percorsi interattivi, e altri hanno detto di averne

abbastanza; sarebbe interessante comprendere quanto la domestichezza e la familiarità con queste risorse le renda più utili o semplici da approcciare.

Sviluppo di altri strumenti divulgativi

A margine delle attività presentate, altri strumenti sono stati predisposti per agevolare il percorso di visita nel Museo attraverso i dispositivi mobili, nell'ottica di offrire al pubblico maggiori strumenti. Sono stati quindi creati dei percorsi QR Code (Quick Response), un tipo di codice che sfrutta la tecnologia dei palmari e dei telefoni cellulari di nuova generazione per trasmettere informazioni. Nato in ambiente industriale, questo tipo di codice ha presto conquistato altri settori grazie alla facilità con la quale veicola contenuti e permette la connessione a indirizzi URL; ha preso piede anche nell'ambito culturale e museale, comparso nei percorsi di visita così da agevolare per i visitatori la fruizione di più contenuti. All'interno del Museo "F.Civinini" ciascun visitatore può -attraverso il proprio smartphone- disporre di contenuti audio strutturati ad hoc su ogni percorso.

Sala Regnoli

<p style="text-align: center;">Chimù</p>  <p style="text-align: center;">XIII-XV Sec. D.C.</p> <p>Gli artisti Chimù realizzarono stupendi oggetti in ceramica scura, in legno, in metallo ed anche i loro tessuti eccellevano per qualità e colore.</p> 	<p style="text-align: center;">Chancay</p>  <p style="text-align: center;">XII-XVI Sec. D.C.</p> <p>Cultura preincaica della costa centrale del Perù, questa popolazione trovò nel mare la sua fonte di sostentamento e ispirazione artistica.</p> 	<p style="text-align: center;">Fardos e Ampolle</p>  <p>A differenza delle elaborate mummie egizie, qui la mummificazione è avvenuta spontaneamente per il clima caldo secco.</p> 
--	---	---

 Servizio disponibile per i dispositivi abilitati alla connessione wi-fi (SSID - MuseoAnatomia), dotati di software QR code-Reader.

Fig. 67: Sala Regnoli: Percorso Chimù, Percorso Chancay, Fardos e Ampolle

I percorsi sono stati studiati basandosi su alcuni parametri principali: gli spazi del Museo, il tempo di percorrenza, la tipologia dei reperti scelti. Sono sei in totale, tre per ciascuna sala.

Sala Duranti



 Servizio disponibile per i dispositivi abilitati alla connessione wii-fi (SSID - MuseoAnatomia), dotati di software QR-code Reader.

Fig. 68: Sala Duranti: le Ceroplastiche, i Corredi Funerari, le Mummie Egizie

Essi forniscono uno strumento ulteriore per la divulgazione interna al Museo, con una funzione simile a quella delle audio guide che accompagnano il visitatore in un percorso di visita autonomo, che non prevede però alcuna interazione, ma un eventuale supporto alla spiegazione orale.

Contemporaneamente allo sviluppo dei percorsi QR Code, è stata creata la nuova guida del Museo di Anatomia Umana, sia in italiano che in inglese, delle brochure divulgative e delle cartoline di alcuni tra i reperti rappresentativi delle diverse collezioni.

Considerazioni finali

Il percorso di studio di questi tre anni si è basato sulla analisi degli Ambienti Virtuali e della loro implementazione in ambito medico. Già ampiamente utilizzate per la diagnostica, per la riabilitazione e per la terapia in molteplici settori -dalle problematiche motorie, al trattamento di fobie, alle malattie neurodegenerative – nel presente progetto si sono indagate le risorse offerte dalla nuove tecnologie di interazione nello studio e nella fruizione della Anatomia Umana.

La visualizzazione infatti del corpo umano e dei suoi apparati interni può trarre enorme vantaggio dalle possibilità insite nello sviluppo di applicazioni immersive, sia per ciò che concerne la didattica ad uno specifico target di pubblico –quali studenti di Medicina o personale medico- sia la divulgazione studiata per un pubblico generico. La comunicazione scientifica nei confronti di un pubblico di non addetti ai lavori, infatti, è un topic attuale nella comunità di ricercatori che trattano dati e informazioni di interesse generale, come emerso nelle conferenze e nelle pubblicazioni di settore.

In questo quadro, un ruolo fondamentale lo svolgono i musei - collettori di un sapere a disposizione di tutti – ed in particolare i musei scientifici, figli della industrializzazione e dei progressi tecnologici che hanno rivoluzionato il modo di comunicare, e non solo. Le istituzioni culturali ed i musei sono un luogo di accesso privilegiato per permettere a chiunque un apprendimento basato sulla partecipazione ed il coinvolgimento, stando alle istanze della museologia contemporanea. Gli Ambienti Virtuali si prestano dunque come strumento ottimale nella strutturazione di percorsi per i musei scientifici, rappresentando un valido supporto in termini di divulgazione public engagement. Secondo le linee infatti adottate dai maggiori musei scientifici nel panorama internazionale, l'interazione ed il dialogo con il pubblico sono pilastri imprescindibili per una comunicazione efficace che incrementi in modo esponenziale il ruolo educativo e divulgativo dei musei.

Da tali presupposti si è sviluppato il presente progetto di ricerca, che ha teso ad uno studio utile per valutare l'apporto degli Ambienti Virtuali nella divulgazione in ambito medico-anatomico, dunque scientifico.

Il case-study rappresentato dal Museo Anatomico "F.Civinini" di Pisa ha costituito un terreno ideale per la verifica dei presupposti alla base del progetto: un Museo universitario piccolo ma ricco in termini di collezioni possedute, eterogenee per tipologia e storia. Essendovi infatti vari reperti - sia di natura anatomica che archeologica, per la peculiare storia della Scuola Medica Pisana e dei suoi professori - vi è un maggiore grado di complessità nella divulgazione al pubblico. A questi aspetti si aggiunge la logistica peculiare del percorso di visita, dovuta agli spazi della struttura dove lo stesso Museo ha la sua sede.

Nel lavoro svolto, si è ipotizzato che lo sviluppo di applicazioni basate su Ambienti Virtuali potessero migliorare la fruizione del Museo da parte dei visitatori, incrementando sia la parte di comunicazione interna alla visita che quella esterna, attuata attraverso il web.

Si sono quindi realizzati due percorsi fruitivi multimediali, che sfruttano le potenzialità date dagli Ambienti Virtuali: un Information Landscape ovvero un percorso immersivo che si focalizza -con testo ed immagini- sul contesto storico e scientifico del Museo, ed ad un Catalogo Multimediale che permette una visualizzazione interattiva di una parte della collezione archeologica custodita. Per conferire solidità alle ipotesi di lavoro sviluppate, si è cercato il fondamentale riscontro del pubblico del Museo: un primo questionario è stato somministrato nel 2010, nella fase iniziale del progetto, per valutare quali aspetti del percorso di visita risultassero più interessanti e/o complessi da approcciare.

Sulla base dei dati raccolti e della esperienza del personale del Museo, si è proceduto con lo sviluppo e la implementazione dei due percorsi citati, pensati per essere fruibili anche attraverso il nuovo sito web del Museo, che è stato realizzato subito dopo.

Conclusasi questa fase, si è proceduto ad una nuova indagine sul pubblico, effettuata attraverso un nuovo questionario che è stato somministrato ai

visitatori alla fine della visita al Museo, dopo che avevano interagito con le due applicazioni interattive. L'obiettivo era di verificare il grado di supporto dato da questi strumenti nella divulgazione di informazioni e nell'approfondimento dei contenuti, secondo quanto ipotizzato all'inizio del progetto.

Quello che è emerso dall'analisi dei dati è la conferma di un forte interesse da parte del pubblico nella possibilità di disporre di tali strumenti, la cui utilità è emersa soprattutto nell'ottica di ricordare e memorizzare le informazioni ricevute, quindi di ausilio in una funzione didattica.

Ciò che inoltre è stato sottolineato è l'importanza data al web: sapere che i percorsi sviluppati sono resi fruibili online attraverso il portale ufficiale del Museo, è stata considerata una tra le risorse più apprezzate dal pubblico. Anche nei commenti orali, ad esempio, la maggioranza dei visitatori si è dichiarata realmente interessata alla interazione con l'Information Landscape ed il Catalogo Multimediale attraverso in un momento posteriore alla visita.

Le potenzialità degli Ambienti Virtuali, dunque, non si esauriscono nella integrazione di un percorso di visita e nella fruizione dentro alla struttura museale, ma ampliano il loro raggio di azione grazie al web ed al pubblico potenzialmente illimitato che si può raggiungere combinando una facilità di comunicazione, tipica del web, con una capacità di attrazione specifica del virtuale e del senso di immersività dato dalle nuove tecnologie di interazione.

In conclusione, le ipotesi di lavoro iniziale si possono considerare sostanzialmente confermate con l'emergere di una spiccata attenzione per la componente web, che sembra essere sempre di più la tecnologia di interazione per eccellenza, capace di ospitare e avallare al suo interno ambienti complessi come quello virtuali oggetto dello studio.

Nell'ottica di lavori futuri, l'approfondimento di tematiche legate all'Anatomia e alla Medicina non potrà che arricchirsi grazie alla integrazione di queste preziose tecnologie che permettono una divulgazione ed un dialogo irrinunciabili ormai per ogni istituzione che voglia realmente essere accessibile per il suo pubblico, nella idea di una comunicazione fondata sul confronto e la partecipazione.

Bibliografia

1841

Civinini F., *Della origine progressi e stato del Museo d'Anatomia Fisiologica e Patologica Umano-Comparata dell'I. e R. Università di Pisa all'epoca del Primo Congresso degli Scienziati Italiani l'anno 1839*, Pisa, Ranieri Prosperi, Tipografia dell'I. e R. Università, 1841.

1963

Shuterland I.E., *Sketchpad: a man-Machine Graphical Communication System*, Lincoln Laboratory - MIT , 30 January 1963.

1965

Sutherland Ivan E., *The Ultimate Display*, Information Processing Techniques Office, ARPA, OSD. Proceedings of IFIP Congress, 1965.

1974

Ragghianti C. L., *Arte, fare e vedere: dall'arte al museo*, Vallecchi, 1974

1989

LANIER J., *A portrait of the young visionary*, in "Whole Earth Review", Fall, 1989

1991

Mottola Molfino A., *Il libro dei Musei*, Allemandi, 1991

1992

Lugli A., *Museologia*, Jaca Book, 1992

1993

Neira C. Cruz-, Sandin D. J., and DeFanti T. A., *Surround-screen projection-based virtual reality: The design and implementation of the CAVE*. In *Proceedings of ACM SIGGRAPH*, pages 135–142, 1993.

1997

Galluzzi P., Pietro A. V., *I formati della memoria: beni culturali e nuove tecnologie alle soglie del terzo millennio*, Giunti, 1997

Lombard M.,Ditton T., *At the Heart of It All: The Concept of Presence*. Journal of Computer-Mediated Communication, Vol. 3, n. 2, 1997.

2000

Benjamin W., *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*, Einaudi, 2000

2003

Gavazzoli M. L., *Manuale di Museologia* ETAS 2003

2004

Abrahamson S., Denson J. S., Wolf R. M., *Effectiveness of a simulator in training anesthesiology residents*. June 1969, Journal of Medical Education, REPRINT 2004

Allen, S. and Gutwill, J., *Designing With Multiple Interactives: Five Common Pitfalls*. Curator: The Museum Journal, 47: 199–212. P 211. 2004

Gaba D, *The Future Vision of Simulation in Healthcare*, Qual Saf Health Care, 2004.

Moreira da Costa R.M., Vidal de Carvalho L.A., *The acceptance of virtual reality devices for cognitive rehabilitation: a report of positive results with schizophrenia*, Computer Methods and Programs in Biomedicine Volume 73, Issue 3, March 2004, Pages 173–182.

2005

Ciranni R., Caramella D., Nenci R., Fornaciari G., *The embalming, the scientific method and the paleopathology: the case of Gaetano Arrighi*, in «Medicina nei Secoli - Journal of History of Medicine», vol. 17, n. 1, 2005.

Ribaldi C., *Il nuovo Museo. Origine e percorsi*, Il saggiatore, 2005

2006

Bradley P., *The history of simulation in medical education and possible future directions*, Medical Education 2006

Morganti F., Riva G., *Conoscenza, comunicazione e tecnologia. Aspetti cognitivi della realtà virtuale*, LED 2006.

Klinger E, Chemin I, Lebreton S, Marie RM. *Virtual action planning in Parkinson's disease: a control study*. *Cyberpsychol Behav*. 2006.

2007

Colombini MP, Frezzato F, Modugno F, Ribechini E. Caratterizzazione chimica dei balsami di mummificazione delle mummie e dei materiali pittorici del sarcofago egiziano conservato nel Museo di Anatomia Umana dell'Università di Pisa. *Egitto e Vicino Oriente* 2007; XXX: 109-116.

Merzagora M, Rodari P, *La scienza in mostra*, Mondadori, Milano 2007

2008

Carrozzino M., Evangelista C., Scucces A., Tecchia F., Tennirelli G., Bergamasco M., The Virtual Museum of Sculpture, Proc. DIMEA 2008, 3rd ACM International Conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts, Pages 100-107, AIT, Athens, Greece, ISBN 978-1-60558-248-1.

Rodari, P., *Educazione e musei della scienza. Riflessioni italiane e sull'Italia*, Journal of Science Communication 7(3), September 2008, <http://jcom.sissa.it>

2009

Adamovich SV, August K, Merians A, Tunik E. *A virtual reality-based system integrated with fmri to study neural mechanisms of action observation-execution: a proof of concept study*. *Restor Neurol Neurosci*. 2009;27:209-23.

Mitsubishi N, Fujieda K, Tamura T, Kawamoto S, Takagi T, Okubo K. *BodyParts3D: 3D structure database for anatomical concepts*. *Nucleic Acids Res*. 2009 Jan;37(Database issue):D782-5.

Piron L, Turolla A, Agostini M, Zucconi C, Cortese F, Zampolini M, et al. *Exercises for paretic upper limb after stroke: a combined virtual-reality and telemedicine approach*. J Rehabil Med. 2009.

Riva, G., Vatalaro, F., Zaffiro, G., *Tecnologie della presenza. Concetti e applicazioni*. Mondo Digitale, 2009.

Sansoni, G.; Trebeschi, M.; Docchio, F. *State-of-The-Art and Applications of 3D Imaging Sensors in Industry, Cultural Heritage, Medicine, and Criminal Investigation*. Sensors 2009, 9, 568-601.

2010

Bretón-López J, Quero S, Botella C, García-Palacios A, Baños RM, Alcañiz M., *An augmented reality system validation for the treatment of cockroach phobia*. Cyberpsychol Behav Soc Netw;13(6):705-10. . 2010 Dec

Carrozzino M., Bergamasco M., *Beyond virtual museums: Experiencing immersive virtual reality in real museums*, Journal of Cultural Heritage Volume 11, Issue 4, 2010, Pages 452–458. P 452.

Cernich AN, Kurtz SM, Mordecai KL, Ryan PB. *Cognitive rehabilitation in traumatic brain injury*. Curr. Treat Options Neurol. 2010.

Michaliszyn D, Marchand A, Bouchard S, Martel MO, Poirier-Bisson J., *A randomized, controlled clinical trial of in virtuo and in vivo exposure for spider phobia*, Cyberpsychol Behav Soc Netw.;13(6):689-95. 2010 Dec.

Sanchez-Vives MV, Spanlang B, Frisoli A, Bergamasco M, Slater M., *Virtual Hand Illusion Induced by Visuomotor Correlations*. PLoS ONE 5(4): e10381. doi:10.1371/journal.pone.0010381, 2010.

Simon Nina, *The Participatory Museum*, 2010

Scucces A., La Galleria Mascagni, Catalogo della Mostra "Anatomia in mostra: Libri antichi e atlanti della Biblioteca di Anatomia di Pisa, Pisa, Università degli Studi, Aprile 2010, pp. 7-11

2011

Carrozzino M., Scucces A., Leonardi R., Evangelista C., Bergamasco M., Virtually Preserving Artistic Handicraft, Journal of Cultural Heritage Volume 12, Issue 1, March 2011, Pages 82-87.

Ghiara M R, Gianoli R, La necessità di "professionisti" per una incisiva comunicazione scientifica nei musei. Museologia Scientifica Memorie (8), pp. 8-14, luglio 2011.

Paparelli A, Natale G, Bartoli F, Longhena M, Natali D, Zampetti S. Peruvian Mummies and good graves in the collections of the Department of Anatomy Pisa University. 7th World Congress on mummy studies San Diego, CA, June 12-16, 2011.

Riva G. *The key to unlocking the virtual body: virtual reality in the treatment of obesity and eating disorders.* J Diabetes Sci Technol. 2011,

Stone R. J. The (human) science of medical virtual learning environments, Phil. Trans. R. Soc. B 366, 276–285, 2011.

2012

Hirsch JA., *Virtual reality exposure therapy and hypnosis for flying phobia in a treatment-resistant patient: a case report,* Am J Clin Hypn. Oct;55(2):168-73, 2012

Iosa M, Morone G, Fusco A, Bragoni M, Coiro P, Multari M, Venturiero V, De Angelis D, Pratesi L, Paolucci S., *Seven capital devices for the future of stroke rehabilitation*, Stroke Res Treat. 2012.

Natale G, Lenzi P, Guida al Museo di Anatomia Umana, Pisa, 2012

Nobutaka Mitsuhashi, Kaori Fujieda, Shio Imai, Isamu Muto, Takuro Tamura, Shoko Kawamoto, Toshihisa Takagi and Kousaku Okubo "*BodyParts3D and Anatomography: Materials motivating sharing information in medicine*" Poster presentation at "*Symposium: Toward the Future of Life Science - Thinking Databases of 10 Years Later*" held in the University of Tokyo at 2010-10-05. Retrieved 2012-10-12.

Poeschl S, Doering N., *Designing virtual audiences for fear of public speaking training - an observation study on realistic nonverbal behavior*, Stud Health Technol Inform.;181:218-22, 2012

Safir MP, Wallach HS, Bar-Zvi M., *Virtual reality cognitive-behavior therapy for public speaking anxiety: one-year follow-up*, Behav Modif. Mar;36(2):235-46, 2012.

Scucces A, Evangelista C, Carrozzino M, Bergamasco M, Natale G, Paparelli A
Communication models in Scientific Museums__An example of interactive knowledge-. PCST, 2012

Scucces A, Carrozzino M, Evangelista C, Bergamasco M, *Virtual Environments and Interactive Tools to communicate Medical Culture in small Museums*, SScientific REsearch and Information Technology
Ricerca Scientifica e Tecnologie dell'Informazione, Scires-It - 2 : 77:90 (2012).

2013

Dores AR, Barbosa F, Marques A, Carvalho IP, De Sousa L, Castro-Caldas A.,
Virtual reality and rehabilitation: why or why not? A systematic literature review,
Acta Med Port. 2012 Nov-Dec;25(6):414-21. Epub 2013 Jan 28. P. 418

Siti web citati

<http://www.jaronlanier.com/jaron%20whole%20earth%20review.pdf>

<http://www.naimark.net/projects/aspens.html>

http://percro.sssup.it/marcello/didattica/1_VR.pdf

<http://www.inventinginteractive.com/2010/03/18/aspens-movie-map/>

<http://www.treccani.it/enciclopedia/realta-virtuale/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality

<http://www.laerdal.com/it/docid/1117082/La-ragazzina-trovata-nella-Senna:>

<http://ssih.org/>

<http://www.sesam-web.org/>

<http://cospatial.fbk.eu/>

<http://www.iltrivulzio.it/upload/documenti/2/21/216/2163.pdf>

<http://www.youtube.com/watch?v=CngZJCxSH04>

<http://www.museotorino.it/view/s/>

http://www.lignarius.net/04pubblicazioni/1999_mai.pdf

<http://icom.museum/>

<http://www.unesco.org/new/en/>

<http://www.centrepompidou.fr/>

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

<http://www.exploratorium.edu/>

<http://icom.sissa.it>

http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-programme/doc78_en.htm

<http://www.sciencemuseum.org.uk/>

<http://www.nhm.ac.uk/>

<http://www.cite-sciences.fr/fr/cite-des-sciences/>

<http://www.ontariosciencecentre.ca/>

<http://www.ecsite.eu/>

<http://www.anms.it>

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

<http://www.mtsn.tn.it/>

<http://www.museogalileo.it/>

<http://www.immaginarioscientifico.it/>

<http://www.cittadellascienza.it/>

<http://www.wellcome.ac.uk/>

<http://www.museion.ku.dk/>