POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Il museo come esperienza emotiva. Contributi della Realtà Virtuale e della biometria al design espositivo

Original
Il museo come esperienza emotiva. Contributi della Realtà Virtuale e della biometria al design espositivo / Strada, F., Bottino, A. - In: Progettare l'incontro con il patrimonio culturale. Indagine sul ruolo dell'empatia nell'esperienza museale con il supporto del metodo neuroscientifico / Valeria Minucciani e Michela Benente. - STAMPA. - Firenze : edifir, 2026. - ISBN 978-88-9280-366-4. - pp. 189-210

Availability:
This version is available at: 11583/3010748 since: 2026-05-11T12:02:08Z

Publisher:
edifir

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

18 November 2026

Valeria Minucciani e Michela Benente

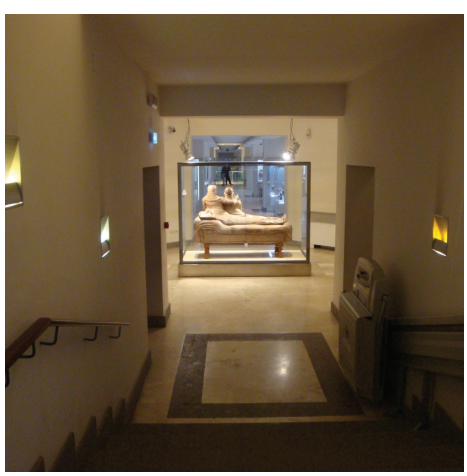
PROGETTARE L'INCONTRO CON IL PATRIMONIO CULTURALE

Indagine sul ruolo dell'empatia nell'esperienza museale con il supporto del metodo neuroscientifico









edifir
EDIZIONI FIRENZE

Valeria Minucciani e Michela Benente

PROGETTARE L'INCONTRO CON IL PATRIMONIO CULTURALE

Indagine sul ruolo dell'empatia
nell'esperienza museale
con il supporto del metodo neuroscientifico

edifir
EDIZIONI FIRENZE

© Copyright 2025
by Edifir – Edizioni Firenze
Via de' Pucci, 4 – 50122 Firenze (Italia)
Tel. +39/055289639
www. edifir. it – edizioni – firenze@edifir. it

Responsabile del progetto editoriale
Andrea Polverosi

Responsabile editoriale
Elena Mariotti

Impaginazione
Francesco Paganelli

In copertina
Dall'alto a sinistra, sperimentazioni, Museo Egizio di Torino; sperimentazioni VR in laboratorio; interno di una tomba, Necropoli della Banditaccia; retro del Sarcofago degli Sposi, Museo ETRU.

ISBN 978-88-9280-366-4

Fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, comma 4, della legge 22 aprile 1941 n. 633 ovvero dall'accordo stipulato tra SIAE, AIE, SNS e CNA, ConfArtigianato, CASA, CLAAI, ConfCommercio, ConfEsercenti il 18 dicembre 2000. Le riproduzioni per uso differente da quello personale sopracitato potranno avvenire solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dagli aventi diritto dall'editore.
Photocopies for reader's personal use are limited to 15% of every book/issue of periodicaland with payment to SIAE of the compensation foreseen in art. 68, codicil 4, of Law 22 April 1941 no. 633 and by the agreement of December 18, 2000 between SIAE, AIE, SNS and CNA, ConfArtigianato, CASA, CLAAI, ConfCommercio, ConfEsercenti. Reproductions for purposes different from the previously mentioned one may be made only after specific authorization by those holding copyright the Publisher.

| INDICE |

PRESENTAZIONE
Valeria Minucciani 5

BENESSERE, INCLUSIONE E NEUROSCIENZE:
UNO SGUARDO DAL MUSEO NAZIONALE ETRUSCO DI VILLA GIULIA 13
Valentino Nizzo, Università di Napoli, 'L'Orientale', già direttore del Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia

IL PROGETTO NEUROMUSEUM 21
Valeria Minucciani

LO STUDIO E LA PROGETTAZIONE DEI PROTOCOLLI SPERIMENTALI 43
Valeria Minucciani, Michela Benente

INTRODUZIONE ALLA NEUROESTETICA:
DALLA FILOSOFIA ALLA PSICOLOGIA 127
Marco Iosa

RILIEVO 3D DI AMBIENTI MUSEALI E POSIZIONAMENTO INDOOR
PER LA LOCALIZZAZIONE E TRACCIAMENTO
DEGLI SPOSTAMENTI DEI VISITATORI 143
Paolo Dabove, Fabio Giulio Tonolo

CORPO E MENTE NELL'INDAGINE NEUROSCIENTIFICA:
IL QUESTIONARIONARIO COME STRUMENTO
DI INDAGINE DELL'ESPERIENZA CULTURALE CONSCIA 159
Francesco Paganelli

IL MUSEO COME ESPERIENZA EMOTIVA: CONTRIBUTI
DELLA REALTÀ VIRTUALE E DELLA BIOMETRIA AL DESIGN ESPOSITIVO 189
Andrea Bottino, Francesco Strada

LINEE GUIDA PER UN *EMPATHIC* DESIGN? 211
Valeria Minucciani

RINGRAZIAMENTI 229

PRESENTAZIONE

Con piacere presentiamo in questo libro i risultati di una ricerca biennale, dal titolo Neuromuseum, finanziata dal Ministero dell'Università e della Ricerca, nell'ambito del PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR).[1]

Il Progetto si fonda su un approccio transdisciplinare innovativo per il settore del patrimonio culturale in generale e dei musei in particolare, e prende le mosse da alcune premesse di base riassumibili brevemente come segue.

Se è ormai universalmente condiviso il principio per cui il patrimonio culturale può favorire la crescita umana, promuovendo integrazione, inclusione sociale e benessere, è indubbio che per raggiungere questi obiettivi l'apprendimento culturale nei musei deve trovare forme nuove.

Per inciso, quando si parla di benessere (spesso si usa il termine inglese *well-being*) non ci si riferisce soltanto alla salute, fisica o mentale, o a un generico senso di comfort. Si tratta di un tema molto dibattuto negli ultimi decenni, che include l'equilibrio psicologico e la qualità della vita: è una condizione del *qui e ora*, nella quale convergono tutte le diverse componenti e dimensioni dell'io. Include il peso del passato sul presente e le speranze per il futuro, include la soddisfazione per la propria condizione, include la padronanza fisica e mentale delle proprie azioni e la risposta – conscia e inconscia – alle condizioni ambientali. Queste ultime, nelle quali ci troviamo perennemente immersi e che ci permettono di svolgere qualsiasi nostra attività, costituiscono la scena di qualsiasi esperienza e di qualsiasi azione.

Si diceva dunque che l'apprendimento culturale nei musei deve trovare forme nuove. Superata ormai la convinzione che la comunicazione museale sia unidirezionale, oggi si preferisce parlare di "incontri individuali e trasformativi" [L.A. Paul, 2014] e di un processo

[1] Missione 4 (Istruzione e Ricerca), Componente C2 Investimento 1.1, "Fondo per il Programma Nazionale di Ricerca e Progetti di Rilevante Interesse Nazionale (PRIN), 2022

che conduce all'"appropriazione personale" [M. Benente, V. Minucciani, 2020]: ponendo l'accento anche sul lato emotivo della persona, e non soltanto su quello razionale e cognitivo, tali concetti si fondano su alcuni sviluppi teorici e sperimentali. In breve, riconoscendo che il ruolo delle emozioni è cruciale nei processi cognitivi [*Culture & Musées,* 2020], gli studiosi hanno dimostrato che ciò che emoziona il visitatore sarà ricordato in modo più vivido [D. Reiseberg, P. Hertel, 2003] e quindi elaborato interiormente, diventando un patrimonio personale e persistente [Chen et al., 2018].
Poiché una delle maggiori sfide da affrontare nella comunicazione culturale contemporanea consiste nell'oltrepassare l'usuale concetto di accessibilità e inclusione intesi come la possibilità per ognuno di vivere la *medesima esperienza culturale* (cosa che di per sé non è possibile), per considerarle piuttosto come la possibilità per ognuno di vivere la *propria personale esperienza* in rapporto al patrimonio culturale [M. Benente, V. Minucciani, 2020], è oltremodo interessante sottolineare anche che le emozioni sono in grado di oltrepassare le differenze, eliminando gap culturali e difficoltà, e quindi sono - per così dire - "strumenti inclusivi".

Infine, anche se può sembrare superfluo ricordarlo, le risposte emotive agli stimoli culturali e all'ambiente museale sono influenzate non solo dagli oggetti esposti o dall'apparato informativo, ma anche dall'ambiente spaziale e dalla sua atmosfera [S. Sunier, 2017; E. Canepa, 2022; M. Dorian, 2014; S. Dudley, 2010; R. Forrest, 2013; M. Wigley, 1998].

Il progetto, pertanto, si incentra sull'ambiente museale e sui diversi livelli di interazione con i visitatori, monitorandone a livello sia cognitivo sia neurofisiologico le reazioni durante la visita. Indagando come il nostro corpo, oltre che la nostra mente, rispondono agli stimoli culturali, il progetto intende focalizzarsi sull'accesso al patrimonio rovesciando la prospettiva incentrata sulla disabilità e sul superamento delle relative barriere (fisiche o cognitive). Propone piuttosto un approccio che anziché limitarsi a tamponare le difficoltà punta sulle potenzialità e le capacità: fra cui quella di emozionarsi è comune a tutti.
Ne risulta che stimoli esterni possono essere trasformati in esperienze interiori e corporee. Domandandosi, infine, quale registro emotivo sia il più consono per appropriarsi intimamente del patrimonio, dei suoi contenuti e dei suoi significati, Neuromuseum intende indagare il ruolo dell'empatia nell'esperienza culturale museale: ovvero una risposta inconscia che il cervello elabora in sentimento consapevole in grado di generare immedesimazione e attualizzazione. *Come valutare, amplificare e fare buon uso delle reazioni empatiche di fronte agli stimoli culturali?*
Una collaborazione tra discipline diverse come la museografia e la valorizzazione del patrimonio da un lato, e le neuroscienze e la geomatica dall'altro, è la risposta che il progetto propone dal punto di vista metodologico.

Il quadro di riferimento

Alcune considerazioni generali hanno guidato e plasmato l'approccio del progetto Neuromuseum.

Innanzitutto, come le più importanti Carte Internazionali degli ultimi decenni ci ricordano, occorre essere coscienti del fatto che il patrimonio culturale è eredità di tutti e pertanto deve giovare a tutti, specialmente coloro che non possiedono adeguate basi culturali, supportando il loro sviluppo personale anche dopo la conclusione del percorso educativo formale. In secondo luogo, vi sono alcune tipologie di patrimonio particolarmente *esclusive*, o quantomeno rivolte preferenzialmente a una determinata porzione di cittadini: il patrimonio archeologico ne è esempio, necessitando di una conoscenza approfondita, della possibilità di comprendere un linguaggio complesso e della capacità di costruire connessioni tra fatti e oggetti, opere e storia (storie).
Ne discende che, se si persisterà nel privilegiare le componenti cognitive dell'esperienza culturale, focalizzando gli interventi in tal senso, i settori di popolazione esclusi da questo circuito continueranno a restarne fuori, e l'obiettivo di rendere accessibile a tutti il patrimonio culturale resterà in parte senza successo.
Un'ulteriore considerazione concerne lo spazio in cui avviene l'incontro culturale: lungi dall'essere una componente neutrale, può incentivare o scoraggiare la partecipazione dei visitatori di un museo: è elemento cruciale nell'intero sistema di comunicazione.

Con riferimento alle componenti emotive di ogni esperienza umana, i ricercatori coinvolti nel progetto Neuromuseum sono convinti che l'acquisizione dei contenuti culturali debba essere supportata da strumenti non soltanto cognitivi ma anche emotivi, in grado di trovare un varco all'interno delle persone per giungere in contatto con il loro mondo interiore, penetrarlo e interpellarlo in modo profondo e persistente. Per suscitare una risposta emotiva, le relazioni empatiche (tra museo e pubblico, e tra pubblico e oggetti/storie) possono essere molto efficaci, e numerose ricerche hanno dimostrato che il patrimonio culturale ha il potenziale per suscitare immedesimazione ed empatia [M. Dorian, 2014; R. Forrest, 2013; M. Wigley, 1998].
Gli incontri *empatici* con il patrimonio culturale, degni di essere ricordati, sono come si è già accennato esperienze trasformative in cui il contenuto culturale diventa una parte stessa della persona [L.A. Paul, 2014; M. Varutti, 2020; G. Jennings, J. Cullen et al., 2019; A. De Wildt, 2018]. Il termine "appropriazione personale" definisce proprio questo processo come un fenomeno squisitamente individuale, intimo e persistente (che è proprio la missione cruciale della comunicazione del patrimonio culturale) [M. Benente, V. Minucciani, 2020].

Sin dagli anni Novanta molte osservazioni e studi sono stati condotti sul pubblico, dimostrando che l'apprendimento culturale è correlato alle motivazioni, agli interessi e alle emozioni individuali [S. Sunier, 2017] [H. Zipsane, 2007; *Culture & Musées,* 2020; M.B. Djupdræt, H. Hatt, 2009].

La complessità di questi processi, apparentemente semplici, deve essere affrontata da una prospettiva multi e transdisciplinare: e in effetti nuove contaminazioni disciplinari hanno caratterizzato gli ultimi decenni, in particolare quelle tra architettura e neuroscienze [D. Uzzel, 1992; E. Canepa, 2019; B. Fehr, Russel J.A., 1984]. In favore dell'uso di tecniche neuroscientifiche e osservazioni psicofisiologiche nei musei, gli studiosi affermano che "i visitatori acquistano conoscenza anche attraverso esperienze corporee cinestetiche mentre si trovano nell'ambiente espositivo", suggerendo che la pianificazione di un'esposizione potrebbe sfruttare più esplicitamente l'esperienza corporea come vera e propria forma di informazione [N. Radywyl et al., 2015].
I meccanismi cerebrali sviluppano reazioni all'ambiente che si esprimono attraverso il corpo. Non è ancora possibile descrivere con precisione la natura delle emozioni [H. Overhill, 2015; D. Lemmings, A. Brooks, 2014], ma si stanno conducendo svariati esperimenti in cui l'architettura e le neuroscienze da un lato si confrontano, dall'altro uniscono le loro forze: l'attività dell'*Academy of Neuroscience for Architecture* (ANFA), fondata nel 2002, ne è una chiara dimostrazione.

Anche la neuroestetica ha generato molti studi connessi alle risposte umane agli spazi: in particolare, alcune sperimentazioni di natura neuroestetica sono state condotte per esaminare la nostra comprensione di fenomeni estetici ed esperienze artistiche [M. Dorrian, 2014; N. Radywyl et al., 2015]: sono state studiate le risposte neurofisiologiche nei confronti di opere d'arte nei musei (senza riferimento al contesto spaziale in cui esse sono esposte), ma anche di opere generate a computer, o di copie. Viceversa, non sono ancora state proposte molte sperimentazioni che considerino anche l'ambiente spaziale dei musei, e la letteratura tende a sottostimare l'influenza dell'*atmosfera spaziale* (reale e virtuale) sulle emozioni, sui processi psicologici e sull'inclusione stessa. Alcuni studi li stanno affrontando da una prospettiva teorica [M. Dorrian, 2014; R. Forrest, 2013; E. Canepa, 2019] e sono ora in fase di ulteriore sviluppo sperimentale [E. Canepa, 2022].
Dal momento che qualsiasi esperienza ha origine in uno spazio e nel corpo, ovvero avviene nello spazio e nel corpo, lo spazio e i suoi legami con il contenuto culturale generano reazioni emotive che in se stesse sono molto inclusive. In Italia la Direzione Generale Musei ha recentemente approvato il "Piano Strategico per l'Eliminazione delle Barriere Architettoniche nei Musei (...)", con riferimento non solo alle barriere fisiche (nonostante compaia il termine *architettoniche*), ma anche a quelle cognitive, sensoriali e culturali, per ampliare l'accesso e la partecipazione alla cultura (Mission 1, PNRR Component 3).
A livello Europeo, recenti progetti si sono focalizzati sulla componente emotiva dell'apprendimento culturale: si fa particolare riferimento al progetto EMOTIVE[2] e al progetto GIFT.[3]

---

[2] Il progetto mira a utilizzare lo storytelling emotivo per cambiare il modo in cui viviamo l'esperienza dei siti culturali, dimostrando il potere di un approccio emozionale e provocatorio: https://emotiveproject.eu/

[3] Il progetto ha sviluppato una serie di sperimentazioni creative per coinvolgere emotivamente il visitatore e supportare gli staff dei musei nella progettazione e nello sviluppo di soluzioni creative: https://gifting.digital/the-gift-project/

Secondo alcuni studiosi [*Culture & Musées,* 2020], oggi le emozioni sono diventate una parte fondamentale dello stesso processo valutativo del museo.
Guardandosi dal rischio di un cortocircuito emotivo, per così dire, derivato da un eccesso di stimolo in questa direzione (*troppa emozione uccide l'emozione*), così come dal rischio di un autocompiacimento, i musei devono comunque continuare a suscitare un desiderio di conoscenza e consapevolezza critica, oltre che di crescita e sviluppo personale e collettivo. Le emozioni sono dunque uno strumento, seppur individuale e in parte insondabile, strettamente legato alla comunicazione e generano un coinvolgimento olistico, in cui vengono sollecitate anche le sfere cognitive e razionali. Per questo le emozioni devono essere intese come uno strumento comunicativo inclusivo che trascende le limitazioni e le difficoltà sensoriali, intellettuali e fisiche.

Proprio a motivo della loro — parziale — imprevedibilità e della loro definizione elusiva, ogni individuo le sperimenta nel proprio modo particolare e in accordo con il proprio mondo interiore, attivando connessioni e associazioni mentali del tutto personali — per cui ogni visitatore sarà in grado di "co-creare" il contenuto.
Per questo l'esperienza museale si incentra non sulle capacità di vedere, sentire o comunque approcciare fisicamente gli oggetti e gli *exhibits*, ma su *incontri capaci di trasformare* ciascun visitatore. A tutti deve essere data l'opportunità di essere nella scena che ognuno percepirà come sa e come può. Ogni visitatore è diverso, sarebbe semplicistico (e impossibile) affermare che l'inclusione significa garantire a tutti la medesima esperienza. Poiché ognuno trova il proprio "interruttore" nella mente e nello spirito, e — qualunque esso sia — viene attivato anche e forse soprattutto dall'emozione.
Ciononostante, sappiamo ancora troppo poco sulle reazioni emotive del pubblico. Il gruppo di ricerca aveva già svolto precedenti sperimentazioni nei musei con il metodo neuroscientifico, monitorando le risposte emotive nei confronti di oggetti artistici ma anche di stimoli spaziali. Tali sperimentazioni, di grande interesse ma anche sintomatiche dell'estrema complessità nell'affrontare questo specifico contesto, avevano incoraggiato a proseguire e costituiscono, insieme con le linee teoriche più sopra delineate, le basi del progetto Neuromuseum. In particolare, il team del Politecnico di Torino aveva già svolto esperimenti presso il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia a Roma in collaborazione con il Dipartimento di Psicologia dell'Università di Torino (Annamaria Berti e Raffaella Ricci), mentre il team di Roma aveva rapporti di ricerca con la Duke University (Maurizio Forte) che aveva svolto indagini di natura neuroestetica presso il medesimo museo, dove l'allora Direttore Valentino Nizzo aveva creduto in queste ricerche sostenendole attivamente.

Perché il progetto Neuromuseum è stato innovativo

Come si è detto, non è la prima volta che le Neuroscienze vengono applicate al contesto museale. Tuttavia le osservazioni sinora condotte hanno riguardato il rapporto tra il visitatore e un singolo oggetto, e si sono concentrate sulla sua percezione delle forme e la sua modalità di osservazione. L'attivazione emotiva è stata considerata per valutare quanto l'incontro con l'opera originale sia più impattante dell'incontro con una copia, per quanto fedele: alcuni ricercatori hanno osservato che la differenza si rilevava solo quanto il soggetto *sapeva* che si trattava di una copia, e quindi aveva una risposta emotiva decisamente inferiore. Altre ricerche hanno osservato quanto sia diversa la reazione di fronte a opere fatte da uomini e donne reali piuttosto che davanti a opere realizzata a computer: anche in questo caso la differenza si notava solo quando il soggetto era *consapevole* di essere di fronte a una creazione digitale, e quindi la sua risposta emotiva era molto modesta.

Nell'ambito di Neuromuseum, invece, gli esperimenti sono stati condotti in *condizione ecologica*, sia pure controllata, ovvero nelle condizioni reali come esse si presentano normalmente. Inoltre, un secondo elemento di innovazione consiste nel monitoraggio degli spostamenti del visitatore stabilendo una relazione spazio-temporale con le risposte emotive e quindi una maggiore accuratezza nell'interpretazione delle risultanze sperimentali. Infine, Neuromuseum ha inteso prendere in esame *un'esperienza di incontro culturale*, non semplicemente la contemplazione di un'opera o di un luogo. Pertanto ha considerato la narrazione e l'allestimento; il carico cognitivo e quello emotivo; il feedback conscio.

Gli obiettivi del progetto Neuromuseum

Gli obiettivi del progetto, all'interno del quadro sopra definito, sono molteplici. L'aspetto saliente consiste nella convergenza transdisciplinare (tramite un dialogo tra la museografia, le scienze del patrimonio, le scienze neuropsicologiche e cognitive, la geomatica) verso l'obiettivo comune di individuare linee guida per una progettazione culturale che tenga in considerazione il ruolo e le potenzialità dell'*empatia*.
Le indagini sui comportamenti dei visitatori, sulle loro risposte agli stimoli culturali e sull'efficacia delle presentazioni museali sono state sinora condotte – quando lo sono state – senza strumenti *evidence based* e soprattutto limitandosi alle risposte consce. L'individuazione di elementi misurabili e indicatori richiede certamente un percorso sperimentale lungo e complesso, ma il progetto Neuromuseum può essere considerato un primo passo importante. In particolare, esso mira a puntualizzare una serie di concetti a cavallo tra impostazione museologica e progettazione museografica, troppo spesso affrontate separatamente in sequenza temporale.
Ed è precisamente l'avvio di un nucleo di attività sperimentale in diversi casi studio uno degli obiettivi del progetto. Le osservazioni sono state condotte su diversi fronti, per studiare le risposte emotive in spazi reali, comparando ambienti spaziali e approcci comunicativi diversi in relazione a collezioni simili; per studiare le reazioni in ambienti simulati, comparando le risposte a specifiche componenti sensoriali e osservando la connessione

tra risposte emotive e cognitive; per studiare pubblici diversi, dai visitatori regolari a quelli occasionali al cosiddetto pubblico disaffezionato (quale ne sia il motivo), per includere tutti; sviluppare un modello teorico attendibile, per cui esperimenti e osservazioni possano essere replicati in contesti diversi, e investigare i principi di un design empatico [G. Jennings, J. Cullen at al., 2019].

Valeria Minucciani,
Architettura degli interni e allestimento, Politecnico di Torino

BENESSERE, INCLUSIONE E NEUROSCIENZE: UNO SGUARDO DAL MUSEO NAZIONALE ETRUSCO DI VILLA GIULIA

Valentino Nizzo

La mia esperienza a Villa Giulia (2017-2023) e, ancora prima, quelle alla Direzione Generale Musei (2015-2017) e al Museo Archeologico Nazionale di Ferrara (2010-2015), mi hanno insegnato come un museo, per essere fedele alla propria missione, debba interrogarsi non solo su ciò che espone, ma sugli effetti - culturali, sociali, economici e neuropsicologici - che produce nella vita delle persone[1]. È una consapevolezza che ho maturato osservando e/o accompagnando (anche nella dimensione virtuale) i visitatori attraverso le sale affastellate di reperti, ascoltandone le esitazioni, le accelerazioni, il piacere della scoperta e la fatica della concentrazione: l'esperienza museale, infatti, è sempre un'esperienza del corpo oltre che della mente [V. Nizzo, 2018, 2019a, 2019b, 2019c, 2020, 2021, 2022a, 2022b, 2022c, 2023, 2025a, 2025b].

Per queste ragioni ho sostenuto sin dall'inizio ogni collaborazione che potesse dotare il museo di strumenti capaci di misurare scientificamente ciò che accade nel visitatore: non solo ciò che comprende, ma ciò che sente, ciò che lo affatica o lo disorienta, e ciò che può migliorare il suo benessere psicofisico. Gli sviluppi della neuroestetica hanno infatti offerto alla museologia un nuovo lessico per leggere la relazione tra visitatori, oggetti e spazi. La percezione estetica non è un processo puramente cognitivo, ma l'esito di una integrazione tra attenzione, memoria, simulazione motoria ed emozione: di fronte a un'opera si attivano sistemi neurali di comprensione incarnata, risonanza emotiva e risposta motoria implicita, in un dialogo costante tra visione, corporeità e significato [A. Chatterjee, 2014; M. Nadal, 2018; G. Santoni, 2021; A. Banzi, 2024].

---

[1] Prima della direzione di Villa Giulia ho maturato un'esperienza articolata tra tutela, valorizzazione e politiche museali, lavorando alla Soprintendenza dell'Emilia-Romagna e, successivamente, alla Direzione Generale Musei, dove mi sono occupato di promozione, comunicazione e accessibilità universale del Sistema Museale Nazionale, con particolare attenzione all'attuazione dei principi della Convenzione di Faro. Parallelamente, ancor prima di spostarmi dal Ministero all'Università, ho sviluppato una riflessione teorica e didattica sui temi della museologia, museografia e comunicazione archeologica, oggi confluita nell'insegnamento magistrale di Archeologia e comunicazione digitale" e in quelli di Comunicazione e Museologia presso le Scuole di Specializzazione in archeologia della Sapienza e dell'Orientale/Salerno (ORSA). In questi contesti ho potuto verificare l'utilità di modelli come il Social Return on Investment (SROI), strumento per misurare il valore generato in termini di capitale relazionale, benessere e coesione sociale (J. Nicholls E. Lawlor, E. Neitzert, T. Goodspeed, 2012), che ha orientato molte strategie sviluppate a Villa Giulia (V. Nizzo, 2019b, 2019c) e che risulta pienamente coerente con gli obiettivi di Neuromuseum.

L'applicazione di questi modelli alla fruizione museale offre strumenti preziosi per interpretare fenomeni noti ai professionisti, come la 'fatica da museo', la progressiva riduzione del tempo di attenzione, la differenza tra osservazione distratta e osservazione coinvolta o, ancora, l'importanza di un allestimento capace di modulare sorpresa, aspettativa e decompressione. I primi studi italiani che hanno unito neuroscienze e pratica espositiva hanno mostrato come distanza, riconoscibilità formale, matericità e capacità narrativa producano pattern differenti di attivazione emotiva e mnemonica. Nel campo della fruizione immersiva e virtuale, queste dinamiche sono state esplorate anche in contesti clinici e riabilitativi, dove il contatto - anche mediato - con il patrimonio ha dimostrato effetti misurabili sul benessere percepito e sugli indici neurofisiologici di ingaggio [M. Iosa, M. Aydin, C. Candeliseet al., 2021; D. De Bartolo, R. De Giorgi, G. Tieri et al., 2025].
Queste ricerche non offrono solo un supporto sperimentale alla centralità della dimensione estetica nel museo: confermano che il patrimonio culturale agisce anche sul piano corporeo, affettivo e relazionale. In questa prospettiva la neuroestetica diventa una risorsa metodologica per il museo contemporaneo, non per normare la visita, ma per comprenderne soglie e potenzialità e orientare le scelte allestitive verso forme più inclusive e attente al benessere della persona.

Quando nel 2018 volli avviare con *ENEA* una prima sperimentazione per monitorare in modo non invasivo le reazioni dei visitatori lungo alcune sezioni del percorso, non disponevamo ancora di un quadro teorico maturo né di protocolli consolidati, soprattutto per quanto riguardava la tutela della privacy [2]. L'iniziativa, ancora embrionale rispetto a esperienze internazionali, mostrò però subito come la ricerca tecnologica potesse offrire al museo un nuovo spazio di ascolto, registrando in modo discreto l'interazione tra pubblico e contesto e permettendo di cogliere dimensioni implicite dell'esperienza difficili da rilevare con strumenti tradizionali.
La stessa consapevolezza ha guidato la partecipazione al progetto multidisciplinare *NeuroARTifact* e il dialogo con le ricerche confluite in Neuromuseum [3], uno dei tentativi nel panorama nazionale, ed europeo con META-MUSEUM[4], più avanzati di indagare ciò che *anima* l'esperienza museale oltre le sue componenti coscienti.
Questi approcci hanno confermato quanto emergeva già dall'osservazione dei comportamenti del pubblico, dall'analisi delle recensioni spontanee sulle principali piattaforme web e social, dalla supervisione di tesi più o meno direttamente correlate a tali tematiche[5] e da

---

2 Progetto pilota *SHAREART*, sviluppato da *ENEA* (Galli, Ferriani, Scipinotti, Moretti) e avviato presso il Museo per monitorare con microtelecamere le modalità di osservazione e le reazioni dei visitatori davanti al Sarcofago degli Sposi e al gruppo dell'Apollo di Veio (< https://iris.enea.it/handle/20.500.12079/8047 >).

3 Protocollo del 27/4/2022 DAD (prof.sse Michela Benente e Valeria Minucciani) e DIATI (prof. Paolo Dabove), finalizzato al monitoraggio neurologico dell'esperienza della visita al Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia, i cui primi risultati sono stati anticipati in M. Benente, V. Minucciani, A. Berti 2023.

4 Progetto internazionale META-MUSEUM finanziato dall'Europa nell'ambito del programma Horizon Europe. Il progetto coinvolge, oltre all'Italia con lo stesso team di ricerca di Neuromuseum, numerosi altri Paesi Europei: la Spagna, la Francia, la Germania, i Paesi Bassi, la Polonia, la Lituania, la Romania e la Grecia.

5 Tra le tesi di Specializzazione in archeologia supervisionate dallo scrivente cfr., in particolare: F. Basso, *Il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia: studio sull'accessibilità museale*, Alma Mater, Università di Bolo-

questionari mirati [6]. Tali informazioni sono state poi valorizzate sia nel progetto di innovazione «La Macchina del Tempio» [7], sia in quello di riallestimento del museo sviluppato con il Dipartimento di Architettura e Progetto della Sapienza[8], ora in corso di attuazione nelle sue linee essenziali, seppure in modo non pienamente consapevole della riflessione teorica e museografica che lo aveva ispirato.
Il cuore del problema resta: *come può un museo produrre benessere?* Non un benessere superficiale, ma un benessere profondo, capace di favorire relazioni, autostima, senso di appartenenza, fiducia e memoria condivisa. Da intendere, dunque, come una componente della missione museale che supera il mero compiacimento estetico per diventare esperienza di cura e rigenerazione interiore.
Nel dibattito che tra il 2019 e il 2022 ha accompagnato la revisione della definizione di museo da parte di ICOM si è discusso a lungo sull'inserimento del termine *wellbeing* / benessere. La proposta avanzata a Kyoto nel 2019, giudicata da molti troppo radicale, abbandonava in suo favore coraggiosamente il termine 'enjoyment/diletto'. Nella versione approvata a Praga nel 2022 'enjoyment' è stato infine mantenuto, ma la sua traduzione italiana in 'piacere' ha conferito alla definizione un significato più vicino alle esigenze che un'istituzione culturale deve oggi interpretare (V. Nizzo, 2020; 2022a; 2023).

Dopo aver più volte sottolineato l'importanza della nozione di diletto / *enjoyment* come cardine del ruolo sociale dei musei - in un Paese in cui tali istituzioni sono spesso percepite come distanti dalla quotidianità - ho guardato con entusiasmo alla possibilità di introdurre il termine *wellbeing* / benessere. Per chi come me concepisce il museo come una palestra non è difficile comprendere quale sia l'essenza di tale ragionamento, solo in parte compensato dalla transizione semantica di *enjoyment* non più come 'diletto' ma come vero e proprio 'piacere', dal latino placēre, quel «*senso di viva soddisfazione che deriva dall'appagamento di desiderî, fisici o spirituali, o di aspirazioni di vario genere*» [treccani.it/piacere].
L'appagamento dei desideri e il benessere fisico e spirituale sono pulsioni individuali, ma in una prospettiva collettiva diventano strumenti attraverso cui una società ricerca equilibrio e coesione. La chiusura dei musei durante il COVID, pur temporanea, ha reso evidente quanto la loro funzione si fondi su un'idea di inclusione universale: i musei sono luoghi

gna, A.A. 2022/23; L. Rogliano, *Comunicare i musei etruschi: dal Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia alle principali realtà nazionali*, A.A. 2022/23 e L. Anniballi, A.A. 2023/24, Sapienza, Università di Roma.

6 Oggetto, peraltro, anche del progetto *People first*: cfr. S. Rossi, 2022.

7 Il progetto «La Macchina del Tempio», ideato dallo scrivente nel 2018 e attuato negli anni successivi grazie al finanziamento della Regione Lazio, è stato sviluppato in collaborazione con il DIGILAB di Sapienza. Tale intervento ha previsto la creazione di un sistema di videomapping notturno nel cortile centrale e la rifunzionalizzazione immersiva dell'interno dell'ottocentesco 'Tempio di Alatri' il quale, con ulteriori finanziamenti interni, è stato oggetto di un complesso restauro che, oltre a garantirne la piena sicurezza e accessibilità, lo ha liberato dalle successive superfetazioni che ne avevano pregiudicato l'originaria funzione didattica. Non si tratta di un riallestimento museale, ma di un dispositivo comunicativo concepito per riattivare l'immaginazione del visitatore e favorire una percezione incarnata e partecipata dell'antico complesso monumentale, nella sua dimensione simbolica, rituale ed emotiva, attraverso un'esperienza multisensoriale: V. Nizzo 2018, 2021, 2022b, A. Grimaldi 2024. Il progetto, recentemente inaugurato (10/2025), ha solo in parte attuato gli obiettivi che lo avevano caratterizzato: < https://lamacchinadeltempio.it/ >.

8 V. Nizzo 2024, V. Nizzo, A. Grimaldi, V. Sansoni 2024 e, in generale, A. Grimaldi, V. Sansoni 2024.

«della collettività», riconosciuti come «servizio pubblico essenziale» solo dal 2015 (con la Legge n. 182), e la loro assenza ha mostrato quanto possano incidere positivamente sulla qualità della vita.
Durante il COVID, i musei che hanno mantenuto un'apertura virtuale hanno messo in pratica una forma alta di inclusione, che non si esaurisce nell'abbattimento delle barriere fisiche o cognitive — pur fondamentale — come mostrano anche i progetti finanziati dal PNRR. I servizi educativi e per l'accessibilità del Museo hanno interpretato con efficacia questo ruolo, sviluppando attività in presenza e digitali e collaborando con associazioni impegnate nell'inclusione.
Con il COVID, per quanto chiusi e inaccessibili al pubblico, i musei che più di altri si sono impegnati per aprire le loro porte almeno virtualmente[9] hanno finalmente sperimentato appieno forme di inclusione che non possono essere legate soltanto all'abbattimento di barriere fisiche o cognitive, per quanto esso sia di fondamentale importanza, come hanno evidenziato i progetti finanziati dal PNRR [V. Nizzo, 2023; 2024; 2025b]. I servizi educativi e per l'accessibilità del Museo hanno interpretato con efficacia questo ruolo, sviluppando attività in presenza e digitali e collaborando con associazioni impegnate nell'inclusione[10].

Per queste ragioni è fondamentale considerare il *piacere / benessere* non come un elemento effimero della fruizione, ma come prerequisito della relazione con il patrimonio: una condizione che permette alla cultura di generare significato anche nei momenti di isolamento e fragilità collettiva. La pandemia ha mostrato che il museo non è solo un luogo fisico, ma un dispositivo di continuità emotiva: narrazioni digitali, visite virtuali e pratiche partecipative hanno mantenuto vivo il contatto con il pubblico e offerto strumenti per elaborare ansia, solitudine e perdita di riferimenti.
In questa prospettiva la ricerca neuroscientifica ha dato rigore a ciò che l'esperienza museale suggeriva: la visita attiva processi profondi che coinvolgono attenzione, memoria, emozione, ricompensa e regolazione del sé. Gli studi di *NeuroARTifact*, che integrano realtà aumentata, *eye-tracking*, EEG e osservazione comportamentale, hanno mostrato come anche piccole variazioni nell'allestimento o nel ritmo narrativo influenzino tempi di attenzione, fatica cognitiva e risposta emotiva.

In questo scenario ho guardato con crescente interesse all'approccio sviluppato dal Politecnico di Torino e maturato nel progetto META-MUSEUM. Pur non essendo stato possibile includere formalmente Villa Giulia nel consorzio, riconosco in questa ricerca il naturale compimento del percorso avviato nel 2017: comprendere come la visita agisca a livello cosciente e inconscio, come sorpresa e aspettativa plasmino la fruizione, come il sovraccarico informativo limiti l'esperienza. Fenomeni che ho osservato quotidianamente e che oggi trovano conferma scientifica: mente e corpo non procedono all'unisono; un carico

---

[9] Cfr. I. Toffoletti 2021 e, per quanto concerne il caso di Villa Giulia, ivi A. Tanzarella 2021.
[10] Tra le iniziative più significative si ricordano le collaborazioni con *ParkinZone Onlus*, con il progetto *Dance Well* e con centri diurni e associazioni dedicate alle disabilità cognitive. Queste esperienze hanno mostrato come il museo possa divenire uno spazio riabilitativo non medicalizzato, in cui bellezza, attenzione guidata e movimento consapevole generano effetti misurabili sulla coordinazione, sulla percezione del sé e sulla qualità della vita (V. Nizzo, 2023).

cognitivo eccessivo riduce la risposta emotiva; la *fatica da museo* è un fenomeno scientificamente misurabile e non una semplice metafora.
A Villa Giulia questo paradigma ha guidato molte scelte curatoriali e progettuali. Il nuovo percorso cronologico-tematico, concepito come attraversamento narrativo più che come semplice esposizione, mirava anche a modulare il ritmo della visita: alternare densità e rarefazione, offrire spazi di decompressione, consentire tempi di ri-orientamento percettivo ed evitare di sovraccaricare il visitatore nei momenti di maggiore complessità.

Allo stesso modo, i progetti di accessibilità multisensoriale - dai modelli tattili all'audiodescrizione LIS - hanno confermato che l'inclusione non è un capitolo separato, ma una forma di benessere: consentire a una persona cieca di 'vedere' un oggetto significa restituirle non solo contenuto conoscitivo, ma dignità interpretativa, diritto al piacere estetico, competenza critica. Gli studi condotti su percezione, attenzione e risposta emotiva nei visitatori con disabilità visive mostrano come la fruizione museale agisca su vari livelli, dalla memoria episodica alla regolazione dello stress.
Il museo diventa così non solo un luogo di apprendimento, ma un attivatore di competenze relazionali e di salute collettiva: l'esperienza museale - anche mediata virtualmente - può ridurre ansia, stress e percezione del dolore, contribuendo a migliorare la qualità della vita. Anche in Italia si sono cominciate a monitorare sistematicamente le esperienze di fruizione, reali e virtuali, misurando le reazioni dei diversi pubblici per dimostrare scientificamente il benessere fisico e spirituale che un luogo della cultura può generare. Una esperienza emblematica in questo senso è offerta dall'iniziativa olandese *Stichting Ambulance Wens* (letteralmente, *Fondazione Ambulanza dei Desideri*), la quale permette ai malati terminali di vivere un ultimo desiderio, anche se questo consiste nella visita in barella del Rijksmuseum di Amsterdam [@ StAmbulancewens; *lastampa.it*].

Questi risultati, uniti alle ricerche sviluppate in Neurouseum, indicano una direzione chiara: è tempo che i musei italiani investano con decisione nella misurazione dell'impatto cognitivo ed emotivo della visita. Non si tratta di una moda o di un tecnicismo, ma di una frontiera essenziale della museologia contemporanea. Se il museo vuole essere, come afferma la definizione ICOM, «al servizio della società e del suo sviluppo sostenibile», deve essere in grado di dimostrare scientificamente come contribuisce al benessere, quali scelte progettuali funzionano meglio, come calibrarne l'efficacia in funzione dei diversi pubblici [V. Nizzo, 2024].
In questa direzione ho sostenuto le sperimentazioni con il Politecnico di Torino, pur sapendo che i tempi istituzionali non sempre favoriscono la continuità. Il seme però è stato gettato, e il fatto che nella fase conclusiva del progetto siano emersi indicatori di grande interesse - dalla divergenza tra risposta conscia e inconscia alla relazione tra carico cognitivo e intensità emotiva– mostra l'urgenza di consolidare questa linea di ricerca anche in Italia.

Il museo che immagino non è solo un luogo di conservazione né un laboratorio di narrazioni: è un organismo che si adatta ai pubblici, ascolta i loro bisogni e accoglie le loro fragilità. È un museo che riconosce come bellezza, piacere, sorpresa, lentezza e relazione siano forme di conoscenza e, al tempo stesso, forme di cura. È un museo che sa che il benessere non è un obiettivo collaterale, ma il fondamento stesso della possibilità di incontrarsi nel e attraverso il patrimonio.

Valentino Nizzo
Università di Napoli, 'L'Orientale', già direttore del Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia

BIBLIOGRAFIA

A. Banzi (ed.), *The Brain-Friendly Museum. Using Psychology and Neuroscience to Improve the Visitor Experience*, London - New York, 2022
M. Benente, M. Minucciani, A. Berti, *Neurosciences and museum - Museum visit as inclusive, embodied and transformative experience*, in «Design for Inclusion 75», 2023, pp. 122-131, doi: *10.54941/ahfe1003333*
A. Chatterjee, *The Aesthetic Brain: How We Evolved to Desire Beauty and Enjoy Art*, Oxford 2014
D. De Bartolo, R. De Giorgi, G. Tieri et al., *Bringing the museum into the hospital to promote cultural wellness in patients undergoing haemodialysis through a virtual reality tour*, in «Scientific Reports» 15, 2025, art. 28168, doi: *10.1038/s41598-025-11859-1*
A. Grimaldi, *Tra analogico e digitale: un'esperienza concreta. La macchina del tempio*, in A. Grimaldi, V. Sansoni (eds.) 2024, pp. 95-102
A. Grimaldi, V. Sansoni (eds.), *Il museo che cambia. Il caso studio del Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia*, Camerino 2024
A. Guarino, R. Lancellotti, T*erapie distrazionali nei contesti clinici sanitari ed educativi. Pet-Therapy, Musicoterapia, Arteterapia e Teatroterapia*, Milano 2017
M. Iosa, *L'effetto Mozart e l'effetto Michelangelo: protocolli di arte terapia in neuroriabilitazione*, in «I luoghi della cura online», 2, 2024
M. Iosa, M. Aydin, C. Candelise et al., *The Michelangelo Effect: Art Improves the Performance in a Virtual Reality Task Developed for Upper Limb Neurorehabilitation*, in «Frontiers in Psychology», 12, 2021, art. 611956, doi: *10.3389/fpsyg.2020.611956*
M. Nadal, Neuroaesthetics: From experimental psychology to aesthetics, in Annals of the New York Academy of Sciences 1426, 2018, pp. 1-25
J. Nicholls, E. Lawlor, E. Neitzert, T. Goodspeed, *A Guide to Social Return on Investment*, London 2012
V. Nizzo, *Il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia e la macchina del tempio*, in «Forma Urbis» XXIII, 5/6, 2018, pp. 5-11.
V. Nizzo, *Ieri, oggi e domani. I primi 130 anni del Museo nazionale etrusco di Villa Giulia tra passato, presente e futuro*, in G. M. Della Fina (ed.), «Musei d'Etruria», Atti del XXVI Convegno internazionale di studi sulla storia e l'archeologia dell'Etruria (Orvieto, 14-16 dicembre 2018), in «Annali della Fondazione per il Museo C. Faina», 26, 2019a, pp. 95-126
V. Nizzo, *Storie di Persone e di Musei al Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia*, V. Nizzo (ed.), «Storie di Persone e di Musei: persone, storie, racconti ed esperienze dei musei civici di Lazio, Umbria e Toscana tra tutela e valorizzazione», Roma 2019b, pp. 17-61.
V. Nizzo, *Comunicare il Museo Etrusco*, in «Il Capitale culturale», 20, 2019c, pp. 451-487
V. Nizzo, *Luoghi del diletto: Videogiochi "nei" e "per" i Musei*, in S. Pescarin (ed.), «Videogames, Ricerca, Patrimonio Culturale», Milano 2020, pp. 262-280
V. Nizzo, *The Temple Machine. A New Communication Model for the Villa Giulia National Etruscan Museum, in* D. Delfino, V. Nizzo (eds.), «Understanding and Accessibility of Pre-and Proto-Historical Research Issues: Sites, Museums and Communication Strategies», Proceedings of the XVIII UISPP World Congress (4-9 June 2018, Paris, France) 17/XXXV-1, Oxford 2021, pp. 49-58.
V. Nizzo, *Prefazione: Comunicare per (R)esistere*, in A. Falcone (ed.), «Archeosocial 2.0. L'archeologia riscrive il web: esperienze, strategie e buone pratiche», Rende 2022a, pp. 6-24.

V. Nizzo, *Riprodurre per gli uomini i templi degli dèi: l'esperienza del Tempio di Alatri nel Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia. Un'introduzione*, in M.C. Biella, C. Carlucci, L.M. Michetti (eds.), «Produrre per gli Dei.L'economia per il sacro nell'Italia preromana (VII-II sec. a.C.)», Atti del Workshop internazionale Roma 7-8/10/2021), in «Scienze dell'Antichità», 28/2, 2022b, pp. 3-18
V. Nizzo, *ETRU: Il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia*, in «Archeologi&. Storia, Antropologia, Museologia, Arte» I, 2, Settembre 2022c, pp. 18-27
V. Nizzo, *Custodire e condividere memorie collettive: le sfide del Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia*, in AA.VV., *Nuove visioni museali - Ibridazioni, sconfinamenti tra linguaggi, nuove relazioni spazio/tempo*, Pesaro 13-14 gennaio 2023, in «Studia Oliveriana» IX, 2023 [2024], pp. 49-75
V. Nizzo, *Ri-Pensare ETRU*, in A. Grimaldi, V. Sansoni 2024, pp. 16-27
V. Nizzo, *Comunicare - eticamente - il patrimonio culturale*, in M. Arizza, C. Caporale (eds.), «Etica della ricerca sul Patrimonio culturale. Problemi e prospettive, Etica e Patrimonio Culturale», 2, Roma 2025a, pp. 59-63
V. Nizzo, *Restaurare e trasmettere la memoria: l'esperienza del Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia*, in AA.VV., «Oltre Brandi - Beyond Brandi. 60 anni dalla teoria del restauro», Auditorium del Museo dell'Ara Pacis, Roma 2023, in CoRes 2025b, cds.
V. Nizzo et al., *Vedere con la mente. Il progetto NeuroARTifact*, in «Archeologi&. Storia, Antropologia, Museologia, Arte», I, 3, Dicembre 2022, pp. 18-29.
V. Nizzo, A. Grimaldi, V. Sansoni, *La visione. Il nuovo percorso tematico-cronologico*, in A. Grimaldi, V. Sansoni 2024, pp. 68-93
S. Rossi, *Dalle persone al dato le potenzialità della profilazione dei pubblici nell'esperienza di «People First»*, in P. Rosati, E. Casadei (eds.), «Nuove Tecnologie open source per la gestione dei beni, delle attività culturali e del turismo», Atti del convegno Una Quantum 2021, Roma 16-17 Dicembre 2021, Roma 2022, pp. 41-52
G. Santoni (ed.), *Pensare l'arteterapia. Riflessioni, contributi ed esperienze applicative*, Milano 2021.
A. Tanzarella, *Raccontare il Museo Nazionale Etrusco: ascolto attivo e comunicazione digitale*, in I. Toffoletti 2021, pp. 79-89.
I. Toffoletti (eds.), *Chiusi per covid. Aperti per cultura. Musei e comunicazione digitale. Bilancio e prospettive*, Roma 2021, pp. 79-89

SITOGRAFIA

iris.enea.it/handle/20.500.12079/8047 lamacchinadeltempio.it
neuroartifact.org
treccani.it/vocabolario/piacere1

@ StAmbulancewens, *lastampa.it/esteri/2015/03/05/fotogalleria/l-ultimo-desiderio-di-questa-donna-era-vedere-rembrandt-1.35280243*

IL PROGETTO NEUROMUSEUM

Valeria Minucciani

I casi studio

Il progetto, proponendosi di studiare nella sua complessità il comportamento del visitatore (o meglio, la sua risposta emotiva e razionale) è ruotato intorno a tre casi studio di musei/siti archeologici non tanto per porsi come approfondimento specifico sulla relativa tipologia di patrimonio, ma per affrontare un esempio particolarmente *difficile* di patrimonio, che richiede conoscenze, capacità di approfondimento e anche immaginazione.

Il primo caso studio, il Museo Egizio di Torino, non ha bisogno di presentazione. Ponendosi come secondo museo al mondo dedicato al patrimonio archeologico dell'Antico Egitto, vanta una collezione eccezionale e uno staff straordinariamente competente. Ospitato in una sede non espressamente progettata per destinazione museale, ne paga il prezzo con un allestimento denso di temi e reperti, spazi ridottissimi dedicati alla sosta e al ristoro, risultando tanto affascinante quanto faticoso. I curatori, nel momento in cui hanno aderito al progetto con una lettera di interesse e di disponibilità a ospitare le sperimentazioni, hanno segnalato una serie di reperti per i quali le risposte del pubblico andavano approfondite. Fra questi, l'esposizione dei reperti umani era certamente un tema di grande rilevanza e attualità.

Il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia a Roma è un caso di collezione altrettanto eccezionale: vi viene esposta e raccontata una parte rilevante di tutte le testimonianze disponibili a proposito della civiltà etrusca. Altrettanto affollato di reperti di straordinario interesse, il raddoppio delle superfici espositive realizzato a metà del secolo scorso non ha risolto il problema, e la mancanza di spazi con potenzialità museografiche evidenti certamente complicala situazione (anche Villa Giulia notoriamente, non è nata con destinazione museale bensì come residenza papale). L'allora Direttore del Museo, Valentino Nizzo, aveva espresso vivo interesse per questo tipo si sperimentazioni e aveva proprio in quei tempi ospitato interessanti osservazioni di neuroestetica condotte da Maurizio Forte sul celeberrimo Sarcofago degli Sposi di Cerveteri, databile al VI secolo a.C. circa. Proprio sul Sarcofago degli Sposi e sul relativo contesto le sperimentazioni del progetto Neuromuseum si sono concentrate.

Il terzo caso studio, la Necropoli della Banditaccia a Cerveteri, è un contesto eccezionale da più punti di vista: qui fu scoperto nel 1881 proprio il Sarcofago degli Sposi, ridotto in circa 400 frammenti. L'archeologo Felice Barnabei ne intuì il valore e ne volle l'acquisto per il Museo di Villa Giulia dove venne restaurato e ricomposto. La necropoli è un luogo di straordinario fascino, è molto ampia e caratterizzata da tumuli erbosi circolari con tombe risalenti al periodo tra l'VIII e il II sec. a.C.. L'aspetto interessante, ai fini sperimentali, è che presso la necropoli è esposta una fedele replica in resina, in scala al vero, del Sarcofago degli Sposi. Il direttore Vincenzo Bellelli aveva confermato l'interesse per il progetto, pur sottolineando la presenza, nel museo di Cerveteri, di altri pezzi di grande importanza provenienti dalla necropoli.

Oltre agli impegni siglati dai direttori delle tre istituzioni museali coinvolte, il Progetto ha suscitato l'interesse e la disponibilità a collaborare da parte di altri enti e istituzioni: in primis della Croce Rossa Nazionale che ha messo a disposizione volontari per estendere la ricerca a diversi settori di utenza; anche il laboratorio Dig@Lab presso la Duke University statunitense ha fatto pervenire una dichiarazione di interesse attraverso il suo direttore Maurizio Forte (collaborazione che purtroppo non ha potuto essere svolta come previsto a motivo di tempistiche difficilmente compatibili e di oggettive difficoltà logistiche).

Metodologia

Il progetto si è incentrato sui suddetti casi studio, identificando con il supporto dei direttori e dei curatori alcuni oggetti particolarmente significativi su cui effettuare le sperimentazioni.
L'idea fondamentale da cui nasce il progetto interseca tre domini: la persona (il visitatore) nella propria interezza, lo spazio emotivo inteso in senso ampio, e gli oggetti con la loro narrazione. Analizzando l'esperienza di visita secondo i tre domini, se ne possono trarre indicazioni che rendono conto della complessità del quadro. Riuscire a definire il coinvolgimento emotivo e valutare l'esperienza della visita è un passo fondamentale per *progettare* incontri culturali trasformativi.

In un museo lo spazio comunicativo in cui vengono presentati gli oggetti è carico di potenziale emotivo, che può essere indirizzato in modi diversi e supportare esperienze trasformative su diversi registri. Il progetto Neuromuseum, in particolare, si incentra sul particolare processo che si innesca quando l'individuo riesce a immedesimarsi nei racconti degli oggetti. Il potenziale emotivo, che è polisemico, è in grado di suscitare risposte empatiche in tutte le persone: tuttavia, non tutti gli individui rispondono allo stesso modo ai medesimi stimoli.
Poiché ricordiamo e assorbiamo più vividamente ciò che ci ha *colpito*, le esperienze empatiche possono permeare lo spirito, la mente e persino il corpo del visitatore, trasformandolo. Dal momento che ogni persona reagisce in modo diverso a causa della propria unicità e peculiarità, le storie stesse acquistano sfumature e significati diversi.

Dunque è stato condotto un monitoraggio sui due versanti, neuropsicologico e razionale. Il primo ha misurato i parametri che (in estrema sintesi) nel nostro corpo esprimono sforzo cognitivo e carico emozionale: si tratta di una sorta di feedback inconscio restituito da dati quantitativi. Il secondo rappresentava il feedback consapevole che i visitatori esprimevano rispondendo a questionari mirati, e ha restituito dati qualitativi. Tutte le sperimentazioni sono state caratterizzate da questa duplice lettura, complementare: la curva neurofisiologica non è stata esaminata soltanto in sé, ma è stata anche comparata con le risposte cognitive.
Ma che cosa significa suscitare emozioni mentre si affronta il patrimonio culturale? In che modo le variabili emotive possono rendere gli incontri culturali trasformativi e duraturi? Quali sono i concetti chiave e i punti di forza del design che intende suscitare *empatia*?

Si è quindi reso necessario studiare protocolli sperimentali e strumenti interpretativi per quanto possibile *oggettivi*, con lo scopo di indagare le risposte diverse e soggettive del pubblico nonché comprendere i principi e le dimensioni fondamentali dell'appropriazione interiore e profonda. L'obiettivo era dunque la valutazione della curva emotiva in se stessa ma anche in relazione all'appropriazione individuale dei contenuti
È importante ricordare una volta di più che la prospettiva e l'approccio adottati mirano a comprendere le dinamiche dell'esperienza museale al di là della categorizzazione convenzionale e ormai inadeguata del pubblico incentrata sulle difficoltà fisiche e sensoriali, ma tenendo conto delle varie forme di accessibilità emerse in studi recenti [M. Benente, V. Minucciani, 2020]: accessibilità sociale, accessibilità economica, accessibilità cognitiva, accessibilità culturale, accessibilità digitale. È necessario un terreno comune per trattare *tutti i pubblici*.

La procedura sperimentale transdisciplinare non si è dimostrata priva di insidie e difficoltà, e certamente ne sono nate nuove consapevolezze e un bagaglio di esperienza prezioso per future attività. Il progetto nella sua formulazione iniziale aveva previsto solo in parte gli ostacoli concreti e le incertezze interpretative che sono emersi nel corso del suo svolgimento, nondimeno si ritiene che le risultanze siano di grande utilità e interesse e che la via tracciata si andrà affinando nel futuro, anche grazie al continuo progresso tecnologico. Il coinvolgimento degli *stakeholders* è stato significativo per discutere gli scenari e gli obiettivi di ogni sessione sperimentale, introducendo una specifica riflessione sui diversi domini (spazio; risposte neuropsicologiche; contenuto culturale) e sulle diverse dimensioni del coinvolgimento emotivo nelle sue dimensioni (multisensoriale; cognitiva; personale; di appartenenza).

Nel corso del progetto, l'attività sperimentale è stata affiancata da una ricerca di natura teorica, volta ad approfondire il concetto di empatia in un'ottica di progettazione culturale. Le principali risultanze di questa attività sono riassunte nella discussione di principi di base per un *empathic design*, nel capitolo conclusivo.

Dunque, sono stati identificati diversi contesti sperimentali, ognuno dei quali si è concentrato su una componente distinta dell'esperienza culturale di una visita al museo. La caratteristica principale di questi esperimenti è che sono stati condotti in condizioni *ecologiche*, quindi in contesti reali (escluso l'esperimento in Realtà Virtuale, naturalmente), correlati ad analisi di laboratorio (in Realtà Virtuale).

L'esperimento al Museo Egizio di Torino si è incentrato su due importanti tematiche: nella prima sessione sperimentale ha indagato il rapporto (cognitivo e emotivo) con i resti umani esposti in museo, nella seconda fase sul rapporto tra oggetti, circostanze storiche e narrazione attualizzante.
Nel caso del Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia di Roma l'osservazione si è focalizzata sul rapporto tra *masterpiece*, spazio e legami con il contesto culturale (come illustrato in museo). Due sale del Museo sono state l'oggetto dell'esperimento in Realtà Virtuale, incentrato sul ruolo dell'allestimento. Infine, nel Parco Archeologico di Cerveteri e Tarquinia si sono indagati il ruolo del contesto originale e le relazioni con la copia del *masterpiece*.
Mirando a chiarire le interconnessioni tra emozione e appropriazione personale – in un'ottica inclusiva - il progetto è sfociato in alcune indicazioni progettuali di massima e insieme in alcuni spunti per futuri approfondimenti e riflessioni.

Nel dettaglio, la metodologia si è fondata su quattro pilastri, a loro volta corrispondenti ad approcci di ricerca: la definizione di un'ipotesi di partenza e di una precisa domanda di ricerca; un continuo processo di scambio e contaminazione disciplinari; la considerazione del contesto e del target, secondo differenti scenari; l'unione di osservazioni quantitative e qualitative sia tramite strumentazione apposita, sia tramite un'attenta osservazione empirica dei comportamenti dei partecipanti agli esperimenti.
In pratica, come verrà meglio descritto nei capitoli dedicati, nel corso degli esperimenti i partecipanti sono stati sottoposti a misurazione di alcuni parametri neurofisiologici connessi, in estrema sintesi, al loro sforzo cognitivo e al loro coinvolgimento emotivo. Al termine dell'esperienza (e in taluni casi anche all'inizio) sono stati invitati a rispondere a questionari con la garanzia del rispetto della privacy. Nel caso del Museo Egizio di Torino sono stati anche rilevati sia la loro posizione all'interno delle sale e quindi il loro percorso, sia la direzione precisa del loro sguardo (tramite apposito strumento di *eye tracking*). I tempi di visita, nei casi in cui è stata lasciata ai partecipanti maggiore libertà di movimento, sono stati annotati e relazionati ai comportamenti.

Dal punto di vista tecnologico, le sfide maggiori sono state la sincronizzazione tra misure dei parametri neurofisiologici e *positioning*, in particolare in ambiente indoor e con riferimento al monitoraggio di più utenti contemporaneamente. La connessione spazio-temporale è molto utile da monitorare ma estremamente complessa senza ricorrere a questo tipo di tecnologie: ne sono infatti emersi *punti caldi* e *punti freddi*, sui quali si possono impostare molti ragionamenti. Questi risultati hanno confermato quindi il grande interesse che questo tipo di indagini può rivestire in casi di allestimenti complessi e di grandi numeri di reperti esposti.

Per quanto concerne il *positioning*, come è noto, negli ambienti interni il tracciamento non può disporre del GNSS e inoltre gli spazi sono spesso ristretti e magari occorre tracciare un elevato numero di soggetti. Proprio perché ci si trova in ambienti interni, la precisione è un requisito fondamentale poiché posizioni relativamente vicine possono comportare visuali completamente diverse da parte delle persone. L'affidabilità è tanto più importante se la posizione deve essere correlata con le emozioni registrate, che possono cambiare in un tempo molto breve. Un altro problema sta nel fatto che la strumentazione necessaria per tracciare i singoli visitatori, in alcune soluzioni, rischierebbe di influenzare il comportamento delle persone in quanto un po' scomoda: dunque tra le sfide affrontate è proprio quella di integrare i vari dispositivi di rilevamento in soluzioni compatte e non invadenti (come sarà spiegato nel dettaglio nel relativo capitolo, è stato implementato un codice Python su un dispositivo portatile Raspberry che garantisce la localizzazione degli utenti sfruttando i segnali provenienti dai dispositivi beacon). Una sfida ulteriore è quella di ottimizzare i sistemi di comunicazione tra il dispositivo che rileva le reazioni neurofisiologiche e quello che monitora i movimenti fisici. In ogni caso, l'innovazione tecnologica in sé non è l'obiettivo centrale del progetto, bensì lo sono le evidenze riscontrate sui visitatori.

I risultati della ricerca

Rimandando ai capitoli che illustrano nel dettaglio i risultati della ricerca condotta, si possono qui sinteticamente riassumere le principali riflessioni e conclusioni emerse. Si possono identificare risultati di ordine museografico e risultati di ordine progettuale. Non si riporteranno qui di seguito come distinti, ma questa precisazione può aiutare a inquadrarli meglio.
Prima di tutto, per quanto possa sembrare scontato (ma non lo è) o addirittura un *non-risultato* (e invece lo è), l'evidenza sperimentale dimostra che davvero negli incontri culturali accade qualche cosa nella nostra mente e nel nostro corpo. Si tratta di reazioni complesse e contraddittorie, in cui gli elementi di disturbo sono costantemente in agguato, non sempre prevedibili e nemmeno identificabili, e diversi da persona a persona.
La diversità è infatti un altro risultato molto significativo. Alcune reazioni (sia razionali, sia emotive) cambiano con l'età e con il *background* culturale, altre invece sono trasversali. Spesso non sono quelle per così dire attese. Un altro dato che emerge, a tratti e con sfumature diverse, è che non sempre c'è convergenza tra le risposte della mente (razionali e consce) e quelle del corpo (emotive e inconsce). A tratti dunque la mente *mente* (sia pure inconsapevolmente), mentre il corpo non può dissimulare.

Non sempre le reazioni empatiche – come si illustrerà – sono quelle attese: esse dipendono significativamente dal genere e dall'età ma anche in questo caso non sempre corrispondono alle aspettative ipotizzate. Anche l'empatia è una reazione corporea prima che mentale, e sembra molto fragile.
L'allestimento ha certamente un impatto non indifferente, ma il variare del percorso e delle sequenze può a sua volta influire significativamente sulla risposta del visitatore.
Una volta di più è necessario sottolineare la diversità all'interno dell'*audience*. Essa va accolta come una ricchezza e non come un ostacolo da appiattire: per questo la creatività

svolge un ruolo primario, se al servizio di uno scambio bidirezionale e non di una trasmissione di contenuti a senso unico. Il non pubblico, che è diverso dal pubblico disaffezionato, a sua volta riserva sorprese che una ricerca con i limiti di quella qui illustrata (soprattutto in relazione alla numerosità dei campioni) non può sviscerare: tuttavia si sono rilevate con frequenza risposte positive all'esperienza culturale, unite ad aspettative non banali: ma per interpretarle occorre impostare e condurre uno studio di natura sociologica che esula dal contesto e dalle risorse di questo progetto. In altre parole diventa cruciale individuare la ragione per cui il soggetto non ha mai frequentato – o non frequenta più – i musei. Per esempio, diverso è il caso di un soggetto con problemi di natura economica, o con difficoltà di relazione sociale, o ancora un soggetto che non si ritiene soddisfatto dell'offerta museale a sua disposizione. Pur esulando tale contesto di studio dai confini della presente ricerca, quanto è emerso invita una volta di più a prendere in considerazione la diversità del pubblico.
Se dunque dei passi sono stati fatti nell'identificare alcune componenti di un'esperienza museale in grado di rivelarsi trasformativa per tutti, i risultati ribadiscono l'importanza di ulteriori approfondimenti (di natura sociologica, economica e culturale in senso lato).

Ricordando che l'applicazione delle neuroscienze all'architettura e ai suoi spazi è un campo in fermento, in cui si danno ancora pochi esperimenti scientifici validati e significativi, si ribadisce che gli studi che indagano sotto questa prospettiva il campo del patrimonio culturale sono ancora più limitati, e ancor più lo sono le ricerche che tendono a un dialogo trasversale con le scienze della museografia, della valorizzazione e della conservazione. Neuromuseum, anche in considerazione del proficuo dialogo con i curatori museali che lo ha caratterizzato, ha dunque caratteri pionieristici che in qualche modo ne giustificano taluni limiti.
Sotto questo punto di vista, il progetto di ricerca ha restituito anche riflessioni utili per il proseguimento di queto filone di indagine: indicazioni di pratiche da privilegiare e altre da evitare, suggerimenti per la fase di progetto del protocollo sperimentale; la consapevolezza dei limiti delle attrezzature e del loro utilizzo in ambiente ecologico, nonché la presa di coscienza delle possibili incertezze in fase di interpretazione.

Gli esperimenti: impostazione generale

Il metodo impostato per gli esperimenti è stato riassunto nella cosiddetta General Matrix, qui di seguito riportata. Le diverse componenti e le diverse alternative sono state considerate nelle loro implicazioni e nei loro significati metodologici.

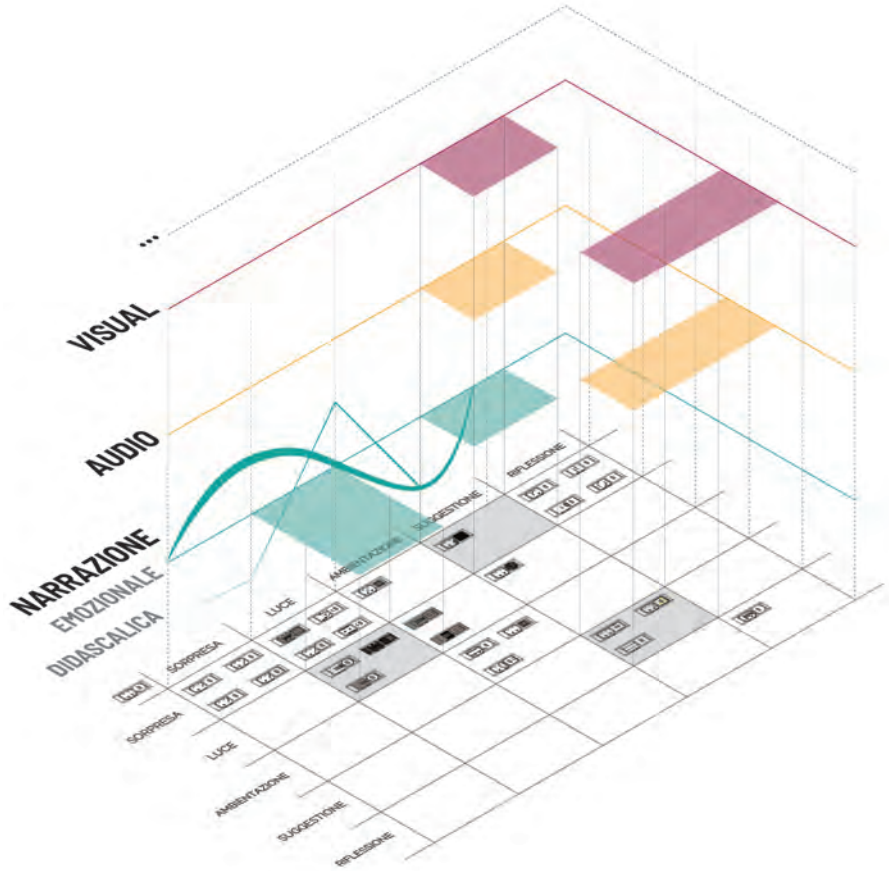


Fig. 1. La Triade estetica

GENERAL PRINCIPLES
In order to get scientifically reliable results, single components will be identified, isolated and tested to verify how they affect the visitor's experience
Spatial and narrative solutions will be tested separately
In particular, attention will be focused on the effects of empathic solutions
Neuroscientific measurement will be coupled with cognitive surveys carried out via questionnaires
Questionnaires will be composed of: a) personal data, b) data on museum-visiting habits, C) data on reactions to the visit

Tab. 1a. General Principles

SPACE: spatial solutions will be aimed at testing different museographic principles related more or less directly to an empathic narrative approach	
Spatial solutions	**Expected imact**
'homogenous' space	intended as baseline
arrangements creating expectation and surprise effect	role of space as 'narration'
specific care for visuals	the gaze is a predeterminer of movement
emotional atmosphere	role of multisensoriality: light, sound, colour, temperature, textures... as the ground for an emotional response
display and setting as a translation of meaning and/or interpretation - contextualization	space is never neutral: it suggests interpretation (through positions, hierarchies, lighting and colours, graphics, atmosphere...)
trigger empathy as unconscious response	empathy, in a neurophysiological sense, is a bodily reaction (linked to mirror neurons): space can elicit it when attuned to the meaning of what is being displayed

Tab. 1b. General Principles, space

NARRATIVES: different narrative approaches will be tested. They can strongly affect the visitor's reaction: similarly, to space, they are never completely neutral. Empathy, intended as a conscious reaction, can be triggered by stories/people one can find something in common with (even if very slightly)	
Approach and tone	**Purpose**
'objective' approach: focused on conveying information, intended as 'data'	tends to be scientific and neutral
non-assertive approach: raises questions, elicits a critical response	proposes and consequently stimulates interpretation
emotional approach: appeals to the emotional side of the receiver	arouses emotion, empathy, identification, hope; but also rejection, regret and fear
Narrative solutions	**Expected impact**
to include real people personal stories connected to the subject matter, enabling visitors to find personal connections	empathy / identification hope
to balance negative and positive emotions	emotions hope / fear
to trigger personal responses, without trying to persuade, starting from information (data)	empathy co-creation
to use the rethorical device of direct questions to the visitor	empathy / identification interpretation
to create occasions for reflection	emotions epathy interpretation
to invite visitors to leave their comments/ feedback (not on the exhibition itself, rather on its contents) and to consult the thoughts of others	empathy co creation confidence
to focus on the past but look to the future: lessons to be learned, erros to be avoided, changes to be made	emotions empathy / identification interpretation reflection hope
to actualize, as much as possible, contextualize	empaty interpretation hope /fear

Tab. 1c. General Principles, narratives

Per quanto riguarda invece la valutazione dei risultati sperimentali, è stata impostata la cosiddetta *Interpretation & Assessment Matrix*, rappresentata dallo schema seguente:

	Neurophysiological parameters		
	Approach-Withdrawal Index (AW)	**Cognitive Effort Index (CI)**	**Skin Conductance Level (SCL)**
Description of indicators	Assesses neural activity related to goal-orineted emotions, focusing on overt actions and judgements about the stimuli: — >0 corresponds to approach — <0 corresponds to withdrawal	(WCL) Represents the material resources used to complete the task.	Measures the degree of emotional arousal during the experience: — the higher it is, the more emotionally moved the subject is — if positive, it means a positive emotional valence
Device	EEG – Mindtooth®	EEG – Mindtooth®	Shimmer3 GSR+

	Cognitive parameters		
	pre-visit	**post-visit**	**post-visit** (limited to VR experience)
Components	personal data	visit impacts on the individual	immersion and presence in the VR environment
Focus	demographic data: — age and gender — employment — background personal inclinations referred to cultural experiences: — propensity to visit museums — expectations — self-evaluation (perception) of one's psychological state	self-evaluation (perception) of one's psychological state assess the experience of the visit on the basis of — *personal interests* — *expectations* — ***identification reactions (empathy)*** — *potential triggering of inner reflection* — *other open comments*	presence spatial presence involvement experienced realism overall presence
Evaluation	under the individuals' perspective the extracted percentages and trends will contribute to evaluate the visit / cultural ecperience / VR effects on the sample		

Tab. 2a. Interpretation and Assessment Matrix, parameters

Evaluation			
neurophysiological parameters	**during the visit / experience**		
AW	approach/withdrawal effects: levels and trends related to cultural stimuli during the visit/experience (statistically significant peaks, if any)		
CI	cognitive effort: levels and trends related to cultural stimuli during the visit / experience (statistically significant peaks, if any)		
SCL	emotional arousal: levels and trends related to cultural stimuli during the visit / experience (statistically significant peaks, if any)		
Cognitive parameters	**pre-visit / pre-experience**	**post-visit / post-experience**	**combined**
	per se: sample description considerations on age, gender, background, employment status considerations on personal inclinations	per se: sample final comments description	to evaluate any effects of the visit (or experience) in relation to: — the general emotional state — -expectations VS final comments (comparison) — differences between pre and post (if any) — relations between demographic data and results/effects/feedback — relations between personal inclinations and results/effects/feedback

Evaluation	
neurophysiological and cognitive parameters, combined	
approach/withdrawal effects	related to: — demographic data — personal inclinations — difference between pre and post visit / experience — general and final comments focusing in particular on — *expectations* — ***identification reactions (empathy)*** — *potential triggering of inner reflection* — *other open comments*
congitive effort	related to: — demographic data — personal inclinations — difference between pre and post visit / experience — general and final comments focusing in particular on — *expectations* — ***identification reactions (empathy)*** — *potential triggering of inner reflection* — *other open comments*
emotional arousal	related to: — demographic data — personal inclinations — difference between pre and post visit / experience — general and final comments focusing in particular on — *expectations* — ***identification reactions (empathy)*** — *potential triggering of inner reflection* — *other open comments*

Tab. 2b. Interpretation and Assessment Matrix, evaluation

VR experimentation questionnaires		
IPQ index	**immersion and presence in VR environment**	
	index 1	PRES (single question)
	index 2	SPATIAL PRESENCE
	index 3	INVOLVEMENT
	index 4	EXPERIENCED REALISM
	index 5	OVERALL PRESENCE

Tab. 2b. Interpretation and Assessment Matrix, VR indicators

Come sarà illustrato nel dettaglio nel capitolo dedicato ai protocolli sperimentali, gli esperimenti hanno ruotato su tematiche specifiche, individuando oggetti o insiemi di oggetti particolarmente significativi ai fini della comunicazione museale in generale e della ricerca in particolare.

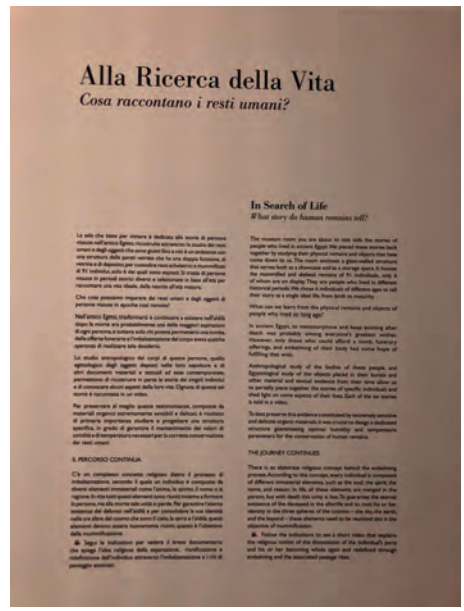
Nel **Museo Egizio** di Torino, durante il primo pilot in ordine di tempo a essere condotto per evitare di sovrapporsi ai lavori previsti per il riallestimento della Galleria dei Re (lo statuario), sono stati condotti in momenti diversi due filoni di osservazioni.
Il primo concerne il tema dibattuto dei resti umani delle mummie, su cui il Museo sta da tempo interrogandosi conducendo anche indagini tra i visitatori. Nell'ambito del progetto Neuromuseum il tema appare molto pertinente, non solo per le sue implicazioni etiche ma anche per comprendere come questi reperti tanto antichi, celebri e iconici siano percepiti dai visitatori non solo a livello razionale ma anche e soprattutto a livello emotivo (corporeo). Come è noto, le depredazioni delle tombe hanno restituito molte mummie parzialmente o totalmente sbendate, mentre altre sono ancora intatte. È naturale che l'esposizione dei reperti nelle diverse condizioni comporti stimoli e conseguenti risposte altrettanto differenti: nel corso degli esperimenti si è voluto verificare tali reazioni anche a livello corporeo (inconscio), se l'attuale modalità espositiva susciti reazioni di empatia o viceversa se tali reperti siano considerato testimonianze archeologiche come le altre. Nello stesso tempo, un questionario permetteva di raccogliere le risposte a livello conscio e razionale.
Si è dunque valutato l'impatto di quattro diverse soluzioni espositive, corrispondenti a quattro vetrine dell'allestimento attuale: un sarcofago senza mummia; un sarcofago con mummia all'interno; un sarcofago con mummia estratta ed esposta sollevata rispetto a esso; un sarcofago con una mummia all'interno che presenta il volto sbendato (all'interno di una vetrina più complessa). Per monitorare con maggiore precisione le reazioni corporee, la misurazione dei parametri neurofisiologici è stata associata alla registrazione della direzione dello sguardo tramite eye tracker.

Lasciando al relativo paragrafo la descrizione dettagliata dell'esperimento, si rileva qui che gli esperimenti hanno dimostrato che qualche cosa accade nel visitatore quando intercetta il dettaglio del volto sbendato (che taluni addirittura hanno evitato di guardare), e che spesso i visitatori non ne erano consapevoli. Infine si è verificato che questo genere di reperti non suscita reazioni empatiche particolarmente evidenti.



Figg. 2, 3. La "mummia predinastica" esposta nella prima sala del Museo Egizio attira inevitabilmente gli sguardi dei visitatori



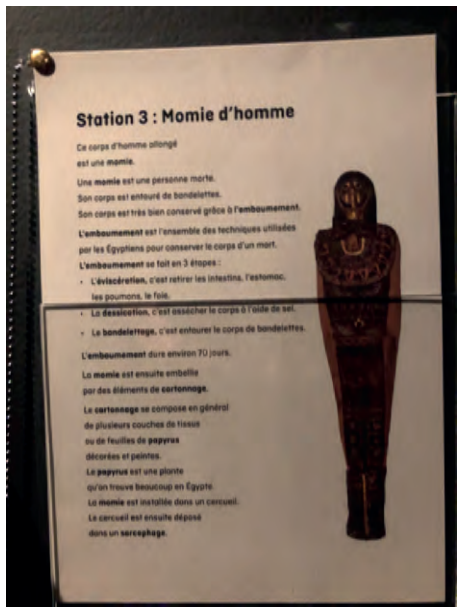


Figg. 4, 5. Pannelli informativi all'ingresso della "Galleria della Vita" al Museo Egizio

Come è noto, la scelta narrativa rappresenta una delle alternative possibili, ed è frutto di una scelta precisa che in questo caso è votata alla conservazione e al trasferimento di informazioni corrette e documentate. Il dilemma etico che si pone in fase di esposizione dei resti umani è dunque affrontato nel Museo Egizio con estrema cautela e rispetto, e in qualche modo composto da un distacco scientifico, dal cosiddetto sguardo osservante. Nel 2021 il museo ha allestito la sala permanente "Alla ricerca della vita", dedicata espressamente ai resti umani e allo studio della vita attraverso di essi e attraverso i corredi funerari dell'antico Egitto. Il museo ha dunque intrapreso un delicato percorso comunicativo per coinvolgere i visitatori in questo dilemma etico. Un pannello riporta alcune informazioni e considerazioni in proposito, e riporta i risultati di un sondaggio condotto su un campione di pubblico circa l'opportunità o meno di esporre resti umani (Figg. 2, 3, 4, 5).

La medesima delicatezza e il medesimo senso di responsabilità etica si ritrova ormai in molte istituzioni museali: si veda il caso di un'esposizione temporanea presentata al Musée d'Aquitaine di Bordeaux nel 2024, "*L'Égypte, de la vie à la mort*" ("L'Egitto dalla vita alla morte"), dove il tema è direttamente approcciato in uno dei pannelli informativi della prima sala, e dove l'esposizione di una mummia (peraltro coperta e bendata) viene accompagnata da una didascalia intitolata "*Momie d'homme*" ("Mummia di uomo") con informazioni storiche e tecniche precedute da una dichiarazione esplicita: "*Ce corps d'homme allongé est un momie. Une momie est un personne morte*" ("Questo corpo di uomo disteso è una mummia. Una mummia è una persona morta"). Dunque prima di tutto, prima di ogni altra cosa, questa mummia è un uomo, è una persona (Figg. 6, 7, 8)





Figg. 6, 7. Musée d'Aquitaine, Bordeax, esposizione temporanea *"L'Égypte, de la vie à la mort"*, 2024. Pannello introduttivo al tema dei resti umani (sinistra), Pannello introduttivo alla sale che espone una mummia (destra)



Fig. 8. Musée d'Aquitaine, Bordeax, esposizione temporanea *"L'Égypte, de la vie à la mort"*, 2024. Vetrina con la mummia




Figg. 9, 10: museo archeologico Carmo, Lisbona: le mummie attirano l'attenzione

Con attenzione e con grande prudenza, dunque, i temi etici vengono affrontati anche nei musei archeologici: e lo sguardo da osservante diventa partecipante.

I musei, ricorda e afferma la definizione ICOM del 2022, *"... operano eticamente"*.
Sono pronti i visitatori per queste rivoluzioni? Solo in parte, sembra di poter affermare in base agli esperimenti condotti, descritti nel dettaglio nel capitolo dedicato ai protocolli sperimentali. Tuttavia, la rivoluzione in corso è percepibile: sono in molti a provare disagio verso l'esposizione all'antica, per così dire, di una mummia considerata come un oggetto particolarmente suggestivo, o addirittura grottesco, da osservare con meraviglia mista a repulsione. Molti sono a disagio, ma non tutti, come dimostrano le figure 9 e 10 che documentano l'attrazione (di adulti e bambini) verso un povero corpo esposto agli sguardi in una teca claustrofobica.
La seconda osservazione è invece stata condotta su un tema trasversale a molti reperti. È stato identificato il tema della bellezza come uno dei tanti elementi che possono accomunare, sia pure con tutte le differenze del caso, il mondo degli antichi Egizi e quello contemporaneo. Nel primo la bellezza non si riferiva solo all'aspetto esteriore, pur molto curato, ma anche alla salute del corpo, all'igiene e al benessere: aveva anche una valenza spirituale. La decorazione e la cura del corpo come luogo sacro ove abitava l'anima immortale rendeva la bellezza ancora più importante, un simbolo di purezza che sarebbe rimasto intatto anche nell'aldilà. Nel mondo contemporaneo, come sappiamo, la bellezza è considerate da molti un obiettivo e al tempo stesso uno strumento potente.

Si sono dunque monitorate le reazioni dei partecipanti di fronte a due vetrine: la prima si trova nella sala dedicata al corredo funerario di Kha, l'architetto del Faraone, e di sua moglie Merit. In essa, fra gli altri reperti, sono esposti una straordinaria parrucca di capelli veri e una sorta di *beauty case* con i prodotti e gli strumenti dedicati alla cura della bellezza e all'igiene personale. La seconda vetrina, in una sala diversa, ospita la cosiddetta *Principessa nera*, una mummia ritrovata completamente sbendata e depredata del suo ricco corredo funerario di cui non resta che qualche reperto frammentario. Già Schiaparelli (archeologo che la rinvenne), quando si trattò di esporre la mummia, decise di coprirla fino alla cintola con un telo: oggi lo staff è propenso a proteggerla ulteriormente. Si tratta di resti umani impressionanti, dove non vi è più alcuna traccia della bellezza tanto cercata e coltivata perché potesse durare in eterno. Da un lato dunque testimonianze della cura e dell'amore per il proprio corpo, nella convinzione che potesse preservarsi tale per sempre; dall'altro la dimostrazione crudele della caducità della bellezza che non può reggere il peso del tempo e della morte.
Avendo monitorato i comportamenti dei visitatori, che osservano diligenti tutti gli oggetti esposti nella prima vetrina, e che reagiscono (quando decidono di avvicinarsi) con un prevedibile miscuglio di attrazione e repulsione alla vista della seconda, i ricercatori di Neuromuseum hanno voluto testare quanto la semplice osservazione dei reperti in silenzio fosse efficace, e quanto lo fossero l'aggiunta di un commento audio puramente neutro e didascalico e di un altro decisamente emozionale ed empatico. Le tre condizioni hanno mostrato tendenze contrastanti, anche in relazione al genere e all'età del partecipante, ma l'influenza delle narrazioni è stata evidente.

Il **Museo Nazionale Etrusco** di Villa Giulia è stato l'oggetto anch'esso di due sperimentazioni: la prima in realtà virtuale e la seconda in ambiente ecologico.
L'oggetto dello studio era il celebre Sarcofago degli Sposi di Cerveteri, uno dei simboli del museo oltre che uno dei reperti etruschi più noti nel mondo. Dopo essere stato rinvenuto e restaurato alla fine dell'Ottocento, è ospitato nel Museo Etrusco da oltre un secolo. Luogo di estremo fascino ma non certo ottimale per accogliere un museo, Villa Giulia ha da sempre richiesto interventi di progettisti e museografi per presentare al meglio la straordinaria collezione. Intorno alla metà del Novecento Franco Minissi studiò attentamente la collocazione del Sarcofago, che divenne il fulcro visivo di una lunga fuga prospettica: sistemato senza la protezione di una vetrina ma su un semplice basamento ottagonale, in una piccola sala ottagonale sovrastata da un lucernario anch'esso ottagonale, il reperto veniva inondato dalla luce zenitale naturale e accoglieva i visitatori quasi fossero anch'essi gli ospiti del banchetto degli sposi. Con il tempo, si è resa necessaria la protezione di una vetrina che per quanto trasparente non può evitare il famigerato effetto barriera. La fuga prospettica, retoricamente efficace per un verso, si dimostra controproducente dall'altro, abbattendo totalmente l'effetto sorpresa e annullando il crescendo di aspettativa che caratterizza il percorso verso un capolavoro.

Per l'esperimento in realtà virtuale sono state modellate con estremo realismo due sale del museo: quella che ospita il Sarcofago degli Sposi e quella immediatamente precedente. Consapevoli delle limitazioni insormontabili dell'edificio, a meno di uno stravolgimento complessivo dell'esposizione, i ricercatori hanno modellato tre soluzioni diverse di allestimento che può realisticamente essere messo in opera nella sala. Ogni partecipante all'esperimento ha quindi "visitato" con i visori una delle tre soluzioni. La valutazione delle risposte psicofisiche è in questo caso ancora più complessa: pur avendo fruito di un sistema di navigazione in realtà virtuale molto realistico (ad esempio, i soggetti camminavano realmente per spostarsi nelle sale), i partecipanti erano influenzati anche dalla consapevolezza di visitare un luogo virtuale, condizione a sua volta portatrice di sorpresa, aspettativa e ulteriore risposta emotiva.

La prima soluzione riproduceva lo stato attuale dell'allestimento (e, fungendo da baseline, ha rappresentato un *setting* di controllo). La seconda soluzione introduceva il fattore *aspettativa* e il conseguente *effetto sorpresa*, semplicemente inserendo un pannello davanti all'ingresso della sala del Sarcofago, impedendone la vista fino all'ultimo momento. La terza soluzione, oltre al pannello, proponeva un allestimento della sala del Sarcofago completamente diverso: una sorta di volta stellata ottenuta con una moltitudine di fonti luminose puntiformi avvolgeva il Sarcofago che emergeva dall'ombra come nella notte, alludendo al riposo eterno della coppia e alla loro serenità, evidente nell'espressione ieratica dei loro volti. In questo caso l'*effetto sorpresa* era moltiplicato, in quanto la sala precedente non lasciava trasparire alcun indizio di tale cambio di registro. La soluzione non aveva il semplice scopo di sorprendere il visitatore, emozionandolo in modo generico: intendeva rafforzare il concetto degli Sposi uniti anche dopo la morte in una condizione di calma serena e composta, protetti dalla volta, dalle stelle e dalla notte. Rinforzando quanto già espresso nel manufatto, l'intenzione era dunque generare una reazione empatica nei loro confronti. Da questo punto di vista, l'empatia era davvero intesa come risposta inconscia attivata dai neuroni specchio.
L'ipotesi è stata confermata parzialmente, come si vedrà nel capitolo dedicato agli esperimenti, perché l'effetto sorpresa è risultato lo strumento maggiormente efficace.

La seconda sperimentazione condotta la Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia era in realtà accoppiata a quella sviluppata presso la Necropoli della Banditaccia di Cerveteri. Come si è detto, si tratta del luogo del ritrovamento di molti reperti conservati nel Museo e soprattutto del Sarcofago degli Sposi (che vi fu rinvenuto al di fuori della tomba, ridotto in centinaia di frammenti).
La domanda sperimentale riguardava due aspetti: il primo è il rapporto tra originale e copia; il secondo è il rapporto tra oggetto e contesto.

Nella necropoli di Cerveteri è esposta una copia fedele in scala reale del Sarcofago degli Sposi (realizzata nel 2016 da Giorgetto Giugiaro a partire dalla scansione tridimensionale dell'originale, utilizzando le stesse tecnologie d'avanguardia impiegate per la prototipazione di automobili). Lo sradicamento dei manufatti originali dal loro contesto naturale – sia pure reso necessario da esigenze di protezione e conservazione – depriva irrime-

diabilmente i siti archeologici ma anche i reperti. Il pubblico è ormai abituato a questo *sdoppiamento*, al punto che probabilmente non vi presta più particolare attenzione. Questa ultima batteria di esperimenti ha nuovamente utilizzato l'accorgimento della narrazione su registri diversi (informativa VS emozionale) e, con un'osservazione empirica del comportamento dei soggetti, ha studiato l'effetto che tale narrazione aveva sul prosieguo della loro visita.

Il contesto, inoltre, è un termine che può acquistare sfumature diverse: alla Necropoli di Cerveteri si è sottolineato il concetto di contesto fisico, nel Museo Nazionale Etrusco il concetto di contesto culturale.
Alla Banditaccia di Cerveteri i partecipanti venivano dapprima invitati a osservare la copia del Sarcofago, sottolineando con chiarezza che non si trattava del reperto originale, e nella narrazione veniva enfatizzato il fatto che tale pregevole oggetto fosse stato rinvenuto proprio in quel luogo, e con buona probabilità si fosse anche identificata la tomba da cui proveniva. L'accento veniva posto sui caratteri paesaggistici e architettonici della necropoli, cercando di stimolare l'interesse a visitarla.
L'osservazione empirica del loro comportamento successivo ha dimostrato come l'interesse a visitare subito la tomba dove probabilmente il Sarcofago degli Sposi era rimasto chiuso per millenni non era molto urgente.

Nel Museo, invece, la narrazione del Sarcofago insisteva su alcuni caratteri della cultura del tempo e in particolare sul ruolo della donna, notoriamente tenuta in alta considerazione presso gli Etruschi. Veniva ricordato che nel museo, e in particolare nella stanza immediatamente precedente, alcune vetrine mostravano proprio la parità tra uomo e donna esponendo corredi funerari totalmente comparabili fra i due sessi. L'osservazione empirica del comportamento dei visitatori era volta a verificare se queste informazioni avessero suscitato una particolare curiosità verso questi corredi.
Anche in questo caso la narrazione ha ottenuto risultati più modesti del previsto: la spiegazione probabilmente deve tenere in conto la grande (eccessiva?) ricchezza di oggetti esposti e le conseguente sensazione di fatica che ne deriva nella proiezione mentale del visitatore. La relazione con il contesto, da qualunque prospettiva la si intenda, è un'abitudine poco praticata nell'immaginario del pubblico, certamente non sostenuto da soluzioni che la facilitano.

Nei capitoli successivi sono descritte nel dettaglio le sperimentazioni, gli strumenti utilizzati, i protocolli adottati e i risultati quantitativi e qualitativi.
In particolare, gli esiti dei questionari (che hanno sempre accompagnato gli esperimenti con domande il più possibile comparabili tra i diversi casi studio) ci rimandano l'immagine di un pubblico vasto, eterogeneo, con alte aspettative e ben disposto verso le esperienze culturali - ma in fin dei conti poco o per nulla trasformato da essi. L'empatia non è una risposta molto comune tra i visitatori dei musei, nonostante la ricchezza delle loro collezioni e l'eccezionalità di molti dei loro reperti: un intenso lavoro intellettuale caratterizza la visita museale, a scapito del coinvolgimento emotivo che è una condizione favorevole alla memorizzazione e alla riflessione personale.

Molta strada si può ancora fare, ma il fatto che gli operatori museali percepiscano con chiarezza che sono necessari approfondimenti, cambi di prospettiva e sperimentazioni comunicative è un ottimo segnale.

BIBLIOGRAFIA

M. Benente, V. Minucciani, *Inclusive Museums: From Physical Accessibility to Cultural Appropriation,* in G. Di Bucchianico et al.(eds.), AHFE 2020, Springer, 2020

E. Canepa, *Neurocosmi. La dimensione atmosferica tra Architettura e Neuroscienze,* Doctoral Thesis, Scuola Politecnica Università degli Studi di Genova, Italy, 2019

E. Canepa, *Architecture is atmosphere,* Mimesis International, Ariccia (RM), Italy, 2022

H. Chen et al., *Cultural tourism: An analysis of engagement, cultural contact, memorable tourism experience and destination loyalty*, in «Tourism Management Perpectives», 26, 2014

G. Crenn et J.C. Vilatte, *L'emotion dans les expositions,* in «Culture & Musées», (36) 2020, https://journals.openedition.org/culturemusees/5382

A. De Wilt, *The city museum as an empathic space,* in «Museum International», 7.(3-4), 2018

M.B. Djupdræt, and H. Hatt, *Følelser på museum, Eksperimenter*, «Teknologi Og Museer», Nordisk Museologi 1, 2009

M. Dorian, *Museum atmospheres: notes on aura, distance and affect,* in «The Journal of Architecture», 19(2) 12, 2014

S. Dudley, *Museum Materialities: objects, sense and feeling,* in «Museum Materialities. Objects. Engagements. Interpretations», Routledge, London, 2010

B. Fehr, J.A. Russel, *Concept of emotion viewed from a prototype perspective,* in «Journal of Experimental Psuchology: General», 113(3), 1984

R. Forrest, *Museum atmospherics: the role of exhibition environment in the visitor experience,* in «Visitor Studies», 16(2), 2013

G. jennings, J. Cullen et al, *The Empathetic Museum: a new institutional identity,* in «Curator: The Museum Journal», 62(4), 2019

D. Lemmings, A. Brooks, *The Emotional turn in the humanities and social sciencies,* in «Emotions and Social Change: Historical and Sociological perspectives», Routledge, London, 2014

H. Overhill, *Design as Choreography: Information in Ation,* in «Curator: The Museum Journal», 2015

L.A. Paul, *Transformative experience,* Oxford University Press, 2014

N. Radywyl et al, *Ambient aesthetics: altered subjectivities in the new museum,* in «International Handbook of Museum Studies. Museum Theories», 1, 2015

D. Reisberg, P. Hertel, *Memory and Emotion,* Oxford University Press, 2003

S. Sunier, *L'émotion au service de la naration. Réflexions sur les expositions du Musée Internacional de la Croix-Ruge et du Croissant-Rouge,* in «Musées. Récits et dialogues au musée», 33, Oxford University Press, 2014

D. Uzzell, *Les approches sociocognitives de l'évaluation des expositions,* in «Public & Musées», 1, 1992

M. Varutti, *Verse une muséologie des émotions,* in «Culture & Musées» (36) 2020, pp. 171-177

M. Wigley, *The Architecture of Atmosphere,* in «Daidalos», 68, 1998

H. Zipsane, *Heritage learning: not so much a question about the past as about the present, here and now!,* in H. Hinzen (ed.) «Journal for Adult Education and Development», 68, 1998

LO STUDIO E LA PROGETTAZIONE DEI PROTOCOLLI SPERIMENTALI

Valeria Minucciani e Michela Benente

Sono qui descritte nel dettaglio le attività sperimentali condotte nell'ambito di Neuromuseum, che si sono concentrate sul tema della relazione tra manufatti esposti e empatia. Questo principio ha sin da subito orientato la scelta dei reperti oggetto di sperimentazione: più di altri, infatti, essi dovevano essere in grado di innescare una relazione empatica.
Per tale ragione si è scelto di indagare in luoghi e contesti diversi testimonianze che riguardassero rappresentazioni della figura umana. Se pure i musei che hanno aderito al progetto (il Museo Egizio di Torino, il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia a Roma e la Necropoli della Banditaccia a Cerveteri) sono dedicati a testimonianze di culture diverse, essi risultano accomunati dalla presenza di reperti in cui la figura umana, legata al contesto funerario, è riconosciuta come rappresentativa della cultura stessa. La civiltà egizia così come quella etrusca, caratterizzate dal ruolo primario della cultura dei morti, ci offrono l'opportunità di valutare l'impatto emotivo sui visitatori in relazione a reperti funerari.
Per la cultura egizia sono state scelte alcune mummie in relazione ai loro sarcofagi e corredi funerari mentre per la cultura etrusca le analisi si sono concentrate sul Sarcofago degli Sposi rinvenuto a Cerveteri. L'opera fittile, esposta nel museo romano, presenta un duplice interesse che riguarda certamente la relazione dei visitatori con le figure umane rappresentate, ma anche il contesto della sua esposizione, ovvero all'interno di un ricco museo. Da un lato infatti deve confrontarsi con l'apparato allestitivo, con il percorso, con le sequenze tematiche relativi; dall'altro si trova sradicato, sia pure a distanza non troppo considerevole, dal luogo in cui è stato rinvenuto. Il fatto che là, proprio presso la necropoli, si trovi una copia del reperto in scala reale ha offerto l'opportunità di indagare l'impatto emotivo legato anche alla relazione con il luogo.



Figg. 1. Galleria dei Sarcofagi: a. tipologia di vetrina con sarcofago vuoto, b. tipologia di vetrina con sarcofago e mummia al suo interno, c. tipologia di vetrina dove il sarcofago è presentato con la mummia estratta

La sperimentazione al Museo Egizio

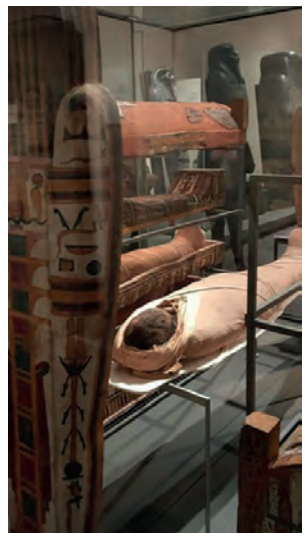
Gli esperimenti condotti al Museo Egizio, oltre ad affrontare gli aspetti di relazione empatica con il patrimonio culturale, accolgono la sfida di valutare l'impatto sui visitatori delle esposizioni di resti umani. Dal 2015 il Museo Egizio riflette infatti sulle loro modalità di esposizione, sulle implicazioni conservative ma soprattutto sulle cautele etiche che tale patrimonio richiede [M. Arizza, 2021]. In particolare, come si è detto, nel 2019 il museo ha inaugurato un nuovo spazio espositivo permanente intitolato "Alla ricerca della vita" dedicato all'approfondimento dei riti funerari, della mummificazione e del concetto di aldilà. L'esposizione rappresenta il frutto di un approfondito studio dei resti umani e dei relativi corredi funerari ma anche di un processo partecipativo, che ha posto a confronto le riflessioni della comunità scientifica con il punto di vista del pubblico, coinvolto attraverso questionari e interviste. L'indagine condotta nell'ambito del progetto si inquadra dunque in un più ampio contesto in cui le possibili reazioni emotive diventano un aspetto essenziale in relazione all'incontro con il patrimonio.

La prima sessione

La presenza all'interno del museo di numerosi reperti umani ha richiesto l'avvio di una prima indagine. Nel dettaglio, questa prima campagna sperimentale è stata condotta su un campione di pubblico che si è focalizzato su quattro vetrine in due diverse sale del museo. I reperti utilizzati per questa sperimentazione sono stati alcuni sarcofagi antropoidi in cui la presenza o l'assenza della mummia o del reperto umano visibile permettevano di valutare









Figg. 2 a, b c, d. La vetrina delle "Tre Sorelle"

l'impatto sul visitatore. L'indagine si è svolta nella Galleria dei Sarcofagi dove sono state scelte tre teche in cui i sarcofagi si presentano in analoghe condizioni espositive (tipo di teca, disposizione all'interno della teca, sfondo, illuminazione e supporti di mediazione) ma con tre diverse variabili: sarcofago privo della mummia, sarcofago con mummia all'interno e sarcofago con mummia estratta (Figg. 1 a, b, c).
Tra i reperti scelti, ove le mummie erano presenti, questi non mostravano in modo esplicito la figura umana che costituisce certamente l'elemento di maggiore impatto emotivo. Si è dunque deciso di condurre un'ulteriore analisi in cui la presenza della figura umana fosse presente individuando nella vetrina delle "Tre Sorelle" un interessante campione. In questa vetrina è infatti possibile osservare tre mummie con i loro sarcofagi, e tra queste una si presenta parzialmente sbendata in corrispondenza del capo, con il volto ben visibile nel suo stato di conservazione. Le scelte di allestimento pongono la vetrina in posizione isolata nella sala, così da permettere al visitatore un'esplorazione libera sui quattro lati, lasciando la facoltà di osservare i reperti da più angolazioni.
I reperti sono esposti in modo simmetrico. La mummia centrale, che mostra il volto sbendato, si presenta seminascosta dai due coperchi del sarcofago antropoide. Le altre due mummie, poste lateralmente, sono esposte con i due sarcofagi che le contenevano aperti, in modo da mostrare la loro sovrapposizione (Figg. 2 a, b, c, d).

L'esperimento, condotto secondo sequenze di visione randomizzata delle vetrine, ha previsto una fruizione statica per le vetrine della Galleria dei Sarcofagi e una visione libera e maggiormente dinamica della vetrina delle "Tre Sorelle". Nel primo caso ciascun partecipante, dopo aver indossato l'attrezzatura e sostato per la misurazione della propria baseline neurofisiologica, veniva accompagnato (mantenendo lo sguardo basso) di fronte alla vetrina e invitato ad osservarla per un minuto. Nel caso della vetrina delle "Tre Sorelle" i partecipanti erano accompagnati di fonte alla vetrina e posti di fronte al coperchio della mummia sbendata (che ne risulta celata) e, seguendo le indicazioni fornite, potevano condurre la propria esplorazione della vetrina e del suo contenuto secondo le modalità preferite. Era stato loro chiesto, nel caso desiderassero girare intorno alla vetrina, di muoversi in senso antiorario per uniformità di condizione. Anche in questo caso il tempo assegnato era uguale per tutti i partecipanti ed era pari a due minuti.

Il protocollo sperimentale ha previsto l'utilizzo di tre dispositivi: il Mindtooth Touch (8 canali per l'acquisizione dell'attività elettroencefalografica, *EEG signal*) e lo Shimmer 3 GSR+ (sensore per l'acquisizione del segnale elettrodermico della pelle, *Galvanic Skin Response*) come strumentazione per la raccolta dei dati relativi ai parametri neuro fisiologici, a cui si è aggiunto l'Eye tracker Tobii Pro Glasses 3 per monitorare che cosa i soggetti stessero osservando. Il tracciamento oculare era di fondamentale importanza durante la visione della vetrina delle "Tre Sorelle". Per quest'ultima, che era osservata dal soggetto in movimento, era fondamentale monitorare l'interazione del visitatore proprio nell'istante in cui il suo sguardo incrociava il volto sbendato della mummia centrale. Occorreva anche valutarne la durata di osservazione, o l'eventuale non osservazione, per poter effettuare la comparazione con i parametri neuro fisiologici rilevati.

La registrazione dei dati condotta con il software BS Reader ha permesso:
— l'acquisizione sincronizzata dei segnali EEG e EDA;
— la sincronizzazione con sensori di posizionamento identificati;
— il monitoraggio in tempo reale della qualità dei dati;
— l'inserimento di marker e il salvataggio su database locale.

L'assenza di cavi rappresentava e rappresenta un requisito fondamentale per garantire libertà di movimento e naturalità nell'interazione con l'ambiente, oltre che per motivi di sicurezza.
Le figure dalla 3 alla 11 riportano gli schemi elaborati per il protocollo, a documentare la complessità del processo anche in vista dell'ottimizzazione dei tempi.

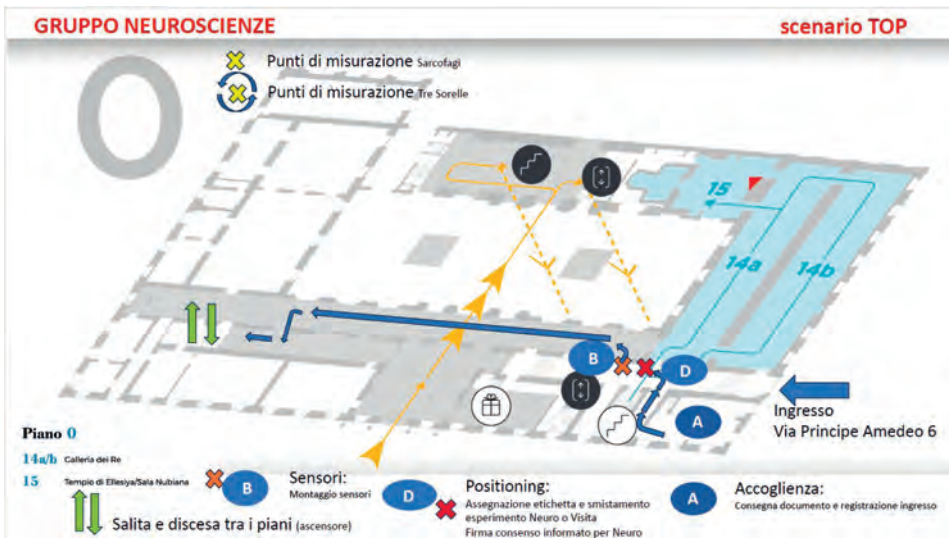


Fig. 3. Schema del protocollo sperimentale - 1



Fig. 4. Schema del protocollo sperimentale - 2

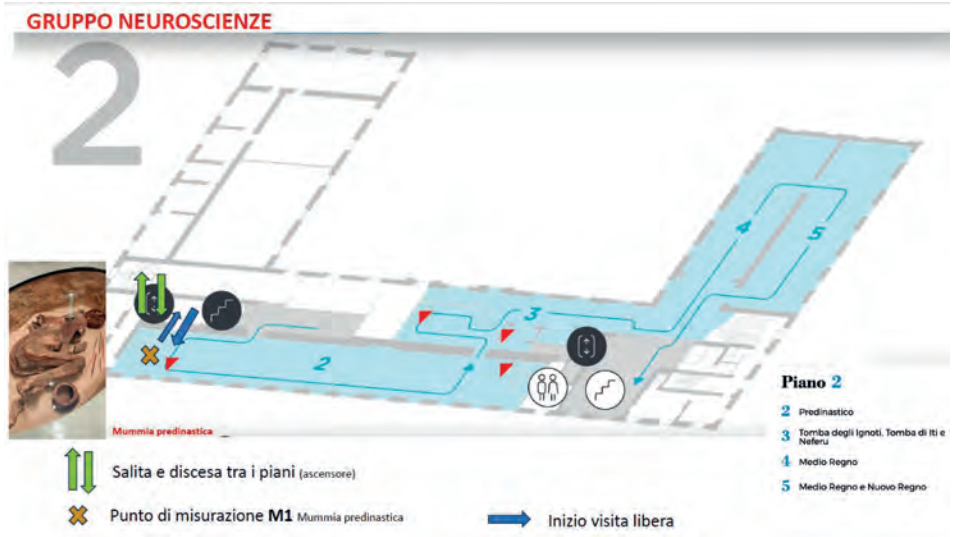


Fig. 5. Schema del protocollo sperimentale - 3

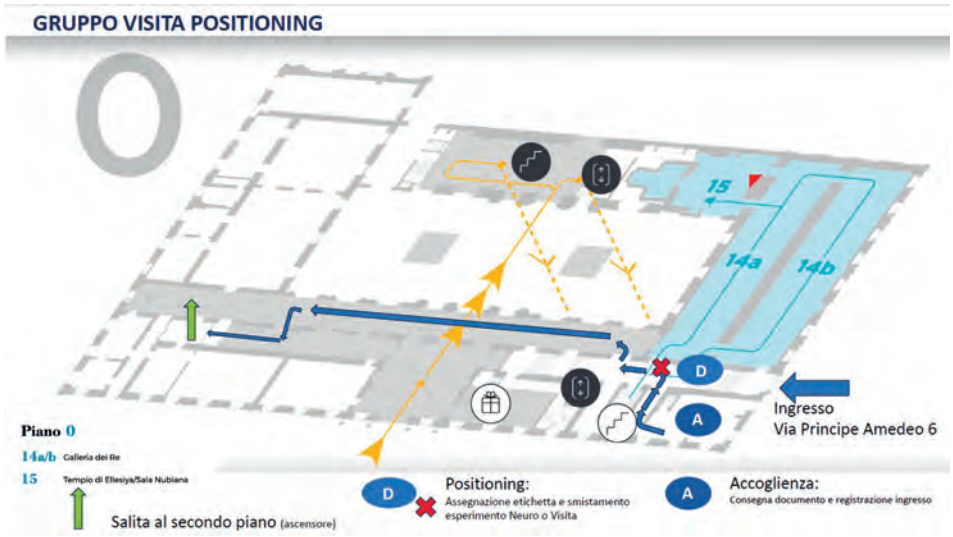


Fig. 6. Schema del protocollo sperimentale - 4

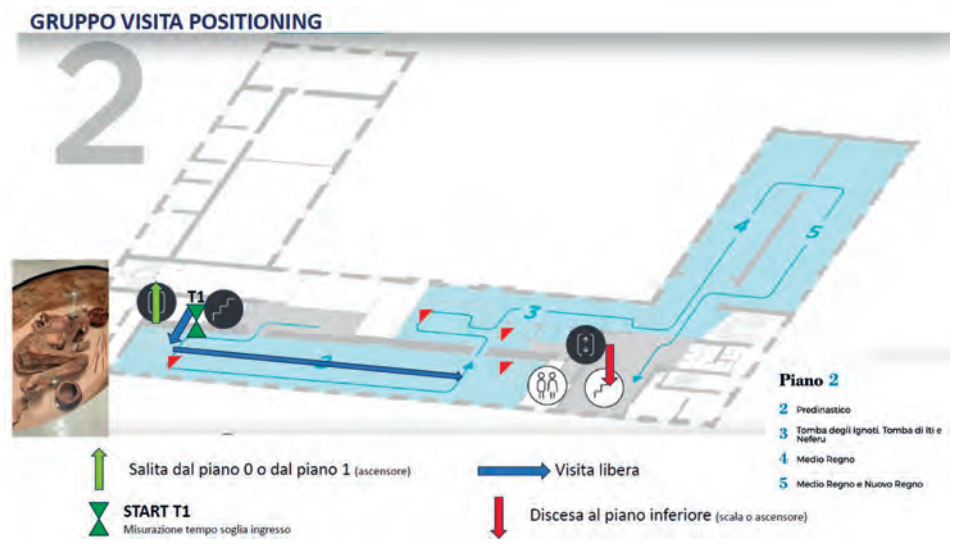


Fig. 7. Schema del protocollo sperimentale - 5

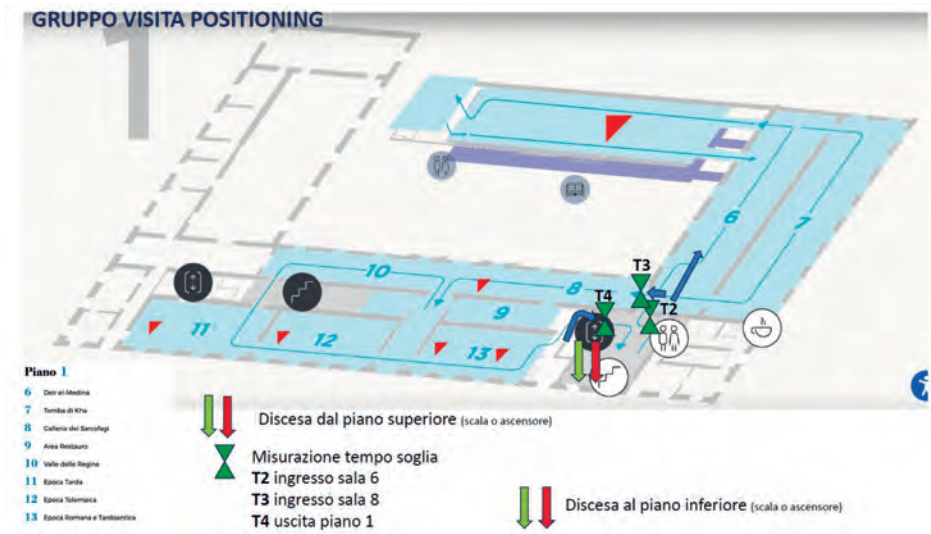


Fig. 8. Schema del protocollo sperimentale - 6

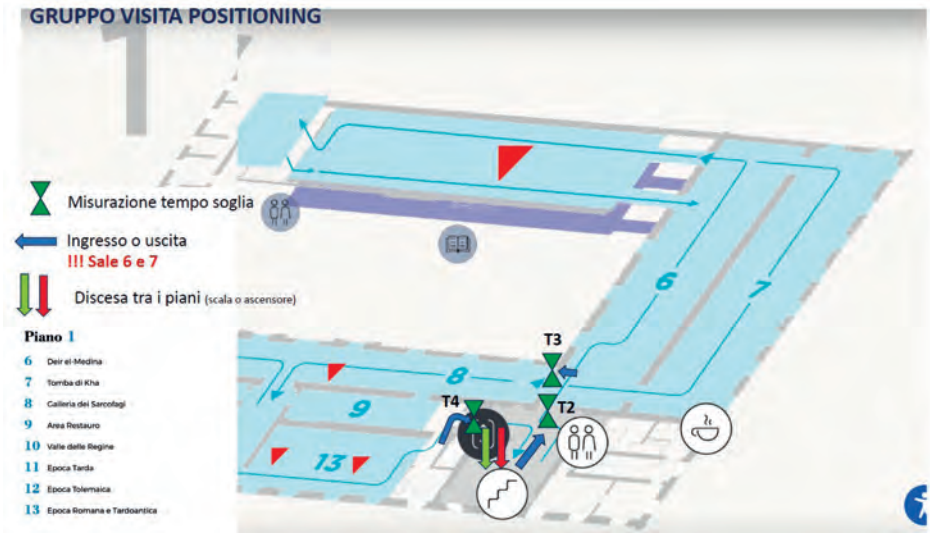


Fig. 9. Schema del protocollo sperimentale - 7

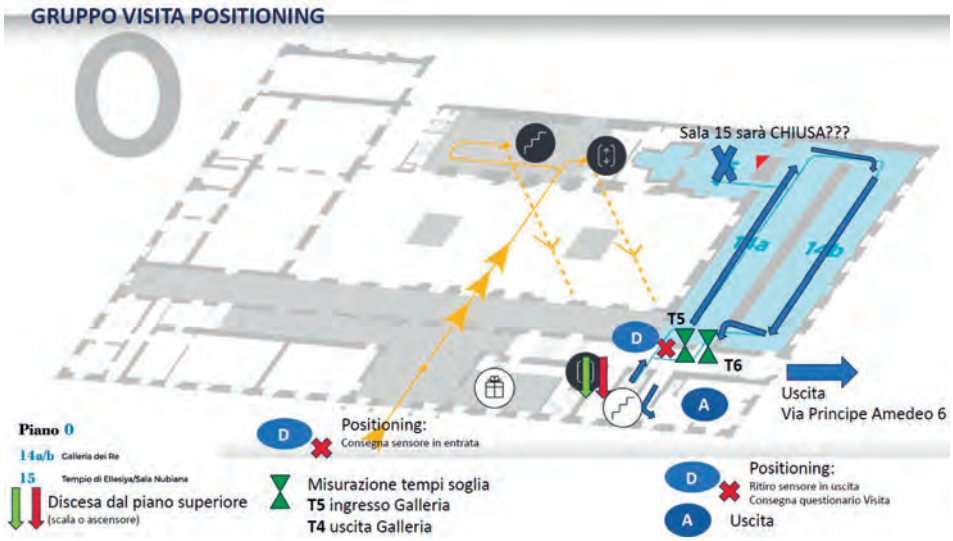


Fig. 10. Schema del protocollo sperimentale - 8

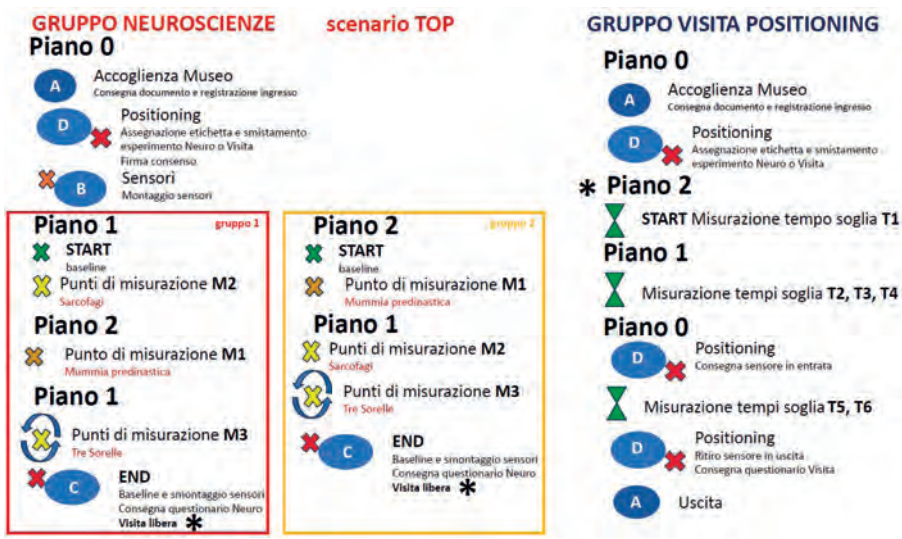


Fig. 11. Schema del protocollo sperimentale - 9



Fig. 12. Compilazione dei questionari



Fig. 13. Compilazione dei questionari

Il campione sperimentale è stato appositamente arruolato coinvolgendo una quota equivalente di uomini e di donne nella fascia di età compresa tra i 18 e i 80 anni definendo tre fasce di età. I partecipanti sono poi stati profilati in base alla loro conoscenza del museo (se lo avevano già visitato o meno, e in caso affermativo da quanto tempo) e alle loro abitudini culturali (in particolare, la frequentazione di musei negli ultimi anni). Particolare attenzione è stata posta nel cercare di coinvolgere un campione di pubblico che non frequentasse abitualmente i musei: fascia difficile da intercettare, come ci sarà modo di specificare in seguito, e sin da subito questo ha dimostrato di essere un punto molto critico.
Le attività sono state svolte a museo chiuso così da ridurre il numero di variabili e di disturbo durante le fasi di misurazione. Per analoghe ragioni i soggetti erano sottoposti all'esperimento in forma individuale e non avevano alcuna interazione con chi effettuava la misurazione durante le fasi di registrazione dei dati.
I soggetti coinvolti venivano accolti all'arrivo in museo e dopo aver ricevuto un codice identificativo erano invitati a leggere l'informativa dell'esperimento e del trattamento dei dati, indi a firmare un consenso, e infine a compilare il questionario di profilazione (Figg. 12, 13) Terminata la compilazione, i soggetti erano accompagnati a indossare la strumentazione per le misurazioni (Figg. 14, 20)



Fig. 14. Montaggio delle attrezzature



Fig. 15. Montaggio delle attrezzature



Fig. 16. Montaggio delle attrezzature



Fig. 17. Montaggio delle attrezzature



Fig. 18. Montaggio delle attrezzature



Fig. 19. Montaggio delle attrezzature



Fig. 20. Montaggio delle attrezzature

Dopo il controllo del corretto funzionamento dell'attrezzatura, ciascun partecipante era condotto nella sala dell'esperimento, previa la registrazione di una baseline neurofisiologica di riferimento (Figg. 21, 22).
Ciascuna registrazione era poi svolta conducendo i soggetti (che dovevano rimanere con gli occhi bassi) di fronte alle vetrine, per poi invitarli ad alzare lo sguardo e osservare ciascuna vetrina per il tempo prestabilito (Figg. 23-27). Al termine della sequenza di vetrine i soggetti, dopo aver rimosso la strumentazione, erano invitati a compilare un questionario di monitoraggio e di feedback.

Ad attività concluse, i soggetti erano invitati a condurre la visita libera, ciascun soggetto era identificabile grazie al codice alfanumerico consegnato al momento della registrazione. Tale codice permetteva l'identificazione durante la visita e la raccolta dei dati temporali e di fruizione delle sale (Figg. 28-30)



Fig. 21. Registrazione della baseline



Fig. 22. Registrazione della baseline



Fig. 23. Osservazione



Fig. 24. Osservazione



Fig. 25. Osservazione



Fig. 26. Osservazione









Figg. 27 a, b, c, d. Vetrina delle "Tre Sorelle"



Fig. 28. Visita libera



Fig. 29. Visita libera



Fig. 30. Visita libera

La visita, così come di norma avviene, si concludeva con la Galleria dei Re in cui il monitoraggio era effettuato con un sistema di positioning (descritto in seguito nel capitolo dedicato). Questa attività ha permesso di testare con precisione tempi e traiettorie di visita nelle due sale della Galleria. L'utilizzo di tale strumentazione ristretto a un ambito circoscritto del museo si deve a limiti economici e alle difficoltà di reperire un numero elevato di dispositivi.

Le indicazioni fornite ai partecipanti lasciavano libertà di scelta rispetto alla durata della visita e alla fruizione delle sale. Al termine della visita i soggetti erano invitati alla compilazione di uno specifico questionario.
Dunque si è colta l'occasione di questa prima campagna sperimentale per monitorare i soggetti anche nel corso di una visita che poteva essere condotta senza limiti di tempo e senza vincoli specifici. Data la vastità del museo e la distribuzione dei reperti è stato necessario individuare dei punti chiave dove effettuare il monitoraggio. Tale operazione si è svolta attraverso una rilevazione manuale che ha permesso di individuare i tempi di visita nel museo e gli spostamenti dei soggetti in alcune delle sue sale.
Tra queste sono stati individuati sette punti di osservazione distribuiti lungo il percorso dall'inizio della visita all'uscita dalla Galleria dei Re. In particolate i punti di monitoraggio hanno riguardato: la sala dedicata all'epoca Predinastica e all'Antico Regno (dove è esposta la mummia predinastica), la sala dedicata "Alla Ricerca della Vita", la sala dedicata alla Tomba di Kha e Merit (con i sarcofagi e gli sbendaggi virtuali delle due mummie), la Galleria dei Sarcofagi, la sala dedicata agli Scavi nella Valle delle Regine (con la mummia sbendata della principessa Ahmose) e la sala dedicata all'Epoca Tarda (con le mummie delle Tre Sorelle).
Il monitoraggio ha previsto il rilevamento dei tempi di permanenza nelle sale e la modalità di fruizione dei visitatori, con particolare attenzione al momento di ingresso e alle traiettorie di visita. Alcuni ricercatori hanno dunque sostato in posizioni vantaggiose per l'osservazione in queste sale, annotando accuratamente su tabelle, predisposte allo scopo, i tempi e – nel caso – i comportamenti dei partecipanti, che si ricorda erano contraddistinti da un codice ID adesivo sulla spalla o sul torace.

Osservazioni emerse
Da questo primo blocco di osservazioni sono emerse alcune interessanti notazioni.

— **Utilizzo dell'Audioguida**. Solo 2 partecipanti su 33 avevano deciso di usare l'audioguida.
— **La mummia predinastica.** A museo chiuso, su un totale di 33 soggetti solo *uno* si è diretto a guardare la vetrina della mummia predinastica, che in condizioni di museo aperto e di normale affollamento è invece costantemente circondata da visitatori che vi si affacciano. Si tratta di un reperto (resti umani) di particolare impatto, una mummia in posizione fetale risalente alla metà del quarto millennio a.C., che mostra un processo di mummificazione naturale dovuta alla sepoltura nella sabbia, ai sali in essa presenti e al calore. La vetrina che la accoglie, e che permette una visione dall'alto, riproduce la fossa in cui il corpo era stato deposto con il suo corredo funerario. La ve-



Fig. 31. Galleria dei Re, precedente allestimento



Fig. 32. Galleria dei Re, precedente allestimento

trina è posta proprio all'inizio della sala da cui si inizia la visita, ma disassata rispetto all'ingresso per cui in realtà il flusso di visita si convoglia nella direzione opposta. Probabilmente per questo motivo i partecipanti all'esperimento, che non potevano essere attratti dal gruppo di visitatori che normalmente si affolla intorno alla vetrina, non ne sono stati attirati. L'allestimento non fornisce indizi particolari, se non la forma della vetrina che è diversa da tutte le altre (è a pianta ellittica), ma la ricchezza di reperti e di altri stimoli nella sala induce il visitatore a proseguire verso la direzione principale del percorso. Trattandosi di un reperto di estrema rilevanza, questa osservazione non deve essere sottovalutata.

— **Tempi di visita**. Saliti al terzo piano, i soggetti impiegavano in media un'ora per visitare la Galleria della Scrittura per poi scendere al secondo piano e visitare le sale dell'Antico, del Medio e del Nuovo Regno; della Tomba degli Ignoti; della Cultura materiale. Dopo circa un'ora giungevano quindi al primo piano. Qui visitavano le sale 6 e 7 anche se, appena giunti al piano, la tendenza generale era dirigersi verso la galleria dei Sarcofagi. In media i partecipanti hanno dedicato 8 minuti e mezzo alla sala 6 (che tratta la vita dei lavoratori nel villaggio di Deir-el-Medina) e 4 minuti e mezzo alla sala 7 (che espone l'eccezionale corredo funerario di Kha, l'architetto del Faraone, e di sua moglie Merit). Dalla sala 6 si può accedere a una galleria secondaria, in penombra: si tratta della galleria "Alla ricerca della vita" di cui si è detto. Su un totale di 33 soggetti, 28 sono entrati e in media vi hanno stazionato per visitarla per 5 minuti: molti vi sono rimasti per tempi decisamente inferiori. Infine l'osservazione empirica ha confermato che, come è ben noto a chi si occupa di musei, con il procedere della visita la velocità di percorrenza aumenta, e viceversa decresce la concentrazione.

Lo studio dei comportamenti di visita ha anche coinvolto alcuni partecipanti nell'esperimento di positioning, che è stato condotto nella Galleria dei Re (prima del suo totale rinnovamento, inaugurato a novembre 2024) (Figg. 31, 32). La sala veniva visitata alla fine, pertanto i partecipanti erano affaticati: tuttavia in media vi hanno sostato per 11 minuti e 45 secondi (un tempo considerevole, non solo perché a fine visita, ma anche in relazione al tempo dedicato alle sale 6 e 7, che come si è visto è stato decisamente inferiore). Le motivazioni sono facilmente intuibili: non solo si trattava di una scenografia ormai iconica, al punto che molti partecipanti chiedevano dove si trovasse nel percorso, ma anche perché introduceva una variazione evidente nel tono e nell'atmosfera, improvvisa e inaspettata. I visitatori erano pertanto ri-attivati dall'effetto sorpresa che ne deriva, e l'impennata di attenzione perdurava per alcuni minuti.

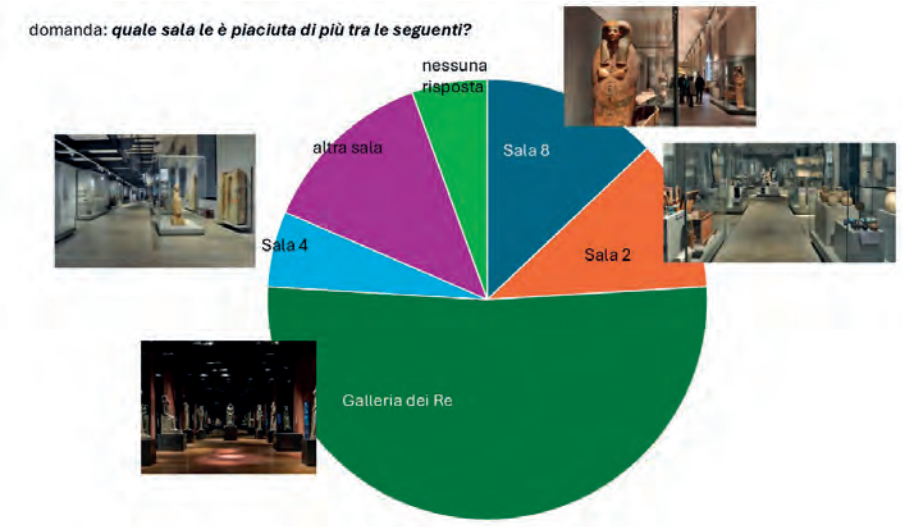

domanda: quale sala le è piaciuta di più tra le seguenti?
nessuna risposta
Sala 8
altra sala
Sala 4
Sala 2
Galleria dei Re

Fig. 33.

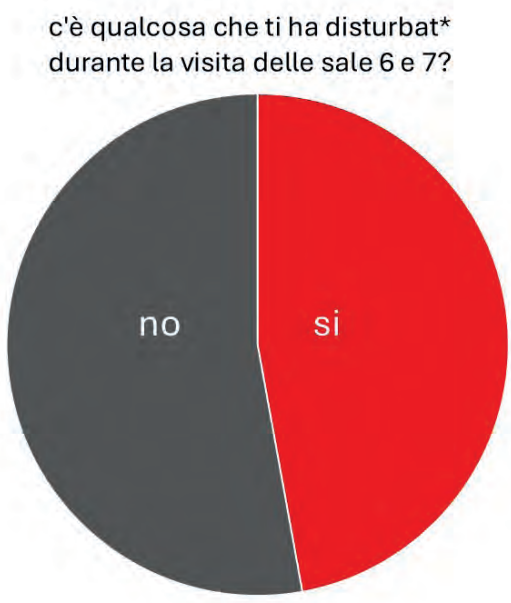

c'è qualcosa che ti ha disturbat*
durante la visita delle sale 6 e 7?
no
si

Fig. 34.

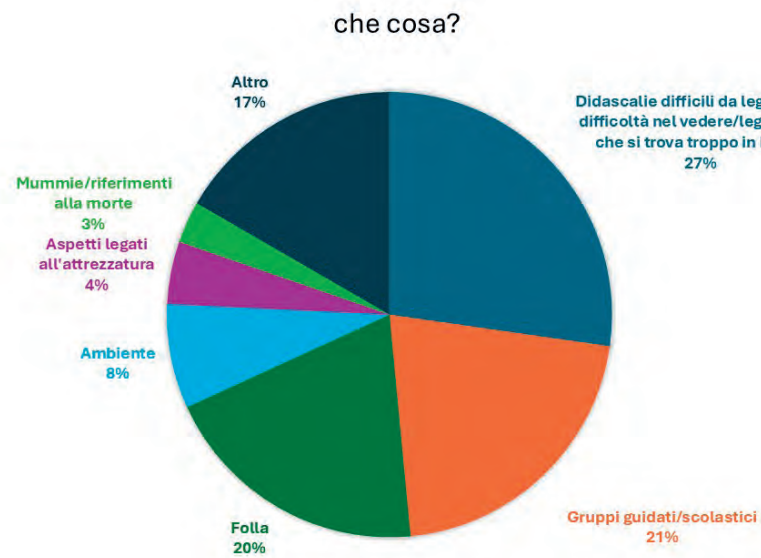


Fig. 35.

La conferma di questi comportamenti è stata data anche a livello consapevole dalle risposte al questionario: alla domanda *"Quale di queste sale ti è piaciuta di più?"*, la Galleria dei Re ha ottenuto una larga maggioranza di preferenze (Fig. 33). Infine, con l'obiettivo di interpretare al meglio i comportamenti, è stato chiesto ai partecipanti se qualche cosa li avesse in qualche modo disturbati durante la visita, fornendo alcune possibili alternative ma anche lasciando la libertà di aggiungere altro. Ne è emerso il quadro raffigurato nelle figure 34 e 35, che mostrano come quasi la metà del campione sia effettivamente stato disturbato da qualche cosa, e da che cosa.

Anche per quanto riguarda l'uso dell'eye tracker su alcuni soggetti, i risultati sono stati molto interessanti.
Si sono notate alcune costanti nei comportamenti relativi all'osservazione: i soggetti di solito guardavano prima di tutto la didascalia, ma osservandone attentamente solo la prima metà, per poi passare a osservare singoli dettagli dell'oggetto. Il tempo di osservazione maggiore resta quasi sempre, comunque, quello dedicato alla lettura della didascalia.
Dalle risultanze dell'eye tracker sono emerse altre indicazioni rilevanti: prima di tutto i visitatori osservavano maggiormente ciò che era all'altezza dei loro occhi, molto meno gli stimoli a terra o ad altezza elevata. Inoltre essi dedicavano costante attenzione agli stimoli in cui fosse presente la forma umana: statue, dipinti, maschere funerarie ma anche resti umani.

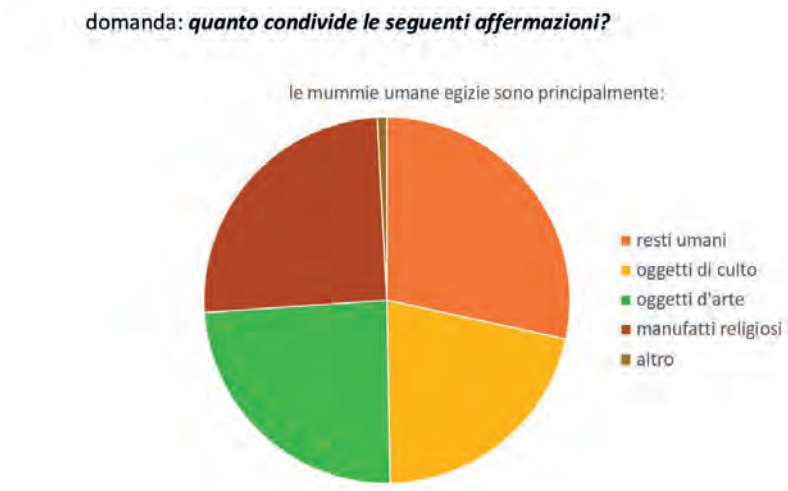


Fig. 36.

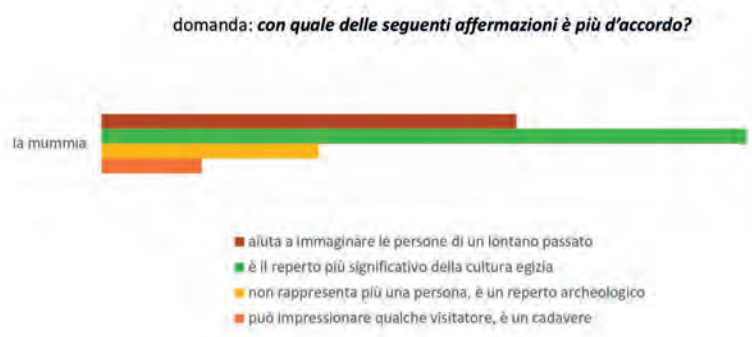


Fig. 37.

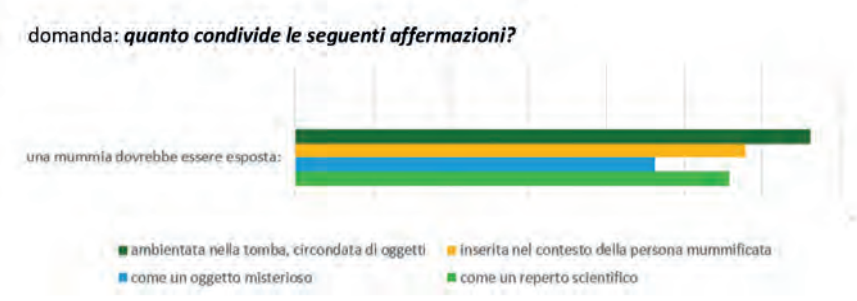


Fig. 38.

Resti umani

Per quanto concerne l'esposizione dei resti umani, i risultati sono di estremo interesse. La principale domanda sperimentale concerneva la reazione non solo razionale e consapevole all'esposizione dei resti umani, ma anche e soprattutto quella inconscia e per così dire corporea (neurofisiologica).
Con la consapevolezza che spesso la mente ci inganna, involontariamente, per cui siamo convinti di avere determinate reazioni anche nel caso in cui queste non corrispondono perfettamente al vero, il gruppo di ricerca intendeva verificare se queste risposte fossero o meno confermate dalle reazioni del corpo. In altre parole, in quale misura i visitatori sono sensibili all'esposizione dei resti umani, non solo razionalmente ma anche emotivamente? Naturalmente per la prima risposta ci si è affidati all'indagine condotta tramite i questionari, e per la seconda alle rilevazioni dei parametri neurofisiologici.

Rimandando all'apposito capitolo dedicato alla disamina sistematica dei questionari, si anticipano qui alcuni risultati che contribuiscono a chiarire il senso e gli obiettivi degli esperimenti. Una prima domanda, molte semplicemente, poneva il problema di come vengano oggi considerate le mummie: se resti umani, reperti archeologici o altro ancora. Le percentuali delle risposte sono riassunte nella figura 36.
Sorprendentemente, solo poco più di un quarto di soggetti considera le mummie come resti umani. Gli altri si suddividono equamente tra chi li considera oggetti di culto, manufatti religiosi o oggetti d'arte.
A confermare un apparente distacco da questi reperti vi sono le risposte ad altre domande: l'affermazione che ha ottenuto il minore consenso è "la mummia può impressionare qualche visitatore, è un cadavere" mentre quella più largamente condivisa è "la mummia è il reperto più significativo della cultura egizia" (si veda Fig. 37).

Dunque, sembrerebbe che non ci siano i presupposti per suscitare una reazione di empatia nei confronti delle persone che un tempo questi resti sono stati. Un'ipotesi può anche risiedere nella tipologia comunicativa scelta: i resti umani nel Museo Egizio sono, come tutti gli altri reperti, documentati da didascalie dal tono oggettivo e scientifico. In altre parole, vengono veicolate informazioni strettamente inerenti l'oggetto, la sua datazione, il suo ritrovamento e - quando possibile - sulle tecniche che ne hanno permesso la realizzazione o la conservazione. Non si indugia sulle storie che essi celano, né su ipotesi al riguardo.
Ne discende che i visitatori si aspettano un certo tipo di presentazione e di esposizione: come mostra la figura 38, gradirebbero vedere le mummie esposte insieme con il loro ambiente di ritrovamento, circondate dai corredi funerari; la possibilità, però di inserirla in un'esposizione che consideri il contesto della persona mummificata sarebbe gradita quanto e forse più di vederla esposta come un reperto scientifico; infine, esporla come un oggetto misterioso non sembra opportuno alla maggior parte degli intervistati (anche se vale la pena di ricordare, come si è detto sopra, che l'ambientazione in penombra e per l'appunto un po' misteriosa della precedente versione della Galleria dei Re era in assoluto la soluzione preferita dai visitatori).

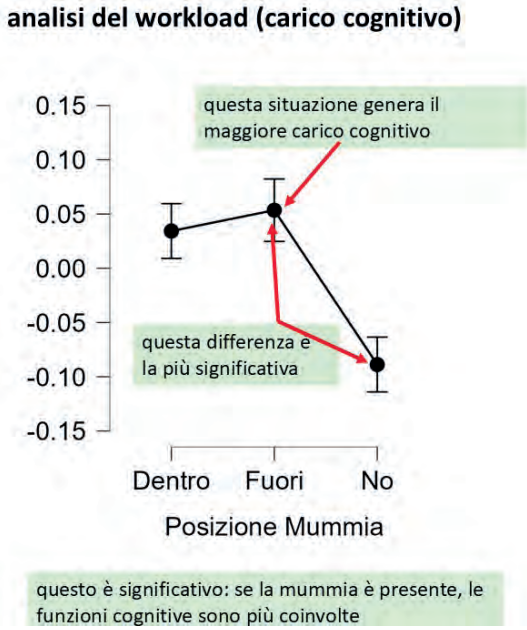

analisi del workload (carico cognitivo)
0.15
0.10
0.05
0.00
-0.05
-0.10
-0.15
questa situazione genera il maggiore carico cognitivo
questa differenza è la più significativa
Dentro
Fuori
No
Posizione Mummia
questo è significativo: se la mummia è presente, le funzioni cognitive sono più coinvolte

Fig. 39.

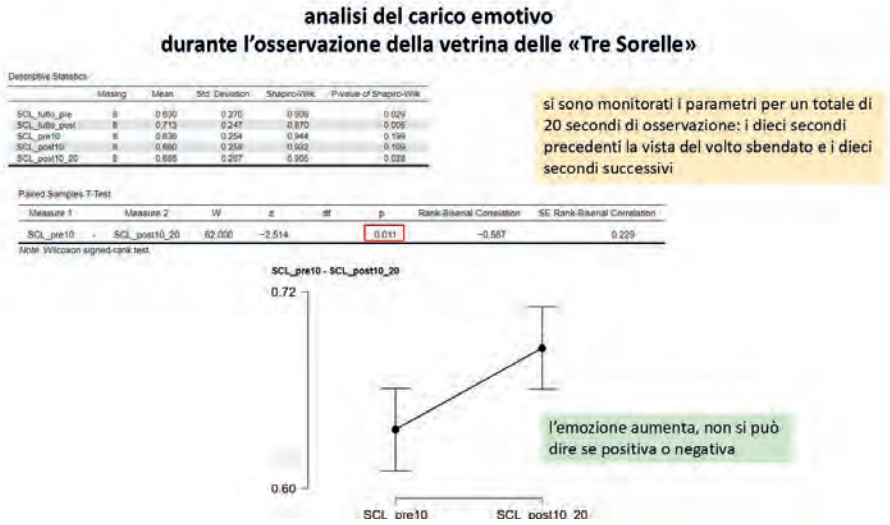

analisi del carico emotivo
durante l'osservazione della vetrina delle «Tre Sorelle»
si sono monitorati i parametri per un totale di 20 secondi di osservazione: i dieci secondi precedenti la vista del volto sbendato e i dieci secondi successivi
SCL_pre10 - SCL_post10_20
0.72
0.60
l'emozione aumenta, non si può dire se positiva o negativa
SCL_pre10
SCL_post10_20

Fig. 40.

Questa prima campagna sperimentale ha naturalmente comportato anche la misurazione dei parametri neurofisiologici dei partecipanti dinnanzi ai diversi stimoli. È molto interessante notare i risultati principali (rimandando al capitolo dedicato).
Il nostro inconscio (il nostro corpo) non è insensibile al reperto umano della mummia. Una tendenza, anche se non statisticamente significativa, indica che la differenza tra la presenza della mummia all'interno o all'esterno del sarcofago non è indifferente. È invece statisticamente significativa la differenza tra una vetrina in cui insieme con il sarcofago è esposta anche la mummia e una vetrina in cui invece la mummia non c'è. Come mostra la figura 39, le funzioni cognitive sono molto più coinvolte se la mummia è presente. L'attenzione, dunque, cresce significativamente.

Tuttavia il carico emotivo, pur variando, non cambia in modo significativo fra le tre situazioni. Si ricorda che in questa prima batteria di vetrine la mummia, quando presente, era completamente bendata e quindi la figura umana riconoscibile solo per sommi capi.
L'emozione entra invece fortemente in gioco quando si passa alla vetrina delle "Tre Sorelle", diversa per composizione e per contenuto. Si ricorda che in questo caso la mummia centrale, parzialmente nascosta dal coperchio del sarcofago, presenta il volto sbendato, che appare nel suo impressionante stato di conservazione da un lato, e di deterioramento dall'altro.
Grazie al monitoraggio con l'eye-tracker si è individuato il momento preciso in cui l'occhio del visitatore intercettava il volto sbendato e lo si è quindi potuto mettere in relazione alla reazione emotiva registrata dai parametri corporei.
La figura 40 mostra come tale reazione non sia affatto neutrale.

Un altro dato che si ritiene estremamente significativo concerne il numero di coloro che realmente hanno guardato il volto sbendato della mummia nella vetrina delle "Tre Sorelle". Tutti i partecipanti erano liberi di girare intorno alla vetrina per osservare i diversi reperti al suo interno. Pur seminascosto, il volto sbendato emerge perché ha un colore molto scuro che si staglia sulle bende chiare che avvolgono tutto il corpo. Inoltre, cercare il volto di una figura umana è una reazione istintiva, per non dire automatica. Era dunque difficile evitare di guardare quel volto: eppure ben 8 partecipanti su 32 non l'hanno osservato affatto. Questo rifiuto è una prova, in negativo se si può dire così, del forte effetto che questo resto umano produce.



Fig. 41. Porzione della vetrina del corredo di Merit oggetto dell'esperimento



Fig. 42. Vetrina con i resti della principessa Ahmose e di parte del suo corredo

La seconda campagna di esperimenti al Museo Egizio

La seconda campagna di esperimenti al Museo Egizio, in cui sono state mantenute le caratteristiche del campione arruolato, ha permesso di completare l'indagine. Per l'attività di rilevamento di posizione e traiettorie di movimento si sono scelte vetrine differenti rispetto alla prima fase. Si è voluto individuare un tema, veicolato da diversi tipi di reperti, su cui impostare un diverso tipo di osservazione.
Al primo piano del Museo sono state individuate due vetrine: la prima, nella sala dedicata alla Tomba di Kha e Merit (l'architetto del Faraone e sua moglie) contiene alcuni oggetti del loro corredo funerario (Fig. 41), mentre la seconda si trova in una piccola sala che si affaccia sulla galleria dei Sarcofagi ed espone ancora resti umani (Fig. 42).
Nel dettaglio, la prima vetrina contiene oggetti dedicati alla cura del corpo e alla bellezza, fra cui l'eccezionale reperto della parrucca di Merit in capelli veri; la seconda vetrina, appartata, accoglie la mummia sbendata della principessa Ahmose (una donna di circa cinquant'anni), proveniente dagli scavi nella Valle delle Regine: un reperto profanato e saccheggiato che già l'archeologo Ernesto Schiaparelli aveva voluto esporre semi protetto da un pietoso telo.

La scelta dei reperti è stata effettuata anche in relazione ai risultati degli esperimenti condotti in precedenza, mentre per il positioning si volevano registrare e analizzare le traiettorie di visita, anche in rapporto all'esposizione dei resti umani.
Nella sala di Kha e di Merit si può osservare un unicum di straordinario interesse: rinvenuta intatta, la tomba ha rivelato nella sua interezza il corredo funerario dei due coniugi appartenenti a una classe sociale ed economica elevata. Con sorprendente lungimiranza, l'archeologo Schiaparelli non cedette alla tentazione, per quanto forte, di sbendare le mummie per rinvenire infine tutti i gioielli con cui certamente erano adornati i corpi. Prevedendo che in un futuro la tecnologia avrebbe permesso di attraversare le bende senza rimuoverle, e quindi guardare gli straordinari ornamenti senza pregiudicare l'integrità dei reperti, decise di lasciarli così come li aveva rinvenuti e tali sono rimasti fino a oggi. Schiaparelli aveva colto nel segno, e oggi gli eccezionali gioielli sono leggibili grazie alla tecnologia laser. Un video di estremo interesse, posto nella sala, mostra tale sbendaggio virtuale e narra le conclusioni a cui gli esperti sono arrivati senza toccare i reperti: non solo naturalmente si possono vedere nei dettagli i gioielli e la loro posizione rispetto al corpo, ma si possono anche trarre numerose indicazioni circa lo stato di salute dei soggetti.
La registrazione della visita, dunque, ha permesso di studiare il comportamento dei visitatori e di individuare la presenza di aree di particolare interesse.

Al fine di verificare la precisione del sistema di positioning e implementare le informazioni raccolte, si è deciso di dotare un numero ristretto di soggetti con il sistema di rilevazione del tracciamento oculare. Il sistema di rilevazione della posizione, pur fornendo indicazioni sulle traiettorie e su tempi di sosta, non permette infatti di individuare gli elementi a cui il soggetto volge lo sguardo e le modalità di interazione con le vetrine, con i reperti e con i supporti di mediazione.

La scelta dei reperti utilizzati in questa seconda fase sperimentale deriva anche dall'analisi dei dati registrati nella prima sessione; oltre al resto umano vi sono, infatti, degli insiemi di oggetti.
Rispetto al precedente esperimento, in cui ci si interrogava sia sull'esposizione dei resti umani sia sulle modalità compositive della vetrina, in questa sessione la domanda sperimentale intendeva indagare il ruolo della narrazione nell'incontro con queste due tipologie di beni culturali.
La narrazione, che si è scelta nella sua forma più tradizionale e immediata, l'audio, senza dunque inserire apparati fisici, è un elemento che condiziona fortemente il modo in cui un oggetto (o un insieme di oggetti) viene recepito.
Una prima forma di narrazione è il silenzio, nel quale il soggetto non può che osservare, cercando di interpretare autonomamente e infine elaborando una propria risposta. Una seconda forma di narrazione è quella che si può definire informativo didascalica: il soggetto riceve informazioni oggettive e dati utili a comprendere ciò che gli sta davanti. La terza è di tipo emozionale: fondata sulle informazioni, le oltrepassa per costruire un quadro interpretativo e soprattutto per cercare di coinvolgere il visitatore in prima persona, sottolineando aspetti o interrogativi che possono comportare un carico emotivo (positivo o negativo, ovvero di attrazione o di rifiuto).
La scelta di utilizzare la vetrina della mummia della principessa Ahmose risulta particolarmente interessante in tal senso. L'esperienza di visita in questo caso era molto semplice: nella piccola sala a essa dedicata si sono coperte con un telo nero le alte vetrine laterali, per condensare l'attenzione sulla vetrina centrale con la principessa. Si coglie l'occasione per ringraziare Valerio Lo Verso e Alberto Gremo (DENERG del Politecnico di Torino) per lo studio delle migliori soluzioni di illuminazione, adattate per l'occasione. Si è anche coperto il pannello informativo che la integra, in modo che nel corso del minuto di silenzio iniziale il visitatore si trovasse semplicemente a tu per tu con il reperto, e potesse essere isolato con maggiore chiarezza l'effetto generato dalla sola vista della vetrina della principessa. La mummia è semicoperta da un telo fina all'altezza delle spalle, mentre alcuni piccoli oggetti e frammenti del suo corredo funerario depredato sono esposti nella medesima vetrina.
Nel dettaglio, la narrazione era composta da diverse sezioni, in alternanza, per verificare sperimentalmente i loro effetti sul visitatore. Dopo il silenzio iniziale il commento audio veniva presentato con la ripetizione di due blocchi narrativi (l'uno didascalico, l'altro emozionale) in cui le informazioni venivano presentate con due registri diversi. La sequenza finale risultava dunque così composta: silenzio / narrazione didascalica / narrazione emozionale / narrazione didascalica / narrazione emozionale, e si concludeva con una domanda personale rivolta al soggetto.

Nel corso dell'indagine il campione è stato equamente distribuito randomizzando la sequenza di fruizione delle due vetrine, quella della principessa e quella del corredo funerario di Kha e di Merit. Anche per questa seconda vetrina si sono coperti i pannelli informativi esistenti e i partecipanti venivano direttamente condotti nella posizione di osservazione, per isolare l'esperienza rispetto al resto della sala in cui la vetrina si trova. Anche in questo caso la fruizione è avvenuta in silenzio per il primo minuto a cui sono seguite le due sequenze narrative ripetute e infine la domanda personale.

La scelta dei contenuti informativi, condivisi con i curatori del museo, era tale da fornire informazioni più generali nel primo blocco di ciascuna sequenza e un approfondimento sul tema della bellezza e della cura del corpo nel secondo.
Nel costruire i contenuti di carattere emozionale si è curato di non veicolare informazioni diverse ma semplicemente di favorire una interpretazione più personale e soprattutto suscitare una riflessione. Quest'ultima doveva rivolgersi al presente e specificamente al soggetto che stava compiendo l'esperienza. Come si è detto, il tema della bellezza è stato individuato come pertinente a tutte le diverse componenti dell'esperimento: la bellezza così importante nell'Antico Egitto ma così importante anche oggi; la sua caducità; la sua perdita (vetrina della mummia) nonostante gli sforzi e le pratiche per la sua conservazione (esposti nella vetrina del corredo di Merit), e infine la permanenza della persona oltre l'aspetto e oltre il tempo (Ahmose e Merit).

La prima domanda sperimentale di questa seconda campagna di indagine aveva l'obiettivo di valutare nuovamente l'impatto emozionale rispetto alla visione del resto umano e rispetto a oggetti di uso comune. La seconda domanda sperimentale si poneva invece l'obiettivo di verificare l'impatto delle due modalità narrative, valutando dunque la variazione tra silenzio e narrazione e tra le relative modalità. In entrambi i casi, il soggetto era esposto a una possibile reazione di immedesimazione e di empatia, che si voleva monitorare.
La narrazione nei due registri è stata studiata con attenzione per bilanciare i tempi, che dovevano essere equivalenti, e anche la densità dei messaggi.
Si riportano qui di seguito i due testi. In corsivo la narrazione di tipo emozionale, che nel secondo blocco si conclude con una o più domande di tipo personale.

1. Vetrina del corredo di Merit

[*30 secondi di silenzio*]

Nel grande corredo funerario di questa tomba vi sono molti oggetti destinati alla toeletta della donna: prima di tutto il cosiddetto beauty-case decorato e suddiviso in scomparti, utilizzato per contenere unguenti e prodotti per il trucco. Ci sono poi anche un pettine, e altri oggetti per la bellezza e la cura del corpo: una grande parrucca, incredibilmente conservata, realizzata cucendo e intrecciando ciocche di capelli veri. Si trovava all'interno di un porta-parrucca, una semplice scatola in legno. I colori utilizzati per il trucco degli occhi erano due: il verde e il nero. Il tubetto in vetro blu a festoni bianchi e gialli serviva a conservare il kohl, il moderno kajal, da applicare con l'apposito bastoncino su palpebre e ciglia come filtro contro i raggi solari e come antibatterico, grazie alla linfa di sicomoro.
[durata: *un minuto*]

Sono molto affezionata a questi oggetti: ogni giorno il trucco degli occhi era per me un rituale. Come voi oggi, anche io allungavo la forma degli occhi passando il kohl sulla palpebra e di lato usando un bastoncino. La spessa linea scura, come un disegno artistico, mi ingrandiva gli occhi, che diventavano magnetici e sensuali. Sono sempre stata molto fiera

del mio sguardo. Ecco, voglio portare con me nell'aldilà il mio bistro, i miei unguenti, le mie creme: mi presenterò curata e bella agli dei, in modo che le mie virtù siano evidenti. Vorrei tanto che il mio corpo restasse per sempre intatto, ma sono certa che la mia bellezza rimarrà anche dopo la morte, gli imbalsamatori sanno come fare: sarò sempre io.
[durata: *un minuto*]

Tutti questi strumenti ci mostrano come la cura del corpo e l'igiene personale fossero molto importanti per gli antichi Egizi: uno degli ingredienti più utilizzati nei trattamenti di bellezza era l'argilla che veniva usata come maschera per purificare viso, corpo e capelli. Avevano dei segreti per coprire i capelli grigi, e anche per rinvigorirli e contrastarne la caduta. Ma l'igiene e la cura della persona erano non solo fondamentali per la bellezza, ma anche per dimostrare la purezza dello spirito: anche per questo avevano un ruolo fondamentale nell'antico Egitto. Per gli Egizi il corpo era considerato un luogo sacro, la "casa dell'anima immortale", tanto che credevano che anche la bellezza sopravvivesse nell'aldilà.
[durata: *un minuto*]

Ormai non sono più giovane, ma amo il mio corpo e l'ho sempre amato: mi ha permesso di vivere e di godere della vita, ed è stato anche il mio modo di presentarmi al mondo. Il mio rituale quotidiano era un momento tutto per me, così come è per voi. Noi Egizi siamo convinti che la nostra bellezza sia il segno delle nostre virtù spirituali: ciò che è bello non può che essere anche buono. È per questo che, come una cosa preziosa, ho preservato il mio corpo dalle offese, l'ho protetto dagli sguardi, ma l'ho anche esibito come un trofeo.
E tu? Tu ami il tuo corpo? Che cosa ti rende bello, o bella? Secondo te la bellezza dura, o si distrugge, o si trasforma? Quando sarai vecchio/a amerai ancora il tuo corpo?
[durata: *un minuto*]

2. Vetrina della mummia della principessa Ahmose

[*30 secondi di silenzio*]

Nel 1904, durante un'indagine nella Valle delle Regine, venne scoperto un pozzo di forma irregolare che dava accesso a una camera priva di decorazioni. Era una tomba già saccheggiata in antichità: tutto ciò che rimaneva dell'originario corredo funerario erano, oltre alla mummia, numerosi frammenti di oggetti vari e gioielli, e i resti di una parrucca. È una delle più antiche sepolture della Valle delle Regine, risalente a un periodo cruciale nella storia del paese, poco prima della riunificazione dell'Egitto, a opera dei sovrani tebani del Nuovo Regno. Ci troviamo davanti al corpo di una donna di 50-60 anni. È completamente sbendato perché i saccheggiatori cercavano oggetti e ornamenti preziosi. Parte del corpo è stata in passato coperta con un telo di lino, forse perché si trattava di una donna.
[durata: *un minuto*]

Anche voi vi presentate alla morte con il vostro abito della festa, per quanto vi possano sembrare lontane le nostre pratiche di imbalsamazione. Ancora vestite i morti perché quando

abbandonano questa vita e bussano alle porte dell'eternità devono apparire a posto, puliti, eleganti, composti. Così io e voi tutti ci presentiamo alla morte. Lo vedete, un archeologo che mi ha vista nuda e sbendata ha voluto, con un ultimo atto di rispetto o di pudore, coprire parte del mio corpo, che pure, lo so, non è più né femminile né attraente. Lo so che siamo solo ormai corpi inanimati, eppure siamo stati vivi. Siamo ancora lì, eppure saremo altrove dove i viventi non possono ancora raggiungerci. Vicini eppure lontanissimi.
[durata: *un minuto*]

L'accurato trattamento di imbalsamazione e i gioielli sono segni di una sepoltura regale. Si tratta infatti della principessa Ahmose, figlia del faraone Seqenenra Taa II. Il corpo era stato trattato per essere imbalsamato ma gli organi non sono stati rimossi, neppure il cervello. L'analisi paleopatologica ha evidenziato la presenza di problemi ai denti e forse tracce di aterosclerosi.
L'imbalsamazione è, per gli Egizi, il momento più alto della cura del corpo, per preservare anche la bellezza e la purezza dell'anima: la morte era considerata una nuova nascita. Il corpo veniva conservato nei sarcofagi per l'eternità, ma in questo caso ne sono stati trovati solo alcuni frammenti, a causa del saccheggio. Nelle maschere funerarie e nei sarcofagi la bellezza era idealizzata: essi rappresentavano il volto con cui il defunto si presentava nell'aldilà.
[durata: *un minuto*]

Eccomi, con orecchi che non possono ascoltare e occhi che non possono vedere. Oh, non vorrei che tu mi guardassi ora! Lo so, sono brutta e repellente. Io, che ogni giorno curavo la mia bellezza, ora sono qui, esposta ai vostri sguardi, senza difesa. Vorrei che mi amaste, che intravedeste il mio volto giovane dallo sguardo bistrato. Immaginate i miei capelli, e la mia pelle morbida curata da maschere e unguenti. Pensavo che sarei sopravvissuta così, come ero, invece il mio corpo è rimasto imprigionato in una posa innaturale che non mi dà riposo né serenità, come un saluto senza sorriso a chiunque si avvicini curioso, pensando a quanto io sia brutta...
Secondo te è giusto osservare corpi che dovevano essere sottratti al mondo, in sepolture inespugnabili, per essere offerti soltanto agli sguardi degli dei?
[durata: *un minuto*]

Rimandando al capitolo dedicato agli esiti dei questionari, si vogliono qui sottolineare le risultanze per quanto riguarda le reazioni inconsce, ovvero le variazioni dei parametri neurofisiologici, ottenute dal team di ricerca di Roma Sapienza. Essi sono decisamente interessanti, come si può vedere dalle figure 43-46.

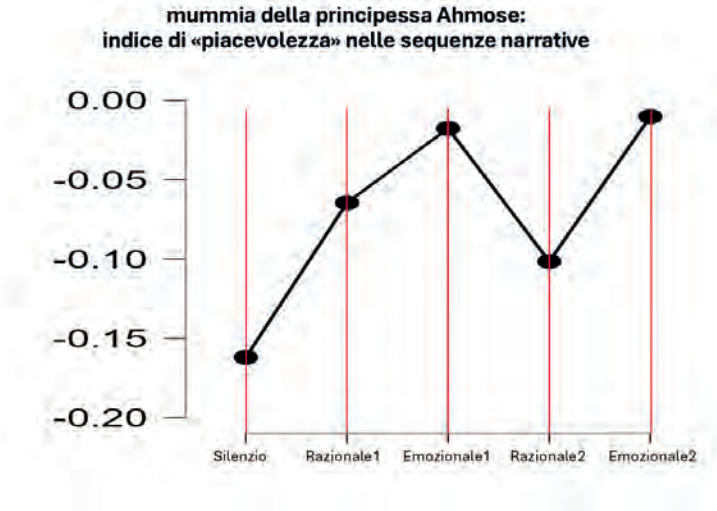

mummia della principessa Ahmose:
indice di «piacevolezza» nelle sequenze narrative
0.00
-0.05
-0.10
-0.15
-0.20
Silenzio
Razionale1
Emozionale1
Razionale2
Emozionale2

Fig. 43.

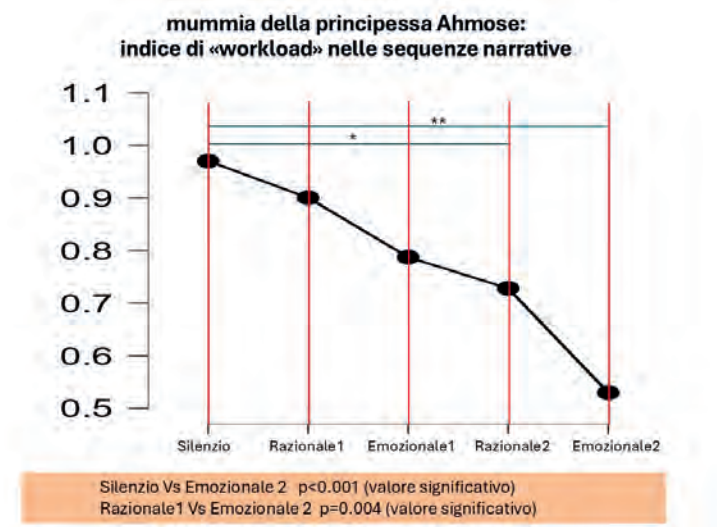

mummia della principessa Ahmose:
indice di «workload» nelle sequenze narrative
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
**
*
Silenzio
Razionale1
Emozionale1
Razionale2
Emozionale2
Silenzio Vs Emozionale 2 p<0.001 (valore significativo)
Razionale1 Vs Emozionale 2 p=0.004 (valore significativo)

Fig. 44.

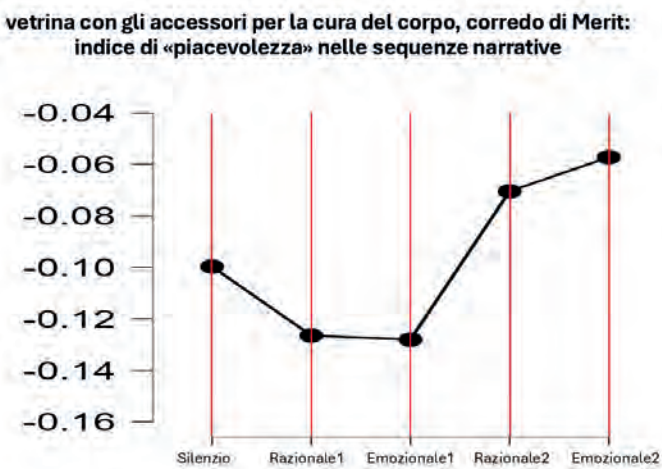

vetrina con gli accessori per la cura del corpo, corredo di Merit:
indice di «piacevolezza» nelle sequenze narrative
-0.04
-0.06
-0.08
-0.10
-0.12
-0.14
-0.16
Silenzio
Razionale1
Emozionale1
Razionale2
Emozionale2

Fig. 45.

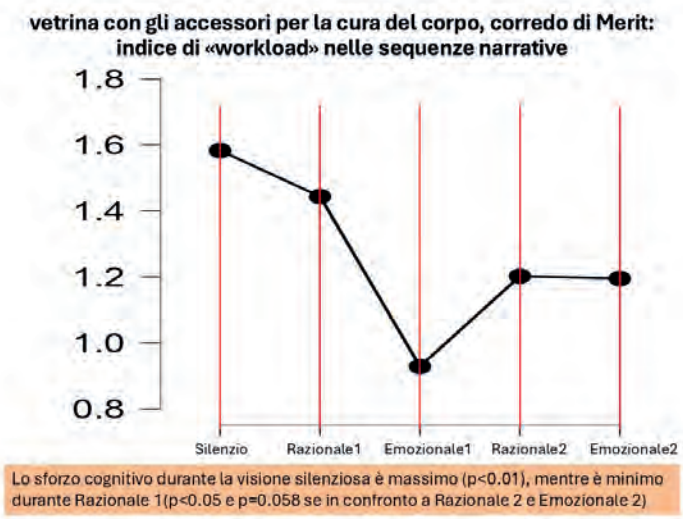

vetrina con gli accessori per la cura del corpo, corredo di Merit:
indice di «workload» nelle sequenze narrative
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
Silenzio
Razionale1
Emozionale1
Razionale2
Emozionale2
Lo sforzo cognitivo durante la visione silenziosa è massimo (p<0.01), mentre è minimo durante Razionale 1(p<0.05 e p=0.058 se in confronto a Razionale 2 e Emozionale 2)

Fig. 46.

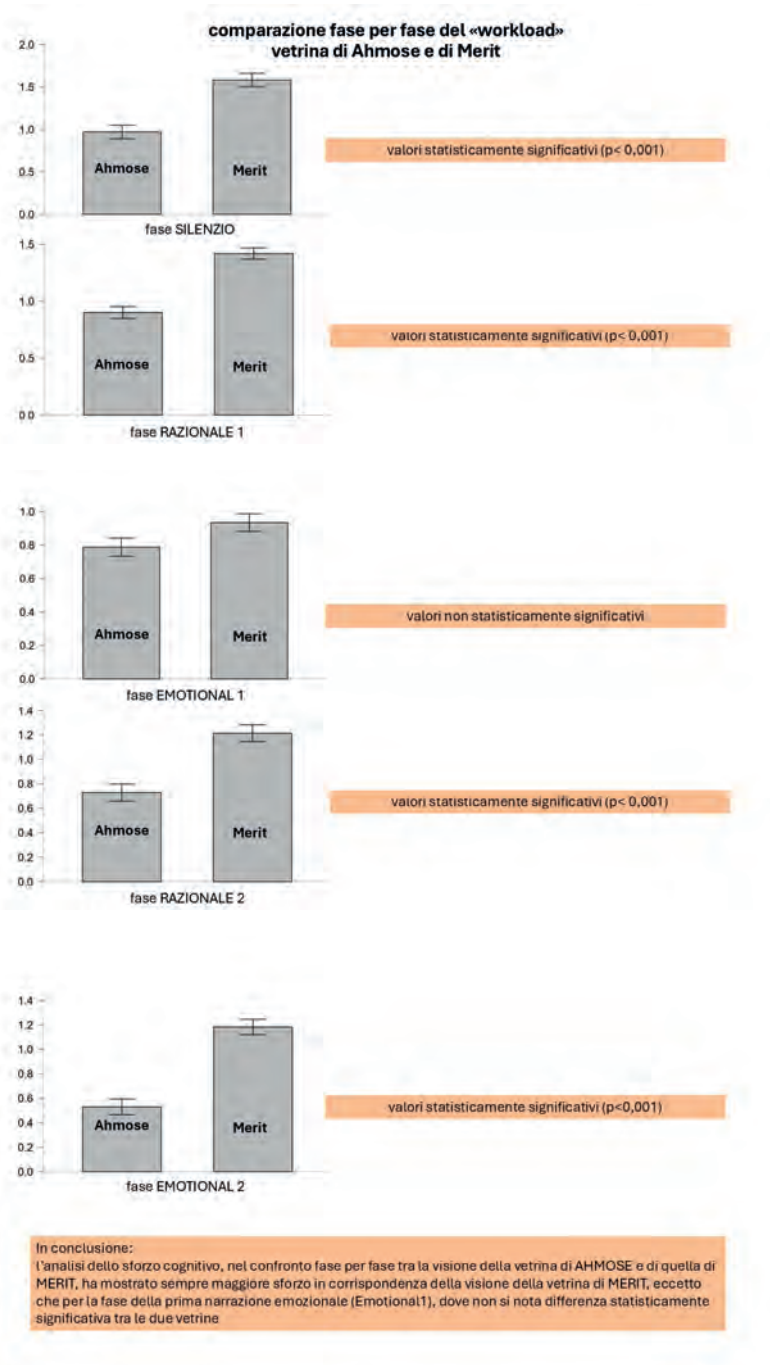

comparazione fase per fase del «workload»
vetrina di Ahmose e di Merit
Ahmose
Merit
fase SILENZIO
valori statisticamente significativi (p< 0,001)
fase RAZIONALE 1
valori statisticamente significativi (p< 0,001)
fase EMOTIONAL 1
valori non statisticamente significativi
fase RAZIONALE 2
valori statisticamente significativi (p< 0,001)
fase EMOTIONAL 2
valori statisticamente significativi (p<0,001)
In conclusione:
l'analisi dello sforzo cognitivo, nel confronto fase per fase tra la visione della vetrina di AHMOSE e di quella di MERIT, ha mostrato sempre maggiore sforzo in corrispondenza della visione della vetrina di MERIT, eccetto che per la fase della prima narrazione emozionale (Emotional1), dove non si nota differenza statisticamente significativa tra le due vetrine

Fig. 47.

L'andamento della "piacevolezza" nel caso della vetrina del corredo di Merit non segue quello della vetrina precedente: ovvero non sale uniformemente bensì nel primo blocco narrativo decresce, per poi risalire e raggiungere il massimo nella seconda narrazione emozionale. In particolare, nella fase del silenzio non è affatto basso.
Esaminando infine lo sforzo cognitivo nella vetrina di Merit, i dati sono ancora diversi: nella fase di silenzio è sensibilmente alto, maggiore rispetto a tutte le altre fasi (presumibilmente perché la vetrina espone numerosi pezzi e non sempre identificabili con chiarezza nella loro funzione, per cui l'osservazione richiede attenzione e concentrazione). Esso scende, anche se non in misura notevole, durante la prima narrazione informativa e razionale: si può immaginare che sia a causa della concentrazione richiesta per collegare le informazioni audio ai diversi oggetti in vetrina. Cala poi vistosamente durante la prima narrazione emozionale, per poi risalire mediamente e rimanere stabile anche nella seconda fase di narrazione emozionale.

Altrettanto interessanti sono le risultanze dei parametri neurofisiologici se confrontati tra le due situazioni espositive, la vetrina di Ahmose e la vetrina di Merit (Figg. 47 a, b, c).

Il carico cognitivo nella fase del silenzio è decisamente superiore per la vetrina di Merit rispetto alla vetrina di Ahmose. Certamente il fatto che la prima esponga, come si è detto, molti e diversi oggetti, fa sì che la concentrazione per osservare e comprendere sia molto elevata (in mancanza di indizi scritti o vocali); viceversa nella vetrina di Ahmose, oltre alla mummia che prende il sopravvento su tutto il resto, vi sono solo pochi e frammentari oggetti.

Nelle fasi della narrazione razionale lo sforzo cognitivo è sempre molto più elevato per la vetrina di Merit: la ricezione delle informazioni, la ricerca dell'oggetto a cui si riferiscono e il collegamento tra i due richiede, di nuovo, attenzione e concentrazione.
È evidente che la narrazione emozionale modera sensibilmente questo sforzo, ma inaspettatamente nella seconda narrazione emozionale la differenza di workload tra le due vetrine è di nuovo notevole, al punto da essere statisticamente significativa.
Se ne può derivare, in linea di massima, l'indicazione a non esporre molti oggetti nella medesima vetrina. Occorre però sottolineare che anche un'altra differenza distingue le due vetrine: in quella di Merit gli oggetti rappresentano solo una parte del corredo della defunta, la cui mummia (o meglio, il cui sarcofago) si trova a una certa distanza, inframmezzata da altre vetrine riferite al medesimo corredo e a quello del marito Kha. La vetrina di Ahmose, invece, oltre a essere di dimensioni molto più ridotte, mostra praticamente tutto ciò che è rimasto del corredo depredato della principessa; tali oggetti sono ancora accanto a lei, per cui la lettura della vetrina è più unitaria e meno faticosa intellettualmente. È noto che i visitatori comprendono meglio oggetti o insiemi di oggetti contestualizzati, in grado di raccontare una storia per quanto possibile completa: questo esperimento, nella sua limitatezza, sembra comunque confermarlo anche dal punto di vista neurofisiologico.

Infine, anche per la vetrina della principessa Ahmose si è ritenuto interessante testare per un numero ristretto di soggetti il tracciamento oculare. Ne sono derivate indicazioni

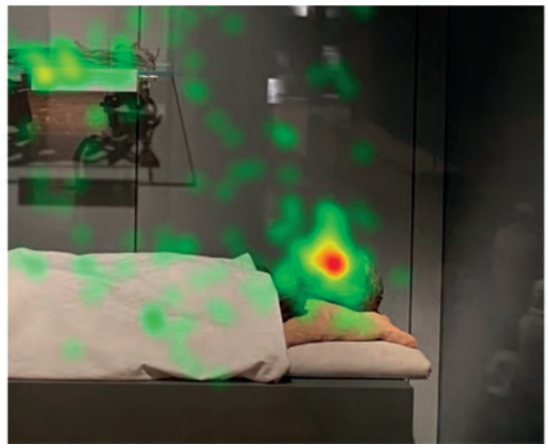


Fig. 48. Heatmap osservazione della mummia di Ahmose

sulle modalità di esplorazione della vetrina e dei reperti esposti anche in relazione alle narrazioni.
Si sono dunque forniti ai partecipanti degli occhiali per l'eye tracking al fine di monitorare con esattezza che cosa davvero essi osservassero. L'esperimento, condotto con il prezioso supporto di Micaela Demichela e Carlos Albarrán Morillo (DISAT; Politecnico di Torino), ha confermato con chiarezza l'istintivo interesse provocato dal volto sbendato delle mummie: in particolare gli sguardi dei visitatori hanno indugiato a lungo sugli occhi della mummia (si sa che gli occhi sono – almeno nel mondo occidentale – l'elemento principale su cui i nostri sguardi si concentrano quando osserviamo o interagiamo con una persona).
Non solo: ha confermato ciò che i professionisti della grafica pubblicitaria sanno da lungo tempo: il testo dei pannelli e delle didascalie è fra le prime cose a essere osservate, ma viene letto solo parzialmente, limitandosi quasi sempre alle prime righe. L'invito quindi, reiterato da più parti, a non eccedere nei testi descrittivi, nonché a curare che siano composti da frasi brevi prive di incisi e subordinate, trova ancora una volta conferma nell'effettivo comportamento dei visitatori (Fig. 48) mostra uno stralcio delle heatmaps realizzate dal DISAT a partire dai dati forniti dall'eye tracker sulla mummia di Ahmose.

Spunti per il coinvolgimento personale
A conclusione di questa sessione sperimentale si sono volute proporre ai partecipanti due attività molto semplici, per verificare il loro coinvolgimento tramite interazioni un po' inusuali.
La prima proposta consisteva in una sorta di selfie. In realtà era un ricercatore che scattava la foto, mentre il volontario si sedeva di fronte alla vetrina di Merit, e in particolare davanti alla sua parrucca. Un'illuminazione appositamente studiata (si ringraziano Valerio Lo Verso e Alberto Gremo del DENERG del Politecnico di Torino) enfatizzava il riflesso del volto del soggetto, che si sovrapponeva alla immagine della parrucca come se la stesse realmente indossando. La foto che ne risultava veniva poi inviata al partecipante. La figura 51 mostra un significativo campione delle immagini che si sono ottenute.



Fig. 49. Selfie dei partecipanti

La seconda attività invitava a immedesimarsi per alcuni secondi in uno dei due personaggi (femminile o maschile) proprietari del ricco corredo, e interpretarne il ruolo pronunciando una frase in prima persona.
Se i partecipanti hanno moderatamente apprezzato la prima attività (pur con qualche imbarazzo da parte di taluni), la seconda ha provocato disagio alla maggior parte di loro (nonostante i ricercatori si allontanassero, lasciando il soggetto libero di registrare la propria voce su un tablet) e i risultati sono stati nel complesso molto modesti.
Si può provvisoriamente affermare che il coinvolgimento in prima persona, essendo inaspettato, prende alla sprovvista i visitatori che non reagiscono positivamente, soprattutto se viene richiesto loro un atto di elaborazione o di creazione personale senza adeguata preparazione.



Fig. 50. Percorso di ingresso all'esposizione della collezione



Fig. 51. Il Sarcofago degli Sposi di Cerveteri

Le sperimentazioni al Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia (ETRU) e alla Necropoli della Banditaccia di Cerveteri

Le sperimentazioni successivamente condotte, presso il Museo ETRU e la Necropoli di Cerveteri, hanno voluto esplorare l'efficacia, ai fini dell'immedesimazione e dell'attualizzazione da parte dei visitatori, della relazione con il contesto in cui reperto (o i reperti) è esposto. In questa occasione sono state anche condotte osservazioni e riflessioni sul diverso impatto che ha l'incontro con l'oggetto originale piuttosto che con la sua copia (reale e virtuale) e sul ruolo dell'allestimento.
Il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia a Roma dal 1889 accoglie una ricchissima collezione di reperti ritrovati nei numerosi siti archeologici dell'Etruria. Il museo è organizzato in un percorso che, suddividendo i reperti per aree geografiche e tipologie di collezioni, pone grande enfasi sui materiali provenienti da Vulci, Cerveteri, Veio e sulle lamine d'oro di Pyrgi.

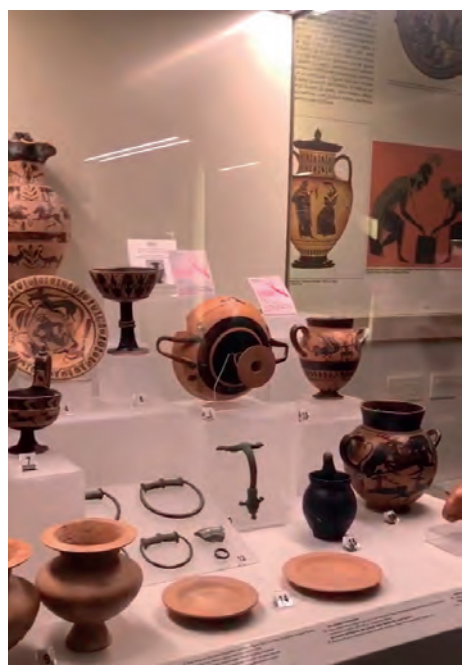
La ricchezza della collezione ha richiesto un'attenta riflessione e un confronto del gruppo di ricerca con l'allora direttore Valentino Nizzo e con la curatrice Vittoria Lecce: la loro disponibilità e competenza sono state decisive per la riuscita degli esperimenti. Il tema dell'empatia e la volontà di indagare il rapporto con il contesto ha certamente indirizzato la scelta sul Sarcofago degli Sposi, capolavoro e icona della civiltà etrusca e del museo. Questo ha anche permesso di ricollegarsi a precedenti sperimentazioni del gruppo di ricerca effettuate presso l'ETRU stesso, di cui si dirà.

Nonostante sia noto come "Sarcofago", si tratta di un'urna cineraria realizzata in materiale fittile, particolarmente significativa per la sua storia: realizzazione, utilizzo, ritrovamento, assemblaggio ed esposizione. il reperto risale al 530 circa a.C., e quando fu scoperto a Cerveteri, nel 1881, era rotto in circa 400 frammenti: Felice Barnabei, fondatore dell'ETRU, ne intuì l'importanza scorgendo tra i cocci una parte di volto di donna e li acquistò. Fu ricomposta così la forma di letto sormontata dai due sposi a banchetto.
Il confronto con questo particolare reperto ha offerto l'opportunità di indagare, oltre alla relazione con la figura umana, il possibile impatto emotivo derivante dalla fruizione del reperto in museo piuttosto che nel luogo del suo ritrovamento, così come di valutare l'influenza dell'incontro con il reperto originale e la sua copia.
Il protocollo sperimentale in questo caso ha dovuto tenere conto di più variabili.
Grazie a sperimentazioni precedenti effettuate in collaborazione con l'Università di Torino (nelle persone di Annamaria Berti, Raffaella Ricci e Claudio Zavattaro del Dipartimento di Psicologia), si è rilevato che il monitoraggio dei parametri neurofisiologici di un tempo di visita molto lungo è difficile da interpretare e gestire. Si crea infatti un sovraccarico visivo e cognitivo che rischia di distrarre il visitatore lungo la visita di tutte le sale, e non possono essere evitati segnali di disturbo nelle registrazioni generate dal movimento e dalla durata dell'esperimento stesso. Occorre tenere anche conto del disagio provocato dagli strumenti di misurazione indossati, per cui si è deciso di limitare il monitoraggio al tempo di visita della sala ottagonale e di quella che la precede.
Tale scelta, inoltre, è stata condizionata anche dalla volontà di comparare l'esperienza dei visitatori in museo con quella in realtà virtuale, condotta in laboratorio: le dimensioni



Fig. 52. Il Sarcofago degli Sposi di Cerveteri, visuale dalla sala che lo precede





Figg. 53, 54. ETRU: vetrina che espone i corredi funerari di un uomo e di una donna

degli spazi del laboratorio di test non permettevano infatti di riprodurre l'intero percorso che conduce al Sarcofago. In ogni caso, la sala precedente è particolarmente significativa in quanto espone corredi funerari.

La domanda sperimentale era composita, con riferimento all'ETRU essa riguardava:
— il confronto tra l'incontro con il reperto raffigurante la figura umana e quello con altri reperti dei corredi funerari;
— la valutazione di impatto emotivo durante l'incontro con il capolavoro nel contesto museale;
— la valutazione di impatto emotivo derivante dalla narrazione "didascalica";
— la valutazione di impatto emotivo derivante dalla narrazione "emozionale";
— l'impatto che la narrazione ha rispetto alle scelte di visita.

Con riferimento alla necropoli della Banditaccia di Cerveteri essa riguardava:
— la valutazione di impatto emotivo durante l'incontro con la copia del capolavoro nel contesto del suo ritrovamento fisico;
— la valutazione di impatto emotivo derivante dalla narrazione "didascalica";
— la valutazione di impatto emotivo derivante dalla narrazione "emozionale";
— l'impatto che la narrazione ha rispetto alle scelte di visita.

La prima fase si è svolta nella realtà fisica e seguiva un binario parallelo alla sperimentazione a Cerveteri. Nel museo infatti è conservato il reperto originale, tuttavia sradicato dal suo contesto originario: realizzato per rimanere per sempre all'interno di una tomba, poi profanato e distrutto alla ricerca di oggetti preziosi, restaurato e ricostruito e infine esposto e protetto al museo, esso ha perduto il legame con la necropoli per diventare un iconico capolavoro offerto alla contemplazione.
La potenza visiva delle due figure dal sorriso ieratico mette in secondo piano ogni altro aspetto.
Ciononostante, il contesto del museo offre molte e diverse chiavi di lettura nelle sale precedenti come in quelle seguenti. Si è dunque deciso di valutare quanto l'importanza di tale contesto, non fisico ma *culturale*, ricostruito nel museo, sia percepita compresa e apprezzata dai visitatori.
Tra i valori veicolati dal reperto, se ne è individuato uno non solo particolarmente significativo ma anche attualizzabile. Con il supporto della curatrice Vittoria Lecce, si è dunque deciso di porre l'accento sulla condizione della donna nel mondo etrusco, in cui essa era stimata e rispettata e godeva di una sostanziale parità con l'uomo. Oltre che in alcuni dettagli compositivi del Sarcofago stesso, tale tema emerge anche in altre vetrine del museo. Nella sala precedente quella del Sarcofago ve n'è una che espone in modo simmetrico alcuni oggetti del corredo funerario di un uomo e di una donna: qui è evidente la speculare corrispondenza tra oggetti: quelli di uso quotidiano, quelli relativi ai passatempi, quelli per la cura della persona.
Si è deciso di costruire una narrazione che mettesse in relazione le due vetrine, quella del Sarcofago e quella del corredo funerario, attraverso il tema della parità della donna.
Seguendo lo schema della sperimentazione presso il Museo Egizio più sopra descritta, anche in questo caso si è voluto valutare l'impatto di una narrazione informativo-dida-



Fig. 55. Accoglienza dei partecipanti

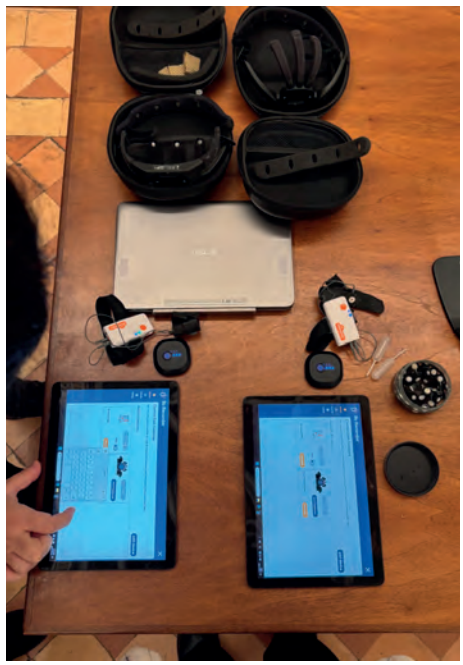


Fig. 56. Strumentazione

scalica e di una narrazione emozionale. In particolare, si è voluta suscitare anche una risposta interpretativa e una riflessione personale su un tema ancora oggi estremamente significativo e attuale.

All'inizio dell'esperimento i partecipanti venivano accolti (Fig. 55), veniva loro assegnato un codice (lo stesso da utilizzare a Cerveteri) e fornita una breve illustrazione delle procedure e delle attrezzature utilizzate. Dopo aver firmato l'informativa dell'esperimento e del trattamento dei dati erano invitati a compilare un questionario di profilazione.
I soggetti erano quindi accompagnati a indossare la strumentazione per le misurazioni (Fig. 56) e poi nella sala dell'esperimento dove veniva registrata la baseline di riferimento invitando i soggetti all'osservazione di una parete bianca. Al termine della procedura preparatoria, potevano esplorare la prima sala liberi di muoversi, di leggere le didascalie e gli apparati informativi per un tempo massimo prestabilito; dopodiché visitavano la Sala del Sarcofago, dove veniva loro proposto un audio composto da una fase di silenzio iniziale e da due narrazioni, una razionale e una emozionale. Esse si riferivano anche agli oggetti dei corredi presenti nella vetrina di cui si è detto, che era già stata vista in precedenza ma senza informazioni o commenti sulla parità fra uomo e donna. Anche in questo caso l'audio si concludeva con una domanda di riflessione personale. Dopo qualche istante di silenzio, l'audio invitava infine il visitatore a scegliere se proseguire il senso della visita o se tornare momentaneamente indietro a visitare la vetrina con i due corredi dell'uomo e della donna, per osservarla meglio alla luce delle informazioni ricevute. Se il visitatore de-

cideva di tornare indietro, si poteva dedurre che la conoscenza del contesto culturale e di questo tema in particolare lo avevano colpito e desiderava comprendere meglio il legame tra singolo manufatto (Sarcofago) e contesto (vetrina dei corredi). I ricercatori, alla fine della narrazione, osservavano dunque il comportamento del partecipante e lo annotavano. Analogamente a quanto fatto per la sperimentazione al Museo Egizio, si riportano qui di seguito i testi dei blocchi narrativi proposti ai partecipanti. Si noti che, in questo caso, anziché proporre due narrazioni razionali e due emozionali alternate, si è deciso di proporne una soltanto per tipologia poiché nel precedente esperimento al Museo Egizio si era verificato che lo stimolo era troppo lungo e la fase di assuefazione/noia/fatica rischiava di subentrare nel secondo blocco narrativo.

1. Vetrina del corredo di Merit

[*30 secondi di silenzio*]

Questo è il celebre Sarcofago degli Sposi, che in realtà è un'urna per conservare le ceneri. Risale al 530 circa a.C., è in terracotta e quando fu scoperto a Cerveteri, nel 1881, era rotto in circa 400 frammenti: Felice Barnabei, fondatore di questo Museo, li acquistò.
Fu ricomposta così una cassa a forma di letto, con un coperchio dove è raffigurata una coppia di sposi durante un banchetto.
Gli sposi, di classe benestante, sono distesi con il busto sollevato. Possiamo notare tanti dettagli: le zampe del letto, le calzature della donna, piegate all'insù, la barba appuntita dell'uomo... probabilmente tenevano in mano degli oggetti: una coppa di vino, un piccolo vaso di profumo, o delle ghirlande. Per gli Etruschi le donne erano libere e autonome, e infatti lei partecipa al banchetto al pari del suo sposo. Per i Greci invece le donne erano paragonabili agli schiavi, e poi anche per i Romani erano del tutto subordinate agli uomini,
[durata: *un minuto*]

Qui davanti a noi stanno due persone che si amano e si rispettano. Nessuno aveva mai rappresentato due sposi così, come gli Etruschi: una accanto all'altro, sullo stesso letto. I loro volti sorridenti sono vicinissimi. Ti sei mai sentito così? Ascolta i rumori del banchetto, come se fossi lì. Immagina di essere uno dei due sposi. Guardano lo stesso punto. Vedi i loro corpi, sembrano una cosa sola. Senti dentro di te la loro serenità. Chi dei due avrà abbandonato la vita per primo, e quanto tempo l'altro avrà dovuto attendere per poterlo finalmente rivedere?
C'è uno strano dettaglio, però: se osserviamo il retro del sarcofago, vediamo che il corpo dell'uomo è deformato e allungato: deve infatti apparire più alto della donna, per cingerle le spalle. Il bisogno di raffigurare l'uomo molto più grande è dovuto a un senso di protezione o di superiorità? O entrambi?
[durata: *un minuto*]

[*5 secondi di silenzio*]

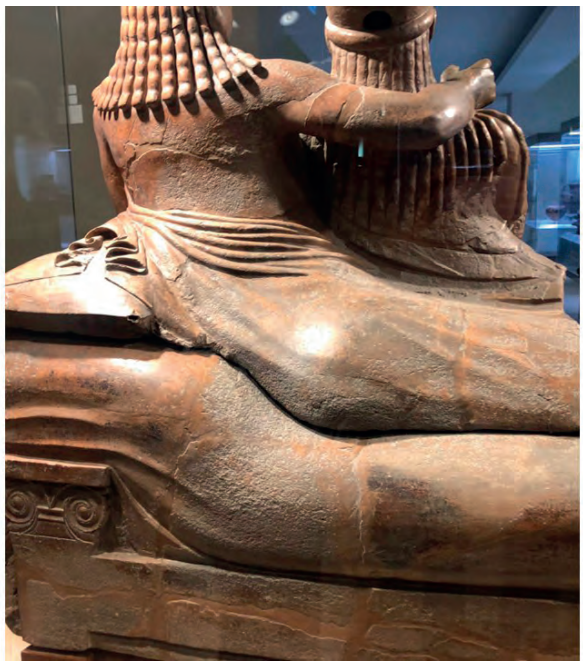


Fig. 57. Il retro del Sarcofago degli Sposi, che mostra la deformazione della schiena dell'uomo

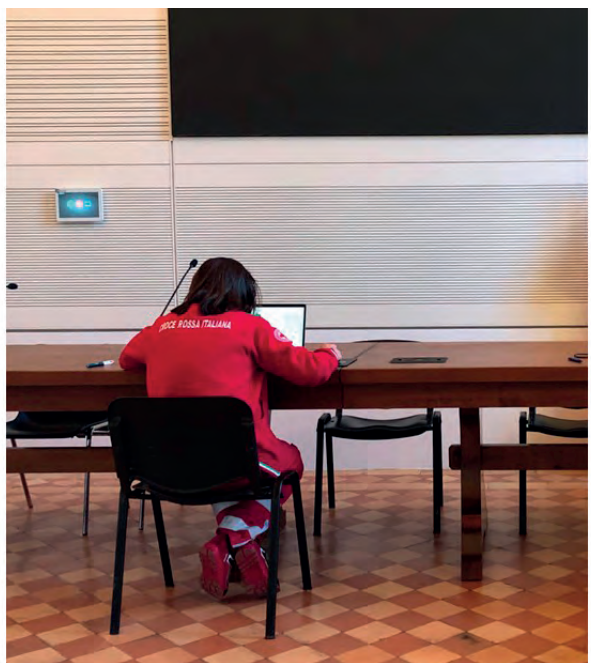


Fig. 58. Compilazione dei questionari post-visita

Nelle sale precedenti sono esposti i corredi funerari di uomini e donne, e in particolare una vetrina li ospita insieme, cosicché puoi osservare quanto siano simili e paragonabili. Se vuoi vederli devi tornare indietro. Altrimenti puoi proseguire la visita.
[durata: *15 secondi*]

Lo "strano dettaglio" citato nella narrazione emozionale è visibile in figura 57. In ogni caso, la tendenza dei partecipanti è stata quella di proseguire nel senso della visita senza tornare alla sala precedente per osservare meglio la vetrina con gli oggetti dei corredi funerari.
Anche in questo caso, al termine dell'esperienza i partecipanti erano invitati a rispondere a un questionario (Fig. 58).

Sperimentazione alla Necropoli della Banditaccia

Anche la sperimentazione a Cerveteri, alla necropoli della Banditaccia, si è concentrato sul Sarcofago degli Sposi utilizzando la copia al vero realizzata appositamente per il Parco dal Giorgetto Giugiaro. La copia originariamente esposta all'ingresso del Parco è stata recentemente collocata all'interno della sala Mengarelli che accoglie diversi supporti di mediazione che aiutano nella fruizione dei contenuti culturali. Per le attività di misurazione neurofisiologica la visita è stata circoscritta alla sola visione della copia del Sarcofago.
La Necropoli della Banditaccia, una delle necropoli etrusche più grandi e importanti al mondo, è uno straordinario e suggestivo parco archeologico. Nei quasi 10 ettari di sito sono state rinvenute circa 400 sepolture che vanno dal IX secolo a.C. al III secolo a.C. e includono tombe a tumulo, a dado e ipogei. In particolare, le tombe a tumulo, alcune di dimensioni notevoli, conferiscono al luogo un carattere unico.

Anche in questo caso i soggetti arruolati venivano accolti e, per chi aveva già effettuato l'esperimento in museo, veniva riconsegnato il codice già assegnato in precedenza mentre a chi effettuava l'esperimento per la prima volta veniva assegnato un codice identificativo. A tutti i partecipanti veniva fornita la consueta, breve illustrazione delle procedure e delle attrezzature utilizzate e veniva sottoposta per la lettura e la firma l'informativa dell'esperimento e del trattamento dei dati. Chi non l'aveva già fatto in museo, compilava anche il questionario di profilazione.
Dopo avere indossato la strumentazione per le misurazioni ed effettuato il test del loro corretto funzionamento, ciascun partecipante veniva accompagnato nella sala dell'esperimento dove veniva registrata la baseline di riferimento tramite l'osservazione per un minuto di una parete bianca. Il partecipante era poi invitato a voltarsi e a osservare per tre minuti la copia del Sarcofago. Anche in questo caso dopo trenta secondi di silenzio veniva proposta una sequenza narrativa audio, diffusa attraverso cuffie, composta da un minuto di narrazione informativo didascalica e un minuto di narrazione emozionale, che qui sono riportate a seguire.
Dopo le narrazioni, l'audio invitava a compiere la scelta sulla prosecuzione della visita: se visitare la tomba dove il Sarcofago è stato rinvenuto oppure recarsi a visitare la



Fig. 59. Cerveteri, necropoli della Banditaccia



Fig. 60. Cerveteri, necropoli della Banditaccia: edificio della sala Mengarelli dove è esposta la copia del Sarcofago degli Sposi e dove si è svolto l'esperimento



Fig. 61. Cerveteri, necropoli della Banditaccia



Fig. 62. Cerveteri, necropoli della Banditaccia: probabilmente la tomba "più bella" è quella dei Rilievi, qui raffigurata

tomba "più bella". Nei quindici secondi successivi si registrava quindi il comportamento del partecipante in riferimento a questa scelta e lo si invitava a effettuare nuovamente la baseline e indi a smontare la strumentazione. I soggetti erano poi invitati alla compilazione di un questionario di verifica finale

Le figure nelle pagine che seguono (Figg. 63-67) illustrano nel dettaglio il protocollo sperimentale.



Fig. 63. Cerveteri, necropoli della Banditaccia: protocollo sperimentale - 1



Fig. 64. Cerveteri, necropoli della Banditaccia: protocollo sperimentale - 2

Area pic-nic

Nell'attesa di svolgere l'esperimento i volontari attenderanno nell'area pic-nic.

* Mentre aspettano vengono loro proposti argomenti di discussione a proposito della loro relazione con il patrimonio culturale:

A cosa sei più interessato? La tecnica di realizzazione, chi erano gli sposi, ecc.

Quali oggetti mancano nelle loro mani?

Avresti preferito la narrazione su altro, o il silenzio?

Racconta tu la storia

Dopo la morte...?

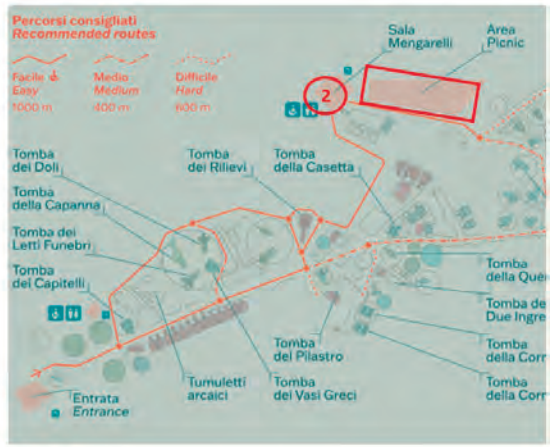


Fig. 65. Cerveteri, necropoli della Banditaccia: protocollo sperimentale - 3

Sala Mengarelli

Dopo aver indossato l'attrezzatura il volontario sarà accompagnato all'ingresso della sala senza osservare ciò che gli sta intorno:

Prima di varcare la soglia d'ingresso verrà misurata la baseline (1min)

La persona sarà invitata a osservare il sarcofago. (TEMPO LIMITE 5 min)

Superata la soglia verrà fatta partire la **traccia audio** (30'' silenzio, 1' 30'' didascalico, 1' 30'' emozionale).

Al termine si osserverà per 20'' l'opzione di uscita scelta (vai a visitare la tomba più bella oppure la tomba dove si pensa fosse collocato il Sarcofago).



Fig. 66. Cerveteri, necropoli della Banditaccia: protocollo sperimentale - 4



Fig. 67. Cerveteri, necropoli della Banditaccia: protocollo sperimentale - 5



Fig. 68. Cerveteri, necropoli della Banditaccia: accoglienza dei partecipanti



Fig. 69. Cerveteri, necropoli della Banditaccia: firme dei consensi





Figg. 70, 71. Cerveteri, necropoli della Banditaccia: misurazione dei parametri neurofisiologici davanti alla copia del Sarcofago degli Sposi



Fig. 72. Cerveteri, necropoli della Banditaccia: scelta della direzione per il proseguimento della visita

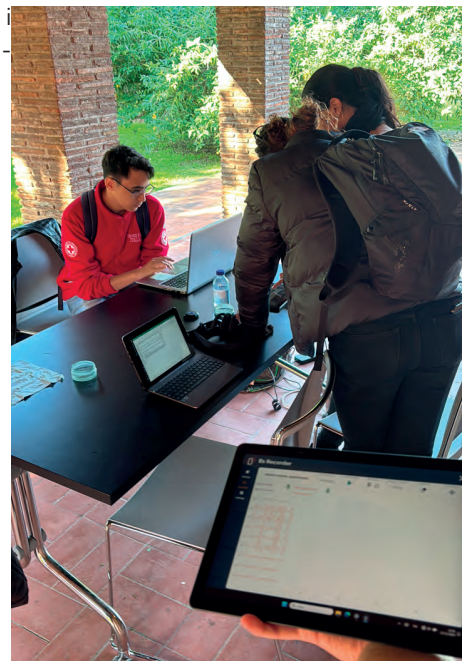


Fig. 73. Cerveteri, necropoli della Banditaccia: compilazione del questionario finale

Si riporta qui il testo delle due narrazioni proposte, la prima a carattere informativo didascalico (cosiddetta "razionale"), la seconda a carattere emozionale. Esse durano 30 secondi in più rispetto a quelle proposte nel museo, perché devono ricreare un contesto informativo.

1. Copia in resina del Sarcofago degli Sposi, necropoli della Banditaccia di Cerveteri

[*30 secondi di silenzio*]

Ci troviamo nella necropoli della Banditaccia. Questa "città dei morti" doveva essere la più estesa e la più importante della città.
I grandi tumuli circolari, appartenuti a famiglie di alto rango, contenevano anche ricchi corredi con oggetti spesso importati dal Vicino Oriente e dalla Grecia. In seguito si sono diffusi altri tipi di tombe, in particolare quelle completamente interrate, costituite da un solo ambiente: in questa necropoli ve ne sono esempi particolarmente imponenti, appartenuti a famiglie importanti. Una di queste è la tomba dei Rilievi, che ha alle pareti una ricca raffigurazione di oggetti realizzati in stucco e dipinti.

Qui davanti a noi vediamo una copia del Sarcofago degli sposi, un capolavoro conosciuto in tutto il mondo, che in realtà non è un vero sarcofago ma un'urna cineraria. La

copia è stata realizzata in resina, in un unico pezzo, a partire da un modello digitale. In realtà l'opera originale in terracotta era stata modellata in un unico momento, ma tagliata in due metà per poterla cuocere. Il sarcofago accoglieva le ceneri di due defunti, e in origine doveva essere vivacemente colorato. Quando fu scoperto qui nel 1881, fuori della sua tomba che era stata saccheggiata, era rotto in circa 400 frammenti che sono stati pazientemente ricomposti.
Rappresenta una coppia di coniugi distesi su un letto, nella tipica posizione del banchetto. Entrambi hanno un sorriso un po' enigmatico, che non vuole essere un ritratto realistico ma serve per accentuare le espressioni del viso.
[durata: *un minuto e 30 secondi*]

Ci troviamo qui immersi nella natura, e il paesaggio ci induce al silenzio e alla contemplazione. Ma è difficile per noi comprendere quello che le civiltà antiche percepivano come "oltre la vita". La tomba è il luogo in cui il defunto c'è ma anche non c'è: c'è perché qui i superstiti possono rendergli omaggio, ma non c'è perché è già migrante verso l'isola dei Beati. La tomba dunque è anche il luogo dal quale egli parte e gli Etruschi, accanto ai segni della sua vita passata, spesso raffigurano anche i segni di ciò che lo aspetta: un viaggio ostacolato da forze ostili, ma che giunge infine a un luogo ameno. Infatti sono spesso raffigurati, nell'aldilà, dei banchetti animati.
Qui l'uomo cinge con il braccio destro le spalle della donna, che gli è vicinissima. La scena ritrae uno dei momenti più belli della loro quotidianità, come se non dovesse finire mai. E così è: esso prosegue per l'eternità. Riusciamo a percepire la loro serenità: l'aldilà che stanno guardando non li spaventa.
Per i due sposi il banchetto è senza fine. C'è qualche cosa nella tua vita, una situazione o un'attività, che anche tu vorresti poter ripetere sempre? Oppure: con chi vorresti rimanere per sempre?
[durata: *un minuto e 30 secondi*]

[*5 secondi di silenzio*]

All'uscita da questa sala puoi scegliere se andare direttamente a vedere la tomba che con ogni probabilità ospitava il Sarcofago degli Sposi, oppure andare direttamente a visitare la tomba più bella di tutta la necropoli, "la Tomba dei Rilievi"
[durata: *15 secondi*]

È importante chiarire che le due attività sperimentali all'ETRU e alla necropoli di Cerveteri hanno coinvolto lo stesso gruppo di soggetti, che si è sottoposto agli esperimenti randomizzando l'esperienza. Il primo gruppo ha svolto l'esperimento prima al museo e poi nel parco archeologico, il secondo viceversa prima nel parco e poi nel museo.
Il campione, composto da 28 soggetti, è stato arruolato grazie al coinvolgimento nel progetto della Croce Rossa Italiana e del Comitato Area Metropolitana di Roma Capitale. La scelta di randomizzare il campione fungeva da gruppo di controllo rispetto all'esperienza di incontro con il capolavoro nei due contesti.

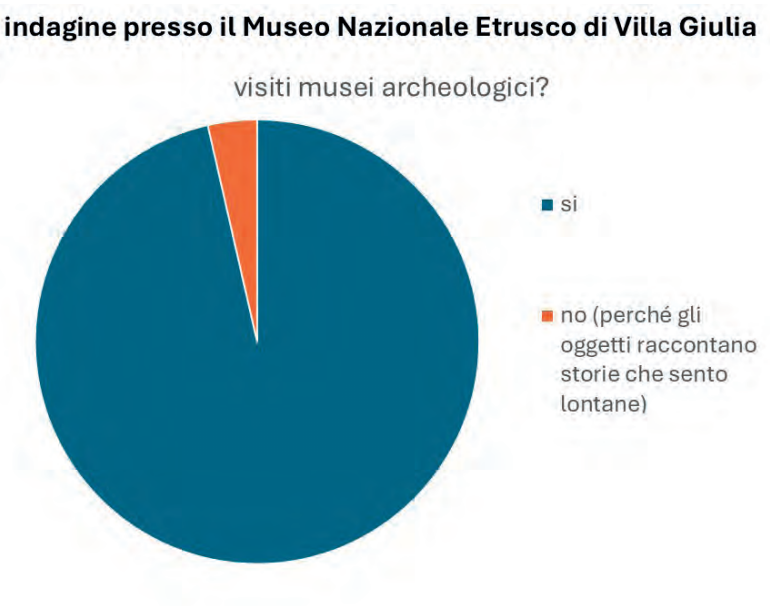


Fig. 74.

Rimandando al capitolo dedicato a questo esperimento e a quello relativo agli esiti dei questionari, se ne isola in questa sede solo qualche elemento significativo.
Innanzitutto, il campione era rappresentato quasi esclusivamente da soggetti che affermavano di visitare i musei archeologici, con motivazioni diverse (si vedano figure 74 e 75).

Il campione è peraltro significativo, in quanto vi erano molti soggetti che non avevano mai effettuato una visita all'ETRU e/o alla necropoli della Banditaccia, per cui per questi soggetti non vi era l'influenza di un "già visto" (si vedano figure 76 e 77).

Per quanto riguarda le riflessioni e le impressioni suscitate dalla vista del medesimo reperto, il Sarcofago, nei due contesti diversi, le risposte consce dei partecipanti sono state diverse, a partire da un set di risposte chiuse proposte nei questionari. Le risposte tendevano a guidare la riflessione verso l'immedesimazione e l'empatia.
Pur con alcune costanti, i due siti hanno suscitato risposte diverse alle medesime domande, come si può osservare nelle figure da 78 a 83.

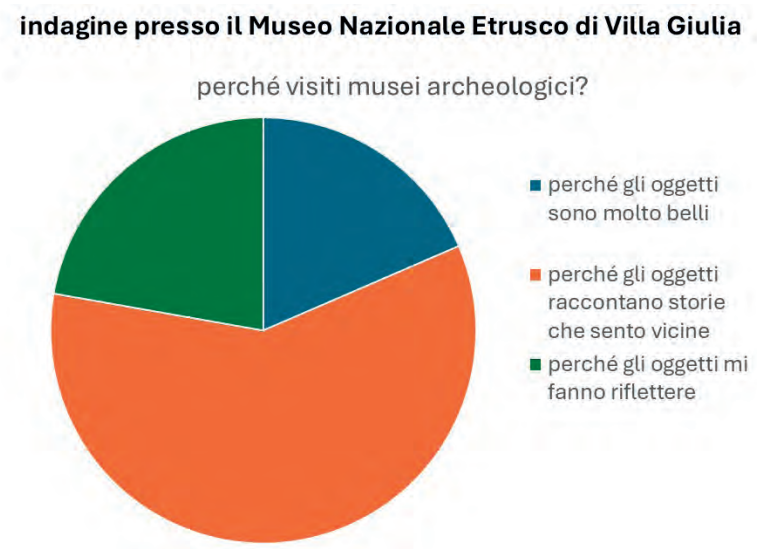

indagine presso il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia
perché visiti musei archeologici?
perché gli oggetti sono molto belli
perché gli oggetti raccontano storie che sento vicine
perché gli oggetti mi fanno riflettere

Fig. 75.

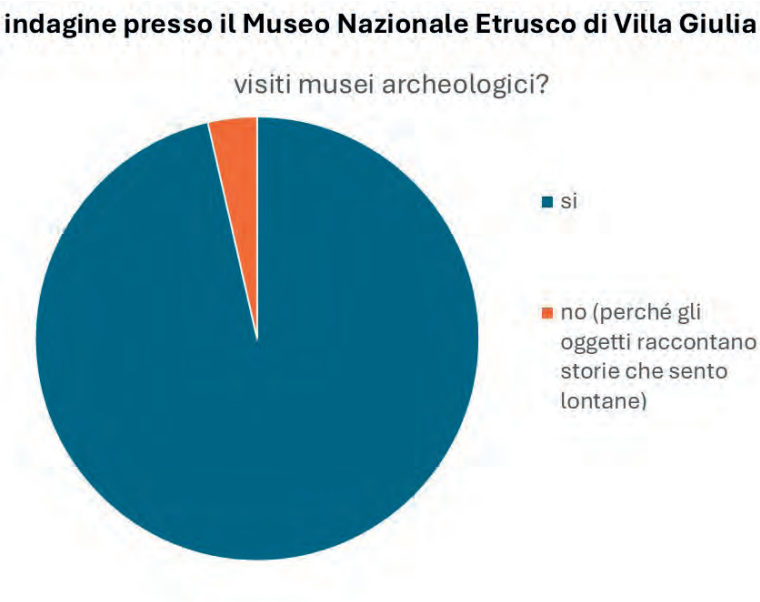

indagine presso il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia
visiti musei archeologici?
si
no (perché gli oggetti raccontano storie che sento lontane)

Fig. 76.

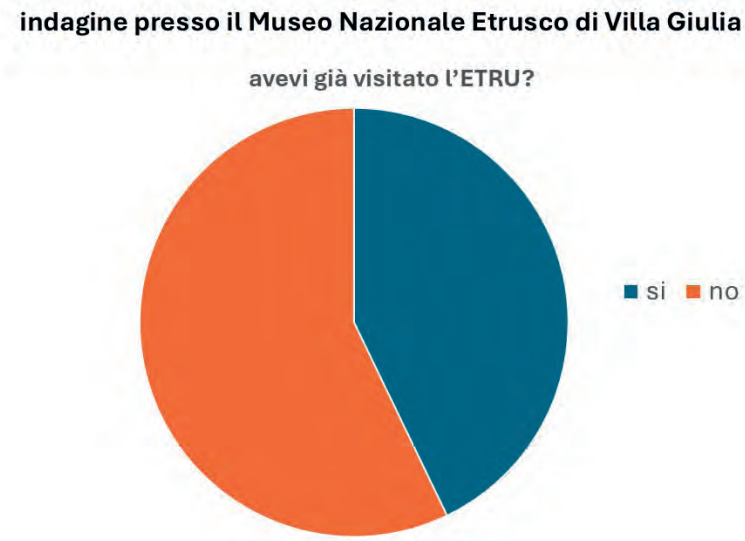

indagine presso il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia
avevi già visitato l'ETRU?
si
no

Fig. 77.


indagine presso il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia
com'è stata la tua reazione davanti al Sarcofago?
mi sono sentit* respint*
indifferente
ho contemplato la sua bellezza
mi sono sentit* accolt*
senso di vuoto
la scenografia mi ha coinvolto
sorpresa
senso di sicurezza e di pace

Fig. 78.

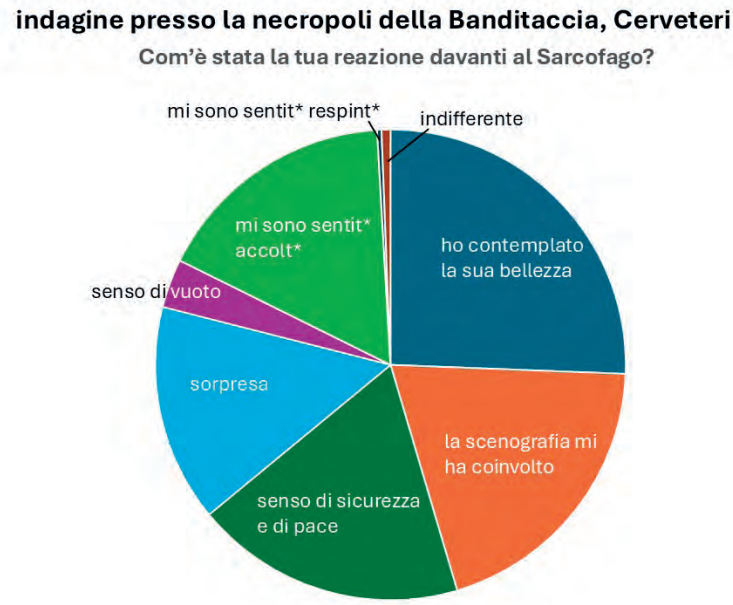

indagine presso la necropoli della Banditaccia, Cerveteri
Com'è stata la tua reazione davanti al Sarcofago?
mi sono sentit* respint*
indifferente
mi sono sentit* accolt*
ho contemplato la sua bellezza
senso di vuoto
sorpresa
la scenografia mi ha coinvolto
senso di sicurezza e di pace

Fig. 79.


indagine presso il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia
Secondo te quale concetto/elemento voleva rappresentare il Sarcofago?
altro
serenità
pace
abbraccio
vita
bellezza

Fig. 80.


indagine presso la necropoli della Banditaccia, Cerveteri
a cosa hai pensato mentre osservavi il Sarcofago?
altro
serenità
morte
bellezza
vita
abbraccio

Fig. 81.


indagine presso il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia
cosa hai pensato a proposito dei due personaggi rappresentati nella seconda sala?
sono lontanissimi dal mondo contemporaneo
un* dei due potrei essere io
la morte è sempre la stessa, nei millenni

Fig. 82.

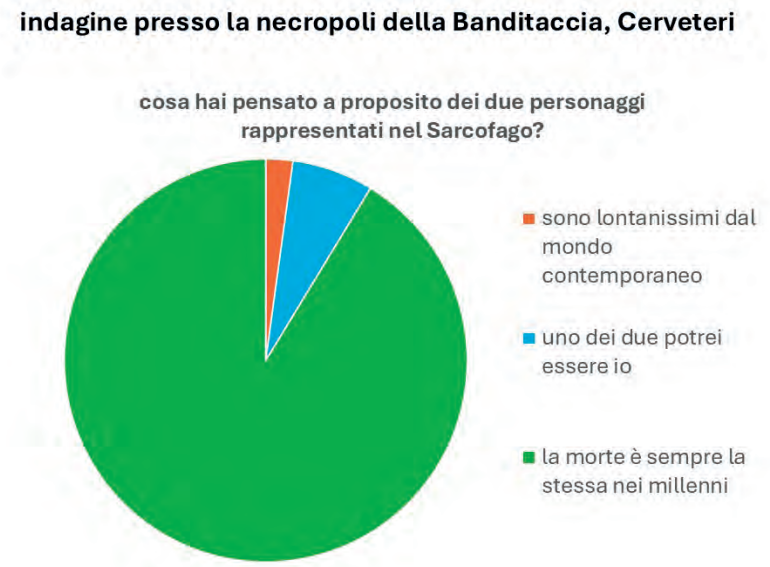


Fig. 83.

I risultati delle figure 82 e 83 mostrano quanto emerge anche dalle osservazioni dei parametri neurofisiologici: l'influenza del contesto.
L'ambiente naturale sereno e silenzioso della necropoli induce a riflettere sulla morte sia dal punto di vista razionale, naturalmente, sia da quello corporeo e inconscio, come si vedrà. Una riflessione tuttavia tranquilla, per così dire. La narrazione ha certamente il suo ruolo, in quanto si è accentuata sia la tipologia di informazioni sia la riflessione, nei due casi, proprio sui caratteri dell'ambiente di contesto. Infatti, mentre nella necropoli della Banditaccia ben 15 soggetti su 27 si sono detti "totalmente d'accordo" sull'affermazione che "la morte è sempre la stessa, nei millenni", e solo 3 "totalmente in disaccordo", all'ETRU i rispondenti si sono divisi: 8 su 28 si sono detti "totalmente d'accordo", e 7 "totalmente in disaccordo": nel museo le reazioni sono più contraddittorie.
A rinforzare e al tempo stesso a rendere queste considerazioni più complesse, nelle figure 78, 79, 80 e 81 si nota come paradossalmente il senso di serenità, di abbraccio e di vita si avvertano maggiormente nella necropoli che nel museo (dove, come affermava provocatoriamente Marinetti, gli oggetti sono irrimediabilmente morti): certamente questo è influenzato dalla tipologia di manufatto (in particolare il carattere ieratico dei volti dei due sposi) che invita alla serenità e alla contemplazione della bellezza. Il senso di sorpresa è abbastanza contenuto, l'indifferenza quasi assente così come è molto limitata una reazione negativa, "il senso di vuoto".
Per quanto riguarda l'immedesimazione, è molto interessante la diversa reazione nei due siti alla domanda "che cosa hai pensato dei due personaggi raffigurati nel Sarcofago?" (Figg. 81, 83). Se all'ETRU una considerevole porzione di soggetti ha risposto di conside-

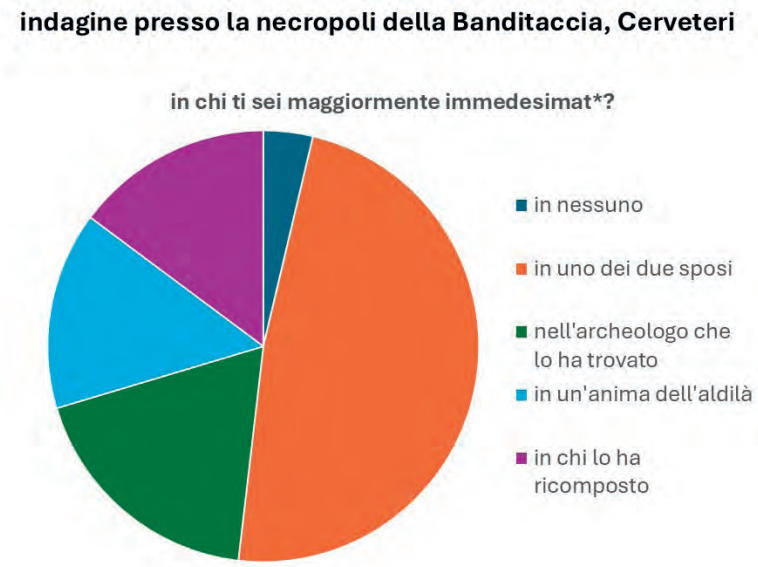

indagine presso la necropoli della Banditaccia, Cerveteri
in chi ti sei maggiormente immedesimat*?
in nessuno
in uno dei due sposi
nell'archeologo che lo ha trovato
in un'anima dell'aldilà
in chi lo ha ricomposto

Fig. 84.

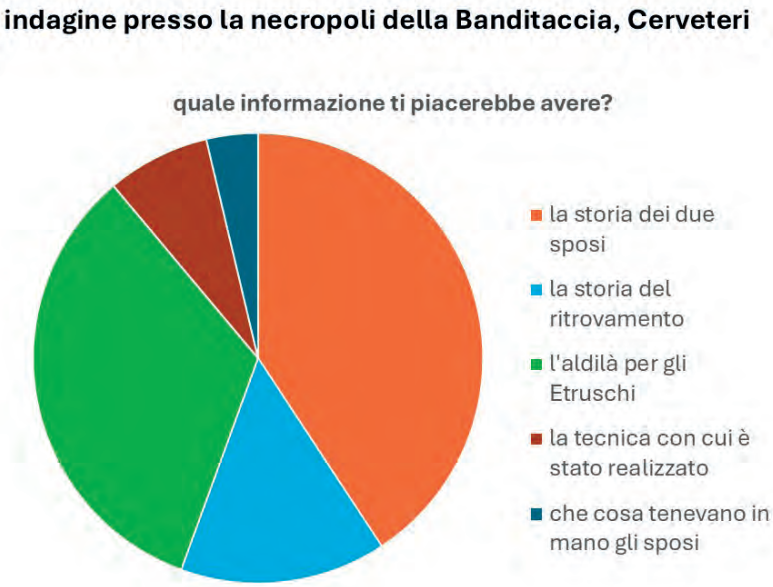

indagine presso la necropoli della Banditaccia, Cerveteri
quale informazione ti piacerebbe avere?
la storia dei due sposi
la storia del ritrovamento
l'aldilà per gli Etruschi
la tecnica con cui è stato realizzato
che cosa tenevano in mano gli sposi

Fig. 85.

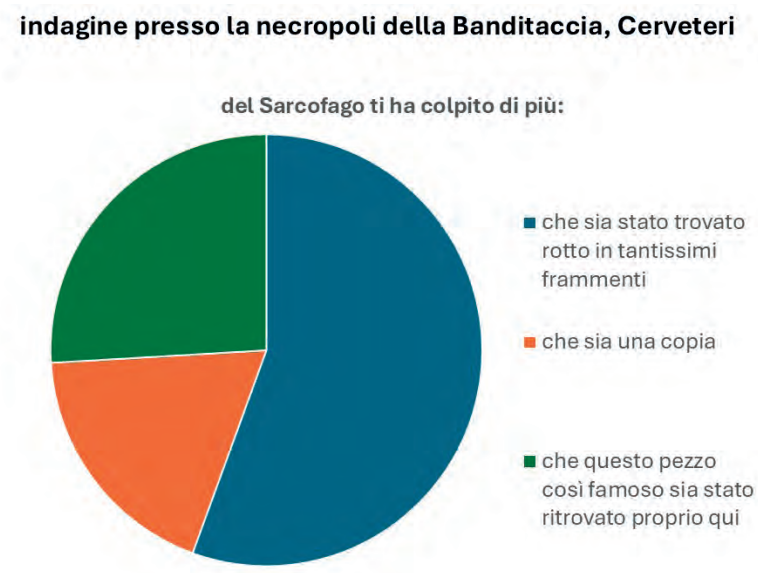


Fig. 86.

rarli lontanissimi dal mondo contemporaneo, a Cerveteri praticamente nessuno ha risposto in questo modo. Il museo crea dunque un effetto barriera?
Infine, ancora a proposito dell'immedesimazione, una serie di risposte interessanti sono derivate dall'indagine presso la necropoli. Se circa la metà del campione ha sostenuto di essersi immedesimato in uno dei due sposi, molti hanno anche provato empatia verso chi ha rinvenuto i frammenti e verso chi li ha ricomposti, e una porzione non indifferente addirittura in "un'anima dell'aldilà". Viceversa, quasi nessuno ha dichiarato di non essersi immedesimato in alcun personaggio (Fig. 84). Certamente la narrazione, razionale o emozionale, hanno influito sulle risposte.
Infine, ancora le narrazioni così come l'osservazione del reperto hanno suscitato ulteriori curiosità: alla domanda "quale informazione ti piacerebbe avere?" solo pochi hanno espresso il bisogno di informazioni di carattere tecnico, come mostra la figura 85 mentre la maggior parte desiderava conoscere qualche cosa in più sulla storia dei due sposi. Una parte non indifferente era interessata a conoscere meglio la concezione dell'aldilà per gli Etruschi, ma alcuni desideravano anche informazioni più dettagliate sulla storia del ritrovamento del Sarcofago ridotto in frammenti.
Come conferma la figura 86, infatti, la cosa che ha maggiormente colpito i visitatori è proprio il fatto che il Sarcofago, che appare ora integro e perfetto, sia stato ritrovato frantumato in centinaia di cocci; un notevole effetto ha anche generato la consapevolezza di trovarsi proprio nel sito originario in cui un pezzo tanto celebre era stato rinvenuto, mentre la considerazione sulla quale i visitatori si sono lasciati impressionare di meno è proprio il fatto che si trattasse, nel caso di Cerveteri, di una copia e non dell'originale.

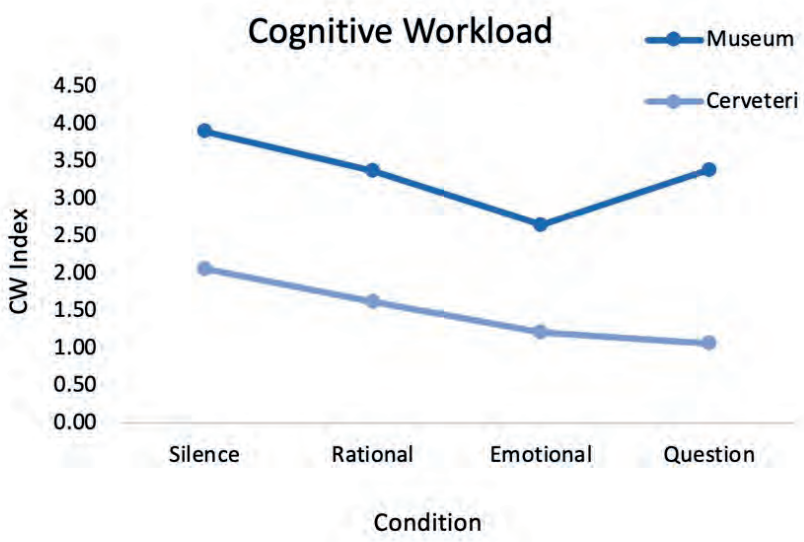

Cognitive Workload
Museum
Cerveteri
CW Index
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
0.50
0.00
Silence
Rational
Emotional
Question
Condition

Fig. 87.

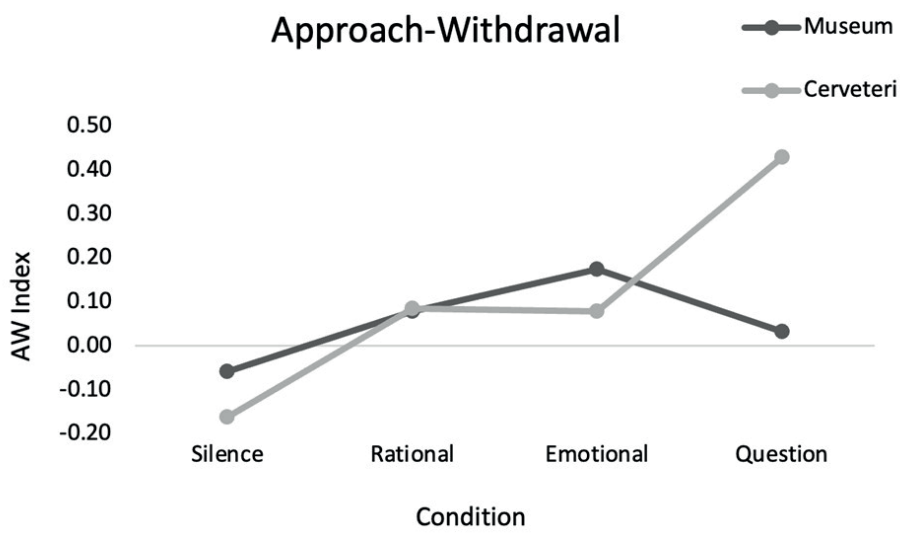

Approach-Withdrawal
Museum
Cerveteri
AW Index
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
-0.10
-0.20
Silence
Rational
Emotional
Question
Condition

Fig. 88.

Per quanto riguarda le risultanze dei parametri neurofisiologici esaminate dal team di ricerca di Roma Sapienza, rimandando al capitolo dedicato, si ricorda che l'obiettivo era valutare le risposte dei partecipanti in relazione al contesto espositivo e determinare in che misura le narrazioni audio razionali o emozionali li influenzassero; la loro empatia nei confronti delle popolazioni antiche tramite l'osservazione dei manufatti, la conoscenza di informazioni e la riflessione. In sintesi, comparando le risposte fisiologiche (in specie la risposta galvanica della pelle che è correlata all'attivazione emotiva) tra le due diverse tipologie di narrazione e la situazione del silenzio, si è potuto dedurre se il livello di empatia veniva stimolato o viceversa ridotto.

Anche in questo caso si è riscontrato, come nel Museo Egizio, un maggiore carico cognitivo durante la condizione di silenzio, probabilmente dovuto al fatto che in questa condizione i partecipanti dovevano autonomamente interpretare ciò che vedevano (il Sarcofago, in entrambi i siti). Anche l'effetto principale del sito è risultato significativo, a causa dell'aumento del carico cognitivo nel corso della visita al museo rispetto alla visita presso la necropoli di Cerveteri. Il primo infatti è molto ricco di stimoli visivi e cognitivi, ovvero oggetti e informazioni, mentre a Cerveteri il Sarcofago è collocato contro una parete bianca, in un'ampia sala con alcuni modellini usualmente adibita ad attività diverse e conferenze. Questo sembra suggerire che a Cerveteri non vi sia un effetto dell'ambiente esterno (il parco archeologico) sull'ambiente interno nel quale è stata effettuata l'osservazione. L'interazione tra "condizione" e "sito" è risultata significativa. I risultati sono sintetizzati nella figura 87.

Viceversa, i valori medi dell'indice di *approach-withdrawal* (avvicinamento-allontanamento) sono un po' diversi. Si ricorda che i valori positivi corrispondono a una maggiore motivazione ad allontanarsi da uno stimolo, mentre i valori negativi corrispondono a una maggiore motivazione ad avvicinarsi. In entrambi i siti, si è osservata una significativa motivazione ad avvicinarsi allo stimolo durante la condizione di silenzio. L'effetto principale del sito non era significativo, ma l'interazione tra condizione e sito lo era: a Cerveteri si è registrata una maggiore attitudine ad allontanarsi nella condizione della domanda rispetto alla medesima condizione al museo. Probabilmente nel primo caso questo è dovuto anche al fatto che la visita doveva proseguire in ogni caso all'esterno e ai soggetti era chiesto di scegliere una direzione una volta usciti dalla sala. All'ETRU, viceversa, i soggetti dovevano continuare la visita all'interno pur dovendo decidere se proseguire o se tornare momentaneamente nella sala precedente. Pertanto, nel contesto museale la consapevolezza di dovere (o potere) rimanere nel medesimo ambiente ha probabilmente favorito l'attitudine a rimanere vicino allo stimolo, rispetto a Cerveteri. La figura 88 sintetizza gli esiti dell'indice *approach-withdrawal*.
Infine, per quanto riguarda i valori medi dell'indice emotivo, l'effetto principale della condizione (silenzio e narrazioni) pur mostrando delle tendenze abbastanza chiare non raggiunge la significatività statistica, e lo stesso si rileva per quanto riguarda l'effetto principale del sito (un maggiore effetto nel museo rispetto a Cerveteri, ma non statisticamente significativo). L'interazione condizione-sito invece è statisticamente significativa: il coinvolgimento emotivo aumenta nel museo, dalla condizione del silenzio a quella della domanda, mentre a Cerveteri la tendenza è opposta. È necessario considerare le situazioni ambien-

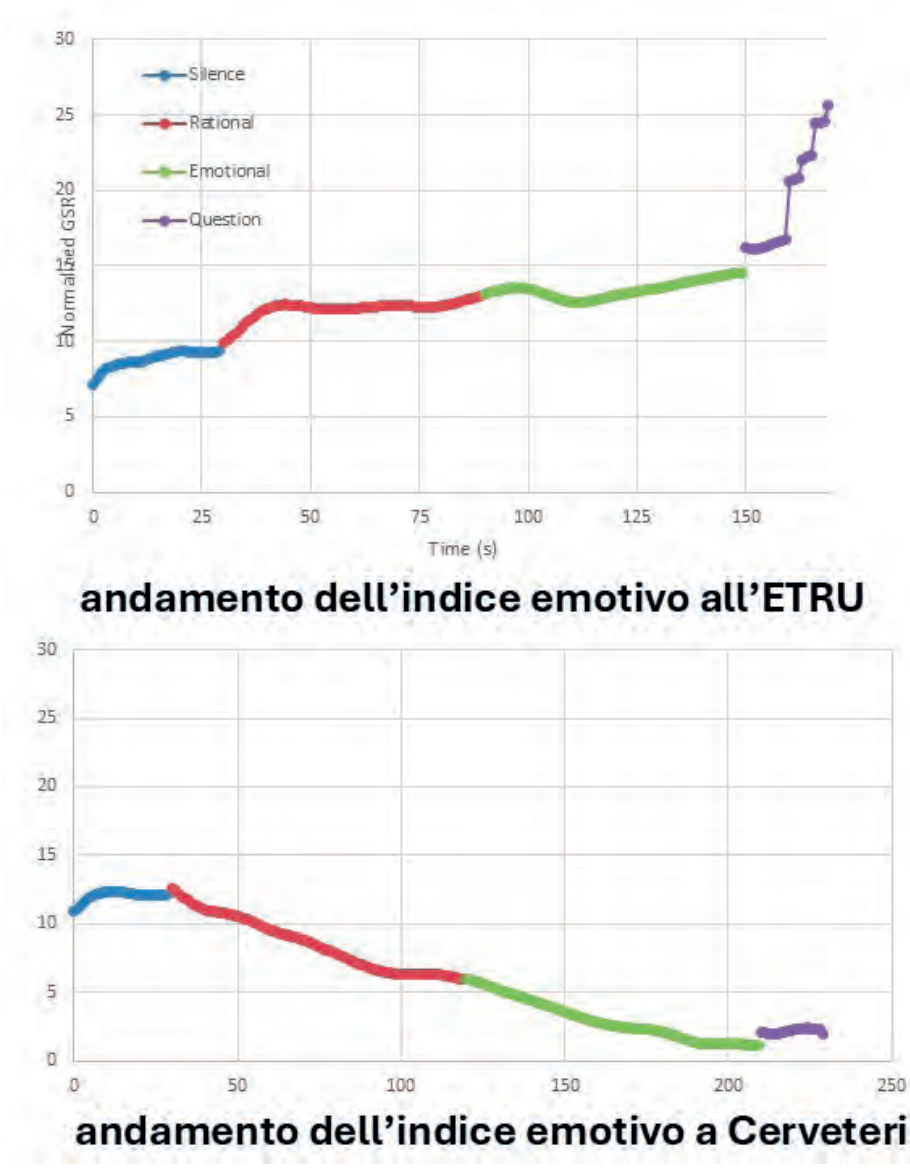

30
25
20
15
10
5
0
Silence
Rational
Emotional
Question
Normalized GSR
0
25
50
75
100
125
150
Time (s)
andamento dell'indice emotivo all'ETRU
30
25
20
15
10
5
0
0
50
100
150
200
250
andamento dell'indice emotivo a Cerveteri

Fig. 89.

tali molto diverse dei due siti, che contribuiscono a spiegare questa discrepanza: mentre a Cerveteri i visitatori entravano in una sala relativamente povera di stimoli provenendo dal contesto del parco archeologico (suggestivo, coinvolgente e piacevole), per cui il coinvolgimento emotivo diminuiva, nel museo essi gradualmente si addentravano nella collezione, in stimoli vieppiù ricchi e coinvolgenti, con un senso di aspettativa crescente. In figura 89 sono mostrati gli andamenti temporali dell'indice emotivo nei due siti, rendendo possibile la comparazione fra i due contesti.

Dunque da questa sessione sperimentale parallela tra contesto museale e contesto originale sono emerse molte riflessioni e indicazioni importanti.
Il contesto non è indifferente; il contesto museale genera molto sforzo cognitivo ed emozioni contrastanti. La narrazione sembra avere maggiore influenza nel contesto museale.

La sperimentazione in Realtà Virtuale

La sperimentazione in ambiente di Realtà Virtuale, ancora sul Sarcofago degli Sposi di Cerveteri, ha voluto esplorare l'influenza dell'assetto allestitivo sulle risposte, cognitive ed emotive, di fronte al reperto.
L'esposizione del Sarcofago era uno dei punti chiave dello storico allestimento realizzato da Franco Minissi negli anni Cinquanta, in occasione della riorganizzazione completa del museo. Minissi realizzò, al termine di una lunga enfilade che enfatizza la tipologia architettonica (il museo è infatti ospitato nella ex residenza di Papa Giulio III), una piccola sala ottagonale su cui si affaccia un soppalco, tramite un foro anch'esso ottagonale, e illuminata da un lucernario, pure ottagonale. Esposto su un semplice basamento ottagonale, di altezza ridotta, non era originariamente protetto da alcuna vetrina.
Nel tempo, per ovvie ragioni di sicurezza, è stata invece introdotta una vetrina e il basamento originale eliminato. Un vistoso sistema di illuminazione tramite faretti integra e di fatto sostituisce l'illuminazione naturale del lucernario.
Il sarcofago, attualmente, è dunque visibile al termine dell'enfilade come punto di fuga prospettica che attira lo sguardo e che è visibile sin dalla prima svolta dopo l'ingresso (Fig. 91).
In accordo con i curatori, la soglia di ingresso alla sala del Sarcofago è stata identificata come punto critico, un nodo essenziale per un possibile intervento. L'effetto sorpresa dell'ingresso in questa sala sul visitatore è decisamente limitato a motivo dell'avvicinamento precedente e del fatto che il reperto è visibile praticamente dall'inizio della visita. Il progetto sperimentale si è concentrato su questo nodo, con l'obiettivo di esplorare possibili alternative in grado di rafforzare l'impatto emotivo e simbolico dell'opera.
Sono dunque stati profilati nuovi scenari allestitivi per la sala, oltre che l'aggiunta di contenuti narrativi sopra descritta. Le modifiche di allestimento, impossibili da mettere in pratica, sono state disegnate e poi "realizzate" nel modello virtuale: si è trattato di una occasione molto interessante per esplorare altri possibili usi della VR, ovvero per verificare l'impatto sui visitatori di scelte allestitive diverse prima di metterle in opera e testarle nella realtà. Questo permette significativi risparmi di tempo e di risorse. Tuttavia, la realizzazione di un modello virtuale a regola d'arte, estremamente realistico, di differenti as-



Fig. 90.



Fig. 91.

setti spaziali non è un'operazione semplice né veloce, e ha richiesto un certo investimento di tempo e di risorse umane al team di ricerca del Politecnico di Torino. Non potendo disporre dei modelli tridimensionali di tutti gli oggetti esposti in tutte le vetrine della sala precedente quella del Sarcofago, si sono scrupolosamente cercati modelli comparabili e si sono composte le vetrine nel modo più fedele possibile. La sperimentazione, peraltro, non riguardava la percezione della collezione né tantomeno dei gruppi di oggetti nelle singole vetrine, ma si concentrava sulle diverse reazioni al Sarcofago degli Sposi in contesti allestitivi diversi che non modificavano la sala precedente ma solo la soglia di ingresso e la sala del Sarcofago stessa. Fortunatamente la grande urna cineraria è già stata oggetto di numerose indagini e rilievi che sono stati condivisi da parte del museo e che hanno costituito la base non solo per la definizione delle narrazioni ma anche per la realizzazione del modello virtuale (infatti si è utilizzato il modello tridimensionale realizzato dal CNR).
L'esperimento in VR, lungi dall'utilizzare comandi innaturali per simulare la direzione e i passi (per es. con il joystick) prevedeva che il modello dovesse essere esplorato camminando normalmente all'interno di uno spazio le cui dimensioni dovevano quindi essere uguali o molto simili a quelle delle sale del museo selezionate. Lo spazio nella realtà doveva presentarsi libero da qualsiasi ingombro, per motivi di sicurezza.

La domanda sperimentale era orientata a verificare:

— il confronto dell'impatto emotivo nell'incontro con il capolavoro nelle due condizioni, reale e virtuale;
— il confronto dell'impatto emotivo nell'incontro con il capolavoro in tre diverse condizioni di esposizione.

Sono stati dunque realizzati i modelli virtuali di tre versioni di allestimento.
La prima versione riproduceva fedelmente la sistemazione attuale, e fungeva da baseline.
I cambiamenti proposti sono stati a carattere additivo
La prima variante, molto semplice, permetteva tuttavia di creare una differenza sostanziale rispetto al presente ed era proprio concentrata sulla soglia di passaggio tra la sala del Sarcofago e quella che la precede. Come si è detto, l'incontro con il capolavoro manca completamente dell'effetto sorpresa, essendo il reperto già visibile da notevole distanza e nettamente percepibile nelle diverse fasi di avvicinamento.
Dunque la prima modifica cambiava radicalmente la situazione con la semplice aggiunta di un pannello che schermava l'ingresso alla sala del Sarcofago, e quindi la vista del Sarcofago stesso, fino all'ultimo istante. Nella prima soluzione di variante, lo spazio interno della sala è stato mantenuto identico. Pertanto, qualsiasi differenza nelle risposte neurofisiologiche e cognitive sarebbe stata da imputarsi esclusivamente all'inserimento del pannello e al conseguente effetto sorpresa.
Nella terza versione, alla precedente variante si aggiungeva anche un totale cambiamento dell'ambiente espositivo. Le pareti che delimitano la sala, in virtù di una soluzione illuminotecnica completamente nuova, non venivano più percepite bensì si creava l'effetto scenografico di una volta celeste intorno e sopra al Sarcofago. La presenza di innumerevoli led simulava i puntini luminosi di una notte stellata. Dunque all'effetto sorpresa si aggiungeva il cosiddetto "effetto wow" di un allestimento fortemente evocativo e immersivo.



Fig. 92.

Per inciso, si fa notare che la simulazione di allestimenti in realtà virtuale permette anche la realizzazione di condizioni di illuminazione che potrebbero essere nella realtà fisica incompatibili o con le esigenze di sicurezza o con i requisiti di conservazione dei manufatti. Tuttavia si è cercato di studiare una soluzione realisticamente applicabile al reperto.
La terza versione poteva essere interpretata in modi diversi, ma l'atmosfera calma di una notte stellata, invitando al riposo e alla pace, intendeva riverberare il senso di serenità che tanto era stato richiamato dai partecipanti dei precedenti esperimenti. In altre parole, intendeva amplificare l'immedesimazione e la sensazione di calma perenne che già i neuroni specchio si ipotizza possano sollecitare di fronte al sorriso ieratico dei personaggi (Fig. 92).

Analogamente ai precedenti esperimenti, è stata condotta una campagna di misurazione dei parametri neurofisiologici utilizzando la strumentazione composta da Mindtooth Touch (per *EEG signal*) e Shimmer 3 GSR+ (per *Galvanic Skin Response*), a cui è stato aggiunto un Visore Meta Quest 3 con maschera standard preinstallata, 2 controller Touch Plus. Il visore utilizzato permetteva di fruire dell'esperienza in ambiente virtuale ma anche di acquisire i dati posizionali dei soggetti nel corso dell'esperienza.
Anche per questo esperimento l'utilizzo di strumentazione che non richiedeva l'utilizzo di cavi, sia per la VR sia per i biosensori, ha rappresentato un aspetto fondamentale per garantire libertà di movimento, naturalità nell'interazione con l'ambiente virtuale e sicurezza. Allo stesso modo, la possibilità di muoversi in uno spazio che fosse dimensionalmente analogo a quello presente in museo ha consentito una maggiore aderenza alla realtà.
Il campione di 67 soggetti è stato sottoposto all'esperimento utilizzando per un terzo del campione la fruizione della riproduzione della condizione attuale come condizione di controllo per confrontare l'efficacia delle due varianti.
Gli altri due terzi del campione, suddivisi in parti uguali, hanno svolto la visita in una delle due varianti.
Lo svolgimento dell'esperimento si è avvalso dell'uso di una ampia sala presso il Politecnico di Torino e prevedeva, come negli altri casi, che i soggetti coinvolti al loro arrivo fossero accolti e informati della procedura adottata; che venisse loro assegnato un codice identificativo e che firmassero l'informativa dell'esperimento e del trattamento dei dati; che compilassero un questionario di profilazione e un questionario di verifica finale.
Ciascun partecipante, dopo aver indossato le attrezzature, era poi invitato a misurare la baseline e a iniziare l'esperienza muovendosi liberamente nello spazio. La visita delle due sale era libera, i soggetti erano informati in merito alla sua durata, che doveva limitarsi a cinque minuti (un avviso sonoro segnalava l'avvio dell'ultimo minuto di visita). Al termine dell'esperimento la baseline veniva nuovamente misurata.



Fig. 93. Ricostruzione in realtà virtuale della sala con il Sarcofago degli Sposi



Fig. 94. Ricostruzione in realtà virtuale della sala con il Sarcofago degli Sposi



Fig. 95. Ricostruzione in realtà virtuale della sala precedente il Sarcofago degli Sposi, variante con pannello per nascondere il manufatto



Fig. 96. Ricostruzione in realtà virtuale della sala precedente il Sarcofago degli Sposi, variante con pannello per nascondere il manufatto



Fig. 97. Ricostruzione in realtà virtuale della sala precedente il Sarcofago degli Sposi, variante con allestimento immersivo



Fig. 98. Ricostruzione in realtà virtuale della sala precedente il Sarcofago degli Sposi, variante con allestimento immersivo

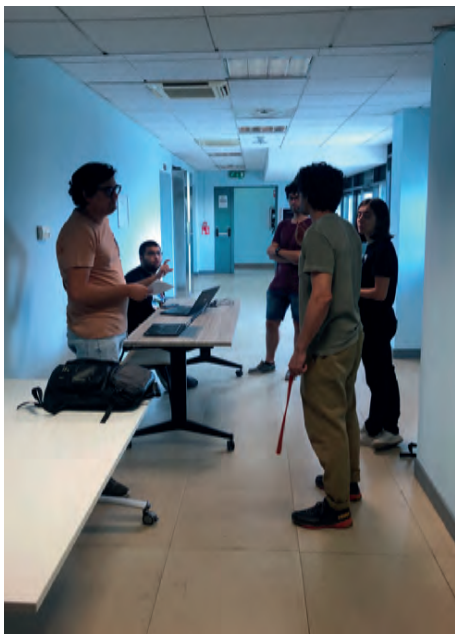


Fig. 99. Svolgimento dell'esperimento ETRU in VR, accoglienza



Fig. 100. Svolgimento dell'esperimento ETRU in VR, posizionamento delle attrezzature per la misurazione dei parametri neurofisiologici



Fig. 101. Svolgimento dell'esperimento ETRU in VR, posizionamento del visore VR



Fig. 102. Svolgimento dell'esperimento ETRU in VR, misurazione della baseline



Fig. 103. Svolgimento dell'esperimento ETRU in VR, esplorazione della sala, sotto il controllo di un ricercatore



Fig. 104. Svolgimento dell'esperimento ETRU in VR, esplorazione della sala, mentre una ricercatrice segue la misurazione dei parametri neurofisiologici



Fig. 105. Svolgimento dell'esperimento ETRU in VR, esplorazione della sala, sotto il controllo di un ricercatore

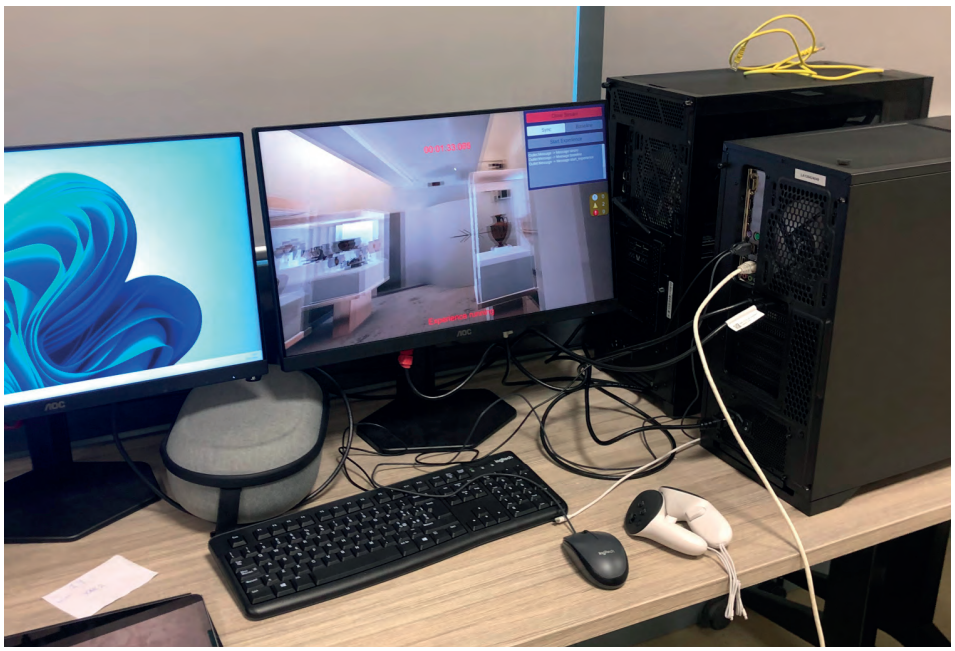


Fig. 106. Svolgimento dell'esperimento ETRU in VR, esplorazione della sala, mentre una ricercatrice segue la misurazione dei parametri neurofisiologici

Rimandando al capitolo dedicato all'esperimento in VR, nonché al capitolo dedicato agli esiti dei questionari, si vuole qui isolare qualche osservazione.
La figura 107 mostra chiaramente come vi sia un incremento della piacevolezza tra la soluzione attuale e le altre due: in particolare l'inserimento della schermatura e dell'effetto sorpresa è molto importante. La figura 108 chiarisce ulteriormente la differenza tra la versione attuale e la seconda variante, ovvero la più apprezzata, che presentava la schermatura e un effetto immersivo e scenografico, mentre la figura 107 mostra la differenza tra le due varianti.
La figura 110 illustra invece la differenza nello sforzo cognitivo fra le tre versioni. Contrariamente a quanto si potrebbe immaginare, anche lo sforzo cognitivo cresce sensibilmente fra la versione attuale e le due varianti: l'inserimento del pannello schermante anche in questo caso si dimostra decisivo.

Le figure dalla 111 alla 115 mostrano infine le correlazioni statisticamente significative fra indici neurofisiologici e risposte date ai questionari alle medesime domande.
È decisamente interessante notare quanto gli uni influiscano sulle altre, modificando la percezione e anche le reazioni di tipo cognitivo, ovvero consce. Se si relazionano ai valori registrati nelle diverse varianti di allestimento, si rileva che anch'esso è un elemento in grado di alterare le percezioni e indirizzare le risposte tanto emotive quanto razionali. Le due versioni alternative alla versione attuale dimostrano di incrementare sia l'attivazione emotiva sia lo sforzo cognitivo (Fig. 112): e con esso aumenta la percezione di ottenere nuove intuizioni sull'opera d'arte, di vedere l'opera come estensione dell'artista, di essere completamente concentrati mentre si osserva l'opera d'arte e di sentire tale esperienza come gratificante (Fig. 111).
L'indice di piacevolezza maggiore viene interpretato consciamente come aumento di una vasta gamma di emozioni di fronte al reperto (Fig. 113); addirittura, l'indice di piacevolezza in aumento influisce sulla percezione degli antichi Etruschi: al punto che essi vengono percepiti come "eleganti" in maggiore misura (Fig. 114); all'aumentare dell'attivazione emotiva il soggetto afferma di "ottenere nuove intuizioni sull'opera d'arte" e di "perdersi nei propri pensieri mentre osserva l'opera d'arte (Fig. 115); infine, se lo sforzo cognitivo diminuisce, i partecipanti affermano di "cercare di capire l'opera d'arte in maniera completa" (ovvero non soltanto in modo razionale) e di "perdere il senso del tempo mentre osservano l'opera d'arte" (Fig. 115).
Tali risultati sono di estremo interesse.
Dunque, le sperimentazioni con la realtà virtuale hanno permesso di misurare il possibile effetto di allestimenti alternativi sia dal punto consapevole e razionale, sia dal punto emotivo e inconscio, aprendo a molte nuove possibili vie sperimentali.

La sequenza di esperimenti ha fornito molti dati e correlazioni fra essi, e si ritiene che oltre alle presenti riflessioni e conclusioni essi possano essere ulteriormente sfruttati per studiare i complessi sistemi di interazione tra patrimonio culturale e pubblico, tra allestimento e percezione del patrimonio, tra narrazioni e risposta del visitatore.

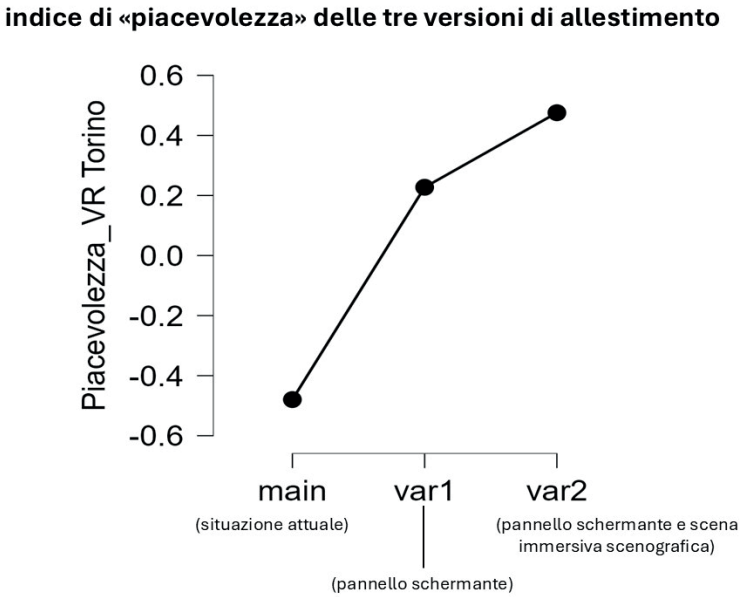
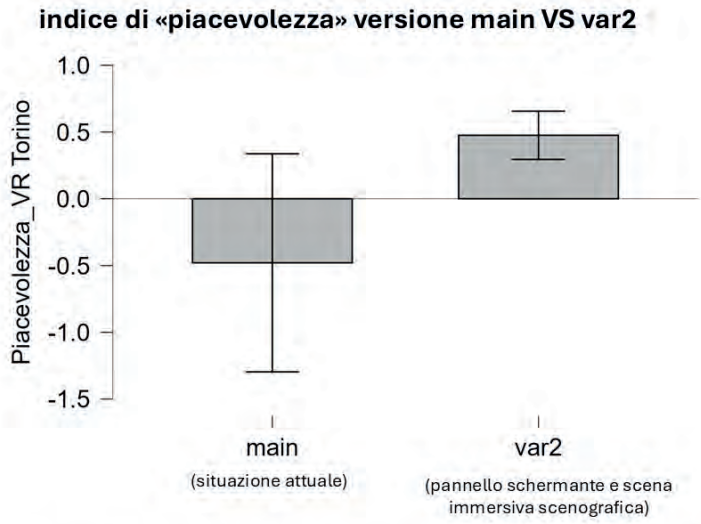


Fig. 107.



l'analisi non raggiunge la significatività statistica, ma il confronto mostra una forte tendenza all'approccio per la condizione Var2 e all'evitamento per la condizione Main.

Fig. 108.

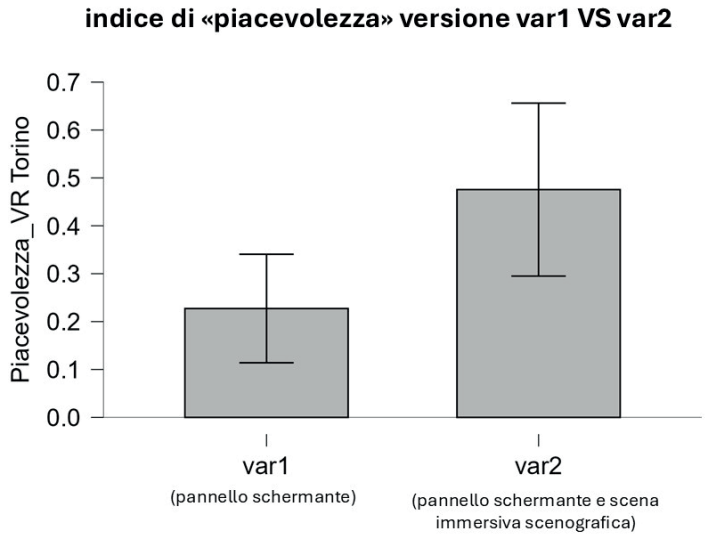


Fig. 109.

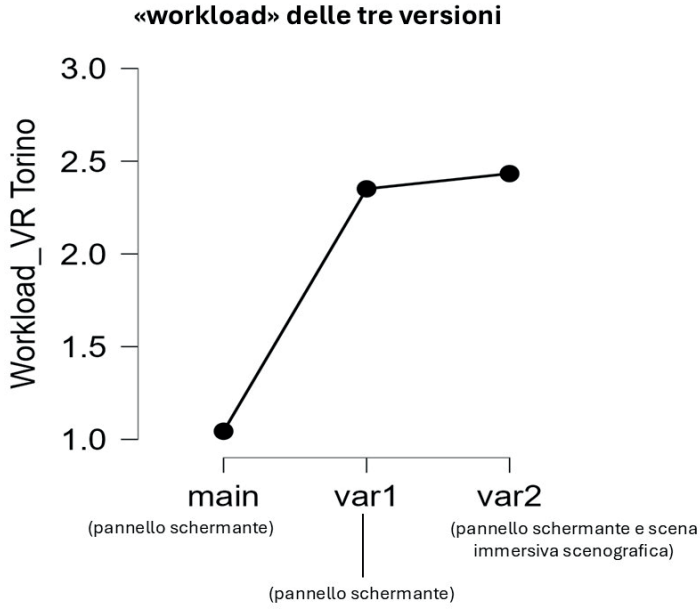
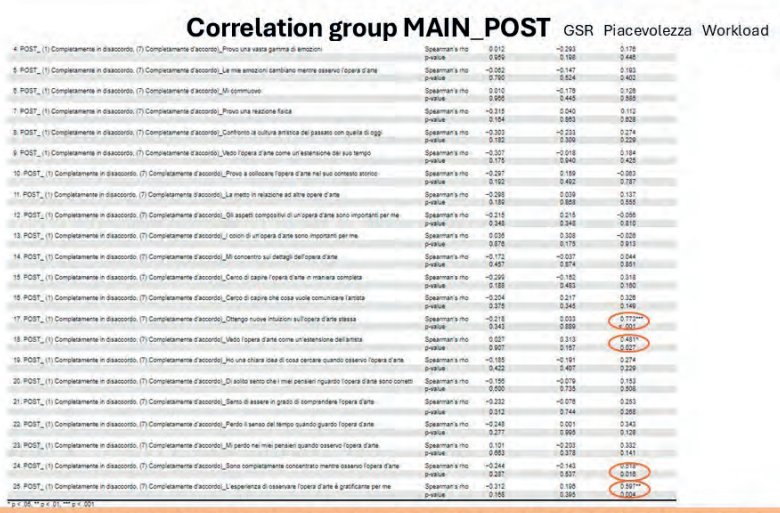


Fig. 110.



Correlation group MAIN_POST

		GSR	Piacevolezza	Workload
4. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Provo una vasta gamma di emozioni	Spearman's rho	0.012	−0.293	0.176
	p-value	0.959	0.198	0.446
5. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Le mie emozioni cambiano mentre osservo l'opera d'arte	Spearman's rho	−0.062	−0.147	0.193
	p-value	0.780	0.524	0.403
6. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Mi commuovo	Spearman's rho	0.010	−0.178	0.126
	p-value	0.956	0.445	0.565
7. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Provo una reazione fisica	Spearman's rho	−0.315	0.040	0.112
	p-value	0.104	0.853	0.608
8. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Confronto la cultura artistica del passato con quella di oggi	Spearman's rho	−0.303	−0.233	0.274
	p-value	0.182	0.309	0.229
9. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Vedo l'opera d'arte come un'estensione del suo tempo	Spearman's rho	−0.307	−0.016	0.184
	p-value	0.175	0.940	0.425
10. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Provo a collocare l'opera d'arte nel suo contesto storico	Spearman's rho	−0.297	0.189	−0.083
	p-value	0.192	0.492	0.787
11. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_La metto in relazione ad altre opere d'arte	Spearman's rho	−0.286	0.039	0.137
	p-value	0.189	0.859	0.555
12. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Gli aspetti compositivi di un'opera d'arte sono importanti per me	Spearman's rho	−0.215	0.215	−0.055
	p-value	0.346	0.348	0.810
13. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_I colori di un'opera d'arte sono importanti per me.	Spearman's rho	0.035	0.308	−0.026
	p-value	0.876	0.175	0.913
14. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Mi concentro sui dettagli dell'opera d'arte	Spearman's rho	−0.172	−0.037	0.044
	p-value	0.457	0.874	0.851
15. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Cerco di capire l'opera d'arte in maniera completa	Spearman's rho	−0.290	−0.153	0.318
	p-value	0.188	0.493	0.160
16. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Cerco di capire che cosa vuole comunicare l'artista	Spearman's rho	−0.204	0.217	0.328
	p-value	0.378	0.345	0.149
17. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Ottengo nuove intuizioni sull'opera d'arte stessa	Spearman's rho	−0.218	0.033	0.772***
	p-value	0.343	0.889	< .001
18. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Vedo l'opera d'arte come un'estensione dell'artista	Spearman's rho	0.027	0.313	0.481**
	p-value	0.907	0.167	0.027
19. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Ho una chiara idea di cosa cercare quando osservo l'opera d'arte	Spearman's rho	−0.185	−0.191	0.274
	p-value	0.422	0.407	0.229
20. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Di solito sento che i miei pensieri riguardo l'opera d'arte sono corretti	Spearman's rho	−0.155	−0.079	0.153
	p-value	0.500	0.735	0.506
21. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Sento di essere in grado di comprendere l'opera d'arte	Spearman's rho	−0.232	−0.078	0.283
	p-value	0.312	0.744	0.266
22. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Perdo il senso del tempo quando guardo l'opera d'arte	Spearman's rho	−0.248	0.001	0.343
	p-value	0.277	0.998	0.128
23. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Mi perdo nei miei pensieri quando osservo l'opera d'arte.	Spearman's rho	0.101	−0.203	0.332
	p-value	0.663	0.378	0.141
24. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_Sono completamente concentrato mentre osservo l'opera d'arte	Spearman's rho	−0.244	−0.143	−0.516*
	p-value	0.287	0.537	0.018
25. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo]_L'esperienza di osservare l'opera d'arte è gratificante per me	Spearman's rho	−0.312	0.195	0.597**
	p-value	0.168	0.390	0.004

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

GRUPPO MAIN: all'aumentare dello sforzo cognitivo aumentava il rating alle seguenti domande:
- Ottengo nuove intuizioni sull'opera d'arte stessa
- Vedo l'opera d'arte come un'estensione dell'artista
- Sono completamente concentrato mentre osservo l'opera d'arte
- L'esperienza di osservare l'opera d'arte è gratificante per me

Fig. 111.

Correlation group var2_PRE

rysers

Spearman's Correlations

Variable		GSR_VR	Piacevolezza_VR Torino	Workload_VR Torino
1. GSR_VR	Spearman's rho	—		
	p-value	—		
2. Piacevolezza_VR Torino	Spearman's rho	0.384	—	
	p-value	0.086	—	
3. Workload_VR Torino	Spearman's rho	0.488	0.191	—
	p-value	0.026	0.382	—
4. PRE(0_10)Gli antichi etruschi, per quanto tu ricordi, avevano uno stile di vita molto lontano dal nostro?	Spearman's rho	0.293	−0.027	−0.052
	p-value	0.186	0.902	0.815
5. PRE(0_10)Gli antichi etruschi, per quanto tu ricordi, erano un popolo che credeva nella vita oltre la morte?	Spearman's rho	−0.157	0.152	0.029
	p-value	0.486	0.487	0.894
6. PRE(0_10)Gli antichi etruschi, per quanto tu ricordi, amavano divertirsi?	Spearman's rho	0.198	−0.075	−0.161
	p-value	0.377	0.733	0.463
7. PRE(0_10)Gli antichi etruschi, per quanto tu ricordi, consideravano le donne al pari degli uomini?	Spearman's rho	0.124	−0.173	0.192
	p-value	0.583	0.431	0.380
8. PRE(0_10)Gli antichi etruschi, per quanto tu ricordi, erano pacifici?	Spearman's rho	0.035	−0.186	−0.336
	p-value	0.876	0.395	0.117
9. PRE(0_10)Gli antichi etruschi, per quanto tu ricordi, erano eleganti?	Spearman's rho	0.015	−0.069	−0.137
	p-value	0.946	0.755	0.533
10. PRE(0_10)Gli antichi etruschi, per quanto tu ricordi, erano misteriosi?	Spearman's rho	−0.110	−0.180	−0.051
	p-value	0.625	0.410	0.817

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

GRUPPO Var2: all'aumentare dell'arousal emotivo aumentava lo sforzo cognitivo

Fig. 112.

Correlation group var2_POST

4. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_1	Spearman's rho	−0.017	0.494*	0.029
	p-value	0.941	0.017	0.897
5. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_2	Spearman's rho	0.001	−0.116	0.224
	p-value	0.996	0.597	0.305
6. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_3	Spearman's rho	0.036	−0.311	0.053
	p-value	0.874	0.148	0.809
7. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_4	Spearman's rho	−0.206	−0.344	0.069
	p-value	0.358	0.108	0.755
8. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_5	Spearman's rho	0.182	−0.029	−0.172
	p-value	0.430	0.898	0.445
9. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_6	Spearman's rho	0.363	−0.051	0.063
	p-value	0.097	0.816	0.777
10. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_7	Spearman's rho	0.123	−0.188	0.016
	p-value	0.586	0.391	0.942
11. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_8	Spearman's rho	0.044	0.046	0.096
	p-value	0.846	0.836	0.663
12. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_9	Spearman's rho	0.150	0.200	−0.121
	p-value	0.505	0.361	0.583
13. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_10	Spearman's rho	−0.104	−0.060	−0.101
	p-value	0.645	0.787	0.647
14. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_11	Spearman's rho	0.190	0.220	−0.076
	p-value	0.396	0.312	0.728
15. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_12	Spearman's rho	0.162	0.237	−0.043
	p-value	0.470	0.275	0.844
16. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_13	Spearman's rho	0.150	0.103	0.210
	p-value	0.505	0.636	0.337
17. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_14	Spearman's rho	0.367	0.310	0.206
	p-value	0.093	0.150	0.347
18. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_15	Spearman's rho	0.172	−0.051	0.020
	p-value	0.445	0.816	0.929
19. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_16	Spearman's rho	0.284	0.213	0.319
	p-value	0.200	0.328	0.137
20. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_17	Spearman's rho	0.278	0.233	0.117
	p-value	0.210	0.284	0.595
21. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_18	Spearman's rho	0.240	−0.107	0.085
	p-value	0.281	0.626	0.700
22. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_19	Spearman's rho	0.131	0.394	0.168
	p-value	0.563	0.063	0.449
23. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_20	Spearman's rho	−0.085	0.171	0.096
	p-value	0.707	0.435	0.665
24. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_21	Spearman's rho	0.280	0.348	0.101
	p-value	0.206	0.104	0.647
25. POST_ (1) Completamente in disaccordo, (7) Completamente d'accordo)_22	Spearman's rho	−0.275	0.149	−0.216

GRUPPO Var2: all'aumentare dell'indice di piacevolezza aumentava il rating alla domanda:
- «Provo una vasta gamma di emozioni»

Fig. 113.

Correlation group var1_PRE

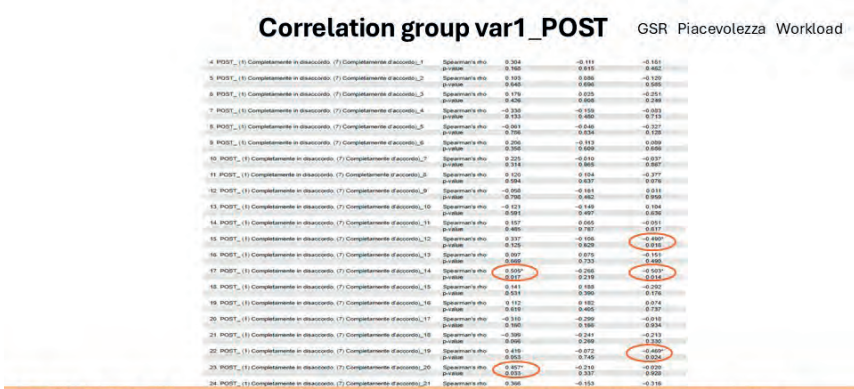
Spearman's Correlations ▼

Variable		GSR_VR	Piacevolezza_VR Torino	Workload_VR Torino
1. GSR_VR	Spearman's rho	—		
	p-value	—		
2. Piacevolezza_VR Torino	Spearman's rho	−0.213	—	
	p-value	0.352	—	
3. Workload_VR Torino	Spearman's rho	−0.168	0.222	—
	p-value	0.466	0.306	—
4. PRE(0_10)Gli antichi etruschi, per quanto tu ricordi, avevano uno stile di vita molto lontano dal nostro?	Spearman's rho	−0.214	−0.063	0.260
	p-value	0.339	0.777	0.232
5. PRE(0_10)Gli antichi etruschi, per quanto tu ricordi, erano un popolo che credeva nella vita oltre la morte?	Spearman's rho	0.076	−0.275	0.028
	p-value	0.736	0.205	0.900
6. PRE(0_10)Gli antichi etruschi, per quanto tu ricordi, amavano divertirsi?	Spearman's rho	−0.209	0.170	−0.132
	p-value	0.351	0.439	0.548
7. PRE(0_10)Gli antichi etruschi, per quanto tu ricordi, consideravano le donne al pari degli uomini?	Spearman's rho	0.236	−0.360	−0.387
	p-value	0.290	0.091	0.068
8. PRE(0_10)Gli antichi etruschi, per quanto tu ricordi, erano pacifici?	Spearman's rho	0.195	−0.298	−0.187
	p-value	0.384	0.167	0.393
9. PRE(0_10)Gli antichi etruschi, per quanto tu ricordi, erano eleganti?	Spearman's rho	0.134	0.494*	0.111
	p-value	0.553	0.017	0.616
10. PRE(0_10)Gli antichi etruschi, per quanto tu ricordi, erano misteriosi?	Spearman's rho	−0.219	−0.028	−0.060
	p-value	0.326	0.898	0.787

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

GRUPPO Var1: all'aumentare dell'indice di piacevolezza aumentava il rating alla domanda:
- «Gli antichi etruschi, per quanto ricordi, erano eleganti?»

Fig. 114.



GRUPPO Var1: all'aumentare dell'arousal emozionale e al diminuire dello sforzo cognitivo aumentava il rating per la domanda:
- «17.Ottengo nuove intuizioni sull'opera d'arte stessa»

Inoltre, all'aumentare dell'arousal emozionale, aumentava il rating alla domanda:
- «23.Mi perdo nei miei pensieri quando osservo l'opera d'arte»

Al diminuire dell'indice di sforzo cognitivo aumentava il rating alle domande:
- «15. Cerco di capire l'opera d'arte in maniera completa»
- «22. Perdo il senso del tempo quando guardo l'opera d'arte»

Fig. 115.

BIBLIOGRAFIA

M. Arizza, *Trattamento e restituzione del Patrimonio culturale*, in «Oggetti, resti umani, conoscenza», 2021, pp. 1-286; *doi: 10.48220/eticaepatrimonioculturale-2021-1*

INTRODUZIONE ALLA NEUROESTETICA: DALLA FILOSOFIA ALLA PSICOLOGIA

Marco Iosa

Per capire a pieno il senso del nome Neuromuseum va spiegato cosa sia la neuroestetica, una nuova branca della neuropsicologia che ha radici profonde che affondano nella filosofia e al tempo stesso usa strumenti moderni per un approccio scientifico-quantitativo.
L'Estetica come disciplina che mirava a studiare la percezione del bello ed anche la creazione artistica nasce in ambito filosofico. Già antichi filosofi si erano interessati al concetto di bellezza. Per Platone il bello era una proprietà dell'oggetto dell'osservazione, riflesso di un'idea di bello assoluto, mentre per Aristotele non esisteva un bello assoluto, sebbene anche per lui il bello è caratteristica degli oggetti. I due filosofi influenzarono ampiamente il pensiero greco: il bello è avere specifiche caratteristiche quali ad esempio simmetria e proporzioni armoniche [Iosa, 2018]. Ad esempio, il Doriforo di Policleto, la Venere di Milo, i bronzi di Riace e molte altre sculture vennero eseguite rispettando la proporzione della sezione aurea perché questa caratterizza anche il corpo umano (l'uomo come misura di tutte le cose, diceva Protagora), ma anche altre opere furono eseguite seguendo questa proporzione, tra queste la facciata del Partenone progettata da Fidia [Iosa, 2018]. Questo approccio verrà anche ripreso nel Rinascimento, ad esempio nell'Uomo vitruviano di Leonardo, che non a caso fu illustratore del De Divina Proportione, il libro di frate Luca Pacioli sulla sezione aurea.
Ma passeranno altri secoli prima che qualcuno coni proprio il termine *Aesthetica*: sarà in particolare il filosofo tedesco Alexander Gottlieb Baumgarten, pubblicando il trattato *Aesthetica* nel 1750. Poco tempo dopo sarà Immanuel Kant a riprendere ampiamente il tema estestico nella *Critica del giudizio* (1790), cambiando sostanzialmente il punto di vista di Platone: il bello diventa soggettivo, più legato alle sensazioni provate dal soggetto che percepisce un oggetto, in accordo col termine coniato da Baumgarten legato al significato greco si sentire, percepire. D'altronde, diceva Baumgarten: *"l'estetica è la scienza della conoscenza sensibile"*. Nell'ottocento Hegel, nelle sue *Lezioni sull'estetica* (1838), riprenderà il tema, suggerendo che l'arte è il mezzo che trasforma l'idea di bello in forma sensibile. Pochi anni dopo, Fechner sarà il primo a eseguire degli esperimenti per studiare questa "scienza della conoscenza sensibile" e non a caso inizierà proprio da uno studio sulla sezione aurea. Egli mostrò dieci rettangoli a dei soggetti chiedendo di scegliere quello che preferivano, questo risultò essere quello in proporzione di 8:5, ovvero 1.6, un valore molto prossimo proprio alla sezione aurea dei greci, il cui valore è circa 1.618 (Fechner, 1865).

Questo studio può considerarsi uno spartiacque tra le riflessioni filosofiche sull'estetica e l'inizio di un'epoca sperimentale in cui le ipotesi avevano bisogno di essere testate scientificamente, raccogliendo dati ed analizzandoli.
Oggi, lo studio dell'estetica non è più solo uno dei campo della filosofia, ma è diventato oggetto di ricerca per psicologi e neuroscienziati, quali ad esempio Samir Zeki, che ha coniato il termine Neuroestetica, Alan Chatterjee e Vittorio Gallese. Grazie anche a loro l'esperienza estetica oggi è vista come una complessa interazione tra processi emotivi (legati a desiderio e ricompensa), processi sensori-motori (sensazioni, percezioni, rappresentazioni motorie), e conoscenze pregresse (cultura, contesto ed esperienza). La Neuroestetica da un lato studia come le persone percepiscano il bello, spesso nelle opere artistiche, negli artefatti archeologici o nei siti culturali, ma anche come l'artista crei e produca la sua opera. Come disse Cavanagh [2005], i primi neuroscienziati sono stati proprio gli artisti.
Tutto ciò ha portato ad una profonda rivalutazione della bellezza, investigando se sia una caratteristica dell'oggetto, oppure sia una percezione del soggetto o ancora una sua emozione [Iosa et al., 2025], con modelli come la Triade estetica che la vedono come risultato di una interazione tra tre componenti: quella sensori-motoria, quella emotivo-valutativa, e quella legata ai sistemi neurali di comprensione e conoscenza [Chatterjee e Vartanian, 2014] (Fig. 1).
In conclusione, possiamo definire la Neuroestetica come lo studio scientifico dei processi cognitivi e delle basi neurali inerenti alla percezione del bello, ma anche relativi alla fruizione e la creazione dell'Arte [Zeki, 1999].

Metodi di analisi in neuroestetica

L'applicazione del metodo scientifico è dunque la principale differenza tra l'estetica e la neuroestetica. E tale applicazione è possibile solo grazie agli strumenti, i materiali e i metodi della psicologia sperimentale, che si avvale anche delle competenze della moderna bioingegneria. Da un lato vi è dunque l'uso di scale e test psicometricamente validati, dall'altro l'uso di strumenti che registrano segnali biologici.
Scale, questionari, singoli item chiedono al soggetto una risposta esplicita su cosa percepisca come bello. Ma possono anche investigare come il bello influenzi alcuni fattori quali attenzione e memoria. I test invece possono avere risposte esplicite o implicite (come ad esempio nell'Implicit Association Test). Le misure strumentali possono invece riferirsi a diversi campi. Vi sono misure del comportamento del soggetto davanti al bello, ad esempio con l'uso del tracciamento oculare (eye-tracking) per vedere cosa guarda o l'analisi della sua posizione (positioning, ad esempio in quali sale vada il soggetto all'interno di un museo). Vi sono poi misure fisiologiche che possono riguardare segnali bioelettrici, come ad esempio la variazione di frequenza cardiaca (*heart rate variability*) o la variazione di elettroconduttanza cutanea (conosciuta come *Galvanic Skin Response*), oppure possono riguardare variazioni ormonali, come il livello di cortisolo (misurato spesso dalla saliva). La frequenza cardiaca e l'elettroconduttanza cutanea sono misure di quanto il soggetto sia emotivamente coinvolto, mentre il cortisolo viene indagato in quegli studi che hanno come obiettivo di valutare se l'arte possa ridurre i livelli di stress.

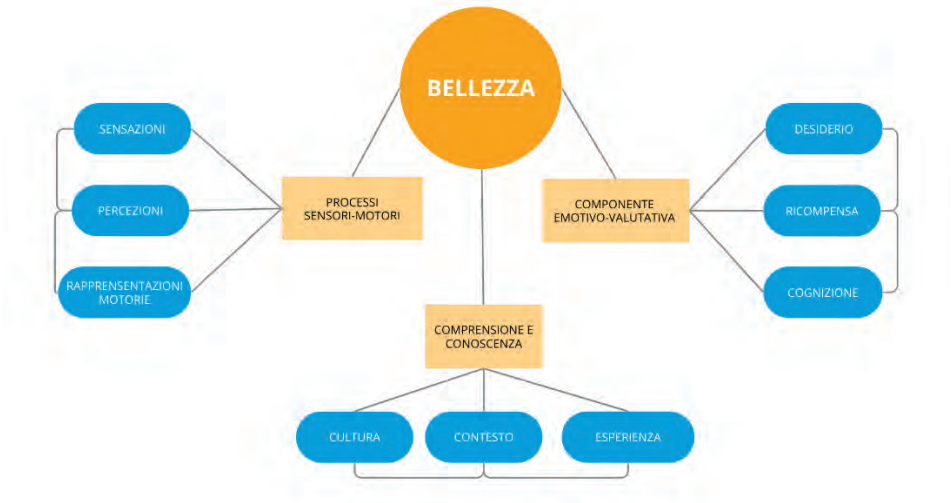


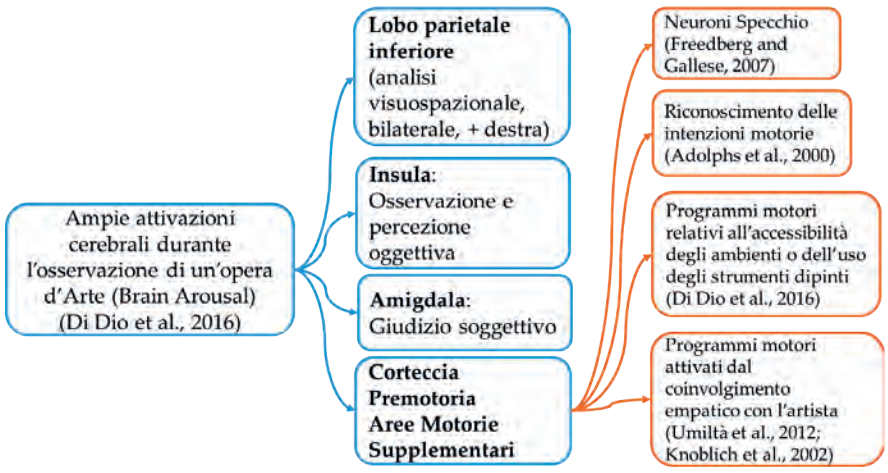
Fig. 1. La Triade estetica

Menzioni a parte riguardano le misure relative a ciò che accade nel cervello davanti ad un'opera d'arte o, in generale, davanti ad uno stimolo esteticamente piacevole. Le indagini principali che si possono condurre sono la risonanza magnetica funzionale (fMRI) e l'elettroencefalografia (EEG). La fMRI consente di vedere quali aree del cervello si attivano, comprese le regioni più profonde, ma ovviamente il soggetto deve stare all'interno del macchinario e gli vengono mostrate su un piccolo schermo che ha davanti agli occhi riproduzioni digitali di opere d'arte (oppure gli vengono fatti ascoltare brani musicali). L'EEG, meno costoso, ma anche meno dettagliato dell'fMRI, invece registra da elettrodi posti sulla testa del soggetto l'attività elettrica del cervello ed attraverso sofisticati algoritmi cerca di ricostruire le attivazioni delle aree cerebrali sottostanti. L'EEG può avere un numero diverso di canali, che vanno da 8 a 256. Nel tempo si è spesso preferito usare EEG con un numero inferiore di elettrodi ma che fossero usabili fuori dai laboratori di ricerca (dove solo copie digitali delle opere potevano essere mostrate ai soggetti), per portarli all'interno dei musei, nei siti archeologici, davanti alle opere reali, come si è fatto nel progetto Neuromuseum.

Attivazioni cerebrali legate al bello fMRI e EEG

La figura 2 mostra le principali attivazioni cerebrali identificate soprattutto negli studi di Di Dio e colleghi svolti mediante fMRI in cui i soggetti vedevano opere come il Doriforo di Policleto nella forma originale che ha le proporzioni della sezione aurea e altre forme distorte artificialmente al computer che ne alteravano le proporzioni [Di Dio et al. 2007] oppure quadri di scene statiche o dinamiche di persone o paesaggi [Di Dio et al., 2016]. In questa figura sono anche riportati altri risultati trovati in letteratura scientifica sull'osservazione dei quadri. Un'opera d'arte attiva principalmente il lobo parietale inferiore del cervello, deputato soprattutto all'analisi spaziale di un'immagine, soprattutto nel lobo destro (essendo il sinistro più dedicato al linguaggio), l'insula che si attivava soprattutto nella semplice osservazione e che è stata associata ad un concetto di bellezza oggettiva (similmente a come era stata definita da Platone e Aristotele), l'amigdala che invece si attivava quando al soggetto veniva richiesto di esplicitare il suo giudizio estetico (e quindi più soggettiva, in un'accezione più kantiana della bellezza), e, sorprendentemente, anche le aree della corteccia premotoria e le aree motorie supplementari. Freedberg e Gallese [2007] avevano già ipotizzato che vedere dei personaggi scolpiti o dipinti potesse attivare il network cerebrale dei neuroni specchio, scoperti nel 1998 da Rizzolatti, questi sono un gruppo di neuroni che si attivano quando il soggetto compie un'azione, ma anche quando vede compierla da altri, anche se questi sono personaggi dipinti in un quadro. Le aree della corteccia motoria poi si attivano anche nel caso in cui i soggetti stanno per compiere un'azione, per consentire il riconoscimento delle intenzioni motorie [Adolphs et al., 2000]. La sorprendente attivazione delle aree motorie durante la sola osservazione di opere d'arte si è vista anche davanti ad ambienti o strumenti dipinti, ed è stata spiegata una pre-attivazione di programmi motori di accessibilità degli ambienti o uso degli strumenti [Di Dio et al., 2016]. Persino davanti ad opere astratte come i tagli nelle tela di Fontana si è vista un'attivazione della corteccia motoria, spiegata dal coinvolgimento empatico con il gesto fatto dall'artista per creare l'opera [Umiltà et al., 2012].

Come detto, l'EEG è molto meno dettagliato dell'fMRI, ma dà la possibilità di registrare alcuni indici dell'attivazione cerebrale e fisiologica del soggetto davanti alla reale opera d'arte e non a riproduzioni digitali proiettate all'interno di un macchinario di risonanza. Tra i vari indici proposti in letteratura scientifica che vengono estratti dai segnali EEG, due sono di particolare interesse: il carico cognitivo del soggetto (*Cognitive Workload*), ovvero quanto l'opera faccia riflettere il soggetto, e quanto il soggetto si senta attratto (piuttosto che respinto) dalla visione dell'opera (*Approach Withdrawal*). A questi due indici però, per completezza, va affiancato un indice più legato alla percezione emotiva (e meno cognitiva) del bello. In questo caso, l'indice più appropriato è tratto dall'elettroconduttanza cutanea (*electrodermal activity*, EDA) ed è la *Galvanic Skin Response* (GSR) che è normalmente formata da un segnale a bassa frequenza (*Skin Conductance Level*, SCL) e da una risposta a più alta frequenza (*Skin Conductance Response*, SCR). Il valore della GSR può anche essere combinato con la variabile della frequenza cardiaca (*Hearth Rate Variability*, HRV) per ottenere un *Emotional Index* (EI). Questi tre indici (CW, AW e GSR o EI) sono stati utilizzati in diversi studi per comprendere le attivazioni di un soggetto che



ICSC 2021 8th International Conference on Spatial Cognition

Fig. 2. Le principali attivazioni cerebrali che accadono durante l'osservazione di un'opera d'arte

si trovava davanti ad una reale opera d'arte come ad esempio il Mosé di Michelangelo [Babiloni et al., 2014] o il Sarcofago degli Sposi di epoca etrusca [Giorgi et al., 2023], e sono stati usati anche nel progetto Neuromuseum.
Questi indici sono stati dunque estratti dai segnali registrati anche all'interno del progetto Neuromuseum secondo i metodi riportati in letteratura e qui di seguito brevemente riassunti, rimandando per maggiori dettagli agli articoli citati.

Tutti i segnali registrati (EEG e EDA) sono stati ritagliati in un intervallo di tempo specifico corrispondente al compito di interesse, al fine di analizzare l'esatto lasso di tempo delle risposte fisiologiche. Il segnale EEG è stato acquisito usando uno strumento Mindtooth Touch (BrainSigns) a 10 elettrodi ad acqua (spugna salina ed elettrodi passivi Ag/AgCl), di cui 8 di misurazione e 2 di riferimento, collocati secondo il Sistema Internazionale 10-10 nelle seguenti posizioni: AFz, AF3, AF4, AF7, AF8, Pz, P3 e P4 [Oostenveld & Praamstra 2001; Sciaraffa et al., 2022]. Il segnale EEG è stato inizialmente filtrato passa-banda con un filtro Butterworth del quinto ordine nell'intervallo 2–30 Hz. Gli artefatti da ammiccamento sono stati rilevati tramite il metodo Reblinca [Di Flumeri et al., 2016]. Il segnale EEG ricostruito è stato quindi segmentato in epoche della durata di 1 secondo con una sovrapposizione di 0,5 secondi, al fine di evitare qualsiasi "boundary effect", e sono stati applicati tre ulteriori criteri per il rilevamento degli artefatti, basati sull'ampiezza e sull'andamento del segnale, per rimuovere quelle porzioni di dati ancora affette da artefatti non corretti in precedenza [Delorme & Makeig, 2004; Vozzi et al., 2021].

Dal segnale EEG privo di artefatti è stata calcolata la Global Field Power (GFP) per la banda di frequenza EEG di interesse, ovvero le bande alpha e theta. Questa banda è stata definita in base al valore della Frequenza Alpha Individuale (IAF) [Klimesch, 1999]: banda alpha [IAF-2, IAF+2] e banda theta [IAF-6, IAF-2] sono state stimate specificamente per ciascun soggetto tramite una registrazione di un minuto a occhi chiusi effettuata prima dell'inizio dell'esperimento.
L'Indice di Approach-Withdrawal (AW, avvicinamento-respingimento) è stato calcolato a partire dall'indice di Asimmetria Frontale Alpha [Davidson et al., 1990; Cartocci et al., 2018], per il quale è stata utilizzata la Formula (1): Asimmetria Frontale Alpha = GFP (α_destra) - GFP (α_sinistra), dove GFP_(α_destra) e GFP_(α_sinistra) rappresentano la GFP calcolata rispettivamente tra gli elettrodi frontali destro (AF4, AF8) e sinistro (AF3, AF7), nella banda alpha (α). Valori positivi indicano una tendenza all'approccio, ovvero l'interesse, da parte del partecipante, mentre valori negativi indicano una tendenza all'allontanamento rispetto allo stimolo.
L'Indice di Carico Cognitivo (*Cognitive Workload Index*, CWL) è stato ottenuto considerando la GFP nella banda theta su tutti gli elettrodi frontali (AFz, AF3, AF4, AF7, AF8). Un aumento dei valori theta frontali implica un incremento del carico cognitivo richiesto durante il compito [Wisniewski et al., 2015; Cartocci et al., 2021].
I segnali di Attività Elettrodermica (*Electrodermal Activity*, EDA) acquisiti mediante uno strumento Shimmer sono stati analizzati utilizzando il software LEDAlab [Benedek e Kaernbach, 2010]; è stata stimata la componente tonica della conduttanza cutanea (*Skin Conductance Level*, SCL). La SCL corrisponde alla componente a variazione lenta del segnale EDA, coerentemente associata ai livelli di attivazione (*arousal*) e stress [Ronca et al., 2023], pertanto i segnali sono stati filtrati passa-basso con una frequenza di taglio di 1 Hz. I segnali finali sono stati poi normalizzati.

Neuromuseum: Neuroestetica nei musei e nei parchi archeologici

L'attivazione dei neuroni specchio sopra descritta è interpretabile come un ponte tra l'oggetto osservato e il soggetto osservatore, una connessione che consente un'immedesimazione e un'appropriazione del patrimonio artistico, archeologico e culturale. Questo incontro cambia il soggetto che osserva, attraverso l'apprendimento culturale ed emotivo, facendolo diventare esperienza del patrimonio personale del soggetto. Tanto più questa esperienza sarà segnante tanto più è possibile che il patrimonio culturale possa favorire la crescita conoscitiva ed emotiva del soggetto. Per questo il patrimonio culturale potrebbe essere promotore di benessere mentale, integrazione, inclusione sociale.
Le ricerche condotte nei laboratori hanno il vantaggio di avere condizioni sperimentali perfettamente controllate, ma perdono l'impatto emotivo di essere davanti a una vera opera d'arte o un vero reperto archeologico, all'interno di un contesto museale o di un parco archeologico.
Il progetto Neuromuseum si è mosso proprio con l'intento di effettuare misurazioni nei luoghi reali, come il museo Egizio di Torino con le sue mummie e i suoi sarcofagi, il

Categoria	Struttura e funzione	Materiali e Metodi	Misura	Interpretazione
Misure neurofisiclogiche	Attività cerebrale (in particolare delle aree frontali)	Analisi elettroencefalografica a 10 elettrodi	Carico cognitivo (workload, CW)	Un maggiore CW corrisponde a un maggiore carico cognitivo
			Simmetria/asimmetria nella banda alfa (Approach-Withdrawal, AW)	Un maggiore indice AW corrisponde a una tendenza all'approccio allo lo stimolo
	coinvolgimento del sistema nervoso autono (in particolare del simpatico)	Attività elettrodermica della pelle	Risposta galvanica della pelle (Galvanic Skin Response	Un maggiore GSR corrisponde a un maggiore carico emotivo

Tab. 1. Indici neurometrici

museo Nazionale Etrusco di Roma con il giù citato Sarcofago degli Ssposi, e la Necropoli della Banditaccia a Cerveteri.
La tabella 1 riporta le misurazioni neurometriche effettuate nell'ambito del progetto Neuromuseum e descritte in generale nel precedente paragrafo.

Neuromuseum: Neuroestetica del Sarcofago degli Sposi

Il già citato Sarcofago degli Sposi è stato di estremo interesse nell'ambito del Progetto Neuromuseum. Questo è probabilmente il manufatto più importante presente al Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia a Roma. Il precedente studio di Giorgi e colleghi [2023] confrontava le reazioni cognitive ed emotive di soggetti che vedevano il sarcofago reale all'interno del museo e una sua ricostruzione virtuale, trovando che l'opera reale implicava un maggiore workload cognitivo ed un più alto indice emotivo, tuttavia l'indice di Approach Withdrawal era maggiore nel caso della ricostruzione virtuale.
Il Sarcofago degli Sposi fu rinvenuto presso il parco della Banditaccia di Cerveteri, anche se tutt'oggi non è certo in quale tomba fu ritrovato. Portato a Roma al Museo Nazionale Etrusco, a Cerveteri è ora presente una copia realizzata da Giugiaro costruita partendo da una scansione 3D che a sua volta è considerata un'opera d'arte ed è del tutto identica all'originale. Ciò ha permesso, nell'ambito del progetto NeuroMuseum, di svolgere un esperimento che rispondesse a una domanda fondamentale: che differenze ci sono nell'osservare un reperto archeologico originale ma in un museo che è un ambiente diverso dal suo luogo naturale e osservare una copia dello stesso reperto posta però all'interno del suo contersto originale, dove l'originale è stato ritrovato?

Nell'esperimento sono state arruolate 25 persone, 13 hanno prima visitato il sito di Cerveteri e poi il museo e 12 il contrario. Le neurometriche di queste persone sono state registrate sia davanti alla copia del Sarcofago degli Sposi esposta al parco della Banditaccia di Cerveteri, sia all'originale esposto al Museo Nazionale Etrusco di Roma. In entrambi i casi durante l'osservazione è stato riprodotto un audio contenente un commento al sarcofago, con taglio e contenuto diversi: un primo al Museo Nazionale Etrusco concentrato su temi di cultura e società della vita etrusca, il secondo a Cerveteri centrato invece su elementi più didascalici e descrittivi del ritrovamento. Ciascuno, infine, concludeva con una domanda per invitare alla riflessione sul sarcofago.

La figura 3 mostra i risultati ottenuti per il carico cognitivo, l'approccio allo stimolo e il coinvolgimento emotivo. Il carico cognitivo maggiore si è registrato al museo ($p=0.003$, Anova a misure ripetute), con un effetto significativo della narrazione ($p<0.001$) che ha visto il carico maggiore per il silenzio. Anche l'interazione tra i due fattori (sito e narrazione) è risultata statisticamente significativa ($p=0.029$), soprattutto perché la progressiva riduzione del CW durante l'ascolto della narrazione proposta a Cerveteri, che ha portato ad un valore minimo durante la domanda, probabilmente anche dovuto ad una progressiva riduzione dell'attenzione, non è stato riscontrato durante la domanda al museo in cui si è avuto un aumento del carico cognitivo.
L'AW invece è stato influenzato dalla narrazione ($p=0.030$), risultando minimo per la condizione in silenzio, ma non è stato influenzato dal sito ($p=0.637$), se non nell'interazione tra sito e narrazione ($p=0.039$) dovuto al fatto che in questo caso la domanda ha comportato un maggiore approccio nel parco archeologico.

La risposta galvanica della pelle è stata fortemente influenzata dal sito con un coinvolgimento emotivo più alto rispetto al parco archeologico ($p=0.008$), in entrambi i casi si è vista una riduzione di tale coinvolgimento durante la narrazione, anche rispetto a quella emotiva ($p=0.032$), mentre non c'è stata significativa interazione tra i due fattori ($p=0.230$).
L'osservazione dell'originale Sarcofago degli Sposi all'interno del museo si è dunque rivelata la condizione ad aver avuto un maggiore coinvolgimento sia cognitivo che emotivo, mentre l'approccio non è stato influenzato dal sito. La narrazione ha avuto un effetto significativo, ma questo effetto si è visto essere influenzato da una progressiva riduzione sia del carico cognitivo che di quello emotivo, probabilmente dovuto ad una progressiva riduzione dell'attenzione del soggetto. Solo la domanda è stata capace di modulare parzialmente questo andamento generalizzato.
Un dato interessante è che il carico cognitivo e quello emotivo hanno mostrato andamenti simili. Ciò suggerisce che i due aspetti non devono per forza essere visti come contrapposti, ma ciò che emoziona può anche stimolare una riflessione cognitiva più approfondita e viceversa. In particolare questa relazione sembra essere modulabile quando il visitatore viene coinvolto in prima persona attraverso una narrazione che gli pone delle domande, che possono aumentare l'approccio allo stimolo, e dunque favorire un'appropriazione del patrimonio culturale. Dall'altro lato si è visto come sia il carico cognitivo che quello emotivo decadano rapidamente davanti ad uno stimolo. Ciò può essere anche dovuto ad un effetto immediato di stupore quando si vede l'opera che però si riduce piuttosto velocemente. Questa interpretazione può trovare conferma in diversi studi che riportano come il primo

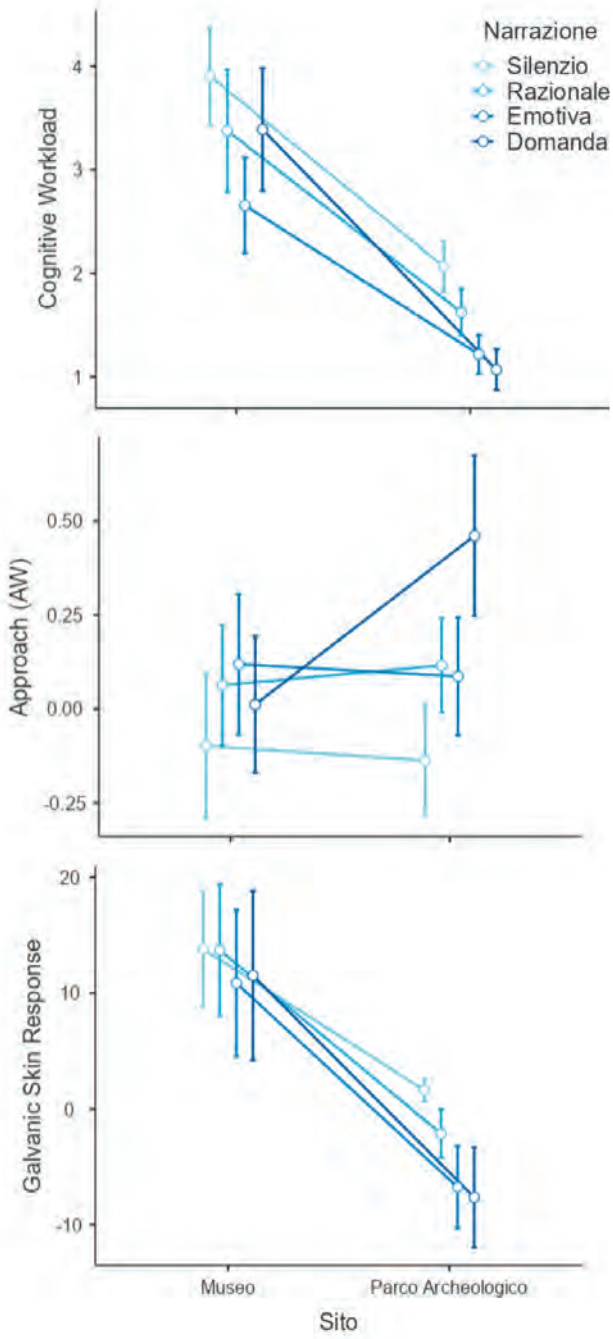


Fig. 3. Medie ed errori standard nei due siti e nelle quattro condizioni narrative dei parametri neurometrici

approccio ad un'opera sia fondamentale. Nell'arte ad esempio si è visto che vi sono due fasi e quella della prima impressione include molteplici aspetti come la comprensione cognitiva del senso dell'opera, l'analisi della sua struttura generale, dello stile in cui è fatta, il suo significato, e anche la reazione affettiva ad essa, seguita poi da una seconda fase in cui il soggetto ad esempio analizza i dettagli [Locher, 2015]. Si ha dunque anche un effetto sorpresa che può giocare un ruolo fondamentale nell'aumentare sia l'attenzione che la piacevolezza sia in opere d'arte che nella musica [Miles et al., 2021].

Neuromuseum: le Mummie egizie

Se il Sarcofago degli Sposi mette in relazione la morte di due persone con l'immortalità dell'opera che li rappresenta, altrettanto interessante è il caso delle mummie esposte nei musei, le più famose delle quali sono quelle egizie, per comprendere come il patrimonio culturale possa essere spunto di riflessioni presenti. Le esposizioni di mummie, infatti, aprono a valutazioni etiche relativi all'esposizione di resti umani, perché, di fatto, questo le mummie sono [Kaufmann & Rühli, 2010; Gill-Frerking, 2021]. In uno studio greco basato su questionari somministrati ai visitatori di un museo, il 46% sollevava questioni etiche relative all'esposizione di resti umani, e il 28% ipotizzava che questi potessero avere un impatto psicologico negativo [Raikos et al., 2012]. Ma questo studio si basava su questionari che riportavano la credenza dei visitatori e non quello che davvero essi percepivano.
Per questo nell'ambito del progetto Neuromuseum abbiamo condotto due esperimenti estremamente interessanti all'interno del Museo Egizio di Torino. Nel primo abbiamo confrontato le reazioni dei visitatori del museo davanti ad un sarcofago vuoto, un sarcofago contenente una mummia, e infine un sarcofago in cui la mummia era esposta fuori di esso. Nel secondo esperimento i visitatori entravano nella sala delle "Tre Sorelle" in cui sono esposte tre mummie, le due laterali completamente bendate, mentre quella centrale era parzialmente sbendata in modo che se ne potesse vedere il volto.
Nel complesso, agli esperimenti hanno partecipato 34 soggetti (età media 40,3 ± 14,4 anni, 23 donne) indossando un sistema elettroencefalografico portatile a 8 canali più due elettrodi di riferimento (Mindtooth, Brain Signs, Italia), un misuratore di variazione della frequenza cardiaca posto sul lobo dell'orecchio e collegato ad un misuratore di elettroconduttanza cutanea formato da due elettrodi posti sul secondo e terzo dito della mano non dominante avente come frequenza di campionamento 64Hz (Shimmer3 GSR+, Shimmer Sensing, Irlanda), e degli occhiali per il tracciamento oculare (Tobii Pro Glasses 3, Tobii, Svezia). Il Mindtooth, seguendo il sistema internazionale EEG 10-10, aveva 8 canali posti su AFz, AF3, AF4, AF7, AF8, Pz, P3 e P4), più un elettrodo di riferimento e uno di terra. La frequenza di campionamento era a 125 Hz, con un filtro notch che tagliava le interferenze elettriche ambientali a 50 Hz. Il segnale veniva poi filtrato passa alto a 2Hz e passa basso a 40Hz e consentiva di estrarre il *Cognitive Workload* facendo la media dei segnali EEG nella banda teta relativamente agli elettrodi frontali e l'*Approach Withdrawal* misurando l'asimmetria del segnale EEG nella banda alfa [Giorgi et al., 2024]. Gli indici sono stati normalizzati rispetto alla baseline in cui i soggetti erano in condizioni di riposo davanti a un muro bianco, come descritto precedentemente. I soggetti indossavano anche degli occhiali per eye-tracking.

Nel primo esperimento, i partecipanti venivano posizionati dal ricercatore di fronte a uno dei tre sarcofagi, con gli occhi chiusi, a una distanza di un metro. Su segnale del ricercatore, veniva chiesto loro di rimanere immobili, aprire gli occhi e osservare visivamente il sarcofago posto davanti a loro per un minuto. I partecipanti venivano testati in tre condizioni diverse, corrispondenti ai tre sarcofagi differenti. Uno dei sarcofagi era vuoto, uno conteneva una mummia, e il terzo era aperto con la mummia posizionata tra la base e il coperchio. L'ordine di presentazione dei tre sarcofagi era randomizzato tra i partecipanti. Ad occhio inesperto, i tre sarcofagi erano molto simili tra loro. Successivamente, i partecipanti compilavano un questionario sulle emozioni provate in ciascuna delle tre condizioni, nel quale valutavano 15 emozioni su una Scala Analogica Visiva (VAS) che andava da 0 (per niente) a 100 (massima intensità).
Sono state osservate differenze significative tra le tre condizioni in termini di carico cognitivo (Fig. 4 e Tab. 1). L'analisi post-hoc ha rivelato che il carico cognitivo era inferiore nella condizione senza la mummia ($p = 0.001$, per entrambe le comparazioni che coinvolgevano le condizioni con la mummia), mentre non sono emerse differenze statisticamente significative tra le due condizioni con la mummia ($p = 0.876$). Non sono state osservate differenze negli altri indici neurofisiologici. Nella condizione con la mummia posta all'esterno del sarcofago si è anche vista una correlazione significativa tra la frequenza cardiaca e l'indice AW ($R = -0{,}554$, $p = 0.001$).
I punteggi VAS del questionario indicavano che le emozioni riportate con maggiore intensità erano interesse, piacere estetico e meraviglia, senza differenze statisticamente significative tra le tre condizioni. Sono state osservate differenze significative ($p<0.05$) per la noia, che risultava inferiore quando era presente una mummia (indipendentemente dal fatto che fosse dentro o fuori dal sarcofago), per la malinconia (inferiore quando la mummia era all'interno del sarcofago) e per il piacere (anch'esso significativamente ridotto in quella condizione).

Nel secondo esperimento i partecipanti hanno visitato la sala delle "Tre Sorelle". Gli indici estratti dai segnali EEG e GSR sono stati confrontati per gli istanti prima e dopo che i soggetti notassero che una delle tre fosse sbendata. Dieci soggetti non hanno guardato la mummia sbendata, mentre per gli altri si è osservato un aumento dell'attivazione emotiva (GSR) dopo che i partecipanti hanno visto che una delle mummie era senza bende. La figura 5 mostra cosa accadeva ai soggetti dopo aver visto la mummia sbendata (l'attimo esatto è stato identificato attraverso il tracciamento oculare): il carico cognitivo si riduceva (ma non in modo significativo: $p=0.201$), da una sensazione di leggero approccio ai reperti (AW positivo) si passava ad uno di senso di respinta (AW negativo: anche questo però non statisticamente significativo, $p=0.447$), ma soprattutto si aveva un incremento del coinvolgimento emotivo (statisticamente significativo: $p=0.002$).
In sintesi, entrambi gli esperimenti hanno permesso di valutare le risposte cognitive ed emotive dei visitatori di fronte alle mummie. I risultati di entrambi gli esperimenti mostrano che l'osservazione delle mummie ha effettivamente suscitato un aumento nelle risposte cognitive ed emotive nei visitatori. In particolare, il carico di lavoro cognitivo era maggiore quando il sarcofago era esposto insieme alla mummia, rispetto a quando era vuoto. Nel secondo esperimento, è stata rilevata una maggiore attivazione emotiva nei visitatori che hanno osservato il volto non bendato di una delle mummie.

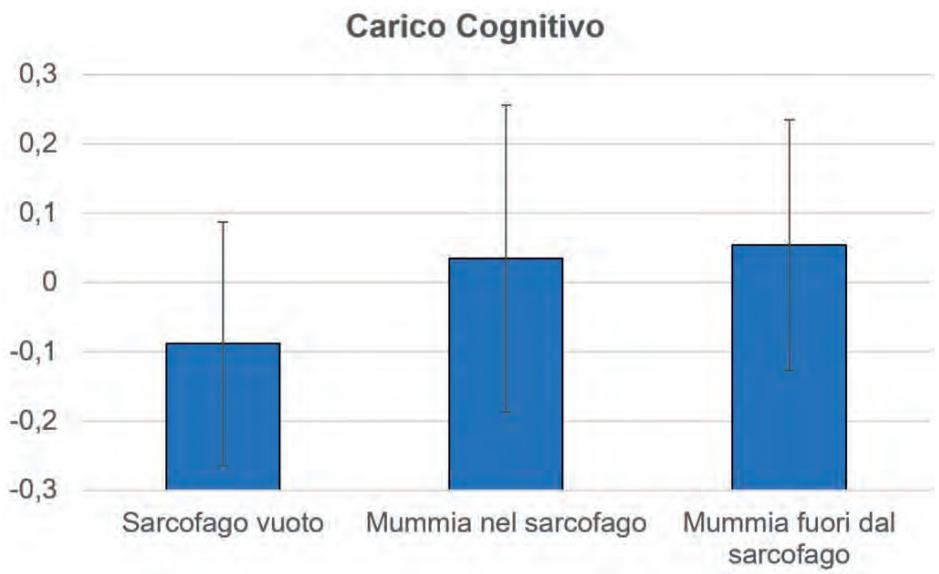


Fig. 4. Media e deviazione standard del carico cognitivo nelle 3 condizioni dei sarcofagi

Neuromuseum: una visione neuroestetica dell'appropriazione del patrimonio culturale

Il Progetto Neuromuseum ha mostrato l'importanza di acquisire misure neuropsicologiche direttamente nei siti reali, che siano musei o parchi archeologici, e soprattutto davanti all'opera reale e non a sue riproduzioni. Questo si è visto ad esempio con il Sarcofago degli Sposi: l'originale esposto al museo aumentava sia il carico cognitivo che quello emotivo.
Entrambi gli aspetti sono da considerarsi fondamentali per l'appropriazione del patrimonio culturale e non sembrano essere legati all'approccio che si ha allo stimolo, quanto più a riflessioni cognitive e alla percezione delle emozioni. Non solo il sito, ma anche il modo in cui un reperto è esposto diventa fondamentale, ma a volte non nel modo in cui ci si aspetta. Ad esempio i visitatori non hanno mostrato nessuna repulsione davanti alle mummie bendate, e si sono mostrati molto più interessati quando queste erano presenti. Certo, non tutti hanno guardato con attenzione il volto della mummia sbendata, ma coloro che l'hanno fatto hanno mostrato un aumento del coinvolgimento emotivo, con una riduzione del carico cognitivo.
La parte più razionale e quella più emotiva dunque in certi contesti sono state entrambe coinvolte, mentre in altri hanno avuto andamenti opposti e di questo bisogna chiaramente tenere conto quando si vogliono generare forme innovative e diverse dalle solite per favorire l'apprendimento culturale e l'appropriazione individuale del patrimonio. È chiaro che come sia narrata (ad esempio nelle audio-guide) un'opera è un aspetto fondamentale, ma che rischia di scontrarsi con una progressiva riduzione dell'attenzione che accade dopo i primi secondi di osservazione di un'opera. Un coinvolgimento personale del visitatore, ad esempio attraverso domande che possano stimolare una riflessione (sul piano cognitivo, ma che tengano conto anche di quello emotivo), possono portare a un ritorno attentivo

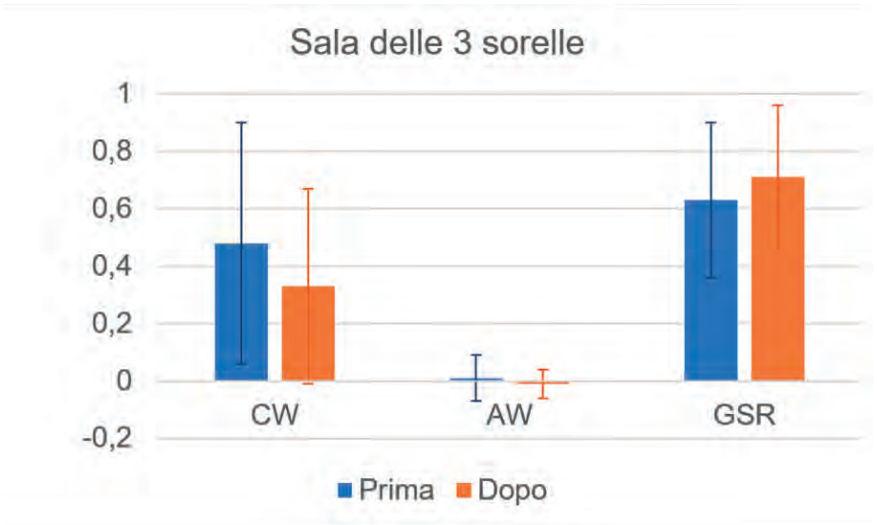


Fig. 5. Media e deviazione standard degli indici CW (carico cognitivo), AW (approccio-repulsione), GSR (conduttanza cutanea) normalizzati prima e dopo aver visto la mummia sbendata

attraverso una rielaborazione personale di quello che si sta osservando e ciò può comportare anche una migliore memorizzazione, forse non tanto delle nozioni, quanto dell'esperienza, che di nuovo va considerata nel suo duplice aspetto cognitivo ed emotivo. In questo è proprio l'esperienza personale che una domanda può stimolare che potrebbe giocare un ruolo fondamentale nell'appropriazione del patrimonio culturale, fermo restando che l'osservazione in silenzio ha comunque mostrato il più alto livello di carico cognitivo e di coinvolgimento emotivo, ma è anche stata la prima condizione, quella in cui il soggetto si trovava davanti l'opera per i primi istanti. L'ideale sarebbe testare scientificamente e strumentalmente le installazioni prima di aprirle al pubblico, per vedere l'effetto sia nella prima che nella seconda fase, testare eventuali audio guide, fatte tenendo conto di aspetti cognitivi ed emotivi, con la consapevolezza che l'attenzione progressivamente si riduce e che quindi vi è la necessità di riattivarla anche inserendo domande e spunti che consentano al visitatore interpretare attivamente, di favorire un suo coinvolgimento per una vera appropriazione del patrimonio culturale.

BIBLIOGRAFIA

R. Adolphs, H. Damasio, D. Tranel, G. Cooper, A. R. Damasio, *A role for somatosensory cortices in the visual recognition of emotion as revealed by three-dimensional lesion mapping*. in «Journal of Neurosciences» 20, 2000, pp. 2683–2690

F. Babiloni, P. Cherubino, I. Graziani, A. Trettel, G.M. Bagordo, C. Cundari, G. Borghini, P. Arico, A.G. Maglione, G. Vecchiato, *The great beauty: a neuroaesthetic study by neuroelectric imaging during the observation of the real Michelangelo's Moses sculpture*, in IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBS), *Proceedings*, 2014; pp. 6965-8.

M. Benedek e C. Kaernbach, *A continuous measure of phasic electrodermal activity*, in «Journal of Neuroscience Methods», 190(1-5), 2010; doi: 10.1016/j.jneumeth.2010.04.028

G. Cartocci et al., *Neurophysiological Measures of the Perception of Antismoking Public Service Announcements Among Young Population*, «Frontiers in Human Neurosciences», 12, 2018, p. 231; doi: 10.3389/fnhum.2018.00231

G. Cartocci et al., *NeuroDante: Poetry Mentally Engages More Experts but Moves More Non-Experts, and for Both the Cerebral Approach Tendency Goes Hand in Hand with the Cerebral Effort*, in «Brain Sciences», 11(3), 2021; doi: 10.3390/brainsci11030281

P. Cavanagh, *The artist as neuroscientist*, in «Nature», 434, 2005, pp.301–307

A. Chatterjee, O. Vartanian, *Neuroaesthetics. Trends*, in «Cognitive Sciences», 18(7), 2014, pp. 370–375.

R. J. Davidson, P. Ekman, C. D. Saron, J. A. Senulis, e W. V. Friesen, *Approach-withdrawal and cerebral asymmetry: Emotional expression and brain physiology*, in «Journal of Personality and Social Psychology», 58(2), 1990; doi: 10.1037/0022-3514.58.2.330

A. Delorme e S. Makeig, *EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis*, in «Journal of Neuroscience Methods», 134(1), 2004; doi: 10.1016/j.jneumeth.2003.10.009

C. Di Dio, E. Macaluso, G. Rizzolatti, *The golden beauty: brain response toclassical and renaissance sculptures*, PLoS One 2, 2007

C. Di Dio, M. Ardizzi, D. Massaro, G. Di Cesare, G. Gilli, A. Marchetti et al., *Human, nature, dynamism: the effects of content and movement perception on brain activations during the aesthetic judgment of representational paintings*, in «Frontiers in Human Neurosciences», 705(9), 2016; doi: 10.3389/fnhum.2015.00705

G. Di Flumeri, P. Aricó, G. Borghini, A. Colosimo, e F. Babiloni, *A new regression-based method for the eye blinks artifacts correction in the EEG signal, without using any EOG channel*, in 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)(agosto 2016), pp. 3187–3190

D. Freedberg, V. and Gallese, *Motion, emotion and empathy in esthetic experience*, in «Trends in Cognitive Sciences» 11, 2007, pp. 197–203.

H. Gill-Frerking, *Showing Respect to the Dead: The Ethics of Studying, Displaying, and Repatriating Mummified Human Remains*, in: D.H. Shin, R. Bianucci, (ed.) The Handbook of Mummy Studies, Springer, Singapore, 2022; https://doi.org/10.1007/978-981-15-3354-9_4

A. Giorgi, S. Menicocci, M. Forte, V. Ferrara, M. Mingione, P. Alaimo Di Loro, B. M. S. Inguscio, S. Ferrara, F. Babiloni, A. Vozzi, V. Ronca, G. Cartocci, *Virtual and Reality: A Neurophysiological Pilot Study of the Sarcophagus of the Spouses*, in «Brain Sciences», 13(4), p. 635, 2023

M. Iosa, *Il numero meraviglioso: la sezione aurea. Bellezza della matematica, armonia dell'universo, musica della natura,* Edizioni Scientifiche Tangram, Trento, Italia, 2018

M. Iosa, M.P. Lucia, C. Salera, *A Kinetic Ecological Approach to Beauty Perception: A Perspective Review on the Case of Symmetry and the Golden Ratio*, in «The European journal of neuroscience», 61(8), 2025

I.M. Kaufmann, F.J. Rühli, *Without 'informed consent'? Ethics and ancient mummy research,* in «Journal of Medical Ethics», 36(10), 2010, pp. 608-613

W. Klimesch, *EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis*, in «Brain Research Reviews», 29(2-3), 1999; doi: 10.1016/S0165-0173(98)00056-3

G. Knoblich, E. Seigerschmidt, R. Flach, W. Prinz, *Authorship effects in the prediction of handwriting strokes: evidence for action simulation during action perception*, in «The Quarterly Journal of Experimental Psychology», 55, 2002, pp. 1027–1046

P.J. Locher, *The Aesthetic Experience with Visual Art "At First Glance"*, in P. Bundgaard, F. Stjernfelt (ed.), *Investigations Into the Phenomenology and the Ontology of the Work of Art*, in «Contributions To Phenomenology», 81, 2015, Springer; https://doi.org/10.1007/978-3-319-14090-2_5

S. A. Miles, D. S. Rosen, S. Barry, D. Grunberg, N. Grzywacz, *What to Expect When the Unexpected Becomes Expected: Harmonic Surprise and Preference Over Time in Popular Music*, in «Frontiers in human neuroscience», 15, 2021, 578644. https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.578644

S.A. Miles, D.S. Rosen, N.M. Grzywacz, *Behavioral evidence of a harmonic surprise effect on preference in popular music*, in «Current Research in Behavioral Sciences», 3, 2022, 100080, ISSN 2666-5182

R. Oostenveld and P. Praamstra, *The five percent electrode system for high-resolution EEG and ERP measurements*, in «Clinical Neurophysiology», 112(4), 2001, pp. 713–719; doi: 10.1016/S1388-2457(00)00527-7

A. Raikos, G.K. Paraskevas, M. Tzika et al., *Human body exhibitions: public opinion of young individuals and contemporary bioethics*, in «Surgical and Radiologic Anatomy», 34, 2012, pp. 433–440; https://doi.org/10.1007/s00276-011-0925-4

V. Ronca et al., *Wearable Technologies for Electrodermal and Cardiac Activity measurements: a Comparison between Fitbit Sense, Empatica E4 and Shimmer GSR3+*, 2023; doi: 10.20944/preprints202306.0378.

G.T. Fechner, *Über die Frage des goldenen Schnitts*, Archiv fur diezeichnenden Kunste 11, 1865 pp. 100–112

N. Sciaraffa et al., *Validation of a Light EEG-Based Measure for Real-Time Stress Monitoring During Realistic Driving*, in «Brain Sciences», 12(3), 2022, p. 304; doi: 10.3390/brainsci12030304

M. A. Umilta', C. Berchio, M. Sestito, D. Freedberg, V. Gallese, *Abstract art and cortical motor activation: an EEG study*, in «Frontiers in Human Neurosciences», 311(6), 2012; doi: 10.3389/fnhum.2012.00311

A. Vozzi et al., *The Sample Size Matters: To What Extent the Participant Reduction Affects the Outcomes of a Neuroscientific Research. A Case-Study in Neuromarketing Field*, in «Sensors», 21(18), 2021, p. 6088; doi: 10.3390/s21186088

M. G. Wisniewski, E. R. Thompson, N. Iyer, J. R. Estepp, M. N. Goder-Reiser, e S. C. Sullivan, *Frontal midline θ power as an index of listening effort, in «Neuroreport»*, 26(2), 2015; doi: 10.1097/WNR.0000000000000306

S. Zeki, *Art and the Brain*, «Journal of Consciousness Studies», 6, 1999, pp. 76-96

RILIEVO 3D DI AMBIENTI MUSEALI E POSIZIONAMENTO INDOOR PER LOCALIZZAZIONE E TRACCIAMENTO DEGLI SPOSTAMENTI DEI VISITATORI

Paolo Dabove, Fabio Giulio Tonolo

Introduzione

Una delle attività previste dal progetto PRIN-PNRR Neuromuseum era relativa al rilievo metrico tridimensionale di ambientali museali attraverso tecniche geomatiche, per la creazione di un dato geometrico di riferimento a supporto di altri obiettivi specifici previsti dagli studi pilota, in particolare il posizionamento indoors dei visitatori e la creazione di ambienti virtuali. La componente geomatica del gruppo di ricerca ha quindi analizzato i requisiti tecnici richiesti, la conformazione dei due ambienti museali da rilevare (relativi a due dei pilot previsti dal progetto) ed eventuali altri vincoli, al fine di identificare le metodologie e gli strumenti idonei al rilievo.

Rilievo metrico 3D

La verifica dei requisiti in termini di accuratezza di posizionamento e di precisione dei rilievi, espressi dagli esperti delle altre discipline coinvolte nella ricerca (neuroscienziati e informatici in particolare) ha evidenziato come fosse sufficiente georeferenziare i dati acquisiti in sistemi di riferimenti locali, con precisioni nell'ordine dei dieci centimetri. Tali precisioni consentono infatti di definire sia un sistema di riferimento locale (necessario per la georeferenziazione dei percorsi dei visitatori e delle misurazioni delle relative emozioni) sia di modellare un ambiente virtuale tridimensionale sufficientemente realistico per le esperienze di visita simulata.
Relativamente alla tipologia di prodotto finale richiesta, si è verificato che una descrizione geometrica per punti fosse ottimale per eventuali successive modellazioni 3D reality-based degli ambienti e più che sufficiente per consentire la corretta georeferenziazione della strumentazione necessaria al posizionamento indoor dei visitatori.
Infine, è stato evidenziato un vincolo operativo e logistico relativo all'accesso ai luoghi, limitato alle giornate di chiusura o di minore affluenza di visitatori e comunque in un orario limitato.

Stante tali requisiti tecnici e vincoli operativi, tra le diverse tecnologie utilizzabili per il rilievo metrico 3D in ambito beni culturali [Teppati Losè, Rinaudo, 2025], sono state identificate come ottimali per la definizione delle geometrie degli ambienti museali quelle basate su strumentazione range-based (laser scanner). I sensori laser o *Light Detection and Ranging* (LiDAR), tipicamente posizionati su un treppiede e immobili per la durata dell'acquisizione, consentono di determinare la posizione 3D di punti attraverso l'invio di un impulso laser e la misura indiretta di distanze e diretta di angoli. I punti misurati sono relativi agli ostacoli incontrati dall'impulso che viene riflesso verso il sensore: l'ambiente 3D intorno al sensore viene rilevato grazie a un sistema integrato generalmente costituito da uno specchio oscillante e una testa rotante. Il dato generato tramite strumentazione laser scanner è una "nuvola" di punti, ovvero l'insieme dei milioni di punti tridimensionali misurati, per ognuno dei quali sono note le coordinate 3D e spesso attributi aggiuntivi come l'intensità di riflessione del laser o il colore della superficie relativa al punto misurato, che descrivono quindi la forma e la geometria dell'ambiente rilevato.

Considerando inoltre i vincoli operativi sopra descritti, che limitano il tempo disponibile per il rilievo, si è infine optato per l'utilizzo di sensori LiDAR mobili basati su tecnologia Simultaneous Localization and Mapping (SLAM). Gli algoritmi di localizzazione e mappatura simultanea consentono di acquisire contemporaneamente dati relativi alla geometria dell'ambiente all'interno del quale si muove il sensore (nel caso specifico dei sistemi a scansione laser la posizione tridimensionale di punti) e la posizione del sensore stesso rispetto a tale geometria [Di Pietra et al, 2020], consentendo di ottenere una nuvola di punti in un sistema di riferimento locale senza necessità di misure preliminari per la definizione (e materializzazione) dello stesso. Sono infatti algoritmi inizialmente sviluppati nell'ambito della navigazione autonoma di piattaforme mobili in ambienti sconosciuti, consentendo all'operatore di trasportare con una solo mano lo strumento muovendosi all'interno dell'ambiente da rilevare. La strumentazione SLAM è quindi più versatile rispetto ai laser scanner terrestri fissi, consentendo di acquisire rapidamente nuvole di punti in ambiente interno ed esterno, a discapito di una minore precisione del dato.

Per i rilievi oggetto della ricerca è stato utilizzato il Laser Scanner SLAM X120GO prodotto dalla Stonex (Fig. 1). Il sistema è dotato di una testa rotante in grado di generare una copertura 360° (orizzontale) x 270° (verticale) della nuvola di punti. In combinazione con l'algoritmo SLAM, può ottenere dati (sotto forma di nuvole di punti) ad alta precisione dell'ambiente circostante, anche senza illuminazione (naturale o artificiale) e in assenza di segnali inerenti il Global Navigation Satellite System (GNSS). Tre sensori fotografici da 5MP ciascuno ricoprono un campo visivo complessivo di 200° orizzontale e 100° verticale, acquisendo in modo sincrono informazioni sulla radiometrica e consentendo di generare nuvole di punti a colori e immagini panoramiche[1].

[1] *https://stonexdocs.s3.eu-central-1.amazonaws.com/Brochure_ITA/Laser_Scanner/X120GO/X120GO_Brochure_ITA.pdf*



Fig. 1. Laser scanner X120GO della società Stonex (*fonte: https://www.stonex.it/it/prodotto/x120go-slam-laser-scanner/#download*)

La testa rotante consente una copertura di 360° (orizzontale) x 270° (verticale) dell'area rilevata e le tre camere frontali la generazione di immagini panoramiche e la colorazione della nuvola di punti

Durante la ricerca, i rilievi con tecnologia Laser Scanner SLAM hanno interessato alcuni spazi e sale espositive interni del Museo Egizio di Torino e le aree interne ed esterne della Necropoli della Banditaccia di Cerveteri, due dei casi studio previsti dal progetto.
In Figg. 2-4 sono visualizzati alcuni esempi di rappresentazioni 3D basate sulla nuvola di punti colorata acquisita in ambiente indoor presso il Museo Egizio di Torino. A partire dalla visualizzazione della nuvola completa (Fig. 2), che descrive quindi la geometria complessiva dell'ambiente rilevato, è possibile sezionare la nuvola per ottenere rappresentazioni assimilabili a piante (Fig. 3) e sezioni speditive, oltre che a visualizzazione prospettiche della distribuzione delle teche o dettagli delle stesse (Fig. 4).

Relativamente al Pilot del Museo Egizio, tali rilievi metrici 3D hanno permesso di georeferenziare in un sistema di riferimento locale la posizione di strumentazione ultra-wideband (UWB) fissa (le cosiddette *anchors*) al fine di poter determinare la posizione degli utenti che si muovono all'interno di spazi museali di interesse. Tale tecnologia e i risultati dei test effettuati sono descritti e discussi nei paragrafi seguenti, evidenziandone potenzialità e criticità.

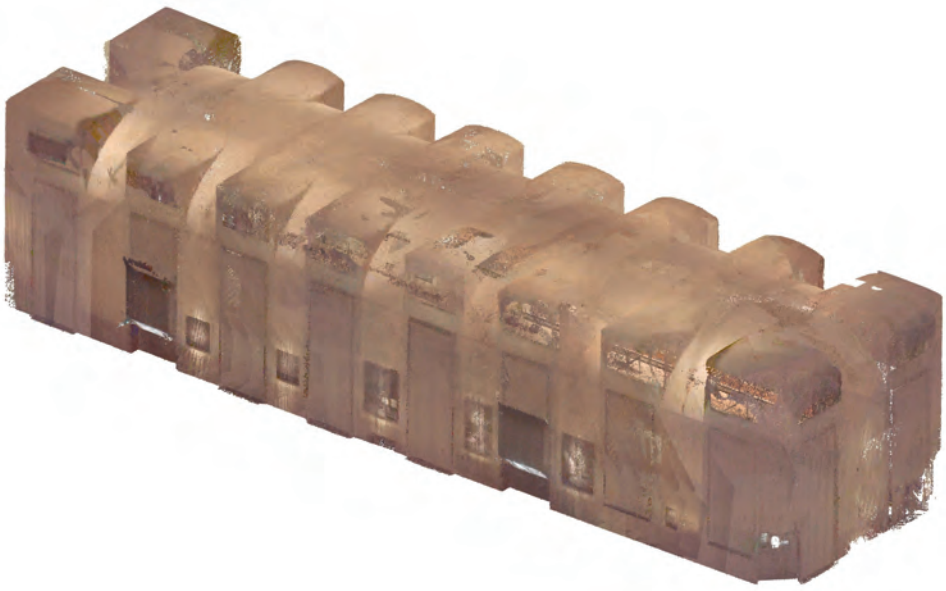


Fig. 2. Visualizzazione tridimensionale della nuvola di punti completa della Sala di Kha al Museo Egizio di Torino



Fig. 3. Sezione della nuvola utile alla rappresentazione di una pianta speditiva

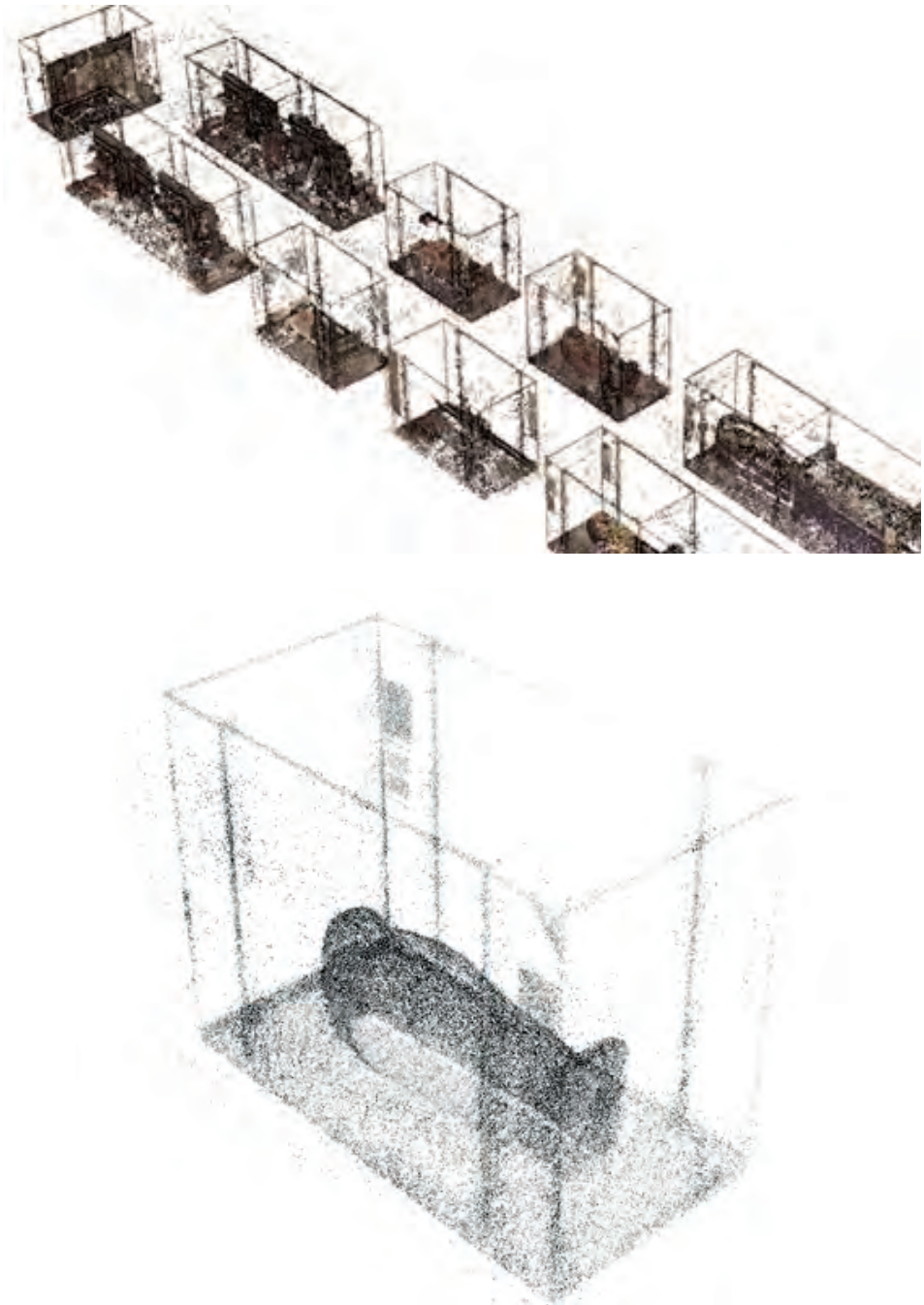


Fig. 4. Rappresentazione prospettica delle singole teche espositive a diversi livelli di dettaglio

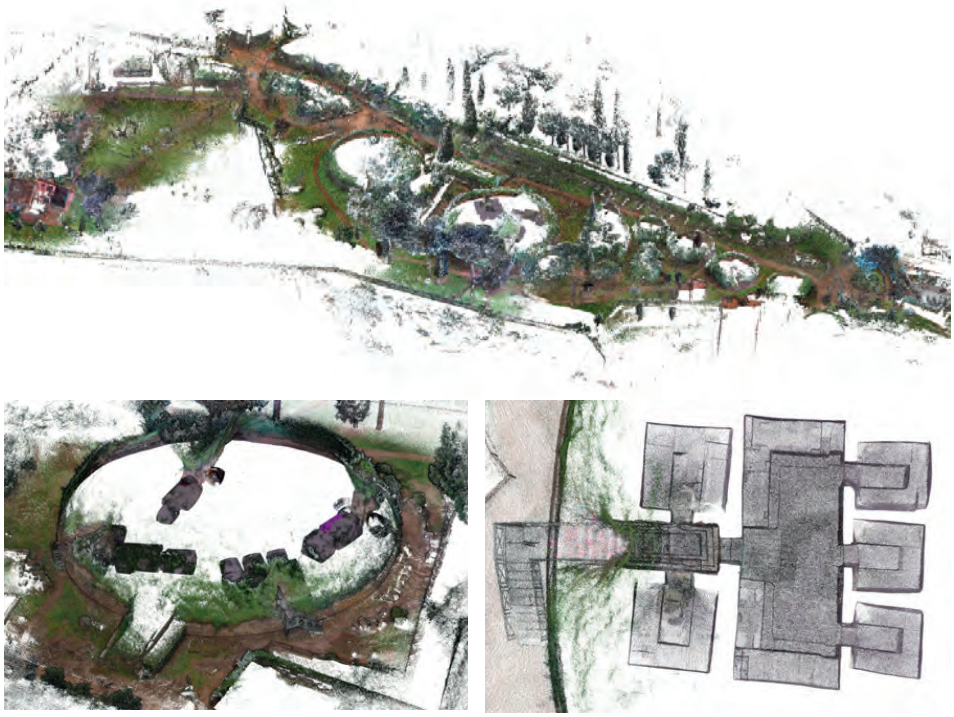


Fig. 5. Visualizzazione tridimensionale della nuvola di punti completa dei percorsi di visita (alto) e del dettaglio del rilievo esterno e interno della Tomba dei vasi greci (basso) presso la Necropoli della Banditaccia di Cerveteri

Tracciamento degli spostamenti dei visitatori in ambiente chiuso

Il problema della localizzazione in ambienti indoor rappresenta una delle sfide più rilevanti per la geolocalizzazione moderna, poiché le tecnologie satellitari tradizionali (GNSS) non sono in grado di garantire prestazioni accettabili in presenza di copertura edilizia, con conseguente attenuazione e riflessione dei segnali. Per risolvere questo limite sono stati sviluppati numerosi approcci, che sfruttano fonti di informazione alternative e algoritmi specifici.
Una prima classe di tecniche si basa su segnali radio di largo impiego, come Wi-Fi [Yang, Shao, 2015; Liu et al, 2020; Shang and Wang, 2022] e *Bluetooth® Low Energy* (BLE) [Subhan et al, 2011]. In questo caso, la posizione viene stimata tramite due principali metodologie: (i) trilaterazione, che calcola la distanza dal ricevitore a diversi punti di accesso sulla base dell'intensità del segnale ricevuto (RSSI), e (ii) *fingerprinting*, che confronta le misure correnti con una mappa di segnali campionata in precedenza. Sebbene ampiamente diffusi, questi sistemi soffrono di limitazioni dovute all'instabilità del segnale e alla necessità di attività preliminari di calibrazione.
Un altro approccio sfrutta RFID (Radio Frequency Identification) [Bekkali et al, 2007; Bai et al, 2012], che consente di individuare la presenza di tag in prossimità di specifici rea-

der. Questa soluzione è particolarmente utile per applicazioni logistiche, ma non fornisce una localizzazione continua. In parallelo, le tecniche basate su sensori inerziali integrati in smartphone o dispositivi indossabili permettono un posizionamento relativo attraverso l'analisi dei movimenti (*dead reckoning*). Tuttavia, gli errori tendono ad accumularsi nel tempo, rendendo necessaria la correzione tramite altre fonti di dato.
Infine, l'indoor positioning visivo, che utilizza telecamere [Werner et al, 2011], marker ottici o algoritmi di computer vision [Morar et al, 2020], garantisce alta precisione ma a costi infrastrutturali e computazionali elevati. Tecnologie emergenti come l'UWB stanno invece dimostrando notevoli potenzialità, poiché consentono misure dirette di distanza con precisioni sub-metriche [Alarifi et al, 2016; Dabove et al, 2018]. In generale, gli approcci più promettenti derivano dall'integrazione di più tecniche, in modo da combinare robustezza, precisione e scalabilità.
Tra le tecnologie di indoor positioning, i sistemi basati su UWB si distinguono per la loro capacità di garantire elevata precisione, robustezza e flessibilità. L'UWB utilizza impulsi radio a larghissima banda (superiore a 500 MHz), che permettono di stimare con accuratezza il tempo di volo (*Time of Flight* - ToF) del segnale trasmesso tra un tag mobile e una serie di ancore fisse opportunamente distribuite nell'ambiente. Da tali misure di distanza è possibile derivare la posizione del tag tramite algoritmi di trilaterazione o multilaterazione.
L'ampiezza spettrale del segnale consente di distinguere con facilità tra percorso diretto e percorsi *multipath*, migliorando significativamente le prestazioni in ambienti complessi, come fabbriche o edifici con numerose superfici riflettenti. In condizioni ottimali, l'accuratezza raggiunge valori dell'ordine di 10–30 cm, nettamente superiori a quelli ottenibili con Wi-Fi o BLE. Per ottimizzare le prestazioni, spesso vengono adottati filtri di stima, come Kalman o particle filter, in grado di ridurre gli effetti del rumore e migliorare la continuità della traiettoria [Feng et al, 2020].
Dal punto di vista operativo, i sistemi UWB presentano ulteriori vantaggi: il consumo energetico ridotto li rende adatti all'impiego in dispositivi indossabili o in sensori per l'Internet of Things (IoT), mentre la scalabilità dell'infrastruttura consente di estendere facilmente la copertura dell'area di interesse. Queste caratteristiche li rendono particolarmente promettenti in applicazioni di industria 4.0, per il tracciamento di beni e personale in magazzini e stabilimenti produttivi, ma anche in ambito museale, per il monitoraggio di visitatori o la loro localizzazione.
Permangono tuttavia alcune sfide, come i costi infrastrutturali legati all'installazione delle ancore e la necessità di una calibrazione accurata del sistema. Inoltre, in ambienti estremamente complessi o in presenza di ostacoli significativi, anche l'UWB può subire degradazioni di prestazione. Per questo motivo, si stanno sviluppando approcci ibridi che integrano UWB con sensori inerziali, visione artificiale o dati provenienti da reti Wi-Fi e BLE, al fine di ottenere un posizionamento robusto e continuo anche in scenari critici.

Le differenti tipologie di stestemi UWB

I sistemi di posizionamento basati su UWB hanno conosciuto negli ultimi anni un notevole sviluppo, grazie alla capacità di garantire precisioni elevate, anche in ambienti complessi. Tuttavia, non esiste un'unica architettura di sistema: diverse tipologie si distinguono in base alla modalità di misura, all'algoritmo di localizzazione adottato e alla configurazione tra dispositivi mobili (tag) e stazioni fisse (ancore).
La prima distinzione riguarda il tipo di parametro radio utilizzato per la stima della distanza (come riassunto in Fig. 6 – alto). Le tecniche più diffuse sono:

— Time of Flight (ToF): misura diretta del tempo di propagazione del segnale tra tag e ancore. Richiede un'elevata sincronizzazione temporale, ma garantisce precisioni molto alte.
— Two-Way Ranging (TWR): misura la distanza senza bisogno di sincronizzazione globale, inviando e ricevendo messaggi in entrambe le direzioni. È più semplice da implementare, ma introduce ritardi dovuti allo scambio di pacchetti.
— Time Difference of Arrival (TDoA): calcola la posizione a partire dalla differenza dei tempi di arrivo del segnale a più ancore sincronizzate. È molto efficiente per il tracking in tempo reale, ma necessita di una rete di ancore con sincronizzazione estremamente precisa.
— Angle of Arrival (AoA): utilizza array di antenne per stimare la direzione del segnale. Sebbene meno diffusa, questa tecnica può integrare TDoA o ToF per migliorare l'accuratezza in scenari complessi. Un secondo criterio di classificazione riguarda la configurazione architetturale:
— Nei sistemi tag-centrici, il dispositivo mobile elabora direttamente le informazioni ricevute dalle ancore per calcolare la propria posizione. Ciò riduce il carico computazionale della rete, ma richiede maggiore capacità di calcolo lato utente.
— Nei sistemi network-centrici, invece, sono le ancore o un server centrale a elaborare i dati, inviando poi al tag la posizione stimata. Questa soluzione è particolarmente indicata per applicazioni industriali e logistiche, dove il monitoraggio di molti dispositivi deve essere gestito in modo centralizzato.

Dal punto di vista applicativo, si distinguono inoltre sistemi monostatici e multistatici. Nei primi, la stessa unità trasmette e riceve il segnale, mentre nei secondi sono coinvolte più unità cooperative, che consentono maggiore accuratezza e copertura.
Le implementazioni moderne tendono a integrare filtri di stima avanzati, come *Extended Kalman Filter* (EKF) o *Particle Filter*, per ridurre gli effetti del rumore e migliorare la continuità del tracciamento. Alcuni sistemi combinano l'UWB con altre tecniche (ad esempio sensori inerziali, visione artificiale o dati Wi-Fi/BLE), configurando approcci ibridi che aumentano robustezza e resilienza in scenari difficili.
In termini di mercato e standardizzazione, l'UWB ha beneficiato della definizione dello standard IEEE 802.15.4a/4z, che regola i protocolli per comunicazioni e posizionamento a corto raggio. Le soluzioni commerciali si differenziano tra sistemi chiavi in mano, destinati principalmente all'industria e alla logistica (ad esempio per il tracciamento di beni e veicoli AGV), e soluzioni consumer, come i dispositivi integrati in smartphone e smart tag (es. Apple AirTag, Samsung SmartTag+), che sfruttano UWB per localizzazione precisa in spazi domestici o uffici.

In sintesi, i sistemi UWB possono essere classificati secondo diverse dimensioni: parametro misurato (ToF, TDoA, AoA), architettura (tag-centric o network-centric, Fig. 3 - centro), configurazione (monostatica o multistatica, Fig. 3 - destra) e finalità applicativa (industriale o consumer). L'evoluzione attuale mira a sviluppare soluzioni sempre più scalabili, interoperabili e ibride, in grado di coniugare l'elevata precisione intrinseca dell'UWB con la robustezza richiesta da scenari reali e complessi.

La validazione del sistema UWB scelto

Dopo un'attenta analisi bibliografica sullo stato dell'arte della strumentazione ad oggi disponibile e a valle di alcune esperienze scientifiche di alcuni membri del gruppo di ricerca di geomatica del Politecnico di Torino – DIATI [Dabove et al, 2018], si è optato per l'uso degli UWB sviluppati dalla Pozyx®, anche a seguito di pubblicazioni scientifiche che dimostrano l'affidabilità e validità di tale strumentazione.
Pozyx è una piattaforma di localizzazione indoor basata su tecnologia Ultra Wide Band (UWB), sviluppata originariamente come spin-off accademico e oggi largamente diffusa in ambito industriale e di ricerca. L'obiettivo principale di Pozyx è fornire un sistema di *Real-Time Location System* (RTLS) ad alta precisione, semplice da implementare e flessibile, capace di adattarsi a molteplici scenari applicativi.
Il principio di funzionamento si basa sulla misura del ToF dei segnali UWB scambiati tra tag mobili e ancore fisse. I dati raccolti vengono successivamente elaborati tramite algoritmi di trilaterazione o multilaterazione, eventualmente integrati da filtri di stima (ad esempio Extended Kalman Filter) per ridurre rumore e discontinuità nelle traiettorie. Il risultato è una localizzazione con precisione tipicamente sub-metrica, spesso dell'ordine dei 10–30 cm.
Pozyx® propone diverse architetture di sistema. Nella configurazione network-centric, le ancore inviano i dati di misura a un'unità centrale (controller o server), che calcola la posizione dei tag in tempo reale. Questo approccio è particolarmente indicato in scenari industriali e logistici, dove è necessario monitorare simultaneamente un elevato numero di oggetti o operatori. In alternativa, sono possibili configurazioni tag-centriche, dove i dispositivi mobili elaborano direttamente la propria posizione, riducendo la dipendenza da un'infrastruttura di rete estesa.
Dal punto di vista hardware, Pozyx® offre una gamma di dispositivi che includono ancore UWB, tag indossabili o montabili su oggetti e gateway di controllo. Le ancore possono essere alimentate via Ethernet o batteria, consentendo flessibilità nell'installazione. I tag, di dimensioni ridotte e basso consumo energetico, sono progettati per applicazioni sia industriali (tracking di beni, attrezzature o veicoli AGV) sia in ambito sicurezza (monitoraggio di operatori in zone a rischio).
Un elemento distintivo di Pozyx® è l'attenzione alla scalabilità e all'integrazione software. La piattaforma dispone di interfacce API e SDK che facilitano l'integrazione con sistemi gestionali aziendali, software di automazione o applicazioni di analisi dati. Inoltre, la compatibilità con protocolli standard (ad esempio MQTT per l'IoT) consente di inserire facilmente i dati di localizzazione in architetture di tipo Industria 4.0.

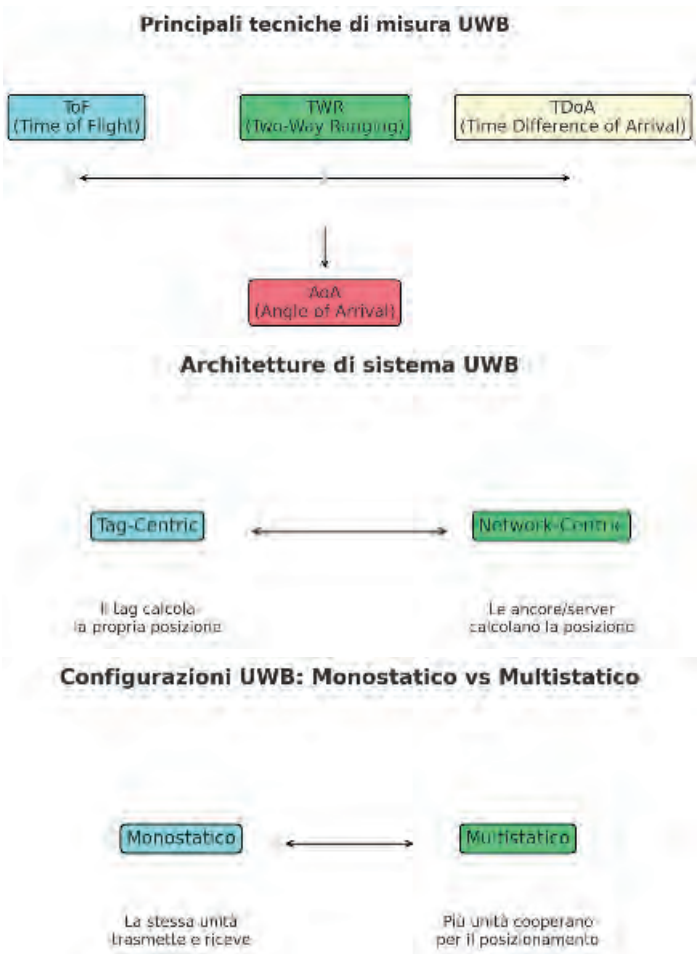


Fig. 6. Principali caratteristiche dei sistemi UWB, tecniche (alto), architetture (centro) e configurazioni (basso)

Dal punto di vista delle prestazioni, Pozyx® si distingue non solo per l'accuratezza, ma anche per la bassa latenza, con frequenze di aggiornamento fino a decine di Hz, rendendo il sistema adatto ad applicazioni dinamiche, come il tracciamento di persone all'interno di ambienti museali. La robustezza al *multipath*, tipica della tecnologia UWB, garantisce affidabilità anche in ambienti industriali complessi, caratterizzati da numerose superfici riflettenti e interferenze elettromagnetiche.
Sulla base di quanto detto in precedenza, si è scelta tale strumentazione per poter andare a localizzare e tracciare visitatori all'interno di musei: nonostante tale tecnologia sia affidabile, i segnali elettromagnetici utilizzati per il posizionamento vengono disturbati da ostacoli presenti all'interno delle aree oggetto di studio, creando interferenze che vanno a degradare la posizione. Per tale motivo, prima di utilizzare la strumentazione nelle aree oggetto di studio si è provveduto a valutare come differenti tipologie di materiale possano

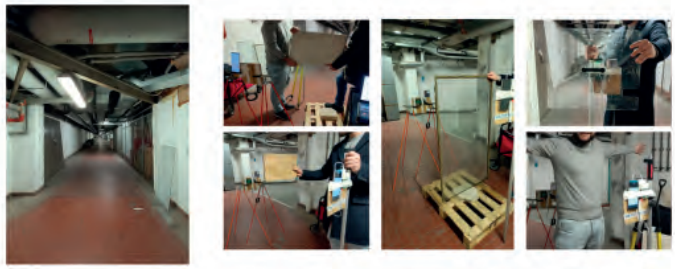


Fig. 7. L'immagine a sinistra mostra il corridoio utilizzato per l'acquisizione, mentre le immagini a destra illustrano i cinque diversi materiali testati per l'esperimento

impattare sulla qualità del posizionamento. Nel paragrafo successivo, si descriveranno dapprima i test effettuati per valutare gli effetti che differenti materiali hanno sulla qualità del segnale, dunque a descrivere i test di indoor positioning effettuati all'interno del Museo Egizio di Torino, focalizzando l'attenzione sui relativi risultati ottenuti.

I test effettuati e risultati ottenuti

Per raggiungere gli obiettivi di questo progetto, sono state condotte due distinte analisi. La prima si è concentrata su analisi della qualità dei segnali e dei disturbi che questi segnali hanno quando oltrepassano elementi di differente natura in un ambiente controllato, con l'obiettivo di determinare se esistano correlazioni tra distanze misurate, materiali, potenza ed errori. In questo contesto, l'obiettivo era stimare una funzione matematica che potesse essere utilizzata per correggere le distanze misurate in uno scenario reale, che viene esplorato nel secondo caso di studio.
Le attività sono state svolte in un lungo corridoio del Politecnico di Torino, in un ambiente controllato scelto per ridurre al minimo le interferenze esterne. L'impostazione sperimentale prevedeva il posizionamento di un singolo ancoraggio UWB in una posizione fissa e la misurazione del segnale ricevuto da un tag UWB posizionato a distanze predefinite: 1m, 2m, 5m, 10m, 20m, 30m, 50m, 75m e 100m.
Per valutare l'effetto dell'ostruzione del materiale, cinque materiali diversi (Fig. 7) sono stati posizionati individualmente tra l'ancoraggio e il tag a una distanza fissa di 0,5 m dai tag. I materiali selezionati sono stati scelti per riflettere elementi comuni presenti in un ambiente museale:
— Plexiglass, comunemente utilizzato nelle teche museali.
— Legno, che rappresenta elementi strutturali o decorativi.
— Vetro, che simula le teche museali.
— Calcestruzzo, che rappresenta muri e barriere negli spazi interni.
— Corpo umano, che tiene conto dell'interferenza dei visitatori.

Inoltre, è stata condotta una misurazione senza alcun materiale di ostruzione per fornire un riferimento per il confronto.

Le specifiche principali del dispositivo sono dettagliate nella Tab. 1. Per l'esperimento, è stato utilizzato un singolo ancoraggio UWB e un tag UWB. L'ancoraggio è stato montato saldamente su un treppiede per garantire la stabilità durante i test, mentre il tag UWB è stato fissato a un palo, che ha funzionato come rover. Questa configurazione è illustrata nella Fig. 8.

FEATURE	POZYX® SPECIFICATION
Size	60x53mm
Weight	12g
Band	3.5-6.5GHz
Power	-41dBm/MHz
Antenna	Onboard DW1000
Ranging	IR-UWB TWR
Rate	80 Hz

Tab.1. Caratteristiche principali della strumentazione utilizzata

L'acquisizione dei dati è stata gestita tramite uno script Python fornito da Pozyx®, che ha registrato in modo continuo i dati di distanza durante ogni esperimento. Ogni test è stato condotto in condizioni statiche per 2 minuti per materiale, garantendo una raccolta dati sufficiente a ciascuna distanza. Per convalidare la precisione di posizionamento del sistema UWB, è stato necessario stabilire una traiettoria di riferimento, comunemente nota come *ground truth*, più accurata della soluzione in fase di valutazione. Nei test condotti, è stato utilizzato un distanziometro laser per misurare la distanza effettiva all'inizio di ogni test.

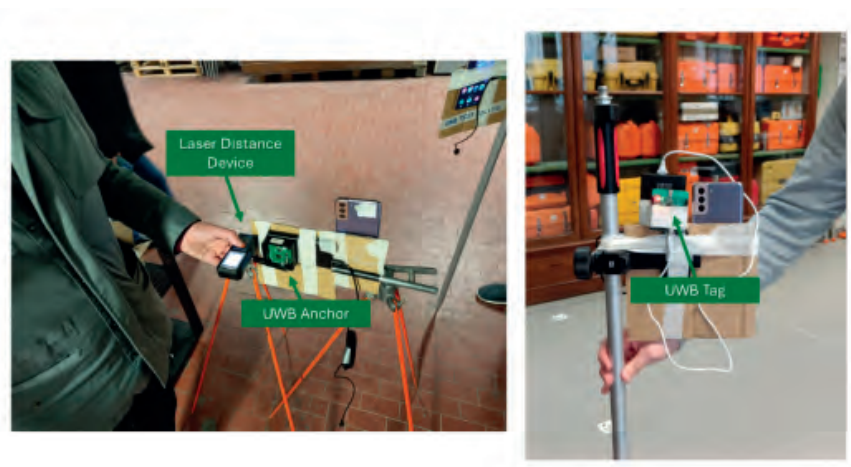


Fig. 8. Dispositivo laser utilizzato per le misurazioni di *ground truth* accanto all'ancoraggio UWB. L'immagine a destra illustra il tag montato utilizzato per l'acquisizione dati

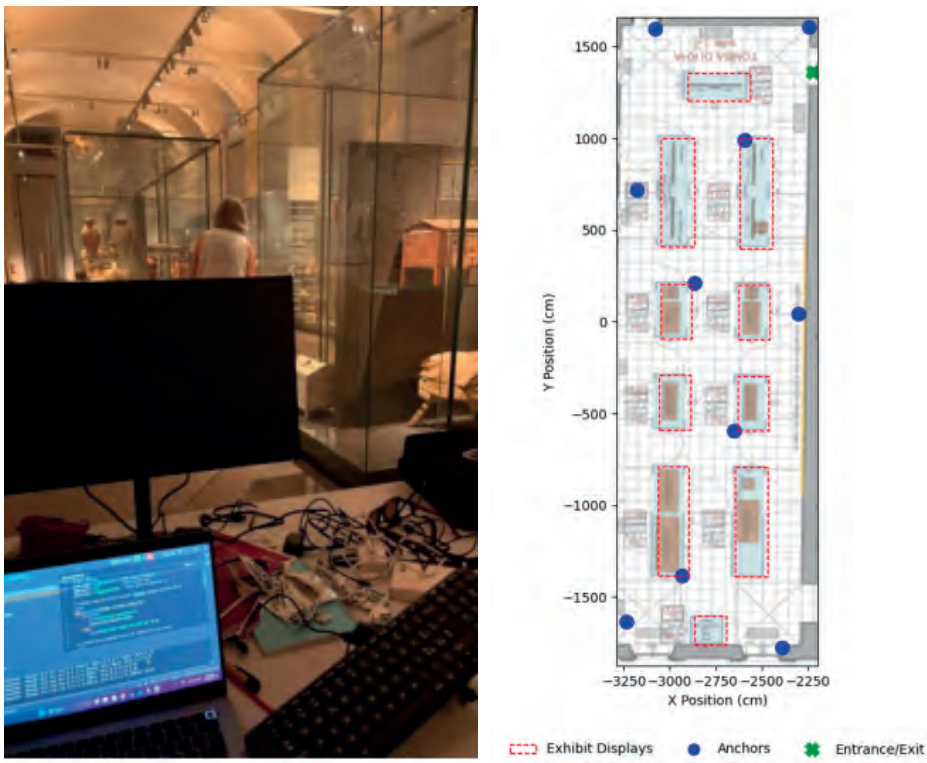


Fig. 9. Configurazione durante l'esperimento museale con il PC utilizzato per l'acquisizione dati in tempo reale (sinistra) e layout della sala museale nella quale sono stati condotti i test (destra)

Il secondo esperimento ha invece voluto valutare le prestazioni del dispositivo UWB in un ambiente indoor reale, ovvero una sala museale. L'obiettivo principale di questo studio era quello di tracciare individualmente le posizioni di sette visitatori e valutare l'accuratezza del sistema in uno spazio pieno di teche in vetro. È noto che le superfici in vetro influenzano la propagazione del segnale UWB a causa delle loro proprietà riflettenti e rifrattive, rendendo questo scenario un'eccellente opportunità per testare le prestazioni del dispositivo in un contesto reale, come mostrato in Fig. 9 - sinistra.

Il test è stato condotto nel Museo Egizio di Torino, all'interno di una sala di circa 30 m × 9 m (rilevata con strumentazione SLAM e rappresentata in 3D in Figura 2), come mostrato in Fig. 9 - destra. All'interno della sala, sono stati installati 10 ancoraggi UWB in posizioni strategiche per garantire una copertura ottimale e ridurre al minimo l'ostruzione da parte delle teche, mantenendo le condizioni di *Line-Of-Sight* ove possibile. La stanza era composta principalmente da superfici in vetro, comunemente presenti nelle teche espositive, che presentavano realistiche sfide di multipath dovute all'attenuazione del segnale e alle riflessioni di questi materiali.
Ai partecipanti è stato consegnato un tag UWB in mano durante il test, che emetteva segnali verso le ancore. Per semplificare l'acquisizione dei dati, ogni partecipante è stato

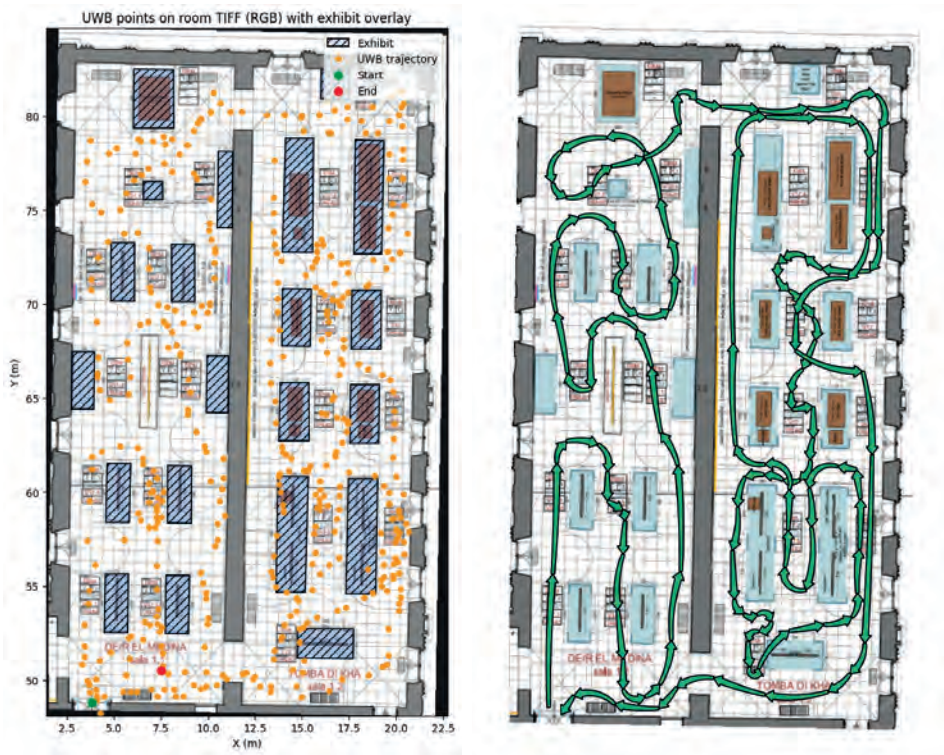


Fig. 10. Soluzioni di posizionamento ottenute con strumantazione UWB (in arancione, figura a sinistra) e traiettoria a valle dell'applicazione dell'algoritmo di reiezione degli *outliers* (in verde, figura a destra)

testato individualmente, con il risultato di file separati per ciascuno di essi contenenti misure di distanza, potenza del segnale e coordinate x, y e z.
Come nel caso di studio precedente, è stato utilizzato lo stesso dispositivo commerciale a basso costo, Pozyx®, configurato con uno script basato su Python fornito dal produttore. Questo script ha consentito la raccolta dati in tempo reale e ha garantito impostazioni di acquisizione coerenti durante l'esperimento. La stima della posizione è stata effettuata utilizzando la stessa tecnica TWR del primo caso di studio. Un esempio di soluzione ottenuta direttamente dal sistema UWB è disponibile in Fig. 10 (sinistra), mentre nella Fig. 10 (destra) si può vedere la traiettoria sempre dello stesso visitatore a valle dell'applicazione di un algoritmo che permette la rimozione di outliers e rumore di misura, dovuto anche alle superfici riflettenti. Le precisioni delle soluzioni ottenibili con la strumentazione utilizzata sono di circa 25 cm, dopo essere andati ad applicare algoritmi di riduzione del rumore e reiezione di errori grossolani, opportunamente sviluppati per le analisi in questione.

Tali informazioni si sono rese necessarie per poter andare a correlare la posizione di ogni singolo visitatore con le misure neuro-fisiologiche, atte a raggiungere gli scopi del progetto.

I principali risultati delle analisi sulla qualità delle misure ottenibili con tale strumentazione sono stati presentati al convegno scientifico internazionale 2025 IEEE/ION PLANS che si è tenuto a Salt Lake City nell'aprile 2025 e sono disponibili nella pubblicazione Makellaraki et al (2025).

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano le colleghe e i colleghi del Politecnico di Torino afferenti ai gruppi di ricerca del Laboratorio di Geomatica per i beni architettonici (G4CH, Geomatics for Cultural Heritage Lab) del Dipartimento di Architettura e Design, in particolare l'Arch. Giulia Sammartano, e dei Laboratori di Topografia e Geomatics Lab del Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI) che hanno collaborato alla fase di acquisizione dati, in particolare i dott. Vincenzo Di Pietra, dott. Milad Bagheri e dott. ssa Angeliki Makellaraki per il supporto fornito anche nelle fasi di processamento dati.

BIBLIOGRAFIA

A. Alarifi, A. Al-salman, M. Alsaleh, A. Alnafessah, S. Al-Hadhrami, M.A. Al-Ammar, H.S. Al-Khalifa, *Ultra wideband indoor positioning technologies: Analysis and recent advances*, in «Sensors», 16(5), 2016, p. 707

Y.B. Bai, S. Wu, H.R. Wu, K. Zhang, *Overview of RFID-Based Indoor Positioning Technology*. GSR, 2012

A. Bekkali, H. Sanson, M. Matsumoto, *RFID indoor positioning based on probabilistic RFID map and Kalman filtering*, in Third IEEE International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob 2007), p. 21. IEEE

P. Dabove, V. Di Pietra, M. Piras, A.A. Jabbar, S.A. Kazim, *Indoor positioning using Ultra-wide band (UWB) technologies: Positioning accuracies and sensors' performances*, In 2018 IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium (PLANS), pp. 175-184

V. Di Pietra, P. Dabove, M. Piras, A.M. Lingua, *Evaluation of positioning and ranging errors for UWB indoor applications*. In IPIN (Short Papers/Work-in-Progress Papers), 2019, pp. 227-234

V. Di Pietra, P. Dabove, M. Piras, *Seamless navigation using UWB-based multisensor system*. In 2020 IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium (PLANS), 2020, pp. 1079-1084

V. Di Pietra, N. Grasso, M. Piras, P. Dabove, *Characterization of a mobile mapping system for seamless navigation*, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLIII-B1-2020, 227–234; *doi: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B1-2020-227-2020,* 2020

D. Feng, C. Wang, C. He, Y. Zhuang, X.G. Xia, *Kalman-filter-based integration of IMU and UWB for high-accuracy indoor positioning and navigation*. IEEE Internet of Things Journal, 7(4), 2020, p. 3133-3146

F. Liu, J. Liu, Y. Yin, W. Wang, D. Hu, P. Chen, Q. Niu, *Survey on WiFi based indoor positioning techniques.* IET communications, 14(9), 2020, 1372-1383

A. Makellaraki, V. Di Pietra, P. Dabove, *SAssessing Material Impacts in NLOS UWB Ranging Errors: Characterization for Museum Environments.* 2025 IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium (PLANS), 2025, 1297-1306

A. Morar., A. Moldoveanu, I. Mocanu, F. Moldoveanu, I.E. Radoi, V. Asavei, A. Butean, *A comprehensive survey of indoor localization methods based on computer vision. Sensors*, 20(9), 2020, p. 2641

S. Shang, L. Wang, *Overview of WiFi fingerprinting based indoor positioning. Iet Communications*, 16(7), 725-733

F. Subhan, H. Hasbullah, A. Rozyyev, S.T. Bakhsh, *Indoor positioning in Bluetooth networks using fingerprinting and lateration approach*. In 2011 International Conference on Information Science and Applications (pp. 1-9). IEEE

L. Teppati Losé, F. Rinaudo, *A Systematic Literature Review to Assist in Defining New Guidelines and Practical Handbooks for the Documentation of Built Heritage*, in «Heritage». 2025, 8(7):249; *doi: 10.3390/heritage8070249*

M. Werner, M. Kessel, C. Marouane, *Indoor positioning using smartphone camera*. In 2011 international conference on indoor positioning and indoor navigation (pp. 1-6). IEEE

C. Yang, H.R. Shao, *WiFi-based indoor positioning*. IEEE Communications Magazine, 53(3), 2015, p. 150-157

CORPO E MENTE NELL'INDAGINE NEUROSCIENTIFICA: IL QUESTIONARIO COME STRUMENTO DI INDAGINE DELL'ESPERIENZA CULTURALE CONSCIA

Francesco Paganelli

Nel quadro delle sperimentazioni condotte nel progetto, tutti i protocolli hanno previsto la somministrazione di questionari ai volontari che hanno preso parte alle sessioni di misurazione.
I questionari sono stati somministrati ai partecipanti dapprima (Museo Egizio, Torino – gennaio/luglio 2024) solamente a conclusione delle misurazioni, con l'intento di escludere la possibilità di influenzare il giudizio dei partecipanti attraverso le domande. Nelle sessioni successive (ETRU VR, Torino DAUIN – luglio 2024; ETRU e CERVETERI, Roma – ottobre/novembre 2024) la somministrazione è avvenuta pre e post-misurazione. La scelta è stata dovuta alla necessità di raddoppiare il self-assessment dello stato emotivo dei partecipanti per una rilevazione conscia dello stato emotivo pre e post da confrontarsi con le acquisizioni dei dati neurofisiologici. Il metodo neuroscientifico messo a punto nello sviluppo del progetto non può, attualmente, affidarsi esclusivamente alla sensoristica elettroencefalografica (EEG) e di conduttanza cutanea (GSR) per una descrizione accurata dello stato emotivo; il riscontro con l'assessment conscio da parte dei soggetti partecipanti si rende dunque necessario e il suo raddoppio affina e consolida il risultato del confronto. Altro aspetto che si voleva indagare, per cui una valutazione conscia attraverso lo strumento questionario è necessaria, è un possibile grado di *autonomia* della risposta emotiva inconscia/corporea, dunque una valutazione dell'allineamento (o meno) dell'emozione consciamente percepita, e dichiarata, o esclusivamente rilevabile dalla strumentazione.

La struttura dei questionari è stata sostanzialmente mantenuta invariata per tutte le sessioni, minime le modifiche resesi di volta in volta necessarie per adattare il contenuto al museo/sito, all'esperienza proposta o apportare correzioni laddove si siano rilevate criticità nel corso delle analisi preliminari delle risposte raccolte. In tutte le versioni proposte una sezione, posta all'inizio del questionario post-visita (sessioni ME) ovvero isolata nel questionario pre-visita (sessioni ETRU VR, MUS/CER), è stata dedicata alla raccolta dei dati anagrafici del campione, tracciarne le abitudini in termini di frequenza delle visite a musei e familiarità con i temi dell'archeologia, oggetto dei musei e siti selezionati.

	SESSIONI SPERIMENTALI			
	MUSEO EGIZIO (ME) gen 2024	**MUSEO EGIZIO (ME)** lug 2024	**ETRU VR** lug 2024	**ETRU-CERVETERI (MUS/CER)** nov 2024
ANAGRAFICA	**OPZIONI DI RISPOSTA**			
GENERE	M / F / X / Preferisco non rispondere	M / F / X / Preferisco non rispondere	-*	-*
ETÀ	in numero	in numero	-*	-*
TITOLO DI STUDIO	Licenza media / Diploma / Laurea / Post-laurea	-**	-*	-*
FORMAZIONE ARCHEOLOGIA, STORIA O ARTE	Sì/No	-**	-*	-*
FREQUENZA VISITA MUSEI	Mai / 1 o 2 volte l'anno / 3 o più volte l'anno	-**	-***	-***
PRECEDETI VISITE AL MUSEO/SITO	No / >3 anni fa / <3 anni fa	No / >3 anni fa / <3 anni fa	Avevi già visitato il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia?	Avevi già visitato il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia / la Necropoli della Banditaccia?
ABITUDINE ALLA VISITA MUSEI ARCHEOLOGICI	-	-	3 opz. affermative 1. Sì, perché gli oggetti mi fanno riflettere 2. Sì, perché gli oggetti sono belli 3. Sì, perché raccontano storie che sento vicine 3 opz. negative 4. No, perché gli oggetti sono poco comprensibili 5. No, perché gli oggetti raccontano storie che sento lontane 6. No, perché gli oggetti non mi fanno riflettere	3 opz. affermative 1. Sì, perché gli oggetti mi fanno riflettere 2. Sì, perché gli oggetti sono belli 3. Sì, perché raccontano storie che sento vicine 3 opz. negative 4. No, perché gli oggetti sono poco comprensibili 5. No, perché gli oggetti raccontano storie che sento lontane 6. No, perché gli oggetti non mi fanno riflettere

Tab. 1.Struttura delle sezioni anagrafiche dei questionari

* per le sessioni tenutesi al Museo ETRU e alla necropoli della Banditaccia nell'autunno del 2024, le limitazioni poste dalla difficoltà di arruolamento di partecipanti e la necessità di ripetere l'esperimento nei due setting con lo stesso campione hanno portato alla collaborazione e arruolamento di un gruppo di volontari della CRI – Croce Rossa Italiana.

** A valle delle analisi sul primo campione ME, attestata l'assenza correlazione tra risposte fornite e titolo di studio raggiunto, questa sezione è stata eliminata nella sessione successiva anche per alleggerire l'impegno del questionario (che taluni hanno lamentato) e per rafforzare la percezione di anonimato.
*** A valle delle analisi sui campioni ME, la domanda è stata riformulata per rilevare le ragioni che spingono alla visita o meno dei musei archeologici

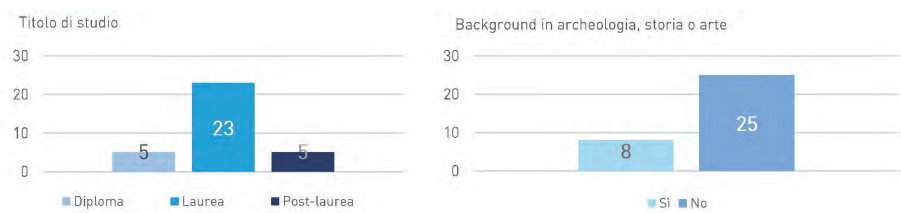
Una successiva sezione, immediatamente seguente quella anagrafica, è stata proposta per un approfondimento relativo al background dei visitatori, al di là delle abitudini di visita. Questa sezione, in parte assolta per le sessioni ME con le domande relative al campo di studi, è stata integrata nelle versioni proposte durante le sessioni ETRU VR / MUS / CER da un set dedicato nello specifico alla – percepita – conoscenza del popolo etrusco, delle sue abitudini e tradizioni.
Terminate le sezioni sopra descritte, le domande successive sono state dedicate – e adattate – al contenuto dell'esperienza di visita e ad alcuni temi di riflessione che erano stati suggeriti ai partecipanti nel corso della visita, o che si supponeva potessero spontaneamente sorgere. I paragrafi successivi riportano in dettaglio struttura dei questionari e risultati delle analisi condotte sui campioni di partecipanti.

MUSEO EGIZIO, gennaio 2024

	18-34	35-54	55+	TOT
M	5	2	4	11
F	13	5	4	22
TOT	18	7	8	33

Tab. 2. Campione Museo Egizio, gennaio 2024

Il campione di soggetti che ha preso parte alla prima sessione di misurazioni a gennaio 2024 al Museo Egizio è composto di 33 partecipanti, con una forte dominanza del campione femminile, in questa come altre sessioni, eccezion fatta per ETRU VR. Inizialmente inteso nella fascia 18-34, il target d'età è successivamente stato esteso per raggiungere il numero minimo (n=28) ammissibile per il campione; i *giovani adulti* [18, 54%] rappresentano comunque il gruppo più numeroso nel campione, pur con un accentuato squilibrio a favore della quota femminile [13, 65%]. Relativamente alla formazione (Fig. 1), il gruppo in possesso di un diploma di laurea è quello più numeroso [23, 69%]; di questi, 6 riportano una formazione in ambito archeologico, storico o artistico.



Figg. 1a-1b. Background istruzione campione

Per completare la descrizione, al campione di partecipanti è stato richiesto di indicare con quale frequenza fossero soliti visitare musei [*"Quanto spesso va nei musei?"; Mai, 1-2 volte all'anno, 3 o più volte all'anno*] e a quando, nel caso, risalisse l'ultima visita al Museo Egizio [*"Aveva già visitato il Museo Egizio?"; No, Sì, più di 3 anni fa, Sì, meno di 3 anni fa*]. Le risposte fornite dal campione descrivono un gruppo discretamente avvezzo alla visita dei musei con una sola risposta *Mai* [1; 3%]; i partecipanti che dichiarano di visitare musei 1-2 volte l'anno salgono [10; 30%] e la percentuale maggiore [22; 66%] dichiara invece di visitare musei 3 o più volte.

Per nessuno dei partecipanti si è trattato della prima visita al Museo Egizio, ma per l'84% del campione l'ultima visita risaliva a più di tre anni prima; il dato valida la qualità del campione da cui è quindi possibile aspettarsi una risposta sufficientemente *naturale* e non influenzata da una visita troppo vicina nel tempo. Il questionario, somministrato solo al termine della visita e delle misurazioni, era articolato in quattro sezioni principali:

Questione etiche relative all'esposizione di resti umani	— scala likert (1-7; completamente in disaccordo – completamente d'accordo) — opzioni da ordinare (1-4; 1 = maggior accordo, 4 = minor accordo)
Self-assessment dello stato emotivo e coinvolgimento cognitivo* **ripetuto per: sarcofago vuoto, sarcofago vuoto con mummia esposta a lato, mummia nel sarcofago)*	— scala grafica (0-100; da apporre un segno sulla linea) — scala likert (1-7; completamente in disaccordo – completamente d'accordo)
Opinioni e riflessioni sulla vetrina delle "Tre sorelle"	— scala likert (1-7; completamente in disaccordo – completamente d'accordo)
Impressioni generali / finali	— opzioni da ordinare (1-4; 1 = maggior accordo, 4 = minor accordo)

Tab. 3. Struttura questionario post-esperienza

La prima sezione, di grande attualità e interesse per il personale dei musei archeologici (e in modo particolare per collezioni dell'Antico Egitto – di cui la mummia è ancora per molti *il* reperto), poneva domande relative all'opinione dei partecipanti sui risvolti etici dell'esposizione di resti umani.
Dall'analisi delle risposte fornite dal campione, da cui non sono emerse differenze d'opinione per genere o fascia d'età, si riscontra nel pubblico la coscienza di trovarsi di fronte a resti umani quando si osserva una mummia; la maggioranza non è però netta, poiché i resti umani sono anche considerati piuttosto oggetti d'arte e culto prima che persone. Quest'ultima nota trova riscontro in punto successivo, nella medesima sezione del questionario: alla domanda che chiedeva di associare a una mummia quattro possibili opzioni [da ordinare 1-4; 1=maggior accordo, 4=minore accordo] [Fig. 2] le risposte dei partecipanti hanno confermato come il tempo abbia reso le mummie *solamente* reperti, cancellando un'identità di persona; nonostante ciò, il pubblico mantiene la percezione di trovarsi di fronte a resti umani, e ne riconosce il valore per ricostruire l'immagine della cultura egizia, giungendo a ritenerne le mummie il reperto più significativo.
Permanendo sul tema dei resti umani e l'opportunità di esporli o meno, al campione è stato richiesto quale modalità ritenesse più adatta per mostrare una mummia tra le seguenti: esposizione *scientifica* con adeguata illuminazione e visibilità, ambientazione *misteriosa* con luci soffuse e d'effetto, contestualizzazione nella scena del ritrovamento attorniata dagli oggetti allora presenti o ricostruzione per quanto possibile della vita della persona. Come prevedibile, riflettendo la coscienza del valore del resto umano, la sua spettacolarizzazione in un'atmosfera misteriosa è stata l'opzione che ha ottenuto minor consenso; a ottenere invece maggior consenso le opzioni che prevedono una contestualizzazione del reperto, in primis la ricostruzione della scena del ritrovamento, che pare essere la soluzione capace di mediare tra i dubbi sull'opportunità di esporre qualcosa che si era voluto celare per l'eternità e la possibilità di vedere un reperto tanto significativo (posizione confermata nella sessione sperimentale di luglio 2024).

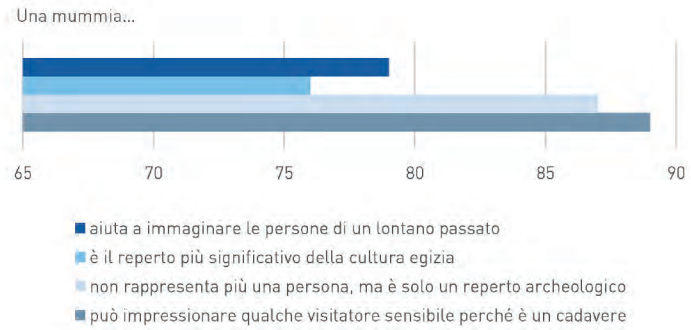
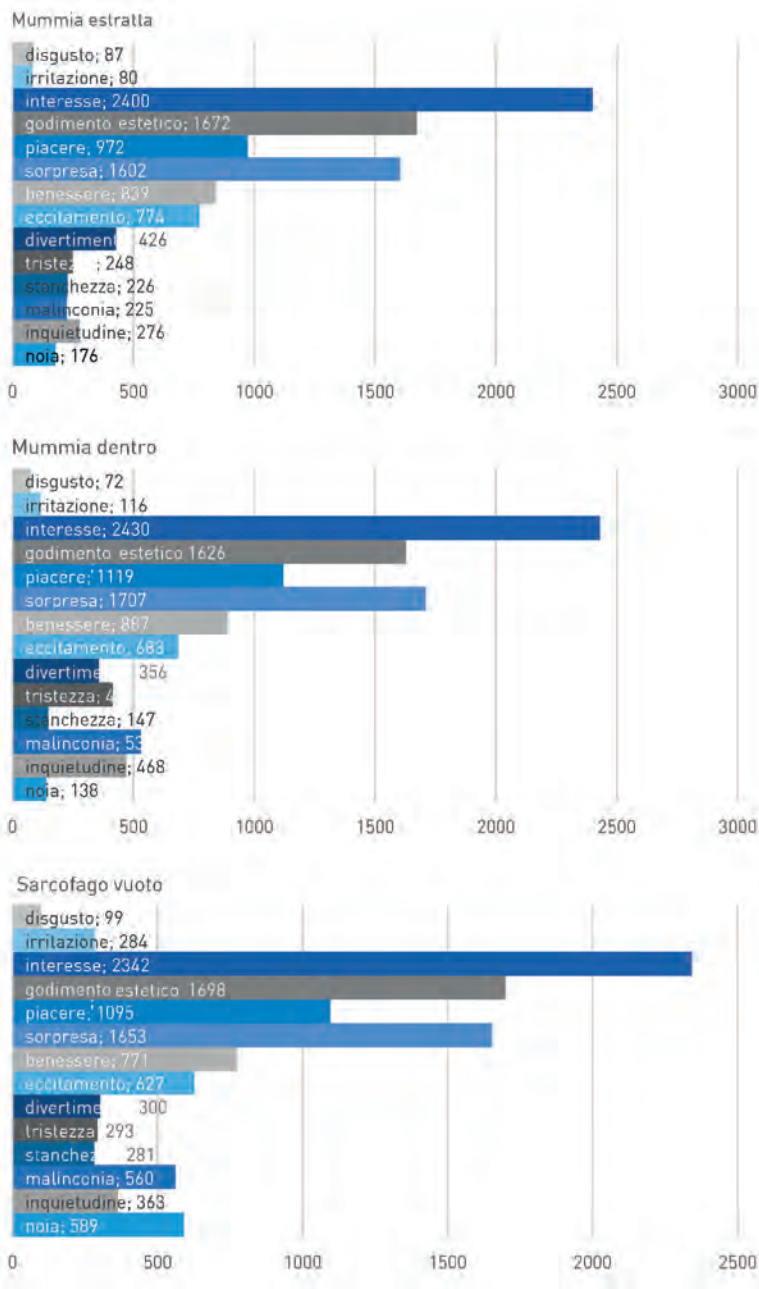


Fig. 2. Ozioni di risposta e risultati per *"Una mummia..."* (ozioni da ordinare 1-4; 1=maggior accordo, 4= minor accordo)

Le sezioni relative al *self-assessment* emotivo e coinvolgimento cognitivo sono state ripetute identiche, con le medesime opzioni di stati emotivi e riflessioni suscitate, per le tre modalità di esposizione della combinazione mummia/sarcofago: mummia estratta, mummia nel sarcofago e sarcofago vuoto.
Relativamente agli aspetti emotivi [scala grafica 0-100; da apporre un segno sulla linea] [Fig. 3], l'*interessamento* è l'opzione che ha incontrato maggior accordo al contrario, all'estremità opposta della scala, il *disgusto* pare quasi non essere stato suscitato nei partecipanti, ripetendosi pressoché identici i risultati per queste due opzioni in tutte e tre le iterazioni. Un'opzione che, insieme all'*interessamento*, conferma per il campione la partecipazione attiva all'esperienza e la convinzione relativa alla necessità di esporre resti umani è la *noia*, per la quale si è registrato un significativo calo nelle combinazioni in cui la mummia era visibile.
Come considerazione a latere è necessario sottolineare la difficoltà, apertamente manifestata o successivamente emersa, da parte dei partecipanti nell'effettuare consapevolmente questo tipo di auto-valutazione, complicato dal numero di emozioni indicate e le sottili sfumature che possono talvolta distinguere opzioni diverse; si tratta di un vincolo imposto dall'impiego di scale validate, limite che è stato osservato in questa come nelle successive sessioni. Tenendo presente ciò, non stupisce dunque che in questa sessione, come poi riscontrato nelle successive, sia sempre registrato un netto divario tra gruppi di emozioni generalmente positive o negative, per di più con buona probabilità ulteriormente influenzato dal contesto sperimentale che inevitabilmente tende a indurre interesse. Per ciò che riguarda gli aspetti, invece, di coinvolgimento cognitivo e riflessione, al campione è stato richiesto di esprimere il proprio grado di accordo [scala likert 1-7; completamente in disaccordo – completamente d'accordo] su una serie di possibili temi di riflessione proposti, come *"Di fronte alla vetrina con* (mummia estratta/mummia dentro/sarcofago) *ho pensato a..."*. Le tre opzioni, in ordine decrescente, a riscuotere maggior successo sono risultate: *abilità artistiche egizie, stato di conservazione del reperto e i misteri di questi reperti*. È quindi anche in questo caso evidente che quanto esposto genera interesse nei soggetti partecipanti e nell'opzione meno scelta (*niente in particolare*) si può trovare ulteriore conferma della fascinazione per le mummie osservando una riduzione, pur contenuta, nel caso del sarcofago vuoto.



Figg. 3a, 3b, 3c. Auto-valutazione dello stato emotivo post-visita relativo rispettivamente alle combinazioni a. mummia estratta, b. mummia nel sarcofago, c. sarcofago vuoto [scala grafica 0-100; da apporre un segno sulla linea], Museo Egizio gennaio 2024

MUSEO EGIZIO, luglio 2024

	18-35	35+	TOT
M	16	2	18
F	23	2	25
TOT	39	4	43

Tab. 4. Campione Museo Egizio, luglio 2024

Il campione di soggetti che ha preso parte alla seconda sessione di misurazioni a luglio 2024 al Museo Egizio è composto di 43 partecipanti, con un moderato sbilanciamento verso il campione femminile. Per questa sessione di sperimentazioni il range d'età identificato per il reclutamento è stato 18-35; per raggiungere il minimo di acquisizioni previste dal protocollo sperimentale neuroscientifico (n=36) 4 soggetti sono stati ammessi alla partecipazione pur superando il limite superiore del range d'età.
A partire da questa sessione è stata eliminata la domanda relativa al grado di istruzione completato.
Già in fase di reclutamento il campione è stato soggetto a screening per assicurare che l'ultima visita al museo non fosse eccessivamente recente; le candidature di soggetti che dichiaravano una visita nell'ultimo non sono state accettate.

Oggetto di questa sessione sperimentale erano i diversi effetti prodotti da da diverso tipo di narrazioni, emozionale o didascalico, e le loro potenzialità come mezzo per indurre nel pubblico una reazione empatica. Si ricorda infatti che uno dei principali obiettivi della ricerca è strutturare un complesso di principi per incrementare l'efficacia dell'incontro con il patrimonio culturale. Secondo il protocollo sperimentale, il campione reclutato è stato equamente diviso in due gruppi distinti per ordine di visione di due vetrine: la prima contenente la mummia della principessa Ahmose e la seconda contenente alcuni oggetti del corredo di Merit; i due gruppi hanno visto entrambe le vetrine e ascoltato le due narrazioni, ciascuna strutturata in quattro sequenze (didascalica-emotiva-didascalica-emotiva) precedute da una fase di silenzio (sola osservazione).
I temi della bellezza e del culto del corpo, su cui le narrazioni sono state costruite, sono stati scelti comr particolarmente efficaci per indurre una risposta empatica, trattandosi di questioni atemporali che più facilmente si prestano ad un processo di attualizzazione e introiezione.

Il questionario, anche in questa sessione somministrato solo al termine della visita e delle misurazioni, era articolato in cinque sezioni principali:

Self-assessment dello stato emotivo e coinvolgimento cognitivo* **ripetuto per: narrazione in prima persona (emozionale) e narrazione in terza persona (didascalica-razionale)*	— scala likert (1-7; completamente in disaccordo – completamente d'accordo)
Riflessioni relative alla mummia della Principessa Ahmose e sua esposizione	— scala likert (1-7; completamente in disaccordo – completamente d'accordo)
Questioni etiche relative all'esposizione di resti umani	— scala likert (1-7; completamente in disaccordo – completamente d'accordo)
Culto della bellezza nella cultura egizia	— scelta multipla
Impressioni generali/finali	— scelta multipla — risposta aperta

Tab. 5. Struttura questionario post-esperienza

A queste cinque sezioni, non avendo proposto un questionario pre-misurazione, ne è stata aggiunta in apertura una dedicata alla raccolta dei dati anagrafici, compresa di informazioni relative al periodo intercorso dall'ultima visita al Museo Egizio e una domanda a risposta aperta relativa a cosa avesse suscitato maggior emozione tra la mummia di Ahmose e il corredo di Merit.
Immediatamente sono stati confermati i risultati della precedente sessione sperimentale, con una significativa preferenza per Ahmose [23, 60%] rispetto a Merit [15, 40%]; confrontando i due gruppi di partecipanti, non è stata rilevata un'influenza imputabile all'ordine di visione. È stata invece riscontrata una forte predominanza del campione femminile nelle preferenze espresse per Ahmose, circostanza che è stata imputata a una più facile immedesimazione, anche incentivata dalla voce narrante femminile. Un confronto con le risposte aperte fornite alle domande finali del questionario ha confermato questa tendenza, verosimilmente dovuta a una più facile identificazione con i temi del corpo e dei canoni estetici inclusi nel commento audio.

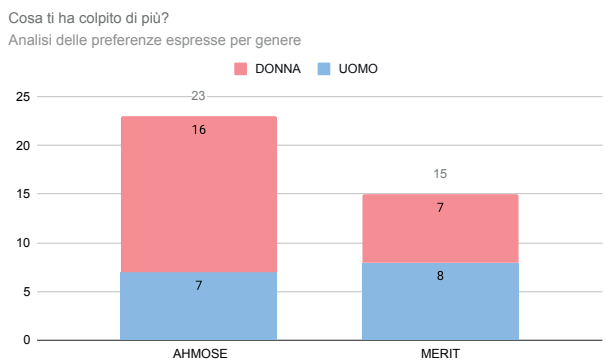


Fig. 4. Preferenze Ahmose / parrucca e corredo di Merit per genere.

Già nelle risposte a questa prima domanda, l'effetto della narrazione traspare attraverso i riferimenti espliciti ai *dettagli blu delle decorazioni* di alcuni vasi del corredo citati dal campione e sui quali l'audio invitava a concentrarsi, riferimenti ritrovati anche nell'analisi della domanda a risposta aperta a chiusura di questa sezione del questionario.

Passando dunque alla sezione relativa all'auto-analisi dello stato emotivo [Fig. 5] (scala likert 1-5; completamente in disaccordo – completamente d'accordo), vista la difficoltà di elaborazione dei risultati in assenza di picchi significativi, si è scelto di procedere raggruppando le opzioni della lista di emozioni secondo la loro valenza positiva o negativa.
Anche in questa seconda sessione le emozioni positive hanno ottenuto punteggi significativamente più alti di quelle negative, senza rilevanti differenze tra le due tipologie di narrazione proposte. Le modifiche alla lista delle emozioni, concordate con i neuroscienziati e apportate per aderire meglio al caso specifico, non hanno prodotto un risultato diverso dalla prima sessione, non permettendo di identificare picchi degni di nota per singole emozioni. Resta da tenere in considerazione la possibile influenza del setting sperimentale e della sua influenza sulla percezione positiva dell'esperienza, nonché i limiti derivanti dall'impiego di scale validate, come già rilevato per il campione della sessione di gennaio 2024.

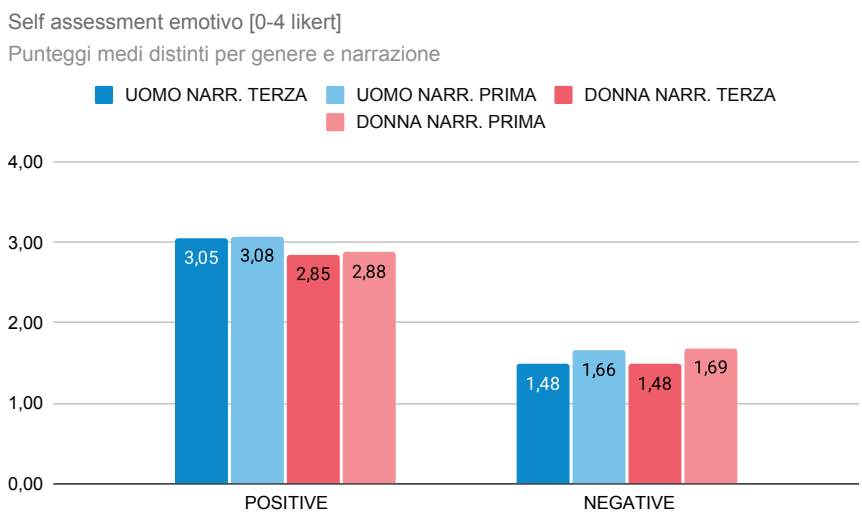


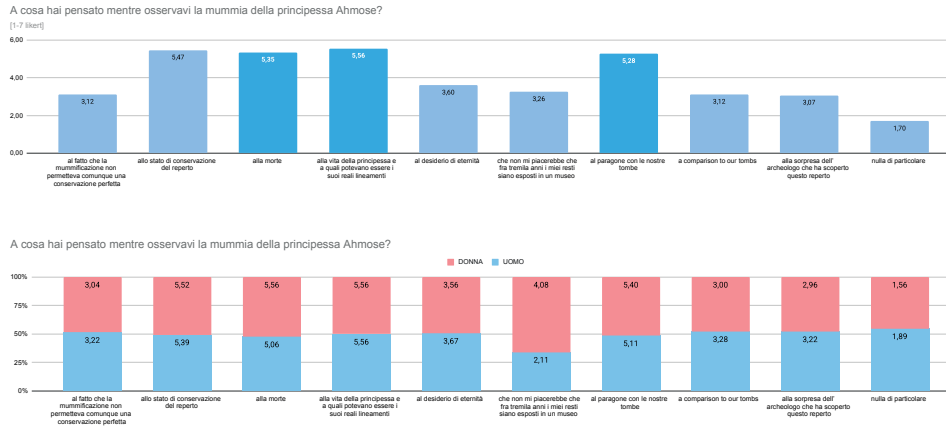
Fig. 5. Auto-valutazione dello stato emotivo post visita, Museo Egizio luglio 2024

	Narrazione terza persona (didascalica)	Narrazione prima persona (emozionale)
attivə	3.94	4.29
disturbatə	1.82	2.38
interessatə	4.08	3.97
concentratə	3.82	3.91

Tab. 6. Estrapolazione dal self-assessment emotivo (valori medi), Museo Egizio luglio 2024

Focalizzandosi poi sugli aspetti legati alla concentrazione e all'interesse, ricercando un'eventuale variazione in funzione della narrazione ascoltata, sono state isolate dalla lista di emozioni le voci: attivə, disturbatə, interessatə e concentratə.
Come mostrato nella tabella [Tab. 6], i risultati migliori sono sempre ottenuti dalla narrazione emozionale in prima persona, indipendentemente dalla vetrina. Nonostante si riconosca che l'impostazione delle narrazioni proposte non rispetti i caratteri di accuratezza dei normali commenti proposti nelle audioguide o altro materiale scientifico/divulgativo, il risultato positivo del tono emozionale proverebbe la sua capacità di indurre una reazione di maggior intensità nel pubblico. Si registra, in altre parole, una più forte attivazione emotiva che si può ricondurre a un incontro col patrimonio più coinvolgente: ne facilita la comprensione e l'appropriazione del significato, in ultimo, promuove la formazione e sedimentazione del ricordo dell'esperienza. Si tratta in ogni caso di un risultato che andrebbe ulteriormente indagato con campioni più numerosi.
L'unico risultato in controtendenza rispetto a quanto sopra si osserva per lo stato emotivo *interessatə*, si tratta dell'unico caso in cui – pur con uno scarto contenuto – è più alto il risultato ottenuto dalla narrazione didascalica. Una ragione si ipotizza essere legata al fatto che questa sia la modalità narrativa a cui si ricorre più frequentemente nella trasmissione di informazioni, comune alla tradizionale impostazione della comunicazione culturale: espresso in terza persona, con tono relatvamente neutro, il contenuto veicolato contiene informazioni che possono positivamente catturare l'attenzione del pubblico. Con ciò, si conferma anche l'importanza dell'aspetto didascalico. D'altro canto, l'associazione di questo stile comunicativo a contesti di apprendimento potrebbe innescare una reazione inconscia che grazie all'acquisizione del contenuto si traduce in interesse. Vale però la pena ricordare che comunemente si entra in un museo con l'obiettivo (o forse l'imperativo) di *imparare qualcosa*, anche se non sempre e non necessariamente un interesse o una maggiore attenzione si traducono in apprendimento, comprensione e appropriazione del contenuto.

Nella sezione successiva, al campione è stato richiesto di indicare cosa abbia pensato (*"A cosa hai pensato di fronte alla mummia della principessa Ahmose?"*; scala likert 1-7, completamente in disaccordo – completamente d'accordo) relativamente ad alcuni possibili temi di riflessione di fronte alla vetrina di Ahmose. Sempre tenendo conto dello scarto limitato tra le medie calcolate, conseguenza della ridotta dimensione del campione, le opzioni che hanno ottenuto maggior accordo sono relative allo stato di conservazione del corpo, il processo di decomposizione conseguente la morte, la morte stessa e quali potessero essere i tratti della principessa in vita.



Figg. 6a, 6b. *"A cosa hai pensato di fronte alla mumia della principessa Ahmose?"*, scala likert 1-7; Museo Egizio luglio 2024

La sezione includeva una domanda a risposta aperta che invitava a indicare altre possibili sensazioni o pensieri scaturiti dall'osservazione della mummia. Tra le risposte, anticipando il contenuto della sezione successiva del questionario (non visibile durante la compilazione), un soggetto femminile ha espresso perplessità relative all'esposizione dei resti umani, e del corpo della principessa in particolare. Osservato questo risultato, le medie delle opzioni del punto precedente sono state ricalcolate, dividendo le risposte del campione maschile e femminile. La quasi totalità delle opzioni è stata equamente valutata da ambo i generi, con scarti inferiori al mezzo punto percentuale; l'unica opzione a mostrare, invece, una differenza rilevante è quella per l'affermazione *"non mi piacerebbe che fra tremila anni i miei resti siano esposti in un museo"* per cui di fronte a un punteggio medio complessivo di [3.26/7], dividendo per genere il campione si ottiene una media per la popolazione maschile pari a [2.11/7] e per quella femminile pari a [4.08/7]. Il risultato conferma la sensazione iniziale per cui dalla popolazione femminile è più facilmente ottenuta una risposta empatica e di immedesimazione.
Riproponendo questioni già esplorate con il campione di gennaio 2024, il questionario includeva domande relative all'opportunità e modalità di esposizione del corpo della principessa. Relativamente alle modalità di esposizione, sono confermati i risultati della precedente sessione, con un risultato nettamente migliore per le opzioni che prevedono una contestualizzazione del reperto nella scena del ritrovamento (di nuovo, l'opzione che ha riscosso maggior accordo), immediatamente seguita dall'opzione di includere una ricostruzione con quanto noto della vita della principessa. Un'analisi delle risposte per genere [Fig. 6b] è stata ripetuta, non rilevando però significative divergenze tra l'opinione della popolazione maschile e femminile, eccezion fatta per l'opzione di un allestimento *misterioso ed evocativo* che, di fronte ad una media generale di [3.95/7], ha visto il campione femminile meno convinto con una valutazione di [3.56/7] rispetto a quanto affermato dalla controparte maschile [4.33/7]; il dato suggerisce ancora una volta una sensibilità maggiore al tema, potenzialmente indice di un'immedesimazione e un rispetto del corpo della principessa scaturito da una risposta empatica.

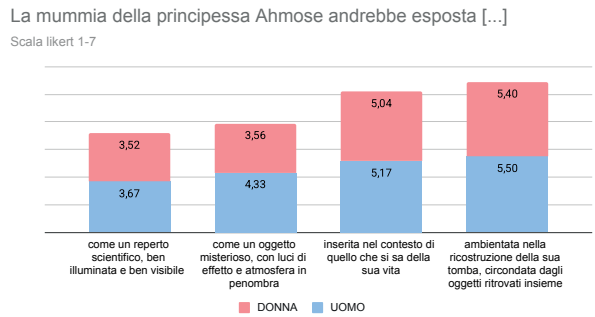


Fig. 7. Alternative di esposizione della mummia di Ahmose, scala likert 1-7; Museo Egizio luglio 2024

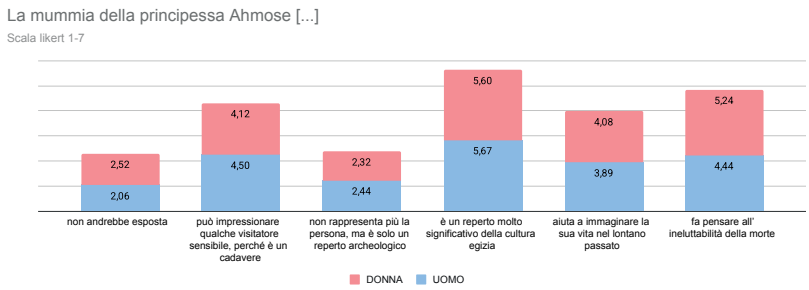


Fig. 8. Impressioni e riflessioni sulla mummia di Ahmose, scala likert 1-7; Museo Egizio luglio 2024

La sezione seguente, dichiaratamente dedicata alla discussione corrente sul tema dell'opportunità e delle modalità di esposizione dei resti umani, ha richiesto nuovamente al campione di esprimere il proprio accordo con una serie di affermazioni relative alla principessa Ahmose, come elemento per poi proiettare la riflessione al più ampio panorama di discussione sulle mummie. Tra le opzioni ad aver incontrato minor accordo vi sono state "non rappresenta più una persona, ma si tratta solamente di resti archeologici" e"non andrebbe esposta". I risultati confermano sostanzialmente quanto rilevato nella precedente sessione sperimentale, si nota però che – per formulazione – lo scarso punteggio dell'opzione "non andrebbe esposta" indica un generale accordo, invece, sulla necessità di esporre questo tipo di reperto. Anche in questo caso, pur con una differenza minimale, il campione femminile si è rivelato più cauto, quantomeno rinforzando l'ipotesi di una maggior empatia suscitata; rimane valido il risultato della precedente sezione per cui un'esposizione che contestualizzi il reperto legittima e bilancia quest'esitazione. Lo scarso accordo riscosso dall'opzione "è solo un reperto archeologico" prova l'efficacia dello strumento narrativo nel restituire un'identità al reperto; questo è stato confermato da una successiva sessione integrativa dove ai soggetti partecipanti è stato proposto un solo stile di narrazione (comunque ripetuto per le due vetrine), rilevando il minor accordo assoluto con la narrazione di tipo emozionale.

Con la domanda aperta conclusiva *"Questa visita ti ha lasciato qualche spunto di riflessione?"* si è potuta rilevare una conferma ulteriore del maggior effetto prodotto sulla popolazione femminile: sei delle risposte fornite, contro una sola della controparte maschile, fanno riferimento esplicito al contenuto della narrazione, all'attualità del tema del corpo e della bellezza e come ancora oggi sia un aspetto centrale della cultura con un impatto più forte sulle donne che sugli uomini.

ETRU VR, luglio 2024

	18-24	25-30	31-35	TOT
M	14	19	9	42
F	8	9	7	24
X	1	-	-	1
TOT	23	28	16	67

Tab. 7. Campione ETRU VR, luglio 2024

Il campione di soggetti che ha preso parte alla sessione di misurazioni a luglio 2024 nel pilot ETRU VR è composto di 67 partecipanti, con un significativo sbilanciamento verso il campione maschile. Per questa sessione di sperimentazioni il range d'età identificato per il reclutamento è stato 18-35; l'omogeneità per genere dichiarato e fascia d'età di distribuzione sulle tre alternative di allestimento previste dal protocollo sperimentale è stata affidata a un semplice software, sviluppato per l'occasione.
Non essendo più stata inserita la domanda relativa al titolo e ambito del titolo di studio conseguito, il background dei partecipanti è stato sondato con alcune domande incluse nel questionario pre-esperienza, così articolato:

Abitudine alla visita di musei archeologici	— scelta multipla
Considerazioni su cultura e stile di vita etruschi	— scala likert (1-10; completamente in disaccordo - completamente d'accordo)
"non ricordo nulla di particolare sugli etruschi"	— vero / falso

Tab. 8. Struttura questionario pre-esperienza; ETRU VR luglio 2024

Il campione di partecipanti dichiara di visitare musei archeologici [59; 88%], adducendo come ragione principale (opzione che ha ottenuto il maggior numero di voti [32; 47%]) la capacità degli oggetti di suscitare riflessione. Segue, fra gli altri motivi, la capacità delle collezioni di raccontare storie che si sentono vicine a sé [20; 30%]; all'opposto, tra chi dichiara di non visitare musei archeologici [8; 12%] la principale motivazione si trova nella percezione di distanza da sé di ciò che gli oggetti raccontano [4; 50%]. Il basso punteggio delle opzioni relative all'incapacità delle collezioni di suscitare riflessione o la loro incom-

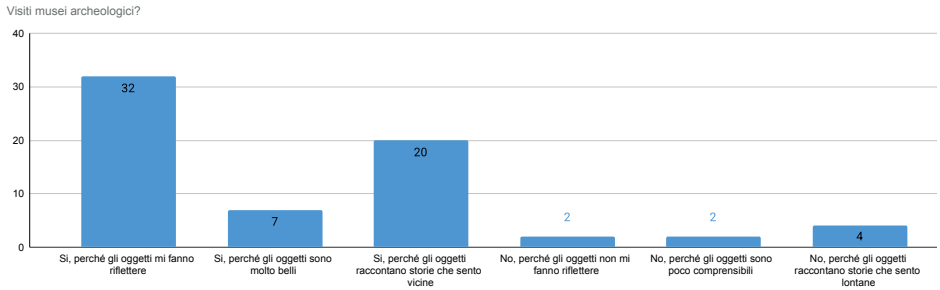
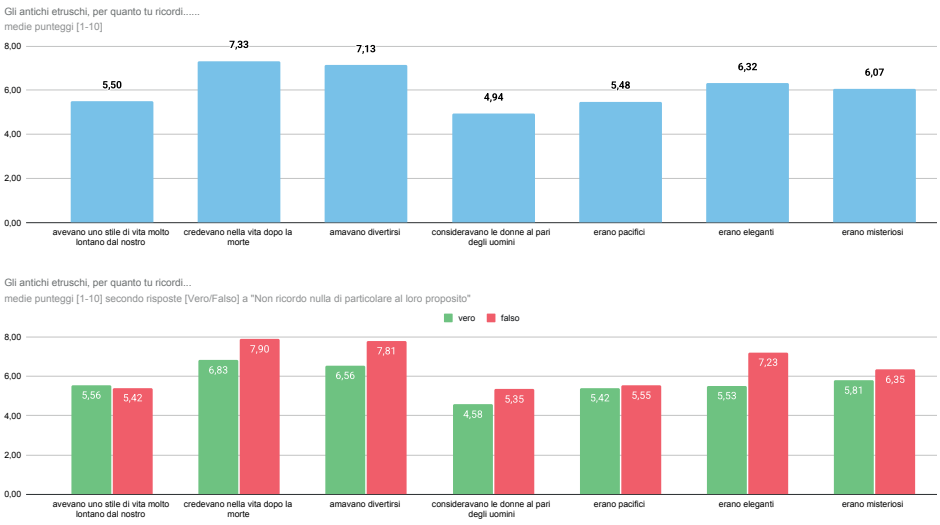


Fig. 9. Abitudini di visita ai musei archeologici; ETRU VR luglio 2024



Figg. 10a, 10b. Considerazioni su cultura e stile di vita etruschi; ETRU VR luglio 2024

prensibilità [2; 3%] si può dunque leggere come riscontro di una relativa efficacia degli oggetti esposti nei musei archeologici di indurre riflessione e di una loro buona comprensibilità.

La successiva sezione dedicata a nozioni previe e impressioni sulla vita e cultura etrusca non ha restituito un'immagine chiara di convinzioni con cui il campione abbia approcciato la visita, mantenendosi tutte le medie per le opzioni proposte intorno a [5.6/10]. Le uniche opzioni ad aver avuto un risultato che supera [7/10] sono state "(gli etruschi) *credevano nell'aldilà"* e "(gli etruschi) *amavano divertirsi"*. Questi risultati sono poi stati rivalutati sulla base delle risposte alla successiva domanda vero / falso *"non ricordo nulla in particolare sugli etruschi"*. Ne è risultato che coloro che ammettevano di non ricordare nulla in particolare tendevano a rispondere con valori più bassi, forse espressione di cautela, eccezion fatta per l'affermazione "(gli etruschi) *avevano uno stile di vita molto lontano dal nostro"* con cui è maggiore l'accordo da parte di questo lato del campione.

Approccio emotivo e cognitivo al patrimonio/ arte *(come espressione di accordo a una lista di affermazioni)*	— scala likert (1-7; completamente in disaccordo - completamente d'accordo
Self-assessment dello stato emotivo e coinvolgimento cognitivo	— scala likert (1-4; completamente in disaccordo - completamente d'accordo
Impressioni generali / finali *(articolato in due sotto-sezioni relative agli aspetti percettivi e di interpretazione)*	— scelta multipla — scala likert (1-4; completamente in disaccordo - completamente d'accordo

Tab. 9. Struttura questionario post-esperienza; ETRU VR luglio 2024

Per il questionario post-misurazione, la cui articolazione è illustrata nella tabella sopra [Tab. 9], le risposte sono state analizzate suddividendo il campione sulla base dello scenario assegnato, come da protocollo sperimentale.

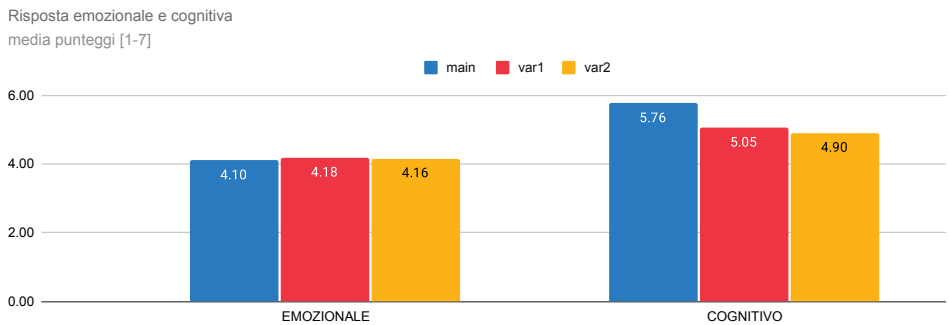


Fig. 10a, 10b. Modalità soggettive di approccio emotivo e cognitivo all'esperienza culturale; ETRU VR luglio 2024

Per la prima sezione, ai partecipanti è stato richiesto, attraverso l'espressione d'accordo ad alcune affermazioni, di valutare e descrivere le modalità di approccio personale al patrimonio e all'arte. La lista di affermazioni proposte, in fase di elaborazione, è stata divisa in due gruppi: un primo legato ad aspetti emozionali (contenente espressioni quali "[durante una visita a un museo/galleria d'arte] *provo una vasta gamma d'emozioni"*, "[durante una visita a un museo/galleria d'arte] *mi commuovo"*, etc.) e un secondo relativo a processi cognitivi dell'approccio (contenente espressioni quali "[durante una visita a un museo/galleria d'arte] *confronto la cultura artistica del passato con quella di oggi"*, "[durante una visita a un museo/galleria d'arte] *cerco di capire cosa vuole comunicare l'artista"*, "[durante una visita a un museo/galleria d'arte] *ottengo nuove intuizioni sull'opera d'arte"*, etc.)
L'elaborazione delle risposte a questo primo blocco ha restituito una tendenza all'approccio emotivo sostanzialmente invariata nel campione, indipendentemente dallo scenario proposto. Al contrario, rispetto all'approccio cognitivo, si è osservata una progressiva e sostanziale decrescita tra la variante *main* (stato attuale del museo) [5.76/7], la *var1* (inse-

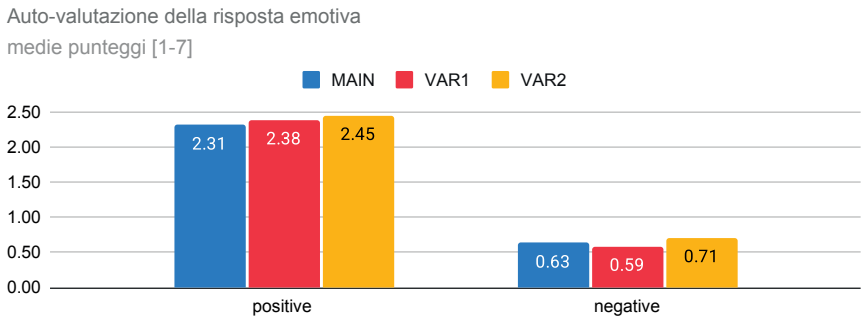


Fig. 11. Auto-valutazione dello stato emotivo post-visita, risultati per gruppi di emozioni/stati d'animo positivi e negativi; ETRU VR luglio 2024

rimento del pannello sulla soglia) [5.05/7] e la *var2* (ambientazione emozionale) [4.90/7]. Il risultato conferma la relazione tendenzialmente inversa tra la risposta emotiva e il sostenimento dello sforzo cognitivo. Traspare dunque un primo elemento di cautela: se da un lato la stimolazione di una risposta emotiva può rendere più significativo e memorabile l'incontro col patrimonio, la scelta di elementi d'allestimento eccessivamente improntati a questo scopo possono ridurre la risposta cognitiva.

La sezione dedicata all'auto-valutazione dello stato emotivo ha, ancora una volta, restituito un quadro pressoché identico alle precedenti sessioni. Pur riconoscendo un limite nella struttura del questionario (il numero e le sfumature di significato delle emozioni nella lista, imposta dall'adozione di scale validate, rendono complessa una valutazione accurata da parte del partecipante), si conferma l'*interessamento* come sensazione predominante, insieme all'*attivazione*, *ispirazione* ed *entusiasmo*, in quest'ordine. Guardando all'intera batteria proposta, l'unico dato chiaro è nuovamente la netta distanza del gruppo delle emozioni/stati d'animo positivi rispetto al gruppo negativo [Fig. 11]. Un successivo passaggio dei dati, mirato a rilevare differenze rispetto alle tre varianti, non ha riscontrato variazioni significative, confermando il risultato della precedente elaborazione.
Come atteso, e auspicato, per le *var1* e *var2* si è osservato un valore per il gruppo di emozioni/stati d'animo positivi crescenti; per il secondo gruppo di emozioni (negative) ha registrato il minor valore la *var1* mentre il peggior valore, media più alta, è stato ottenuto per la *var2*. In quest'ultimo caso è ragionevole ritenere che la spettacolarità dell'allestimento della sala virtuale possa aver negativamente inciso sulla sua esperienza considerato il rischio per il soggetto di perdere riferimenti spaziali, supposizione parzialmente confermata da una sezione distinta del questionario dedicata per l'appunto alla sola valutazione dell'esperienza dell'ambiente virtuale, indipendentemente dal suo contenuto.

La successiva sezione, articolata a sua volta in due sotto-sezioni relative ad aspetti percettivi e di interpretazione, ha richiesto ai soggetti di esprimere il proprio grado di accordo (scala likert 0-4; completamente in disaccordo – completamente d'accordo) con affermazioni relative al gradimento estetico del Sarcofago degli Sposi e significati che è possibile attribuirgli.

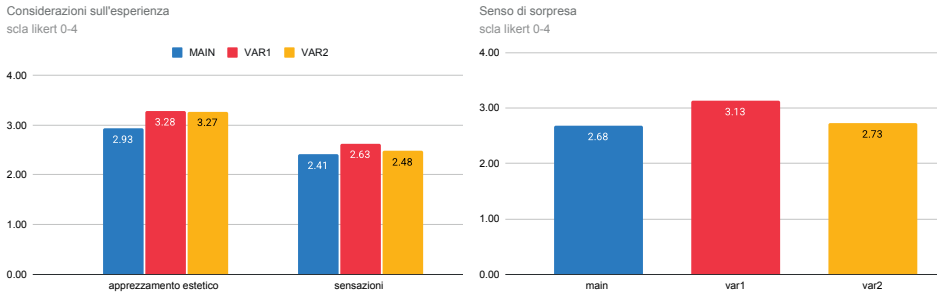


Fig. 12a. Considerazioni sull'esperienza, scala likert 0-4; ETRU VR luglio 2024
Fig. 12b. Senso di sorpresa, scala likert 0-4; ETRU VR luglio 2024

Una prima analisi degli aspetti percettivi, indipendente dalla variante proposta, ha restituito un'impressione positiva del campione che si è detto capace di contemplare il manufatto e positivamente colpita delle scelte di allestimento; le sensazioni dichiarate sono anch'esse positive, con un picco sulla sorpresa.
Ripetendo poi l'analisi per ciascuna variante attribuita, i valori dei due gruppi di affermazioni godimento estetico/sensazioni si attestano su valori simili, pur con una lievissima preferenza per la *var1* in ambedue le categorie. Il risultato può essere indice dell'equilibrio raggiunto nel design della *var1* dove la relativa semplicità della soluzione implementata ha migliorato il gradimento e efficacemente prodotto sorpresa (considerato singolarmente il senso di sorpresa è stato massimo in *var1* [3.13] rispetto a *main* [2.68] e *var2* [2.73]), senza disturbare il soggetto. Confrontando i risultati con quanto ottenuto dalle sessioni sperimentali in museo di ottobre e novembre 2024, è ipotizzabile che l'inserimento del solo pannello sia stato capace di preservare un *feel* museale, che pare indurre uno stato di anticipazione rispetto a qualcosa che - *perché musealizzato* - merita d'essere apprezzato.

La sezione dedicata all'interpretazione del manufatto ha richiesto ai partecipanti (scelta multipla) di indicare rispettivamente cosa rappresentasse il sarcofago e quale potesse esserne il significato, includendo tra le opzioni tanto aspetti materiali quanto concettuali. Come prevedibile, la stragrande maggioranza del campione [53; 83.8%] ha risposto che il sarcofago rappresentava una coppia di sposi. In termini di idea o concetto rappresentato dal manufatto, le due opzioni a riscuotere maggior consenso sono state *"vita"* e *"serenità"* [16;23.5%]; non è stato possibile evidenziare differenze di rilievo sulla base della variante proposta. Si tenga a mente che in questa esperienza, indipendentemente dalla variante, ai partecipanti non è stata fornita alcuna guida sotto forma di narrazioni scritte o audio; il soggetto poteva quindi contare solamente sulle proprie impressioni e la propria osservazione.

Relativamente alle riflessioni generali suscitate dall'esperienza [Fig. 13], ai partecipanti è stato richiesto di valutare il proprio grado di accordo (scala likert 0-4; completamente in disaccordo – completamente d'accordo) relativamente ad alcune possibili riflessioni davanti al sarcofago. A uno sguardo generale, le opzioni a riscuotere maggior successo

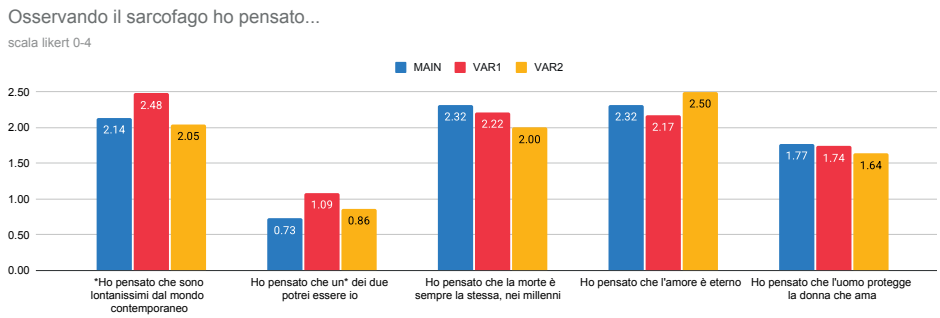


Fig. 13. Riflessioni durante l'osservazione del sarcofago, ETRU VR luglio 2024
**Il valore è stato invertito perché a punteggio più alto corrispondesse senso di vicinanza*

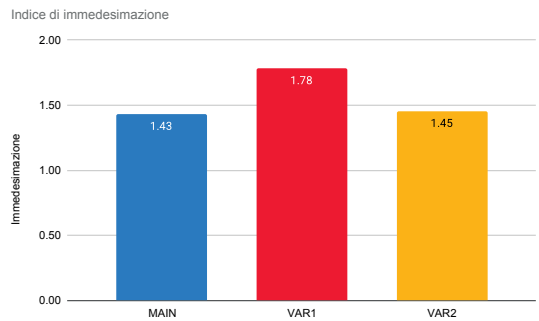


Fig. 14. Indice di immedesimazione, media dei punteggi attribuiti a *"Ho pensato che sono lontanissimi dal mondo contemporaneo"** e *"Ho pensato che un* dei due potrei essere io"*. ETRU VR luglio 2024
**Il valore è stato invertito perché a punteggio più alto corrispondesse senso di vicinanza*

sono state: *"ho pensato che l'amore è eterno"* per la *var2* (media più alta tra le opzioni, distinguendo per variante), immediatamente seguita da *"ho pensato che sono* (gli sposi) *molto lontani dal mondo contemporaneo"*, avendo cura di invertire il valore di quest'ultimo per ottenere, al contrario, un valore positivo a cui corrisponda una sensazione di vicinanza, quindi potenzialmente indice di immedesimazione.

Concentrandosi dunque sull'aspetto dell'immedesimazione, è stata condotta un'ulteriore analisi mediando ancora i valori ottenuti per le opzioni sopracitate, al fine di valutare quale delle varianti avesse prodotto un maggior effetto in tal senso [Fig. 14]. Il risultato ha mostrato una discreta superiorità della *var1* [1.78] rispetto alle varianti *main* [1.43] e *var2* [1.45].
Secondo quest'ulteriore calcolo è quindi la *var1* a offrire la prestazione migliore, rispetto alla *var2* che era stata appositamente disegnata, calotta blu notte punteggiata di luci, illuminazione d'accento sul manufatto e una generale quasi assente, per suscitare un senso di immersione, di contemplazione ma anche di immedesimazione in un senso di serenità. Il risultato è ulteriormente confermato isolando l'opzione *"La scenografia mi ha coinvolto"* e calcolandone le medie per le tre varianti [*main*, 2.77; *var1*, 3.39; *var2*, 3.27].

Fra le ipotesi, quella non verificata da cui è scaturita la proposta per la *var2* era che in un ambiente dai confini sfumati, indefiniti e apparentemente infiniti, l'accento sul solo manufatto potesse indurre una maggior risonanza emotiva con il sarcofago, un *tête-à-tête* in cui ogni altro stimolo cade e il soggetto ha occasione di avvicinarsi intimamente al patrimonio, conoscerlo e appropriarsene. Si ritiene che il risultato insoddisfacente, come accennato qualche paragrafo addietro, si debba dell'eccessiva stimolazione – senza guardare a una valenza positiva o negativa – della *var2* dove, invece, la *var1* ha rappresentato una soluzione semplice ed equilibrata (e più tradizionalmente *museale*) che ha permesso di godere del manufatto senza la sopraffazione della scenografia.

MUSEO ETRU e Necropoli della Banditaccia di CERVETERI, novembre 2024

	gruppo MUS (sequenza ETRU-Cerveteri)	**gruppo CER (sequenza Cerveteri-ETRU)**
ETRU (4 nov. 2024)	13	-
CERVETERI (11 nov. 2024)	12 (-1)	15
ETRU (18 nov. 2024)	-	14 (-1)
Acquisizioni complete	12	14

Tab. 10. Campione Museo ETRU e Necropoli della Banditaccia, novembre 2024
Due soggetti, uno per ciascun gruppo, non hanno partecipato alla seconda sessione di misura, portando a 26 acquisizioni complete

Il campione di soggetti che ha preso parte nelle tre sessioni di misurazioni a novembre 2024 nel pilot ETRU/CERVETERI è composto da un totale di 28 partecipanti, di cui 26 hanno preso parte alle misurazioni in ambedue i siti: Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia e Necropoli della Banditaccia – Cerveteri.
Ai partecipanti è stato somministrato, con lo stesso modello impiegato per il pilot ETRU VR a luglio 2024, un questionario pre- e post-misurazione; di questi, il primo è stato riproposto identico, si riporta qui in tabella 11 parte del contenuto della tabella 8.

Abitudine alla visita di musei archeologici	— scelta multipla
Considerazioni su cultura e stile di vita etruschi	— scala likert (1-10; completamente in disaccordo - completamente d'accordo)
"non ricordo nulla di particolare sugli etruschi"	— vero / falso

Tab. 11. Struttura questionario pre-esperienza; ETRU - Cerveteri, novembre 2024

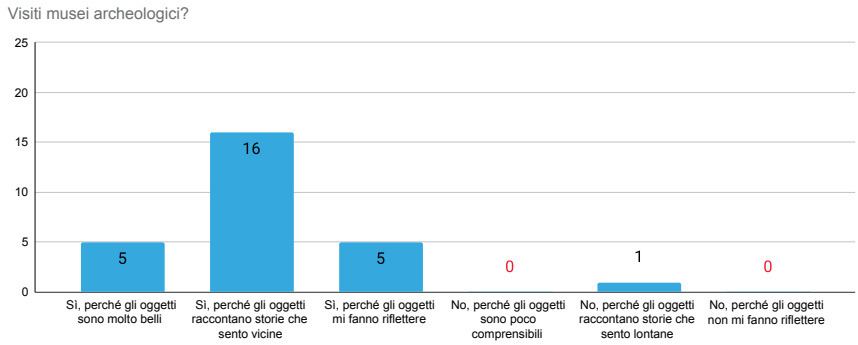


Fig. 15. Abitudini di visita ai musei archeologici; ETRU - Cerveteri, novembre 2024

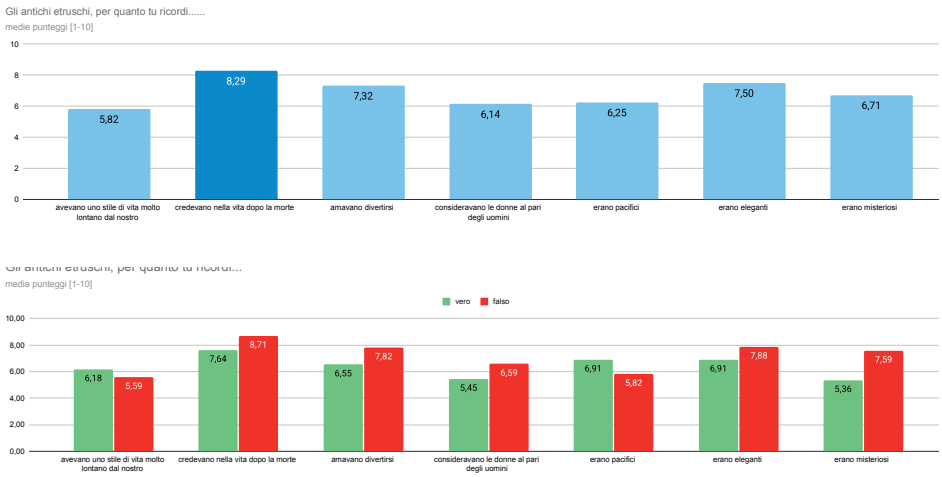


Fig. 16a, 16b. Considerazioni su cultura e stile di vita etruschi; ETRU - Cerveteri, novembre 2024

Dall'analisi di questa prima sezione risulta che il campione sia avvezzo alla visita di musei archeologici adducendo come motivazione la presenza di oggetti che raccontano storie che sentono vicine [16; 57%]. Un solo soggetto dichiara di non visitarne indicando *"gli oggetti raccontano storie che sento lontane"*. Le opzioni relative alle difficoltà di comprensione delle collezioni o la loro incapacità di suscitare riflessione non sono mai state selezionate, suggerendo che dal campione il patrimonio sia compreso e inteso come portatore di valore e significato, indipendentemente dalla percezione di vicinanza. Allo stesso modo, il numero contenuto di selezioni [5;17.9%] registrato per l'opzione *"Sì (visito i musei archeologici) perché gli oggetti sono belli"*, è indice di un ruolo marginale della ricerca dell'esperienza estetica nell'incontro col patrimonio archeologico.

Una nota a proposito del risultato dell'opzione più selezionata, il campione di partecipanti è stato reclutato tra componenti dei comitati CRI di Città metropolitana di Roma, motivo per cui è ragionevole attendere un più marcato senso di identità e vicinanza al patrimonio etrusco, oggetto delle sessioni di sperimentazione.
Al punto successivo, ai partecipanti è stato chiesto di esprimere il proprio grado di accordo (scala likert 1-10; completamente in disaccordo – completamente d'accordo) relativamente ad alcune affermazioni inerenti lo stile di vita e la cultura etruschi, mentre una successiva domanda chiedeva esplicitamente se ricordassero qualcosa in particolare a loro proposito. Il risultato di questa sezione non ha permesso di stabilire chiaramente se e con quali convinzioni o preconcetti i partecipanti abbiano approcciato le sessioni sperimentali: per tutte le opzioni le medie dei punteggi si attestano su un valore di [6.7±0.84] in una fascia medio-alta da cui traspare cautela nell'esprimere una posizione. Unica affermazione a far eccezione a quanto detto, è la credenza in un aldilà da parte degli etruschi [8.29/10] che pare essere largamente condivisa dal campione [Fig. 16a].
Nell'elaborazione di questi dati, si è rilevato che coloro che dichiaravano di non ricordare nulla di particolare a proposito degli etruschi si sono generalmente espressi con più cautela, con punteggi mediamente inferiori [6.4/10], rispetto alla controparte che sosteneva di ricordare qualcosa in particolare [7.1/10] [Fig. 16b].

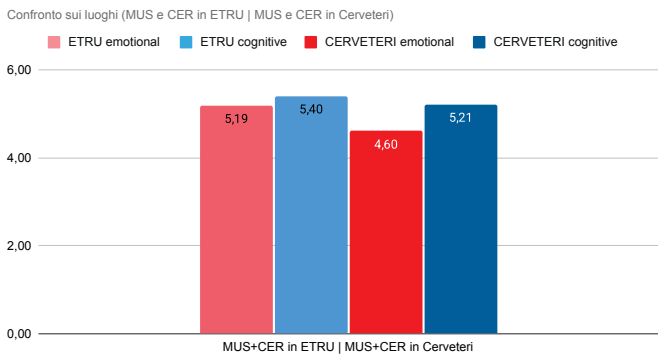
Il pilot, che riunisce le sessioni del museo ETRU e della Necropoli della Banditaccia, era mirato all'analisi delle differenze di approccio al patrimonio, puntando sul doppio contrasto tra le due esperienze: la contrapposizione di un originale e di una sua copia, lontano il primo dal suo contesto originale (pur in qualche modo reso dalla collezione esposta nelle sale attigue) mentre la seconda, la copia, nel sito del ritrovamento. Per ciascun sito è stato costruito un commento audio, similarmente a quanto fatto per le sessioni di gennaio e luglio 2024 al Museo Egizio. Per il Museo ETRU la narrazione è stata costruita sulla descrizione del manufatto e la particolarità della scena ritratta e l'apparente parità tra le figure degli sposi come invito ad un'attualizzazione del contenuto. Puntando, invece, sulla relazione con il contesto della necropoli e la sua storia, il commento proposto a Cerveteri ha approfondito dettagli della scoperta del sarcofago, la sua funzione e la ricomposizione dei frammenti in cui è stato ritrovato. Nello stesso tempo, proprio in considerazione della localizzazione all'interno della necropoli, si è voluta sollecitare una riflessione sulla morte e sull'atteggiamento nei suoi confronti.

Come si confrontano il fascino dell'originale musealizzato e la copia vissuta nel suo contesto originale?
A questa domanda, cardine delle due sessioni di misurazione in museo e a Cerveteri, si è tentato di dare risposta anche attraverso il questionario post-esperienza, così strutturato:

Approccio emotivo e cognitivo al patrimonio/ arte *(come espressione di accordo a una lista di affermazioni)*	— scala likert (1-7; completamente in disaccordo - completamente d'accordo
Self-assessment dello stato emotivo e coinvolgimento cognitivo	— scala likert (1-4; completamente in disaccordo - completamente d'accordo
Impressioni generali / finali *(articolato in due sotto-sezioni relative agli aspetti percettivi e di interpretazione)*	— scelta multipla — scala likert (1-4; completamente in disaccordo - completamente d'accordo
Elementi di riflessione	— risposta aperta

Tab. 12. Struttura questionario post-esperienza; ETRU - Cerveteri, novembre 2024

Come nella precedente esperienza del pilot ETRU VR, la prima sezione del questionario post-misurazione chiedeva ai partecipanti di esprimere il proprio grado di accordo (scala likert 1-7; completamente in disaccordo – completamente d'accordo) con alcune affermazioni, funzionali a comprendere le modalità con cui approcciano, cognitivamente ed emozionalmente, il patrimonio (si veda il paragrafo ETRU VR per una sintesi delle affermazioni proposte). Per l'analisi delle risposte a questa sezione, e poi di altre successive, si è scelto di procedere dapprima isolando il contesto (e analizzando quindi le risposte di ambo i gruppi MUS e CER al museo e poi nella necropoli) e successivamente per esposizione (gruppo MUS al museo e gruppo CER nella necropoli, dunque gruppo MUS nella necropoli e gruppo CER al museo).
L'analisi in base al contesto [Fig. 17a], tenendo in considerazione l'effetto prodotto dalla visione dell'originale/copia, ha mostrato valori di engagement emotivo e cognitivo lievemente superiori a quelli incontrati per la stessa analisi nella necropoli. L'ipotesi che spiegherebbe un risultato di questo tipo è di anticipazione e/o aspettativa ingenerata dall'ambiente museo, che comanda attenzione ed è garanzia di valore di ciò che custodisce. Prendendo invece come parametro di valutazione l'ordine in cui sono stati visitati i due siti [Fig. 17b], lo scostamento tra i risultati è stato irrisorio, con una lievissima flessione alla seconda esperienza. Commentando il risultato, la flessione era prevedibile considerata una naturale riduzione della risposta (perlomeno quella emotiva) di fronte alla ripetizione dello stimolo (ovvero un'esposizione ripetuta al sarcofago, in copia o in originale, quando visto per la seconda volta); ad ogni modo, l'entità risibile della riduzione prova l'efficacia dello strumento narrativo nel sostenere l'efficacia dell'esperienza culturale.



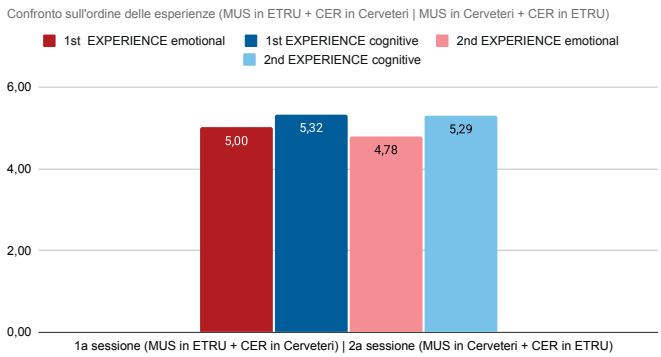
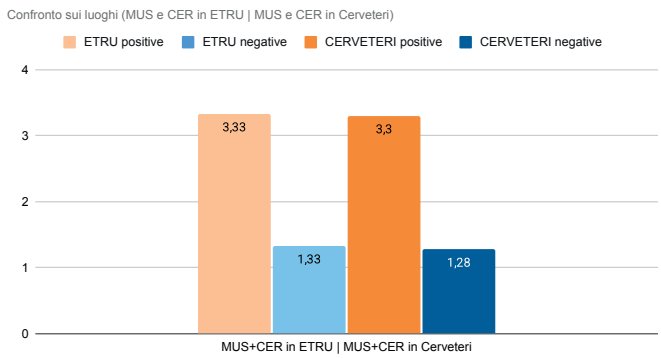


Fig. 17a. Modalità soggettive di approccio emotivo e cognitivo all'esperienza culturale - luogo esperienza; ETRU - Cerveteri, novembre 2024
Fig. 17b. Modalità soggettive di approccio emotivo e cognitivo all'esperienza culturale - ordine esperienza; ETRU - Cerveteri, novembre 2024



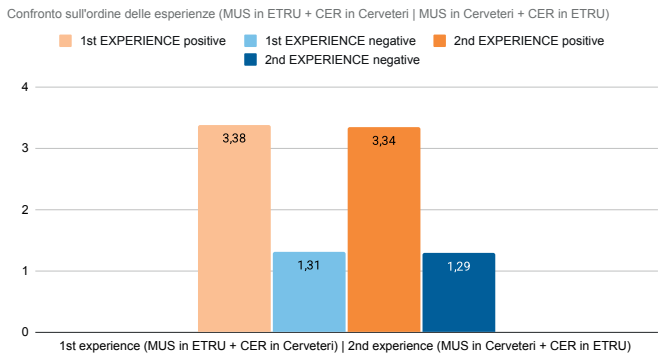
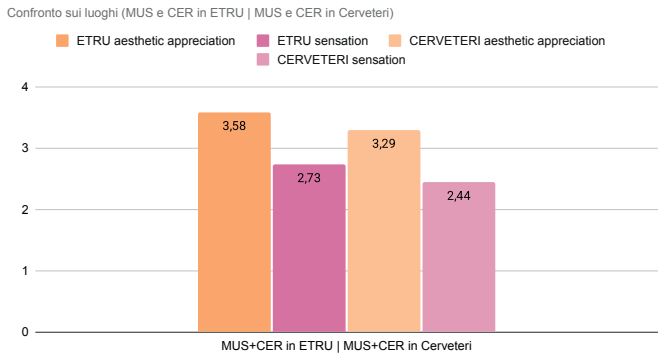


Fig. 18a. Auto-valutazione dello stato emotivo post-esperienza - luogo esperienza; ETRU - Cerveteri, novembre 2024
Fig. 18b. Auto-valutazione dello stato emotivo post-esperienza - ordine esperienza; ETRU - Cerveteri, novembre 2024

Passando dunque alla sezione deputata all'auto-valutazione dello stato emotivo, anche in queste sessioni (come nelle precedenti), isolare e analizzare i valori riportati per singole emozioni non produce risultati significativi. Si ripete dunque un'osservazione di carattere generale per cui la risposta del campione all'esperienza è nettamente positiva, con una media delle valutazioni al cluster di emozioni positive sempre al di sopra di [3.3/4], tanto elaborando le risposte per luogo quanto per esperienza [Figg. 18a, 18b]. Si rinnovano dunque le considerazioni già fatte per i pilot precedentemente descritti relativamente alle difficoltà derivanti dalla corposa lista della scala di valutazione.



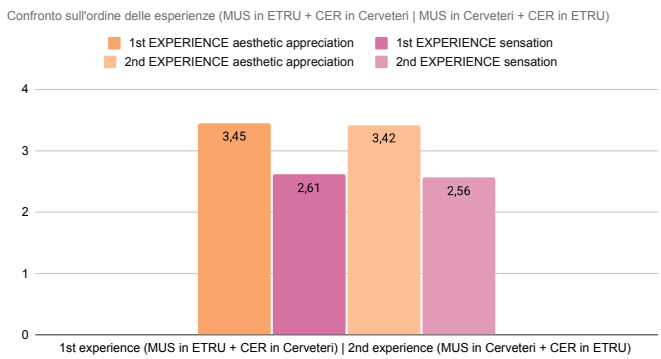


Fig. 19a. Considerazioni sull'esperienza, apprezzamento estetico e sensazioni - luogo esperienza; ETRU - Cerveteri, novembre 2024
Fig. 19b. Considerazioni sull'esperienza, apprezzamento estetico e sensazioni - ordine esperienza; ETRU - Cerveteri, novembre 2024

La successiva sezione relativa a considerazioni sull'esperienza, chiedeva ai partecipanti di valutarne aspetti percettivi (in termini di apprezzamento estetico e sensazioni soggettive durante l'osservazione) e di interpretazione, come già previsto nelle precedenti sessioni. Nel primo caso, il questionario chiedeva ai partecipanti di esprimere il proprio grado di accordo con scale likert 0-4, in alternativa un sistema di giudizi (*per nulla d'accordo-totalmente d'accordo*) poi convertito in scala numerica. Dal confronto dei risultati per luogo, non tenendo quindi conto della ripetuta esposizione al manufatto, l'esperienza del reperto originale all'ETRU è stata valutata più positivamente sia in termini di apprezzamento estetico sia di sensazioni personali. Pur sempre riconoscendo il limite dimensionale del campione, dunque della ridottissima entità degli scarti su cui poggiano queste riflessioni, si può ipotizzare come già anticipato un ruolo del museo nel suscitare aspettativa, attesa della visione di qualcosa cui si riconosce valore perché musealizzata, uno stato mentale che il sito archeologico, stranamente, non pare essere in grado di indurre con altrettanta efficacia. Allo stesso modo, è possibile ipotizzare una maggior efficacia del taglio narrativo del commento proposto nel museo ETRU, i cui contenuti hanno suscitato una risposta emotivo-empatica superiore al taglio più didascalico che caratterizzava la narrazione nel-

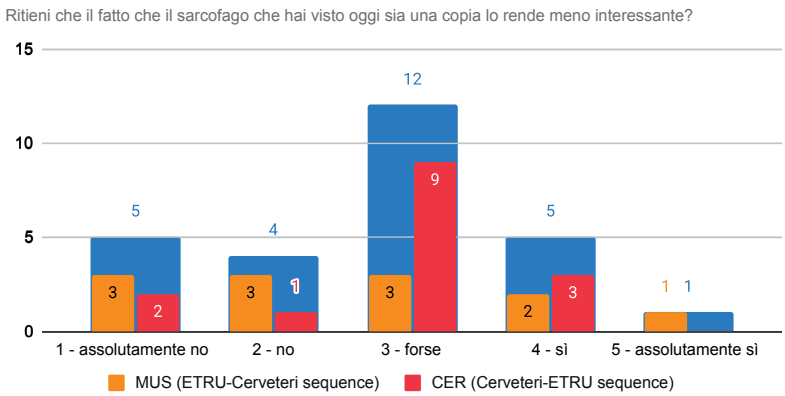


Fig. 20. Effetto della consapevolezza della copia; Cerveteri, novembre 2024

la Necropoli della Banditaccia. Come nella sezione precedente, l'analisi è stata ripetuta prendendo in considerazione l'ordine in cui veniva vissuta l'esperienza; anche in questo caso la differenza riscontrata è stata minimale tra la prima e la seconda visione, sostenendo l'ipotesi che la narrazione abbia avuto un ruolo significativo nel contenere la decrescita della tendenza all'approccio e apprezzamento del sarcofago, decrescita che si attendeva decisamente più marcata per la seconda esperienza di ciascun gruppo, che fosse all'ETRU o alla Banditaccia.

Il risultato di questo blocco è stato successivamente preso in esame e comparato alle risposte fornite alla domanda, presente solo nel questionario post-esperienza proposto a Cerveteri, *"Ritieni che il fatto che sia una copia renda il sarcofago che hai visto oggi meno interessante?"*. Per formulazione, un basso punteggio significa disaccordo, e le medie [MUS 2.11/5; CER 1.86/5] dei risultati lo confermano [Fig. 20]. Benché il picco assoluto delle risposte sia comunque stato registrato sulla neutralità del 3 – *forse*, la media lievemente superiore per il campione MUS è facilmente imputabile alla percezione per contrasto avendo visto l'originale la settimana precedente. Circoscrivendo l'analisi agli estremi della scala, il risultato è comunque positivo con un solo soggetto (appartenente al gruppo MUS) che ha dichiarato che *assolutamente sì*, il fatto che si trattasse di una copia ha reso il manufatto meno interessante. È quindi ragionevole supporre che lo strumento narrativo, e la messa in relazione al contesto operata attraverso questo sia stata efficace nel contenere gli effetti di deprezzamento dell'oggetto esposto.
Lo stesso questionario post-Cerveteri conteneva una domanda relativa all'aspetto che più aveva colpito il soggetto se il fatto che si trattasse di una copia, che un manufatto di tale importanza fosse stato scoperto nella necropoli o ancora il grande numero di frammenti in cui è stato ritrovato. Anche nei risultati delle risposte a questa domanda, coerentemente con la precedente, si legge un moderato disinteresse nei confronti dell'*essere copia* del manufatto a Cerveteri; gli stessi risultati provano l'efficacia della narrazione per cui anche il gruppo MUS, che nonostante avesse visto una settimana prima l'oggetto originale, si è

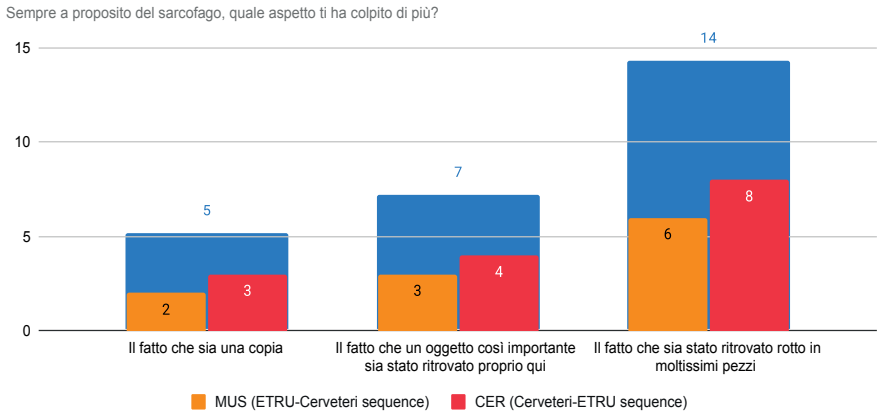


Fig. 21. Effetto della consapevolezza della copia; Cerveteri, novembre 2024

detto più colpito dagli aspetti del ritrovamento, citati nel commento audio proposto.
Riprendendo il set di scene e concetti proposti nel pilot ETRU VR per l'interpretazione del sarcofago, ai partecipanti è stato chiesto cosa, secondo loro, rappresentasse il manufatto. Con un risultato tendente all'unanimità, il campione ha ritenuto che il sarcofago rappresenti una coppia di sposi. Per ciò che riguarda, invece, il concetto rappresentato, il risultato migliore è stato ottenuto dall'opzione *"serenità"*, seguita da *"un abbraccio"*, *"pace"* e *"vita"* pur con punteggi decisamente inferiori.
La domanda successiva, mirata a verificare l'efficacia delle narrazioni proposte, chiedeva ai partecipanti di valutare il proprio grado di accordo con alcune affermazioni relative a possibili riflessioni suscitate dall'esperienza. Il picco assoluto è stato registrato per l'affermazione "[mentre osservavo] *ho pensato che l'uomo protegge la donna che ama"* registrato per il gruppo MUS durante esperienza all'ETRU, a Cerveteri invece – complice forse il contesto, l'opzione ad aver riscosso maggior successo è stata "[mentre osservavo] *ho pensato che la morte è sempre la stessa, nei millenni"*.
Sebbene non incluse tra le riflessioni più suscitate secondo le risposte del campione, le opzioni "[mentre osservavo] *ho pensato che sono* [gli sposi] *lontanissimi dal mondo contemporaneo"* e "[mentre osservavo] *ho pensato che potrei essere uno di loro"* sono state isolate per tentare di unirle in un solo parametro da prendersi come indice di immedesimazione.

"Ho pensato che sono lontanissimi dal mondo contemporaneo"	**ETRU**	**Cerveteri**
MUS	1.23	2.16
CER	1.78	1.14

Tab. 13. Risultati medi per "[mentre osservavo] *ho pensato che sono* [gli sposi] *lontanissimi dal mondo contemporaneo*; ETRU - Cerveteri, novembre 2024

Dai valori riportati in [Tab. 13], e considerando che per formulazione a un valore più basso corrisponde una minor distanza percepita, dunque maggior empatia e immedesimazione, si nota come si sia registrata la minor empatia per il gruppo MUS durante l'esperienza a Cerveteri, con la sovrapposizione degli effetti di un'esposizione ripetuta e del contrasto tra la narrazione più emozionale dell'ETRU e quella dal taglio più didascalico a Cerveteri. Al contrario, per il gruppo CER sembra migliore il risultato dell'esperienza nella necropoli, bilanciando quando riscontrato per la controparte. Resta da dire che la più marcata differenza tra i risultati delle esperienze osservata per il campione MUS consentirebbe di sostenere l'effetto della narrazione, impuntando il risultato del campione CER all'ETRU all'effetto dell'esposizione ripetuta.

"Ho pensato che potrei essere uno di loro"	**ETRU**	**Cerveteri**
MUS	2.46	1.67
CER	1.91	1.78

Tab. 14. Risultati medi per "[mentre osservavo] *ho pensato che sono* potrei essere uno di loro; ETRU - Cerveteri, novembre 2024

Leggendo i risultati riportati in [Tab. 14] come maggior immedesimazione in uno degli sposi, si trova un'ulteriore conferma di quanto sostenuto per la narrazione emotiva poco sopra, supportando l'ipotesi iniziali sulle capacità di indurre una risposta personale, emotiva ed empatica sui partecipanti.

	ETRU	**Cerveteri**
MUS	2.56	1.67
CER	2.07	2.32

Tab. 15. Indice di immedesimazione; ETRU - Cerveteri, novembre 2024

Il risultato è stato condensato in un *indice di immedesimazione* [Tab. 15] mediando i risultati; in ragione della sua formulazione, la media della prima affermazione è stata dapprima ricalcolata invertendo la scala likert, per poi mediarla coerentemente alla valenza della seconda affermazione. In generale, quest'ultimo passaggio conferma la riduzione dell'immedesimazione nel caso di esposizione ripetuta; in ogni modo lo scarto contenuto già osservabile per il campione CER per ambedue le affermazioni, sostiene l'ipotesi che la narrazione emotiva abbia contribuito a contenere l'effetto della ripetizione.

IL MUSEO COME ESPERIENZA EMOTIVA CONTRIBUTI DELLA REALTÀ VIRTUALE E DELLA BIOMETRIA AL DESIGN ESPOSITIVO

Francesco Strada e Andrea Bottino

Introduzione

Il patrimonio culturale svolge un ruolo determinante nella costruzione dell'identità individuale, nella promozione dell'inclusione sociale e nel miglioramento del benessere collettivo. Il suo valore, tuttavia, non si esaurisce nella conservazione materiale dei manufatti: esso risiede anche – e soprattutto – nella dimensione esperienziale e trasformativa che offre ai visitatori. Tale esperienza è definita non solo dai contenuti esposti, ma anche, in maniera decisiva, dal grado di coinvolgimento emotivo che il pubblico riesce a sviluppare. L'attivazione di una dimensione affettiva permette infatti di passare dalla semplice osservazione passiva a una partecipazione personale, favorendo la costruzione di legami significativi con le narrazioni culturali e consentendo ai visitatori di interiorizzarle come parte dei propri valori e della propria memoria [Alelis et al. 2013; Bedigan 2016].
La componente emotiva dell'esperienza museale è strettamente legata alle modalità di progettazione e presentazione delle esposizioni. Se è vero che la funzione primaria del design espositivo è stata a lungo ricondotta a esigenze logistiche o conservative – quali la visibilità e la protezione degli oggetti – risulta ormai evidente che gli aspetti spaziali ed estetici non sono affatto neutrali. Al contrario, gli ambienti in cui si realizzano gli incontri con il patrimonio trasmettono significati, stimolano risposte emotive e condizionano i processi di apprendimento. Elementi come l'illuminazione, l'organizzazione dello spazio, la disposizione dei manufatti e l'atmosfera complessiva contribuiscono in maniera determinante a plasmare tanto la dimensione emotiva quanto quella cognitiva dell'esperienza museale [Canepa 2022; Minucciani, Onay 2022; Minucciani 2021].

A partire dagli anni Novanta, l'importanza delle emozioni nei processi culturali e cognitivi è stata rivalutata, soprattutto a seguito del cosiddetto *affective turn* nelle scienze umane. Tale svolta ha segnato l'abbandono di una concezione delle emozioni come fenomeni irrazionali o scientificamente poco affidabili, aprendo la strada a un loro riconoscimento come fattori centrali nei processi di attribuzione di significato e come oggetto di indagini empiriche sistematiche [Scherer and Ekman 2014; Ticineto Clough and Halley 2007]. In questo contesto si colloca il contributo della neuroestetica, che studia i processi cerebrali alla base della percezione e della risposta estetica. Le ricerche in questo campo hanno dimostrato come

stimoli visivi e artistici esteticamente gratificanti attivino aree del cervello legate all'emozione, al sistema della ricompensa e alla memoria [ArteMagazine 2022]. Guardare un'opera d'arte particolarmente suggestiva, ad esempio, può stimolare i circuiti della ricompensa, generando soddisfazione ed effetti positivi sulla capacità di ricordare [Savino 2020].
Già negli anni Settanta l'architetto tedesco Manfred Lehmbruck aveva evidenziato la connessione tra disposizioni spaziali e risposte motorie, sottolineando come la dimensione inconscia ricevesse scarsa attenzione nei musei, pur costituendo un aspetto essenziale dell'esperienza [Lehmbruck 1974]. Più recentemente, Maria Clara Ruggieri ha approfondito le modalità con cui i visitatori reagiscono agli stimoli espositivi, sottolineando come ogni allestimento costituisca una forma di comunicazione. Le sue riflessioni hanno posto l'accento sull'impatto che modalità, toni e atmosfere espositive esercitano effettivamente sul pubblico, al di là delle intenzioni dei progettisti [Ruggieri Tricoli 1998; 2000]. A loro volta, le riflessioni di Barry Lord hanno contribuito a ridefinire l'apprendimento museale, inteso non tanto come un processo cognitivo strutturato, quanto come un'esperienza informale, volontaria ed eminentemente emotiva, nella quale il ruolo delle emozioni deve essere pienamente riconosciuto [King and Lord 2015].
Questi diversi approcci teorici convergono nel sostenere l'idea che l'ambiente museale, e in particolare il suo design, costituisca un fattore decisivo di coinvolgimento e di efficacia formativa. In questa prospettiva, il design espositivo si configura come una vera e propria interfaccia cognitivo–affettiva. La disposizione spaziale, la collocazione e la presentazione dei manufatti, l'uso della luce e la costruzione della narrazione influenzano non solo i percorsi di visita, ma anche l'attenzione, la risonanza emotiva e la comprensione dei contenuti culturali. A parità di informazioni trasmesse, differenti configurazioni spaziali e sensoriali possono condurre a risultati di apprendimento profondamente diversi. Ambienti accuratamente progettati possono orientare l'attenzione e innescare momenti di forte significato emotivo, rafforzando così sia la memoria che i processi di costruzione del significato. In questo senso, un design emotivamente coinvolgente svolge anche un ruolo cruciale per l'accessibilità e l'inclusione: a differenza del coinvolgimento cognitivo, che spesso dipende dalle conoscenze pregresse o dal livello di istruzione, il coinvolgimento emotivo ha carattere universale, e consente a pubblici diversi di stabilire connessioni personali e significative con i contenuti.

Tuttavia, tradurre queste intuizioni teoriche in pratiche progettuali concrete rimane una sfida considerevole. Infatti, la sperimentazione di soluzioni alternative in spazi reali comporta costi elevati, lunghi tempi di implementazione e la necessità di condurre ricerche approfondite sui visitatori, tutte risorse che molte istituzioni, in particolare quelle più piccole, non possono facilmente sostenere. In questo contesto, la Realtà Virtuale (VR) si presenta come una risorsa particolarmente efficace. Essa consente infatti ai curatori e ai progettisti di simulare e testare rapidamente diverse soluzioni spaziali, condizioni di illuminazione e atmosfere, senza modificare fisicamente lo spazio museale. L'accesso immersivo tramite visori per la VR permette di vivere queste configurazioni in prima persona, offrendo una comprensione immediata dell'impatto che diverse scelte progettuali possono avere sulla percezione del visitatore.

Il contributo che la VR può apportare allo studio del coinvolgimento emotivo è ancora più significativo. Sebbene sia tecnicamente possibile raccogliere dati fisiologici e comporta-

mentali in qualsiasi contesto, questi assumono tutta la loro importanza per il design museale solo se le risposte emotive osservate sono paragonabili a quelle evocate da ambienti reali. La capacità della VR di generare un forte senso di presenza – ovvero l'impressione psicologica di *essere lì* – diventa cruciale a questo proposito. Numerosi studi hanno infatti dimostrato che la *presenza* è un fattore determinante per l'attivazione di risposte emotive in ambienti virtuali, analoghe a quelle che emergono in contesti fisici virtuali [Somarathna et al. 2023; Marín-Morales et al. 2019]. I musei virtuali immersivi rappresentano quindi non solo strumenti preziosi per la prototipazione, ma anche contesti affidabili per analizzare le risposte affettive agli allestimenti e fornire indicazioni utili per orientare le scelte curatoriali.
Sulla base di queste premesse, il lavoro presentato in questo capitolo propone un framework metodologico che integra i principi della neuroestetica con quelli del design immersivo, con l'obiettivo di valutare in che misura le soluzioni espositive influenzano le risposte emotive. Questo framework mira a offrire alle istituzioni culturali uno strumento flessibile e scalabile per esplorare soluzioni progettuali alternative e sostenere scelte focalizzate sulla dimensione affettiva, con l'obiettivo finale di arricchire l'esperienza dei visitatori negli spazi museali reali.

A titolo di esempio, è stato sviluppato EtruVR, una ricostruzione immersiva e interattiva del Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia (ETRU) a Roma, che ospita una delle più importanti collezioni di arte e manufatti etruschi. EtruVR funge quindi da banco di prova per l'approccio metodologico proposto e rappresenta un caso concreto di applicazione della VR allo studio dell'impatto emotivo della progettazione delle esposizioni. In questo ambiente sono state simulate diverse configurazioni, variando la disposizione spaziale, l'illuminazione e l'atmosfera generale. I partecipanti hanno potuto sperimentarle in un ambiente VR progettato per garantire un alto livello di realismo e immersione attraverso (i) la massimizzazione della fedeltà visiva durante la fase di modellazione e (ii) l'utilizzo di algoritmi di rendering fotorealistico che integrano modelli di illuminazione globale in tempo reale e effetti luminosi avanzati. Al fine di rafforzare ulteriormente il senso di presenza, sono state inoltre implementate metafore di interazione naturale, consentendo ai visitatori di esplorare il museo virtuale camminando fisicamente all'interno di un'ampia area, con una corrispondenza diretta tra i movimenti del corpo e la navigazione nello spazio virtuale.

Al fine di valutare l'impatto delle diverse varianti di esposizione sul coinvolgimento emotivo, è stato adottato un protocollo *mixed method*. Durante le sessioni VR, sono stati utilizzati sensori biometrici per registrare in tempo reale le risposte fisiologiche, che sono state sincronizzate con i dati comportamentali relativi alla posizione, al movimento e alla direzione dello sguardo. È stato così possibile identificare le aree delle configurazioni espositive in grado di suscitare le reazioni emotive più intense. I dati quantitativi sono stati poi integrati da questionari post-esperienza, volti a valutare la percezione della presenza, il comfort fisico e l'impatto culturale ed emotivo di ciascuna variante di EtruVR. L'analisi congiunta dei dati quantitativi e qualitativi fornisce quindi una misura articolata del ruolo del design nella modellizzazione del coinvolgimento affettivo e, in ultima analisi, permettendo di ottenere indicazioni operative a sostegno delle decisioni curatoriali.

Framework metodologico e applicazione sperimentale

Il framework metodologico elaborato in questo studio è stato concepito come uno strumento generale, adattabile a diversi contesti museali e a molteplici ambienti del patrimonio culturale. L'obiettivo è quello di fornire un approccio sistematico per analizzare come le scelte spaziali, visive e narrative possano influenzare il coinvolgimento emotivo dei visitatori. L'implementazione descritta nel seguito si basa su EtruVR, una replica virtuale ad alta fedeltà del Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia, utilizzata come caso di studio dimostrativo delle potenzialità più ampie del framework.

La metodologia si articola in quattro fasi sequenziali e interdipendenti:

1. *Analisi spaziale e identificazione dei punti critici*. In una prima fase il layout museale viene analizzato in modo approfondito per identificare gli aspetti spaziali, percettivi e narrativi che possono influenzare l'esperienza. Nonostante il messaggio culturale da trasmettere rimanga l'elemento centrale, soluzioni espositive non perfettamente calibrate possono veicolare messaggi diversi da quelli intenzionali. Da qui la necessità di un confronto diretto con curatori ed esperti, utile per identificare i punti critici lungo il percorso di visita (ad esempio, soglie di transizione, oggetti focali, interruzioni narrative, raggruppamenti tematici) e i fattori legati alla configurazione spaziale (ad esempio, elementi architettonici, sequenze spaziali, linee di visibilità, posizione degli oggetti, illuminazione, materiali).
2. *Elaborazione di alternative progettuali*. Sulla base dei punti critici evidenziati, vengono elaborate diverse soluzioni alternative, che si concentrano su componenti specifiche del design espositivo (controllo visivo e luminoso, atmosfera ambientale, stimoli emotivi). Tra le alternative individuate, quelle ritenute più promettenti vengono selezionate per una successiva fase di test comparativo.
3. *Ricostruzione virtuale e implementazione*. Durante questa fase viene realizzata una replica virtuale fotorealistica delle aree museali interessate, che funge da piattaforma sperimentale per la verifica delle varianti selezionate. La modellazione è guidata da due priorità: garantire un elevato livello di immersione percettiva e assicurare un forte senso di presenza, condizioni essenziali per suscitare risposte emotive paragonabili a quelle generate in contesti reali.
4. *Valutazione multimodale*. L'ultima fase consiste nel valutare le varianti espositive attraverso sessioni immersive in VR, durante le quali le reazioni dei partecipanti vengono monitorate tramite una combinazione di sensori biometrici (EDA, EEG), monitoraggio comportamentale (posizione e direzione dello sguardo) e questionari post-esperienza. Questo approccio multilivello consente un'analisi dettagliata dei diversi fattori che influenzano l'attivazione emotiva, l'attenzione, il coinvolgimento cognitivo e l'interpretazione simbolica.

Il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia (ETRU)

Il Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia a Roma è situato in una villa rinascimentale costruita tra il 1550 e il 1555 su richiesta di Papa Giulio III. Nei secoli successivi l'edificio ha avuto diversi utilizzi – ospedale, scuola veterinaria, deposito militare – prima di diventare sede del Museo Nazionale Etrusco nel 1889. Negli anni '50 è stata realizzata un'importante ristrutturazione ad opera dell'architetto Franco Minissi, che ha introdotto un percorso espositivo unificato, completato nel 1960.
Elemento centrale del progetto è la presentazione del Sarcofago degli Sposi, rinvenuto a Cerveteri, esposto in una sala ottagonale illuminata da un lucernario centrale. La disposizione attuale consente una visione diretta dell'oggetto fin dall'inizio del corridoio d'ingresso, grazie a una serie di aperture allineate (*enfilade*). Se da una parte questa soluzione rafforza l'anticipazione, attenua tuttavia l'effetto sorpresa e riduce l'impatto emotivo dell'incontro finale. Inoltre, la ricchezza degli oggetti esposti lungo il corridoio genera un sovraccarico visivo e cognitivo che rischia di distrarre il visitatore, compromettendo così la centralità narrativa del sarcofago, generalmente considerato il capolavoro della collezione.

In accordo con i curatori, la soglia tra il corridoio principale e la sala del sarcofago è stata quindi identificata come un punto critico, considerato un nodo essenziale per un possibile intervento. Il progetto sperimentale si è concentrato su questo nodo, con l'obiettivo di esplorare possibili alternative in grado di rafforzare l'impatto emotivo e simbolico dell'opera.

Sono state quindi definite quattro variabili chiave per lo sviluppo di scenari espositivi alternativi:
— Sorpresa: introdurre un elemento che impedisca la visione immediata del sarcofago, creando così un momento di scoperta inaspettata.
— Illuminazione: ridefinire lo schema luminoso con accenti mirati su manufatti ed elementi spaziali selezionati.
— Atmosfera: evocare, in una forma reinterpretata, l'ambiente funerario originale, creando un contesto immersivo coerente.
— Coinvolgimento emotivo e riflessione: integrare elementi testuali, visivi o sonori che stimolino la riflessione e la connessione personale con l'opera.

La combinazione sistematica di queste variabili ha dato origine a una matrice di progettazione che comprende 27 scenari potenziali. Al fine di garantire la validità del confronto, in ogni test è stata modificata una sola variabile alla volta, in modo da poter attribuire chiaramente gli effetti osservati a un cambiamento specifico.

EtruVR: replica immersiva del museo

La replica virtuale dell'ambiente museale è stata sviluppata con l'obiettivo di massimizzare il grado di fotorealismo raggiungibile, entro i limiti imposti dalla necessità di un rendering in tempo reale. A tal fine, sono state utilizzate planimetrie, fotografie e immagini a 360° scattate in loco e integrate in un flusso di lavoro che ha incluso la modellazione in Autodesk Maya e la texturizzazione in Substance Painter. L'applicazione è stata implementata in Unity, utilizzando l'High Definition Render Pipeline (HDRP) per sfruttare modelli globali di illuminazione globale e integrare riflessioni dinamiche.

Particolare attenzione è stata dedicata al Sarcofago degli Sposi, per il quale è stato utilizzato un modello laser-scan ad altissima risoluzione, successivamente ottimizzato tramite retopologia per ridurne la geomatria, e arricchito con texture dettagliate (diffuse, roughness, normal maps), al fine di conservare fedelmente le crepe, i rilievi e i dettagli scultorei senza compromettere le prestazioni in fase di rendering. L'esperienza VR è stata implementata per Meta Quest 3, un HMD VR untethered che garantisce libertà di movimento e naturalezza nell'interazione. La navigazione sfrutta la metafora del real-walking, che consente ai partecipanti di muoversi nello spazio virtuale camminando fisicamente nello spazio reale, massimizzando la naturalezza dell'interazione e rafforzando il senso di presenza. Per migliorare ulteriormente la coerenza percettiva complessiva dell'ambiente, l'ambiente è stato inoltre arricchito da un audio spazializzato in 3D, che simula l'atmosfera silenziosa e contemplativa di uno spazio museale.

Monitoraggio delle risposte emotive

La valutazione quantitativa delle varianti espositive è stata effettuata utilizzando un approccio multimodale che integra dati biometrici e un monitoraggio del comportamento dei partecipanti. L'attività elettrodermica (EDA) è stata utilizzata come indicatore dell'attivazione emotiva. L'elettroencefalografia (EEG) ha permesso di rilevare l'attività cerebrale, fornendo indici relativi al coinvolgimento, al carico cognitivo e alla valenza emotiva. Entrambi i segnali sono stati sincronizzati con i dati di posizione e orientamento dello sguardo (stimati in base alla direzione della testa), generando mappe di attenzione (heatmap) utili per identificare le aree che hanno suscitato le reazioni più intense. Infine, due questionari somministrati prima e dopo la sessione hanno permesso di integrare i dati fisiologici con le percezioni soggettive dei partecipanti, in termini di senso di presenza, comfort fisico e impatto emotivo e culturale.

Allestimento e protocollo sperimentale

Per validare empiricamente il framework metodologico proposto e analizzare l'influenza di specifiche scelte progettuali sull'esperienza dei visitatori, è stato condotto uno studio con utenti basato sull'ambiente immersivo EtruVR. Gli obiettivi principali di questa fase erano tre:

1. valutare l'impatto delle variabili di design espositivo sulle risposte emotive, sul coinvolgimento cognitivo e sulla percezione di presenza;
2. verificare l'efficacia della combinazione tra VR immersiva e raccolta multimodale di dati (biometrici, tracciamento comportamentale e questionari) per comprendere tali effetti;
3. mostrare il potenziale di questo approccio come strumento operativo per orientare le scelte progettuali in funzione del coinvolgimento emotivo dei visitatori.

Come descritto in precedenza, l'esplorazione progettuale preliminare – guidata da cinque variabili chiave (Sorpresa, Illuminazione, Ricostruzione dell'atmosfera, Atmosfera emotiva, Grafica per la riflessione) – ha prodotto una serie di diversi scenari espositivi potenziali. Per la fase sperimentale è stato selezionato un sottoinsieme di tre varianti, caratterizzate da un progressivo accumulo di interventi progettuali. Questa scelta rispondeva a due esigenze: da una parte garantire un protocollo sperimentale gestibile, in termine di numeri di volontari e tempi necessari per la sperimentazione, e metodologicamente rigoroso (dato che ciascun partecipante avrebbe sperimentato una sola condizione), facilitando al contempo un'analisi comparativa mirata. L'introduzione progressiva delle modifiche ha infatti permesso di isolare meglio il contributo di ogni variabile rispetto alla configurazione precedente.

Le tre varianti implementate e testate in EtruVR sono state le seguenti:
— Stato attuale (Baseline/Main). Replica fedele della configurazione esistente del museo ETRU, utilizzata come condizione di controllo per confrontare l'efficacia delle varianti (Fig. 1).
— Variante 1 (Var 1) – Sorpresa. Introduzione di un pannello curvo per oscurare la vista diretta del sarcofago dal corridoio, così da ritardarne la rivelazione e creare un effetto di scoperta (Fig. 2).
— Variante 2 (Var 2) – Sorpresa + Atmosfera emotiva. Mantenimento dell'effetto sorpresa di Var 1 e trasformazione della sala in una cupola illuminata come un cielo stellato; per indurre un senso di sospensione in un ambiente dai confini sfumati e amplificare la risposta empatica e contemplativa del visitatore (Fig. 3).

L'organizzazione progressiva di queste tre configurazioni aveva come obiettivo quello di analizzare in modo controllato l'evoluzione delle risposte emotive e cognitive dei visitatori al variare delle condizioni espositive.



Fig. 1. Replica fedele della configurazione del museo ETRU

Lo studio si è svolto all'interno di un laboratorio universitario dotato di uno spazio dedicato e controllato, con un'area libera di circa 16x16 metri priva di ostacoli e di dimensione congruente con quella della zona di intervento nel museo reale. Questa configurazione è risultata essenziale per poter utilizzare il real-walking come metafora di navigazione dello spazio virtuale. L'esperienza è stata fruita tramite un visore Meta Quest 3, collegato via Air Link a una workstation desktop VR-ready, responsabile del rendering fotorealistico e dell'elaborazione degli input.

Per la registrazione dei dati fisiologici, ciascun partecipante ha indossato due sensori biometrici wireless: (i) un EEG (Mindtooth Touch) per il monitoraggio dell'attività neurale; (ii) un EDA (Shimmer3 GSR+) per la rilevazione dell'attivazione emotiva. L'assenza di cavi, sia per la VR sia per i biosensori, rappresentava un requisito fondamentale per garantire libertà di movimento e naturalità nell'interazione con l'ambiente virtuale. In fase di registrazione i flussi di dati dei sensori biometrici e i dati posizionali acquisiti dal Quest 3 sono stati sincronizzati temporalmente tramite scambio di messaggi TCP tra i rispettivi dispositivi di acquisizione. Ciò ha consentito di correlare con precisione le risposte biometriche agli eventi e alle posizioni specifiche nel museo virtuale. I dettagli relativi all'acquisizione e all'elaborazione dei dati sono dettagliati nel seguito.



Fig. 2. Ingresso alla sala del sarcofaggo per la Variante 1

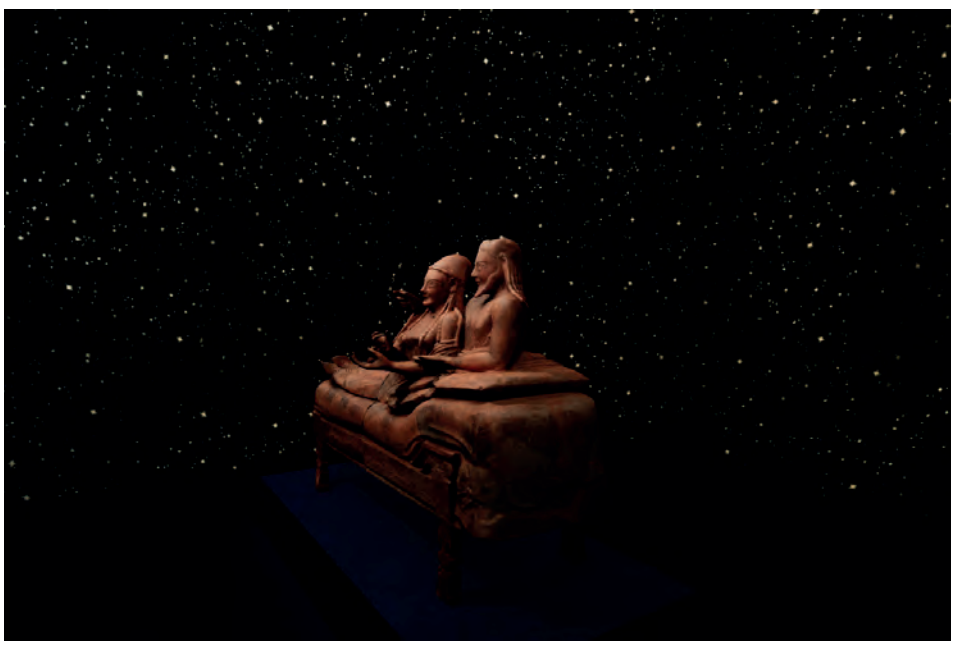


Fig. 3. Sala del sarcofago per la Variante 2

Protocollo sperimentale
Lo studio ha adottato un design between-subjects, in cui ogni partecipante ha sperimentato esclusivamente una delle tre varianti (Baseline, Var1 o Var2). Tale scelta ha permesso di prevenire effetti di apprendimento o di abitudine che avrebbero potuto alterare le risposte ai questionari.

Il reclutamento dei volontari è avvenuto tramite una campagna dedicata, che prevedeva la prenotazione di una fascia oraria e la compilazione di un questionario preliminare (dati demografici, esperienza con la VR, abitudini di visita museale). All'arrivo, i partecipanti venivano registrati, ricevevano un codice identificativo anonimo e venivano assegnati a una delle tre condizioni sperimentali attraverso un sistema di bilanciamento dei gruppi. Nella stessa area di accoglienza – separata fisicamente dallo spazio sperimentale – i partecipanti ricevevano informazioni sullo studio, firmavano il consenso informato e completavano un questionario pre-esperienza. Ai partecipanti veniva comunicato che avrebbero visitato un museo virtuale, senza ulteriori dettagli sul contesto o sugli oggetti esposti, e veniva chiesto loro di non condividere la propria esperienza con i loro pari fino al termine della raccolta dati.

Una volta condotti nella sala sperimentale, i partecipanti venivano equipaggiati con i sensori EEG e EDA e, dopo la verifica del corretto flusso di dati, indossavano il visore VR. L'esperienza iniziava nel corridoio adiacente alla sala del sarcofago, con una fase di registrazione della baseline fisiologica della durata di un minuto, durante la quale i partecipanti rimanevano fermi di fronte a una parete. Un segnale sonoro virtuale annunciava l'inizio della visita. La fruizione dell'ambiente era libera: non venivano fornite istruzioni di navigazione specifiche, salvo la durata massima di quattro minuti, con un avviso al terzo, e la possibilità di concludere l'esperienza in anticipo tornando al punto di partenza.
Al termine della sessione, i dispositivi venivano rimossi e i partecipanti rientravano nell'area di accoglienza, dove completavano un questionario post-esperienza, volto a raccogliere le percezioni soggettive in merito alla presenza, al comfort fisico e all'impatto emotivo-culturale della visita.

Raccolta dei dati: questionari
Per ottenere un quadro completo delle aspettative, delle percezioni e delle reazioni dei partecipanti, sono stati utilizzati questionari somministrati sia prima che dopo l'esperienza immersiva. Il questionario pre-esperienza raccoglieva informazioni demografiche e dati di background (familiarità con la VR e abitudini di visita museale).
Il questionario post-esperienza mirava invece a valutare: (i) la qualità soggettiva dell'esperienza VR, con particolare attenzione al comfort fisico e al senso di presenza; (ii) l'impatto culturale ed emotivo della specifica variante di EtruVR sperimentata.
Per la prima area di indagine sono stati impiegati due strumenti consolidati: il VRISE (VR Induced Symptoms and Effects), adattato dal Virtual Reality Neuroscience Questionnaire [Kourtesis et al. 2019], utile a misurare eventuali sintomi di discomfort indotti dalla VR (disorientamento, nausea, instabilità), così da escludere possibili interferenze con le risposte emotive; l'Igroup Presence Questionnaire (IPQ) [Tran et al. 2024], volto a misurare il senso

di presenza generale, la presenza spaziale, il coinvolgimento e il realismo percepito, restituendo anche un punteggio complessivo di presenza.
Per valutare l'impatto culturale ed emotivo delle diverse varianti dell'esposizione EtruVR, sono stati somministrati due questionari consolidati: l'Aesthetic Experience Questionnaire (AEQ) [Wanzer et al. 2020] e il Positive and Negative Affect Schedule (PANAS) [Watson et al. 1988]. L'AEQ è stato utilizzato per misurare la natura multisfaccettata dell'esperienza estetica dei partecipanti durante la visione dell'esposizione virtuale, comprendendo dimensioni legate sia alla percezione artistica che all'esperienza del flusso. Il PANAS è stato utilizzato per catturare gli stati affettivi attuali (umore) dei partecipanti immediatamente dopo l'esperienza del museo virtuale.

L'analisi di questi questionari ha comportato la derivazione di punteggi per le loro scale consolidate sommando o calcolando la media delle risposte agli elementi costituenti, seguendo le linee guida dei rispettivi strumenti. Dall'AEQ, questo processo ha prodotto punteggi per sei aspetti distinti dell'esperienza estetica. Questi includevano: (i) una scala dell'Esperienza Percettiva, che riflette il coinvolgimento con le qualità sensoriali e formali dell'esposizione; (ii) una scala dell'Esperienza Emotiva, che misura le risposte affettive suscitate; (iii) una scala dell'Esperienza Culturale, relativa alla comprensione storica e contestuale; (iv) una scala della Comprensione, focalizzata sull'interpretazione del significato e dell'intento artistico; e due scale legate al flusso, (v) Flusso - Condizioni Prossimali, che valuta gli elementi che consentono uno stato di flusso (come obiettivi chiari e feedback), e (vi) Flusso - Esperienza, che misura la sensazione soggettiva di essere in uno stato di flusso (come l'assorbimento e la perdita di autocoscienza).
Dal PANAS, sono stati calcolati due punteggi primari: (i) un punteggio di Affetto Positivo (PA), che quantifica la misura in cui i partecipanti si sono sentiti entusiasti, attivi e vigili, e (ii) un punteggio di Affetto Negativo (NA), che quantifica i sentimenti di disagio e coinvolgimento spiacevole come nervosismo o irritabilità.

Raccolta dei dati: dati comportamentali
Durante l'esperienza, l'applicazione VR registrava in continuo i dati relativi a posizione tridimensionale e orientamento della testa, con una frequenza di campionamento di 30 Hz. Questo flusso dati ha consentito di ricostruire con precisione il percorso esplorativo, le direzioni di osservazione e il livello di interazione spaziale con le diverse configurazioni espositive.

Raccolta dei dati: dati fisiologici
Accanto ai dati comportamentali, sono stati acquisiti in tempo reale i correlati fisiologici delle risposte emotive e cognitive, attraverso due segnali principali: EEG (rilevato tramite il dispositivo Mindtooth Touch, con elettrodi Ag/AgCl posizionati secondo il sistema internazionale 10-10, sulle aree frontali, AFz, AF3, AF4, AF7, AF8, e parietali, Pz, P3, P4); EDA (rilevata tramite sensore Shimmer3 GSR+, con elettrodi Ag/AgCl applicati sulle falangi medie del secondo e terzo dito della mano non dominante, campionata a 64 Hz). Questi dati grezzi costituiscono la base per la derivazione di indici neurofisiologici specifici, descritti nella sezione successiva.
I segnali EEG ed EDA sono stati processati per estrarre indici rappresentativi degli stati cognitivi ed emotivi.

Per l'EEG, i segnali sono stati filtrati (nella banda 2–30 Hz, con filtro Butterworth), corretti dagli artefatti (metodo Reblinca), segmentati in epoche di 1 s con overlap del 50% e puliti secondo criteri di ampiezza e trend. Sulla baseline individuale, registrata all'inizio dell'esperienza, è stata calcolata la Individual Alpha Frequency (IAF). Sono stati derivati due indici principali:

— **Workload Index**, basato sulla potenza della banda Theta (4–8 Hz) agli elettrodi frontali, normalizzato sulla baseline. Secondo la seguente formula dove n è il numero degli elettrodi:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^{n} \text{Potenza Theta Power Elettrodi Frontali}_i}{n}$$

— **Approach–Withdrawal (AW) Index**, calcolato come asimmetria della banda Alpha (8–13 Hz) tra emisfero destro e sinistro (AF4, AF8 vs. AF3, AF7), indicativo di tendenze motivazionali. Secondo la seguente formula dove *n* ed *m* sono rispettivamente il numero di elettrodi sul lato destro e sinistro:

$$AW = \frac{\sum_{i=1}^{n} \text{Alpha Destro Frontale}_i}{n} - \frac{\sum_{i=1}^{m} \text{Alpha Destro Frontale}_i}{m}$$

I segnali EDA sono stati elaborati con il toolbox LEDAlab in MATLAB, è sono stati decomposti in: (i) Skin Conductance Level (SCL), componente tonica lenta, indicativa del livello di attivazione simpatica di fondo; (ii) Skin Conductance Responses (SCRs), componente fasica rapida, legata a risposte affettive transitorie. Entrambe le componenti sono state normalizzate per soggetto e analizzate su finestre temporali predefinite.

Analisi statistica

Per confrontare gli effetti delle tre varianti di EtruVR (Baseline, Var1, Var2) su questionari, dati comportamentali e indici fisiologici sono stati impiegati test parametrici o non parametrici, a seconda del rispetto delle assunzioni di normalità (Shapiro–Wilk) e omogeneità delle varianze (Levene). In caso di effetti principali significativi, sono stati condotti confronti post-hoc a coppie (Tukey HSD per ANOVA; test di Dunn con correzione di Bonferroni per Kruskal–Wallis). La correzione di Bonferroni è stata applicata sistematicamente per controllare il rischio di errore in presenza di confronti multipli. Analisi ulteriori hanno esplorato l'influenza delle caratteristiche individuali (es. esperienza con la VR, frequenza di visita ai musei) sulle risposte raccolte.

Per analizzare le differenze nei parametri fisiologici tra le condizioni sperimentali è stata condotta una ANOVA a disegno misto (split-plot). In questo modello, il fattore Posizione (che distingue la diversa stanza del museo virtuale) è stato trattato come variabile entro-soggetti, mentre il fattore Scenario (le tre varianti del museo) come variabile tra-soggetti. L'analisi ha permesso di verificare sia gli effetti principali dei due fattori, sia la loro interazione, ovvero se l'andamento delle risposte fisiologiche nei diversi ambienti variava a seconda della variante museale presentata. Quando necessario, i risultati sono stati accompagnati dai valori di F, p e dall'eta quadrato parziale (ηp^2) come indice di dimensione dell'effetto.

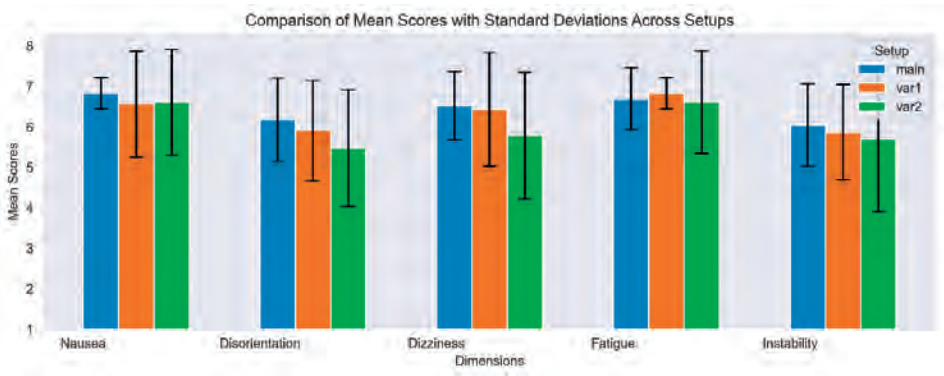


Fig. 4. Risultati scale VRISE raggruppati per scenario. Le barre di errore rappresentano la deviazione standard

Risultati

Questionari

I punteggi del questionario VRISE sono stati misurati su una scala Likert a 7 punti, dove punteggi più alti indicano un'intensità di disagio inferiore (ovvero, 1 = sensazione estremamente intensa, 7 = assente). Pertanto, punteggi più elevati riflettono un'esperienza utente migliore con sintomi minimi.
I punteggi medi, calcolati su tutti gli utenti e le varianti, mostrano che il disagio è stato generalmente di intensità da bassa a molto bassa. Sintomi come *Nausea* e *Fatigue* sono risultati quasi assenti per la maggior parte degli utenti (rispettivamente 6.67 e 6.71). I punteggi leggermente inferiori per *Disorientation* (5.86) e *Instability* (5.87) indicano che questi effetti erano presenti, sebbene in misura molto contenuta, tale da non aver probabilmente influenzato in modo significativo l'esperienza complessiva.

Le analisi statistiche condotte sulle tre configurazioni sperimentali non hanno rivelato differenze significative per nessuna delle variabili del VRISE: *Nausea* [$\chi^2(2) = 0.15$, $p = 0.93$], *Disorientation* [$\chi^2(2) = 3.78$, $p = 0.15$], *Dizziness* [$\chi^2(2) = 5.68$, $p = 0.06$], *Fatigue* [$\chi^2(2) = 0.01$, $p = 0.99$] e *Instability* [$\chi^2(2) = 0.17$, $p = 0.92$]. L'assenza di differenze significative è un risultato cruciale: suggerisce che le modifiche di design introdotte nelle Varianti 1 e 2 non hanno influito negativamente sul comfort fisico dei partecipanti. Questo garantisce che le tre condizioni siano pienamente comparabili dal punto di vista dell'usabilità, permettendo di attribuire eventuali differenze nelle risposte emotive al design stesso, piuttosto che a fattori confondenti come il disagio fisico.

Analogamente, l'esperienza pregressa dei partecipanti con la VR immersiva non ha prodotto differenze statisticamente significative in nessuna delle scale del VRISE: *Nausea* [$\chi^2(1) = 2.69$, $p = 0.10$], *Disorientation* [$\chi^2(1) = 3.58$, $p = 0.06$], *Dizziness* [$\chi^2(1) = 0.65$, $p = 0.42$], *Fatigue* [$\chi^2(1) = 0.02$, $p = 0.88$] e *Instability* [$\chi^2(1) = 0.08$, $p = 0.78$]. Questo indica che l'ambiente virtuale è stato ben tollerato sia dagli utenti novizi che da quelli esperti, evidenziando la

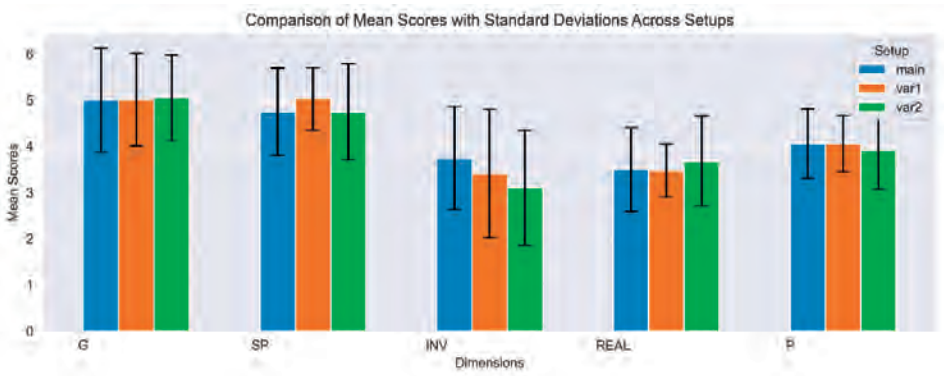


Fig. 5. Risultati scale IPQ raggruppati per scenario. Le barre di errore rappresentano la deviazione standard

robustezza e l'accessibilità dell'esperienza progettata, probabilmente anche grazie all'uso della metafora di navigazione real-walking.

I dati del questionario IPQ sono stati analizzati utilizzando le scale qualitative proposte in letteratura per le sottoscale di *Spatial Presence, Involvement, Experienced Realism e Overall Presence*. È stato considerato anche il fattore specifico PRES dell'IPQ, che misura direttamente la presenza con una singola domanda.
Le analisi statistiche non hanno rivelato differenze significative tra le tre configurazioni sperimentali (Baseline, Var1, Var2) per nessuna delle scale dell'IPQ: PRES [$\chi^2(2) = 0.07$, $p = 0.96$], Spatial Presence [$\chi^2(2) = 0.86$, $p = 0.65$], Involvement [$F(2,66) = 1.50$, $p = 0.23$] ed Experienced Realism [$F(2,66) = 0.42$, $p = 0.66$].
Allo stesso modo, né l'esperienza pregressa dei partecipanti con la VR né la loro frequenza di visita ai musei hanno portato a differenze statisticamente significative in alcuna delle scale dell'IPQ.

Questa coerenza nei livelli di presenza tra tutte le condizioni e i gruppi di partecipanti è un risultato di rilievo. Dimostra che l'esperienza virtuale ha generato con successo un grado di immersione stabile ed elevato, indipendentemente dal design espositivo specifico o dal background dell'utente. Ciò fornisce una solida base per l'interpretazione delle risposte emotive e cognitive, poiché possiamo assumere che i partecipanti di tutti i gruppi fossero ugualmente "presenti" nello spazio virtuale.
Il punteggio di *Overall Presence* per tutti i partecipanti è stato di 4.16, che corrisponde a una valutazione qualitativa "Molto Buona", a conferma del forte senso di immersione. Due fattori chiave che hanno contribuito a questo risultato sono stati *Spatial Presence* (4.79, "Molto Buono") e *Experienced Realism* (3.44, "Soddisfacente"), indicando che i partecipanti hanno percepito il museo virtuale come uno spazio credibile e sufficientemente realistico. Il fattore di Involvement ha registrato il punteggio più basso (3.41, "Insoddisfacente"). Questo suggerisce che, sebbene immersi, gli utenti avessero un livello di interazione attiva limitato, in linea con una tipica visita museale basata sull'osservazione e sulla riflessione.

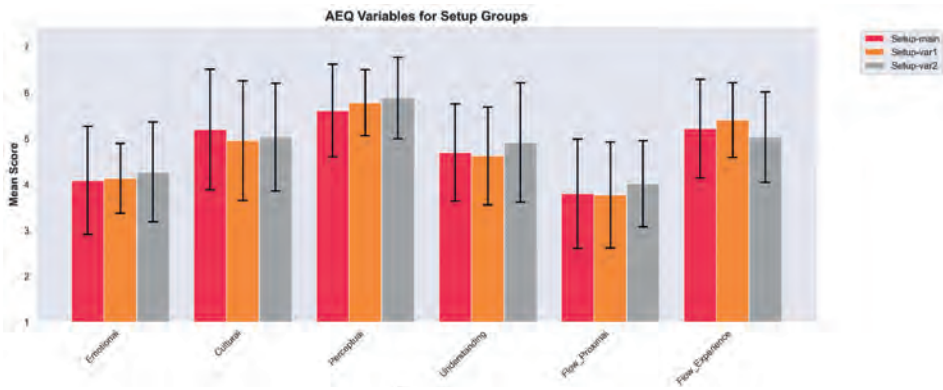


Fig. 6. Risultati scale AEQ raggruppati per scenario. Le barre di errore rappresentano la deviazione standard

I risultati combinati dei questionari IPQ e VRISE indicano che i partecipanti hanno sperimentato alti livelli di presenza senza un disagio significativo. L'aver stabilito questa solida base di comfort e di presenza immersiva è fondamentale, poiché i sintomi indotti dalla VR o una scarsa immersione avrebbero potuto rappresentare fattori confondenti. Le analisi di correlazione tra le sottoscale dell'IPQ e i punteggi del VRISE non hanno rivelato alcuna relazione significativa, confermando che i bassi livelli di disagio non hanno avuto un impatto misurabile sul senso di presenza.
I risultati positivi dell'IPQ e l'assenza di sintomi significativi dal VRISE supportano quindi la validità dell'analisi successiva dei dati fisiologici. Poiché i partecipanti hanno riportato un'alta presenza e un basso disagio, possiamo essere fiduciosi che le risposte fisiologiche osservate siano dovute agli effetti voluti dell'ambiente virtuale piuttosto che a fattori esterni come il malessere o la mancanza di coinvolgimento.

L'analisi delle risposte all'AEQ conferma l'alta qualità dell'esperienza vissuta dai partecipanti. Emerge infatti un quadro in cui l'esperienza estetica è stata ricca e positiva, con punteggi medi particolarmente elevati per le dimensioni *Perceptual* (M = 5.76, SD = 0.87) e *Flow-Experience* (M = 5.22, SD = 0.96). Questi dati indicano un forte coinvolgimento con le qualità sensoriali dell'ambiente e un profondo senso di immersione nell'esperienza.
In linea con i risultati degli altri questionari, l'analisi statistica non ha rivelato differenze significative tra le tre configurazioni sperimentali (Baseline, Var1, Var2) per nessuna delle dimensioni dell'AEQ: *Emotional* [$F(2,66) = 0.20$, $p = 0.82$, $\chi p^2 = 0.01$], *Cultural* [$\chi^2(2) = 0.68$, $p = 0.71$], *Perceptual* [$\chi^2(2) = 0.99$, $p = 0.61$], *Understanding* [$F(2,66) = 0.41$, $p = 0.67$, $\chi p^2 = 0.01$], *Flow-Proximal* [$F(2,66) = 0.34$, $p = 0.71$, $\chi p^2 = 0.01$] e *Flow-Experience* [$F(2,66) = 0.84$, $p = 0.44$, $\chi p^2 = 0.03$]. Questo suggerisce che, sebbene le modifiche progettuali avessero lo scopo di modulare il percorso emotivo, la qualità complessiva dell'esperienza estetica è rimasta stabile e costantemente elevata in tutte le condizioni. La forza del contenuto e la fedeltà della ricostruzione virtuale sembrano aver fornito una base estetica così solida da non essere alterata in modo significativo dalle diverse strategie di presentazione.
Un risultato di particolare interesse riguarda l'assenza di differenze significative legate all'esperienza pregressa dei partecipanti con la VR. Anche in questo caso non sono emer-

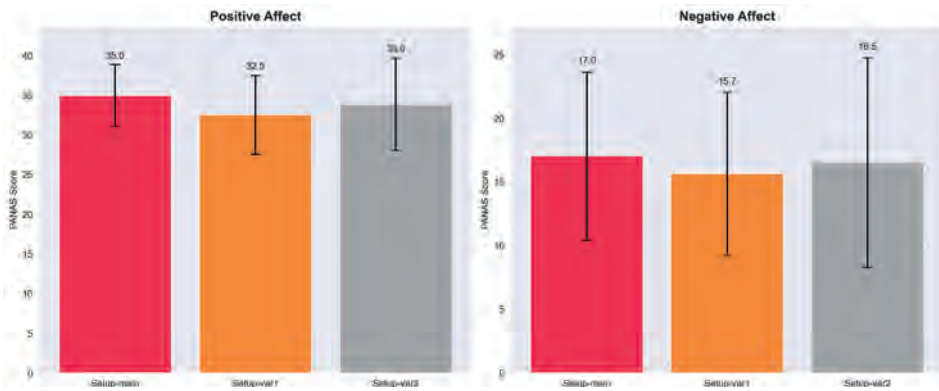


Fig. 7. Risultati scale PANAS raggruppati per scenario. Le barre di errore rappresentano la deviazione standard

se differenze nelle dimensioni dell'AEQ: *Emotional* [$F(1,67) = 2.47$, $p = 0.12$, $\chi p^2 = 0.04$], *Cultural* [$F(1,67) = 0.68$, $p = 0.41$, $\chi p^2 = 0.01$], *Perceptual* [$\chi^2(1) = 0.74$, $p = 0.39$], *Understanding* [$F(1,67) = 0.01$, $p = 0.91$, $\chi p^2 < 0.01$], *Flow-Proximal* [$F(1,67) = 1.35$, $p = 0.25$, $\chi p^2 = 0.02$] e *Flow-Experience* [$F(1,67) = 0.60$, $p = 0.44$, $\chi p^2 = 0.01$]. Spesso, le prime esperienze in realtà virtuale possono generare un pronunciato *effetto WOW*, dove l'entusiasmo per la novità della tecnologia porta a valutazioni estremamente positive. In questo studio, tuttavia, sia gli utenti novizi sia quelli esperti hanno riportato livelli di coinvolgimento estetico comparabili e alti. Questo dato è fondamentale, poiché suggerisce che le valutazioni positive non sono un semplice artefatto della novità del mezzo, ma sono genuinamente attribuibili alla qualità intrinseca dell'ambiente EtruVR: la sua fedeltà visiva, la cura dei dettagli e la capacità di evocare un'atmosfera immersiva.

I dati del PANAS rivelano una risposta emotiva nettamente positiva a seguito dell'esperienza. In tutte e tre le condizioni sperimentali, i punteggi del *Positive Affect* si sono mantenuti costantemente alti ($M = 33.78$, $SD = 4.99$), mentre quelli del *Negative Affect* sono risultati uniformemente bassi ($M = 16.40$, $SD = 7.09$). Ciò dimostra che la visita nel museo virtuale è stata percepita come piacevole e stimolante, riuscendo a generare benessere e a non indurre sensazioni di disagio.
Coerentemente con gli altri dati soggettivi, l'analisi statistica non ha evidenziato differenze significative tra gli scenari né per il *Positive Affect* [$F(2,66) = 1.39$, $p = 0.26$, $\chi p^2 = 0.04$] né per il *Negative Affect* [$\chi^2(2) = 1.08$, $p = 0.58$]. Questo indica che tutte le varianti del museo sono state ugualmente efficaci nel promuovere uno stato emotivo positivo, confermando che l'esperienza di base è stata vissuta in modo positivo da tutti i partecipanti.
Anche in questo caso, non sono emerse differenze significative legate all'esperienza pregressa con la VR per il *Positive Affect* [$F(1,67) = 0.99$, $p = 0.32$, $\chi p^2 = 0.02$]. Tuttavia, per il *Negative Affect* è stato osservato un effetto significativo [$\chi^2(1) = 4.19$, $p = 0.04$], con utenti meno esperti che tendevano a riportare punteggi leggermente più alti di emozioni negative rispetto agli utenti più esperti. Questo risultato rafforza ulteriormente la conclusione tratta dall'analisi dell'AEQ: sebbene il bilancio affettivo sia rimasto ampiamente positivo

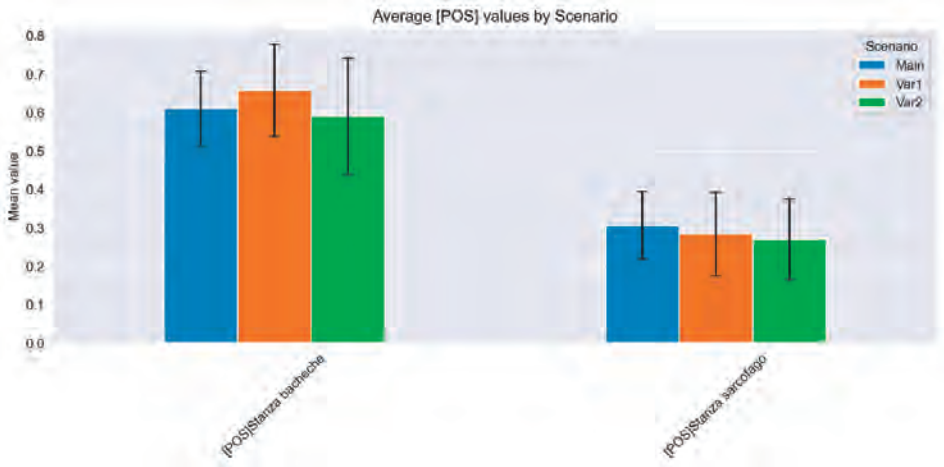


Fig. 8. Tempi medi di posizione per le due stanze museali, raggruppati per scenario. Le barre di errore rappresentano la deviazione standard

in tutti i gruppi, una maggiore familiarità con la VR sembra ridurre ulteriormente le sensazioni negative. In generale, sia i neofiti sia gli utenti esperti hanno riportato un bilancio affettivo simile (alto positivo, basso negativo), confermando che la risposta emotiva positiva è stata una reazione diretta alla qualità dell'esperienza museale virtuale e non un semplice effetto passeggero legato alla novità tecnologica.

Comportamentali

L'analisi dei dati comportamentali, basata sulla posizione ([POS]) e sulla direzione dello sguardo ([GAZE]) dei partecipanti, offre una prospettiva oggettiva su come le diverse configurazioni espositive abbiano influenzato l'esplorazione dello spazio e la distribuzione dell'attenzione. Entrambe le metriche sono state normalizzate rispetto alla durata totale della visita di ciascun utente.

Analizzando il tempo di permanenza normalizzato nelle due aree principali ([POS]), emerge che i partecipanti hanno trascorso, in media, più della metà del loro tempo nella prima sala, quella contenente le bacheche (M = 0.62, SD = 0.13), e circa un terzo nella sala del Sarcofago degli Sposi (M = 0.29, SD = 0.10). L'analisi statistica non ha evidenziato differenze significative tra gli scenari né per la stanza delle bacheche [$\chi^2(2) = 2.32$, $p = 0.31$] né per la stanza del sarcofago [$\chi^2(2) = 1.26$, $p = 0.53$] (Fig. 8). Tuttavia, il tempo trascorso fisicamente in un'area non coincide necessariamente con il tempo di attenzione dedicato agli oggetti in essa contenuti.

Infatti, l'analisi del tempo di osservazione ([GAZE]) rivela un quadro più sfumato e significativo. Si nota innanzitutto come i tempi di osservazione dedicati alle bacheche (M = 0.27, SD = 0.12) e al Sarcofago degli Sposi (M = 0.19, SD = 0.11) siano molto più vicini tra loro rispetto ai tempi di permanenza nelle rispettive stanze. Questo suggerisce che gran parte del tempo nella prima sala era dedicato alla navigazione e all'orientamento, mentre l'attenzione visiva è stata distribuita in modo più equilibrato tra i principali punti di interesse (Fig. 9).

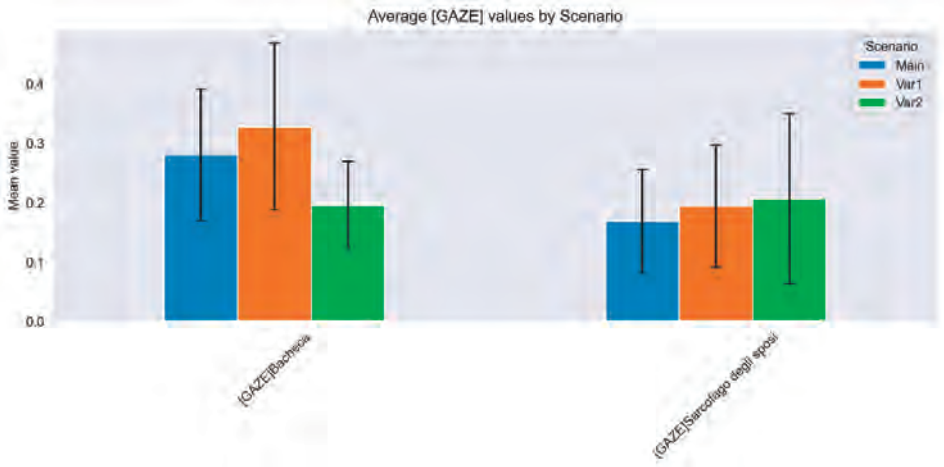


Fig. 9. Tempi medi di osservazione delle bacheche della prima sala o del sarcofago, raggruppati per scenario. Le barre di errore rappresentano la deviazione standard

L'elemento più interessante emerge confrontando i pattern di osservazione tra gli scenari. L'analisi statistica ha rivelato una differenza significativa per il tempo di osservazione dedicato alle bacheche della prima sala ([GAZE] Bacheca) [$\chi^2(2) = 12.71$, $p = 0.002$]. Nello specifico, i partecipanti nella Variante 2 hanno trascorso significativamente meno tempo a osservare le bacheche rispetto alle altre due condizioni ($M = 0.19$, $SD = 0.11$).
In modo complementare, sebbene la differenza non raggiunga la soglia di significatività statistica, si osserva una tendenza opposta per l'oggetto focale del museo: il tempo di osservazione del Sarcofago degli Sposi ([GAZE] Sarcofago) è risultato maggiore proprio nella Variante 2 ($M = 0.22$, $SD = 0.11$), [$\chi^2(2) = 0.92$, $p = 0.63$].
Questo pattern comportamentale è di grande rilevanza. Suggerisce che la combinazione di "Sorpresa" e "Atmosfera" implementata nella Variante 2 sia stata efficace nel raggiungere uno degli obiettivi chiave del progetto: ridurre la distrazione causata dagli oggetti secondari (le bacheche) e focalizzare l'attenzione del visitatore sull'opera principale. Sebbene l'aumento del tempo di osservazione del Sarcofago non sia statisticamente significativo di per sé, la significativa riduzione del tempo dedicato alle bacheche indica chiaramente un cambiamento nel comportamento esplorativo, orientando l'esperienza verso il capolavoro della collezione come previsto.

Fisiologici

L'analisi delle metriche fisiologiche ha evidenziato un quadro in cui le risposte dei partecipanti risultano influenzate principalmente dal contesto spaziale del museo virtuale, piuttosto che dalla variante scenografica.
Per l'indice GSR_SCL è emerso un effetto principale significativo del fattore Posizione [$F(1,58)=11.71$, $p=0.001$, $\chi p^2=0.168$] con valori più elevati nella stanza del sarcofago rispetto alla stanza bacheche (Figura 10, sinistra). Nessuna differenza significativa è stata osservata tra scenari [$F(2,58)=0.67$, $p=0.514$] né per l'interazione Scenario × Posizione [$F(2,58)=0.17$, $p=0.848$]. Al contrario, la metrica GSR_SCR non ha mostrato effetti signi-

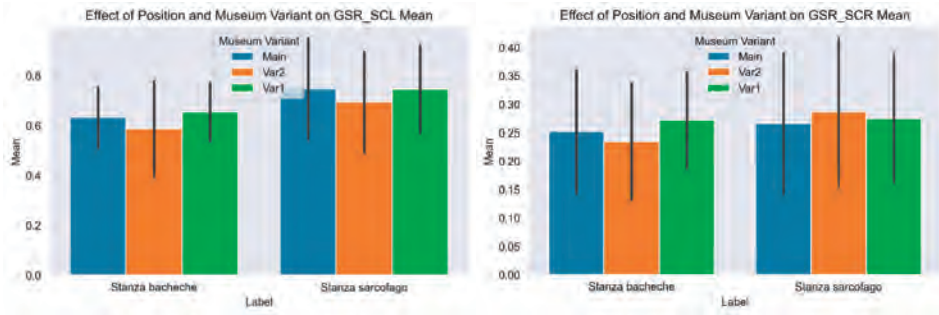


Fig. 10. GSR misurato nelle due stanze museali, raggruppando rispetto allo scenario. Sinistra, GSR_SCL, destra GSR_SCR. Le barre di errore rappresentano la deviazione standard.

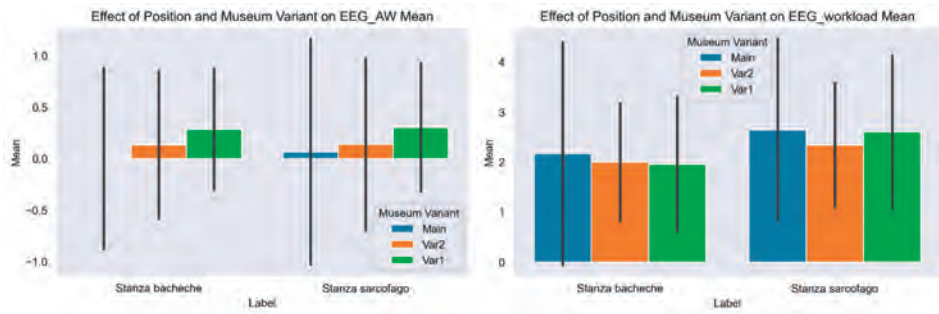


Fig. 11. GSR misurato nelle due stanze museali, raggruppando rispetto allo scenario. Sinistra, indice di Approach-Withdrawal, destra, indice di Workload

ficativi (tutti $p>0.27$), suggerendo che la frequenza delle risposte fasi sia rimasta stabile tra condizioni (Fig. 10, destra). Un andamento simile è stato riscontrato per gli indici EEG. L'indice EEG_AW non ha mostrato differenze significative né tra scenari [$F(2,51)=0.97$, $p=0.387$], né tra stanze [$F(1,51)=0.05$, $p=0.825$], né nella loro interazione [$F(2,51)=0.74$, $p=0.481$], Figura 11, sinistra. Viceversa, l'indice EEG_Workload ha evidenziato un effetto principale significativo del fattore Posizione [$F(1,51)=12.53$, $p<0.001$, $\chi p^2=0.197$] con valori più elevati nella stanza del sarcofago rispetto alla stanza bacheche (Fig. 11, destra). Anche in questo caso, né l'effetto di scenario né l'interazione hanno raggiunto la significatività statistica.

Complessivamente, quindi, le metriche fisiologiche rivelano differenze legate alle diverse aree del museo, ma non tra le varianti espositive. Questo risultato, lungi dal ridurre la portata dell'analisi, suggerisce che lo stato fisiologico generale dei partecipanti sia rimasto stabile e coerente, indipendentemente dalle modifiche scenografiche. Tale stabilità può essere letta in chiave positiva: tutte e tre le varianti hanno indotto un'esperienza robusta e omogenea in termini di attivazione e impegno cognitivo di base.

Un'analisi più qualitativa dei valori medi permette di caratterizzare ulteriormente questa esperienza. I valori di SCL si sono mantenuti su livelli moderati e costanti, indicativi di uno stato di attenzione sostenuta e coinvolgimento attivo, tipico di un contesto museale contemplativo, in cui i partecipanti risultano vigili e ricettivi senza essere sottoposti a stress o picchi emotivi. Coerentemente, il basso numero medio di risposte fasi (SCR) suggerisce un'esperienza fluida, priva di improvvisi momenti di iperattivazione. L'indice di carico cognitivo (Workload) si è mantenuto su valori moderati, riflettendo un impegno cognitivo stabile e funzionale all'elaborazione delle informazioni, mentre l'indice Approach-Withdrawal non ha mostrato tendenze sistematiche, confermando l'assenza di forti spinte motivazionali divergenti tra le varianti.

In sintesi, i dati fisiologici delineano un'esperienza coinvolgente ma confortevole, caratterizzata da un livello di attivazione stabile e coerente tra scenari, ma modulato dalla specifica collocazione spaziale all'interno del museo. Questo elemento rafforza l'idea che le differenze più sottili osservate nei comportamenti non derivino da una diversa intensità emotiva generale, bensì da un più fine orientamento dell'attenzione indotto dal design espositivo.

Conclusioni

Questo lavoro si è posto l'obiettivo di sviluppare e validare un framework metodologico basato su realtà virtuale e biometria per lo studio del coinvolgimento emotivo nel contesto museale. La sfida principale era tradurre le intuizioni teoriche sul design espositivo in pratiche progettuali concrete, offrendo alle istituzioni culturali uno strumento agile ed economicamente sostenibile per prendere decisioni basate sull'evidenza. Il caso di studio, incentrato sulla fruizione del Sarcofago degli Sposi nel Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia (ETRU), ha permesso di testare l'efficacia di questo approccio.

I risultati ottenuti confermano la validità del framework su più livelli. In primo luogo, i dati soggettivi (VRISE, IPQ) hanno stabilito che l'esperienza virtuale in EtruVR è stata di alta qualità, generando un forte senso di presenza e un disagio minimo, indipendentemente dalla configurazione espositiva o dall'esperienza pregressa dei partecipanti con la VR. Questo ha creato una solida base sperimentale, assicurando che le risposte emotive e comportamentali non fossero inquinate da fattori esterni.
È nell'integrazione tra dati comportamentali e fisiologici che il framework ha mostrato il suo pieno potenziale. Sebbene le differenze tra gli scenari non siano emerse a livello di percezione soggettiva o di attivazione fisiologica generale, l'analisi del comportamento visivo ha rivelato una dinamica cruciale: la Variante 2 ("Sorpresa + Atmosfera") ha ridotto significativamente il tempo che i visitatori hanno dedicato a osservare gli elementi di distrazione (le bacheche), mostrando al contempo una tendenza ad aumentare l'attenzione sull'opera principale. Questo dimostra che interventi di design anche sottili possono agire come efficaci meccanismi di guida dell'attenzione, ottimizzando la narrazione curatoriale.
Va inoltre sottolineato un aspetto cruciale emerso da questo studio: le scelte progettuali

implementate non sono riuscite a generare differenze misurabili nella maggior parte delle risposte soggettive e fisiologiche, rendendo la reazione dei partecipanti sostanzialmente omogenea tra i diversi scenari. Tuttavia, anche questo risultato, apparentemente nullo, è in realtà una delle dimostrazioni più potenti della validità e della rilevanza del framework. Replicare uno studio simile nel mondo reale, con la costruzione di tre allestimenti fisici distinti, avrebbe comportato costi e complessità logistiche enormemente superiori. L'utilizzo della VR ha invece permesso di verificare in modo rapido ed economico che le variazioni identificate, seppur concettualmente distinte, non erano abbastanza incisive da indurre risposte differenziali significative. Questo risultato non rappresenta un punto di arrivo, ma un prezioso punto di partenza: costituisce un'evidenza fondamentale per eventuali futuri sviluppi, in cui si potranno esplorare in virtuale interventi di design più radicali o di natura diversa, alla ricerca di quegli elementi in grado di far emergere risposte emotive e cognitive più marcatamente distinte.

In conclusione, questo studio offre un duplice contributo. Dal punto di vista metodologico, dimostra che un approccio multimodale che integra VR, biometria e analisi comportamentale è uno strumento efficiente ed efficace per valutare l'impatto del design espositivo. Dal punto di vista pratico, fornisce ai curatori e ai progettisti un esempio concreto di come sia possibile testare e validare scelte allestitive prima della loro implementazione fisica, orientando le decisioni non solo su intuizioni estetiche, ma su dati oggettivi relativi all'esperienza del visitatore.

Naturalmente, questo lavoro presenta dei limiti, come la contestualizzazione in un unico ambiente museale e l'assenza della dimensione sociale tipica di una visita reale. Le prospettive future potrebbero quindi includere l'applicazione di questo framework a diverse tipologie di musei (dall'arte contemporanea alla scienza), l'introduzione di elementi di interazione più complessi e lo sviluppo di esperienze multi-utente per esplorare le dinamiche di co-visitazione. Ciononostante, i risultati ottenuti aprono la strada a una progettazione museale più consapevole, empatica e, in ultima analisi, emotivamente coinvolgente.

BIBLIOGRAFIA

G. Alelis, A. Bobrowicz, C.S. Ang, *Exhibiting Emotion: Capturing Visitors' Emotional Responses to Museum Artefacts*, in International Conference of Design, User Experience, and Usability, 2013, pp. 429–438; *doi: 10.1007/978-3-642-39238-2_47*

K.M. Bedigan, *Developing Emotions: Perceptions of Emotional Responses in Museum Visitors*, in «Mediterranean Archaeology and Archaeometry», 16(5), 2016, p. 87

E. Canepa, *Architecture Is Atmosphere. Notes on Empathy, Emotions, Body, Brain, and Space*, Mimesis International, Milano, Italia, 2022

B. King, B. Lord, *The Manual of Museum Learning*, Bloomsbury Publishing PLC, Londra, Regno Unito, 2015

P. Kourtesis, S. Collina, L.A.A. Doumas, S.E. MAcpherson, *Validation of the Virtual Reality Neuroscience Questionnaire: Maximum Duration of Immersive Virtual Reality Sessions Without the Presence of Pertinent Adverse Symptomatology*, in «Frontiers in Human Neuroscience», 13, 2019, p. 417; *doi: 10.3389/fnhum.2019.00417*

M. Lehmbruck, *Psychology: Perception and Behaviour*, in «Museum», 3(4), 1974, p.190

J. Marín-Morales, J.L. Higuera-Trujillo, A. Greco, et al., *Real vs. Immersive-Virtual Emotional Experience: Analysis of Psycho-Physiological Patterns in a Free Exploration of an Art Museum*, in «PLOS ONE», 14(10), 2019, p. e0223881; doi: 10.1371/journal.pone.0223881

V. Minucciani, *Communicative Potential in Interior Experience: Museography and Interior Design*, in «Handbook of Research on Methodologies for Design and Production Practices in Interior Architecture», IGI Global Scientific Publishing, Hershey, Stati Uniti, 2021; doi: 10.4018/978-1-7998-7254-2.ch003

V. Minucciani, N. Saglar Onay, *Architectural Space and Emotions Evaluation of Responses to Different Spatial Characteristics*, in «Dwelling on Earth/Abitare la Terra», 58, 2022

M.C. Ruggieri Tricoli, M.D. Vacirca, *L'idea di museo: archetipi della comunicazione museale nel mondo antico*, Lybra Immagine, Milano, Italia, 1998

M.C. Ruggieri Tricoli, P. Culotta, *I fantasmi e le cose: la messa in scena della storia nella comunicazione museale*, Lybra immagine, Milano, Italia, 2000

K.R. Scherer, P. Ekman (eds.), *Approaches to Emotion,* Psychology Press, Abingdon, Regno Unito, 2014; doi: 10.4324/9781315798806

R. Somarathna, T. Bednarz, G. Mohammadi, *Virtual Reality for Emotion Elicitation – A Review*, in «IEEE Transactions on Affective Computing», 14(4), 2023, pp. 2626–2645; doi: 10.1109/TAFFC.2022.3181053

P. Ticineto Clough, J. Halley, *The Affective Turn: Theorizing the Social,* Duke University Press, Durham, Stati Uniti, 2007

T.Q. Tran, T. Langlotz, J. Young, T.W. Schubert, H. Regenbrecht, *Classifying Presence Scores: Insights and Analysis from Two Decades of the Igroup Presence Questionnaire (IPQ)*, in «ACM Transactions on Computer-Human Interaction», 31(5), 2024, pp. 61:1-61:26; *doi: 10.1145/3689046*

D.L. Wanzer, K. Procter Finley, S. Zarian, N. Cortez, *Experiencing Flow While Viewing Art: Development of the Aesthetic Experience Questionnaire*, in «Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts», 14(1), 2020, pp. 113–124; *doi: 10.1037/aca0000203*

D. Watson, L.a. Clark, A. Tellegen, *Development and Validation of Brief Measures of Positive and Negative Affect: The PANAS Scales*, in «Journal of Personality and Social Psychology», 54(6), 1988, pp. 1063–1070; *doi: 10.1037/0022-3514.54.6.1063*

LINEE GUIDA PER UN *EMPATHIC* DESIGN?

Valeria Minucciani

Neuromuseum nasce da una serie di concetti base, fra i quali quello di un design culturale capace di suscitare reazioni emotive nell'utente e in particolare un senso di immedesimazione empatica.

L'empatia

Se è vero che le emozioni che l'incontro con il patrimonio culturale suscita sono tante e a volte contraddittore, si è scelta l'empatia perché accomuna le persone più diverse e non dipende né dal livello culturale o economico, né dalle conoscenze pregresse, né dal genere o dall'età (il che non significa che queste diverse fasce di utenza reagiscono nello stesso modo: è indubbio però che in qualche modo reagiscono e la capacità di empatia è un'attitudine umana, neuronale ancor prima che razionale e conscia).
Com'è noto, l'empatia è una emulazione-simulazione interiore degli stati mentali altrui. Si tratta di una sorta di automatismo attivato dai neuroni specchio (le espressioni del viso che spesso caratterizzano uno stato di empatia, per esempio, sono generalmente involontarie). Theodor Lipps è considerato il padre della prima teoria scientifica di *Einfühlung* ("*feeling into*", "empatia"): usò questo concetto per la prima volta per spiegare come non solo capiamo ma anche sperimentiamo in prima persona gli stati mentali degli altri. Descrisse questo processo come inconscio e istintivo, una sorta di imitazione interiore [T. Lipps, 1903]. Nel 1909 Edward Titchener tradusse *Einfühlung* con *Empathy*, e il concetto è stato oggetto di numerosi studi nell'ambito della psicologia sociale e dello sviluppo, della sociologia e della filosofia: una risposta empatica non si riferisce, tuttavia, ai soli stati emotivi e affettivi, ma anche a quelli mentali cognitivi rendendo capaci di meglio comprendere le loro esperienze, le loro intenzioni e le loro necessità [T. Lipps, 1903; F. Fortuna, A. Tiberio, 1999].
In tempi più recenti, le Neuroscienze hanno contribuito a una migliore comprensione dei fondamenti neurali dell'empatia. Poiché non tutti reagiscono nello stesso modo agli stimoli, anche queste differenze rivestono un notevole interesse scientifico.

Attualmente uno dei maggiori studiosi ed esperti di empatia è considerato Roman Krznaric, studioso di filosofia sociale. Il suo libro *Empathy: Why It Matters and How to Get It* (originariamente intitolato *Empathy: A Handbook for Revolution*) invita a considerare il concetto psicologico di empatia come mezzo per la trasformazione sociale e politica [R. Krznaric, 2007; 2015; 2015]. L'autore propone una distinzione tra *empatia affettiva*, *empatia emotiva* ed *empatia cognitiva* come autoidentificazione cosciente negli altri.

In estrema sintesi, in questa sede l'empatia sarà intesa come:
— risposta sia conscia sia inconscia che coinvolge la mente e anche il corpo;
— reazione che consiste nello specchiarsi in qualcun altro in una determinata situazione.

Applicandola al contesto museografico, possiamo affermare che essa consiste in (ed è caratterizzata da) identificazione in qualcuno; riconoscimento della diversità; connessione con il presente; capacità di rispondere a uno stimolo o invito all'azione. Nella loro complessa interazione, questi processi possono indurre a una più o meno significativa *trasformazione personale.*
Ricerche psicologiche che si occupano delle forme narrative per lo studio delle emozioni suggeriscono che trasmettere i contenuti in modo empatico, incentivando e valorizzando il contributo personale del soggetto, aumenta il livello di autostima e promuove un concetto del sé sociale più positivo e collaborativo, oltre a essere connesso alla fiducia.

L'attivazione dei neuroni specchio, quando si osservano le azioni degli altri e le loro reazioni emotive, è stata misurata con il metodo neuroscientifico per comprendere meglio quali meccanismi soggiacciano all'empatia. La *"Narrative Empathy Theory"* di Keen, che esplora le conseguenze positive dell'empatia umana, la mette in relazione con un cambio di atteggiamento, un incremento di motivazione, fiducia e resilienza, attenzione agli altri e giustizia [S. Keen, 2006].
Keen afferma che specifiche tecniche narrative possono provocare una condivisione spontanea dello stato emotivo di un'altra persona di cui si è solo sentito parlare o si è letto. Se ne presumono e si rispecchiano i sentimenti: da questo punto di vista, Keen considera l'empatia come il precursore della *simpatia*. Al contrario, una risposta emotiva di ansia e disagio, caratterizzata da apprensione, non coincide con l'empatia, ma viceversa concentrandosi su se stessi porta al cosiddetto *evitamento*. È quindi importante rispettare un equilibrio fra i diversi registri della risposta emotiva: la narrazione museale può trarre alcuni spunti da questa teoria.
Essere testimoni delle diverse emozioni provate dagli altri non è un fatto raro: sembrerebbe una frequente reazione inconscia, una sorta di mimica che sincronizza *automaticamente* le espressioni e le posture con quelle di un'altra persona [E. Hatfield, J.T. Cacioppo, R. Rapson, 1993; T. Singer, C. Lamm, 2009]. Per evitare sovrapposizioni emotive, viene in soccorso a questa *empatia affettiva* la cosiddetta *empatia cognitiva*, che permette di comprendere che cosa gli altri stanno provando [G. Hein, T. Singer, 2008], distinguendo da ciò che si sta provando invece in prima persona [J. Decety, J. Grezes, 2006]. Alcuni studi sembrano dimostrare che le reazioni empatiche differiscono tra i generi: le donne sarebbero più empatiche degli uomini. Si è osservata per esempio la tendenza dei neonati a piangere se sentono un altro neonato che piange: tale reazione inconscia di empatia (dovuta a un

livello di maturazione ancora incompleto della corteccia prefrontale) è stata osservata con maggiore frequenza nelle neonate femmine che nei neonati maschi [K. Jankowiak-Siuda, K. Rymarczyc, A. Grabowska, 2011]. Le reazioni di uomini e donne dipendono anche dalla persona con cui stanno empatizzando, per cui se negli uomini questo può addirittura annullare l'effetto empatico (quando la persona che hanno davanti non ha la loro approvazione, per esempio, o quando ritengono che non si sia comportata correttamente), le donne sembrano comunque predisposte all'empatia indipendentemente dalla persona per cui la provano (sulla base delle loro caratteristiche neuroanatomiche e dei loro meccanismi neurofisiologici, probabilmente adattati rispetto al loro essere madri).
Inoltre, il lilvello della risposta empatica cresce quanto più la sofferenza osservata negli altri è maggiore, improvvisa o quando la persona ci è molto vicina o è molto simile a noi.

Il museo empatico

È un'espressione che può essere utilizzata per rappresentare due approcci (e forse anche due concetti) diversi. Il primo, che rispecchia la posizione di studiosi come Giovanna Vitale [G. Vitale, 2013], intende il museo empatico come un'istituzione che deve comprendere i bisogni dei visitatori, per l'appunto *mettendosi nei loro panni*, per superare situazioni di comunicazione unidirezionale, didascalica, a volte di difficile comprensione; ma anche per superare soluzioni non confortevoli e non rispettose delle diversità di *background*, di interessi e di capacità. Si tratta dunque di una nozione che porta con sé nuovi indirizzi progettuali e gestionali.

Il secondo approccio, sia pure riconducibile al primo nei suoi termini generali, si concentra invece sul rapporto tra visitatore/fruitore e oggetto/patrimonio esposto, e sulle dinamiche di comunicazione e mediazione per così dire più puntuali. Si tratta dell'approccio del progetto Neuromuseum, per il quale è importante che si venga a creare una relazione anche empatica con le collezioni e gli exhibits, grazie a diversi dispositivi e accorgimenti (sia fisici sia narrativi). Finora non è stata dedicata particolare attenzione allo studio delle narrazioni *non-fictional*, né al legame tra empatia e narrazione del patrimonio culturale; forse il primo caso è l'Empathy Museum, ispirato da Krznaric, inaugurato a Londra nel 2015 con l'obiettivo di stimolare l'empatia tra le persone in risposta all'individualismo contemporaneo. Non si occupa però di patrimonio culturale. Non ha una sede permanente, ma è caratterizzato da progetti *pop-up* itineranti [*empathumyseum.com*].

Anche altre iniziative museali sono state radicalmente innovative in questo senso: ad esempio, il Minneapolis Institute of Art (MiA) nel 2017 ha istituito un *Centro per l'Empatia e le Arti Visive* (CEVA) per "ricercare ed esplorare le migliori pratiche per promuovere l'empatia e la consapevolezza globale attraverso il potere dell'arte" (come spiegano nel Libro Bianco), con il sostegno di ricercatori, artisti, storici e filosofi. Hanno esplorato "come i musei possono suscitare empatia nei loro visitatori e promuovere la comprensione" [*new.artsimia.org/empathy*]. La risposta è stata quasi sempre: "Creando una connessione umana". L'insegnamento dell'empatia deve essere esperienziale.

Un altro caso degno di nota è la piattaforma *Empathetic Museum* (creata da un gruppo di professionisti museali), che fa riferimento a un museo in grado di instaurare un legame profondo con la propria comunità, consapevole dei suoi valori, delle sue esigenze e delle sue sfide [*empatheticmuseum.weebly.com*]. Offre workshops di sviluppo professionale e un toolkit online gratuito, il *"Maturity Model"*, progettato *"per aiutare le organizzazioni a muoversi verso un futuro più empatico"*. Si tratta di una sorta di autovalutazione del proprio quadro di riferimento attorno a cinque assi che caratterizzano una pratica empatica: visione civica, linguaggio del corpo istituzionale, risonanza della comunità, tempestività e indicatori di performance.
Sebbene molto diversi tra loro, questi due casi dimostrano come i musei stiano affrontando sempre più spesso questo tipo di emozioni.

Come il progetto museale e la narrazione possono suscitare empatia

Questo approccio volto a suscitare empatia nelle persone è propugnato dalla ricercatrice Elif Gokcigdem [E. Gokcigdem, 2019], che studia proprio i modi in cui il museo può suscitare empatia tramite linee programmatiche, dedicate ad accrescere il coinvolgimento emotivo con i soggetti presentati. In particolare, suggerisce di partire da una serie di presupposti per fare sì che i musei siano promotori di empatia [*greatergood.berkeley.edu*].
Prima di tutto, ricorda che i musei sono lo specchio della società: offrono un luogo per incontrare la diversità e avere un reale dialogo con "gli altri" con cui condividiamo questo mondo. Eliminare gli stereotipi e i pregiudizi è un modo efficace per aumentare la nostra empatia.
Un altro punto che Gokcigdem sottolinea è che i musei sono una forma di narrazione: e la narrazione, come dimostrano ricerche attuali, stimola lo sviluppo dell'empatia. Se dunque i musei raccontano storie dal *punto di vista delle persone*, questo può aiutare a condividere in modo più ampio il nostro essere umani.
Ricorda anche che i musei possono offrire occasioni per un apprendimento esperienziale, che favorisce l'empatia: per esempio tramite exhibits interattivi che non si limitino alla comprensione intellettuale dei contenuti, ma invitino a vivere le storie in prima persona anche dal punto di vista corporeo: Gokcigdem cita gli esempi del *Center for Civil and Human Rights* ad Atlanta, che simula l'esperienza fisica di un manifestante non violento, strattonato e spintonato nel corso di una protesta [CNN, *1960's Woolworth's lunch counter*], o le mostre itineranti *"Dialogue in the Dark"* e *"Dialogue in silence"* dove persone cieche, sorde o mute conducono visite guidate all'interno di ambienti che riproducono le reali difficoltà di chi non può vedere, o sentire, o parlare dimostrando che le barriere possono anche capovolgersi [*dialogonelbuio.org*]. Queste dimostrano che, quando le esperienze empatiche verso altri modi di essere coinvolgono tutti i sensi, e non solo la mente, diventano estremamente efficaci e si imprimono più saldamente nella memoria.

Gokcigdem insiste anche sulla capacità dei musei di procurare stupore e meraviglia: esperienze inattese, che propongono prospettive diverse, ottengono particolare attenzione e sono in grado di mettere in dubbio le abitudini che condizionano i nostri pensieri e le nostre azioni. Si tratta dello stesso meccanismo che fa sì che gli astronauti, vedendo la terra

da una prospettiva del tutto inedita, provino la sensazione di vederla per la prima volta: alla meraviglia si aggiunge il senso di compassione per l'intero pianeta. La *meraviglia*, sostiene Gokcigdem, dovrebbe suscitare una reazione emotiva seguita da una reazione cognitiva. La prima, per quanto profonda, è fugace: ma può diventare persistente occasione di riflessione grazie alla reazione cognitiva, che si sofferma sulle domande e sulle possibili riflessioni che ne derivano. Lo stupore e la riflessione possono darci un senso di unità con gli altri, quindi portare ancora una volta all'empatia.
L'ultimo punto sottolineato da Gokcigdem è il fatto che i musei sono occasioni per la contemplazione del nostro mondo: e ogni visitatore può farlo nei propri modi e con i propri tempi, senza obbligo alcuno. Ci sono molte vie per guardare e riflettere, perché tutti siamo diversi: incoraggiare a comprendere questa grande verità è un ulteriore invito all'empatia.

Premesso che il museo (inteso come unità di spazio e narrazione, organizzato su una collezione e le sua comunicazione) non può essere neutrale, è fondamentale conoscere il suo pubblico con le sue attitudini, le sue preferenze e le sue difficoltà.
Ormai sappiamo che l'attenta conoscenza del proprio pubblico (o meglio, del pubblico che si intende intercettare) è cruciale. Indagini a carattere generale ma anche la raccolta di feedback mirati sono di grande utilità non solo per impostare ma anche e soprattutto valutare le azioni intraprese.

Indagini sui visitatori

Spesso i musei conducono indagini sui visitatori, ma ovviamente intercettano le opinioni e le aspettative del loro pubblico ovvero di persone già propense o abituate a visitare musei (i cosiddetti *museumgoers*) o, in ogni caso, persone già naturalmente aperte alle esperienze culturali.
Viceversa, altrettanta attenzione – se non di più – deve essere dedicata al cosiddetto non-pubblico, e alla comprensione dei motivi del pubblico *disaffezionato*.
Com'è noto, la Convenzione di Faro ha sottolineato che bisogna tenere in speciale considerazione le persone con difficoltà e i giovani, identificando così una fascia di popolazione decisamente impegnativa e sfidante.
Gli esperimenti di Neuromuseum hanno in effetti monitorato diversi settori di pubblico, e testato il ruolo cruciale delle emozioni. In particolare, il team di ricerca ha studiato come *il patrimonio culturale può generare non solo comprensione intellettuale ma anche coinvolgimento emotivo e suscitare empatia*. Empatia che, a sua volta, facilita l'identificazione nel passato, la riflessione sul presente e una più profonda comprensione del mondo.
La comunicazione culturale (tramite la narrazione, le soluzioni spaziali e allestitive, gli stimoli interattivi) dovrebbe dunque sollecitare l'interpretazione, la condivisione, la riflessione.

Alcuni principi utili alla progettazione

In base alle diverse tipologie di esperimenti condotti, possono essere estrapolati alcuni principi utili alla progettazione:

1. l'oggetto può essere portatore di significati controversi, nonché di carico emozionale positivo o negativo. È importante non dare per scontato il processo di immedesimazione, che gli esperimenti hanno indicato essere a volte soltanto inconscio. Una contestualizzazione nella presentazione dell'oggetto/degli oggetti può influenzare questo effetto: la contestualizzazione affidata soltanto al testo è meno forte dal punto di vista emotivo (Museo Egizio prima fase, ETRU e Necropoli di Cerveteri);

2. l'assenza di narrazione, la narrazione "informativa" e la narrazione interpretativa/emotiva hanno naturalmente effetti diversi. Se la narrazione (in questo caso narrazione audio, quindi enfatizzata da diversi toni recitativi) mostra un aumento progressivo del coinvolgimento emotivo quando si passa da una descrizione puramente informativa a una descrizione/interpretazione emozionale, ancora una volta non per tutti i visitatori il coinvolgimento è stato il medesimo. Si ribadisce che è importante non generalizzare, perché le differenze di età, di genere e di background creano livelli di coinvolgimento emotivo molto diversi. Tuttavia, la coesistenza (l'alternanza) di entrambi i toni narrativi sembra una strada degna di essere perseguita ed esplorata più a fondo (Museo Egizio seconda fase, ETRU e Necropoli di Cerveteri);

3. nel caso di un oggetto particolarmente importante, si è confermato che diversi contesti narrativi ed espositivi possono indirizzare la risposta emotiva ma anche l'attività cerebrale. Occorre rilevare che quest'ultima è più intensa se il commento non è emotivo, ma ancor più intensa in assenza di commento. L'allestimento, in mancanza di informazioni di qualsiasi genere, può sostanzialmente influenzare l'attività cerebrale ma la reazione empatica viene probabilmente limitata al livello inconscio. Infatti, contrariamente alle aspettative, difficilmente può scatenare una reazione empatica evidente che non sia già sottesa, per così dire, nell'oggetto stesso. Sembra essere più importante rompere la norma e introdurre un fattore sorpresa che non accentuare troppo l'atmosfera emotiva (Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia – Necropoli della Banditaccia di Cerveteri – Pilot VR).

Linee guida

Le linee guida tratte dagli esperimenti riguardano naturalmente l'impostazione generale di azioni di comunicazione e mediazione che necessitano poi di essere nutrite di contenuti che solo lo staff museale ha la competenza per sviluppare.

Dunque cruciale è l'impostazione dei contenuti intesa come identificazione e svisceramento dei *valori sottesi al patrimonio, di cui il patrimonio stesso è portatore*. Non si tratta di semplici dati e informazioni. Una pianificazione efficace non può prescindere dalla loro definizione: soprattutto nei loro aspetti di attualizzazione e possibile immedesimazione dei visitatori.

In relazione alla visita museale nella sua interezza, certamente essa è composta da una serie di *momenti* particolarmente densi, pregnanti o dirimenti nell'esperienza: la parte di introduzione (che si invita a pensare in termini originali, in grado di incontrare le aspettative del pubblico ma anche, allo stesso tempo, di contraddirle); il *momento forte*, o climax, un apice di coinvolgimento capace di (ri)conquistare l'attenzione del pubblico, di generare stupore e meraviglia; infine una conclusione (spesso, incredibilmente, *dimenticata* nei musei) che sia una sintesi efficace dei contenuti, ma che al contempo lasci spunti e spazio per la riflessione individuale (che deve proseguire oltre le mura del museo).
Per quanto riguarda l'approccio comunicativo, è quasi superfluo sottolineare che deve rispettare una serie di caratteristiche quali l'abbandono di toni assertivi; l'abbandono di un obiettivo di neutralità spaziale; un attento bilanciamento tra emozione e decompressione; la messa in mostra degli oggetti in una atmosfera che sia per così dire in *risonanza* con essi.

Le soluzioni e gli strumenti per un tale approccio non sono date una volta per tutte, indipendentemente dalla tipologia di museo e di collezione: si possono tuttavia suggerire metodi e pratiche utili per supportare una progettazione che non può che essere creativa e *su misura*.
Si precisa che le presenti indicazioni sono derivate sia dalle misurazioni dei parametri neurofisiologici e dell'attività cerebrale dei partecipanti, sia dalla loro correlazione con le risposte alle domande dei questionari, sia infine dall'osservazione diretta, empirica e non sistematizzata, dei loro comportamenti. Dagli esperimenti è emerso che chiamare in causa legami affettivi personali è certamente un modo per attirare l'attenzione e suscitare empatia, come lo è promuovere l'identificazione del soggetto con i personaggi e le vicende esposte.

Linee guida generali suggerite dagli esperimenti possono dunque essere riassunte come segue, ovvero i seguenti accorgimenti sembrano particolarmente efficaci:
— lasciare emergere interrogativi irrisolti, se possibile inaspettati e con risvolti personali, derivati dalle storie legate agli oggetti esposti;
— lasciare piccoli spazi di indefinitezza, in modo da suscitare ulteriori domande e alimentare l'interpretazione e l'immedesimazione;
— evitare accuratamente una comunicazione unidirezionale, poiché la verità ha diverse facce;
— mirare all'appropriazione interiore e profonda *da parte di tutti* dell'eredità costituita dal patrimonio culturale.

Tuttavia, se queste possono essere le linee guida generali, il design empatico richiede un articolato lavoro preliminare e una continua messa in discussione dell'approccio: in questo infatti si ritiene consista la principale linea metodologica.
Un quadro di riferimento per il progetto, derivato dalla *General Matrix* nonché dalla *Interpretation and Assessment Matrix* riportate nella prima parte di questo volume, delinea una metodologia che può supportare un design per esperienze di visita maggiormente empatiche.

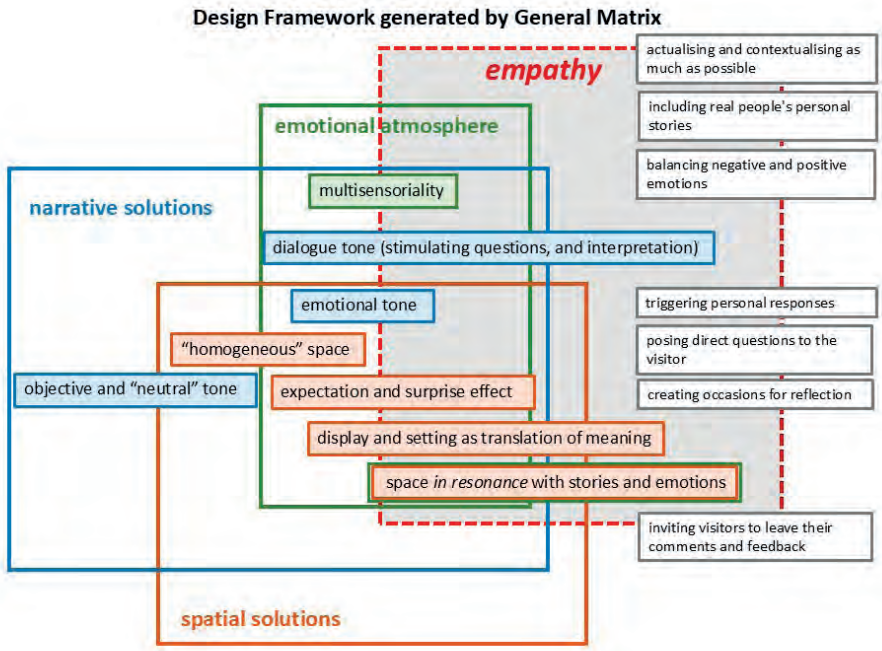


Fig. 1. Design framework

Tale quadro di riferimento, riassunto nello schema [Fig. 1], chiama in causa le due grandi componenti dell'esperienza di visita, lo spazio e la narrazione, intersecandole con la cosiddetta atmosfera emotiva e le condizioni favorevoli per una risposta empatica.

Soluzioni narrative

Le soluzioni narrative sono naturalmente molte e variegate, ma si riassumono qui in tre grandi categorie sulla base dell'*approccio* adottato: ovvero un approccio oggettivo e informativo, cosiddetto neutrale; un approccio emotivo e interpretativo; un approccio dal tono dialogante, anch'esso interpretativo ma volto a stimolare riflessioni e interrogativi. Il primo innalza il *workload* (lo sforzo cognitivo) che risulta pur sempre inferiore a quello richiesto nel caso in cui la narrazione fosse assente: in altre parole, le informazioni sono necessarie. Il secondo abbatte lo sforzo cognitivo lasciando spazio al coinvolgimento emotivo. Il rapporto tra i due deve creare un equilibrio che non può che rivelarsi costruttivo. Il tono dialogante può contribuire a creare empatia, e dovrebbe essere in grado di richiedere sia sforzo cognitivo sia coinvolgimento emotivo.

Soluzioni spaziali

Le soluzioni spaziali presentano anch'esse una varietà pressoché infinita, di cui si sottolineano qui quattro differenti tipologie in relazione alle qualità dello spazio che definiscono, ovvero:

— uno spazio omogeneo, volto a definire chiaramente un sistema comunicativo e particolarmente adatto alla concentrazione mentale;
— uno spazio narrativo, organizzato intorno a un crescendo di aspettativa e/o a un effetto sorpresa;
— uno spazio interpretativo, in grado di ambientare e contestualizzare, contribuendo a trasferire significati;
— uno spazio risonante con le storie e le emozioni a esse connesse.

Appare chiaro che certe soluzioni spaziali meglio si accordano con determinati toni narrativi: per esempio uno spazio omogeneo è particolarmente indicato per una narrazione dal tono informativo e (cosiddetto) neutrale. È altrettanto vero che lo spazio non deve prevaricare sui contenuti e sui valori del patrimonio esposto, evitando accuratamente di porsi come *gesto allestitivo* a se stante; così come non deve essere portatore di messaggi non pertinenti (cosa che può accadere anche involontariamente, se non si padroneggia perfettamente il linguaggio dello spazio allestito). Si raccomanda di evitare un carattere spaziale mono-tono, l'effetto dell'aspettativa e della sorpresa sono molto forti sulle diverse fasce di pubblico.

L'atmosfera emotiva

L'atmosfera emotiva, che caratterizza ogni ambiente (non solo museale) è un concetto dibattuto, a lungo considerato troppo vago e privo di confini scientifici [E. Canepa, 2019; 2022]. Negli ultimi decenni, tuttavia, un crescente interesse si è rivolto all'atmosfera, sia da parte di architetti (quasi superfluo ricordare i saggi di Juani Pallasmaa [J. Pallasmaa, 2005] e di Peter Zumthor [P. Zumthor, 2006]) sia da parte dei neuroscienziati (si veda la pluriennale attività dell'ANFA, International Association for Architecture and Neuroscience) [*anfarch.org*] producendo interessanti considerazioni e aperture per nuovi campi di investigazione [S. Robinson, J. Pallasmaa (eds.), 2015].

Ormai sappiamo che prima ancora che la nostra mente è il nostro corpo che reagisce a uno spazio: percependone in pochi secondi l'atmosfera tramite tutti i sensi. Poiché la memoria è soprattutto corporea, se pure i dettagli possono essere dimenticati l'atmosfera invece permane maggiormente, soprattutto se in grado di evocare una risposta emotiva significativa. Dunque è importante che l'atmosfera percepita non entri in collisione con i significati che si intende trasmettere, e che sia favorevole a suscitare riflessioni personali. Su questo, come si può intuire, non si possono dare regole certe ma si può soltanto rimandare alla sensibilità dei progettisti, che deve fondarsi su una costante condivisione con i curatori e i mediatori. Il solo attributo dell'atmosfera che abbiamo inserito nello schema si riferisce alla sua multisensorialità.

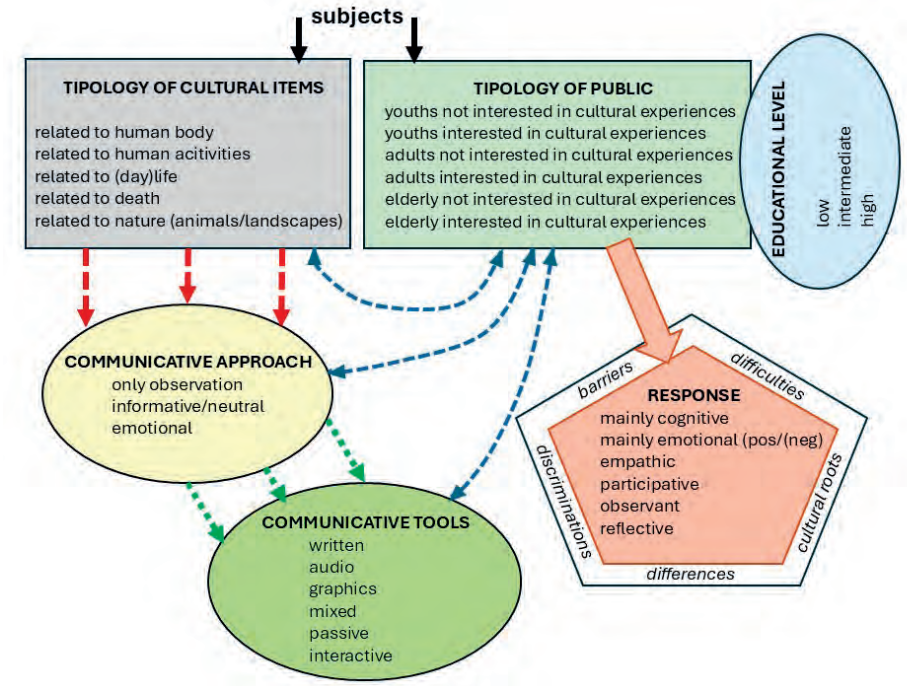


Fig. 2. Framework generale per l'inclusione e l'appropriazione interiore

La risposta empatica

La risposta empatica, infine, può essere attivata in molti modi in relazione ai punti precedenti. Ribadendo la necessità di un approccio originale ogni volta, si suggeriscono qui alcune strategie:

— dopo aver contestualizzato, cercare di attualizzare i contenuti il più possibile;
— includere storie di persone reali;
— bilanciare emozioni positive e negative;
— facilitare e incoraggiare risposte personali;
— porre domande dirette al visitatore;
— creare occasioni per una vera riflessione individuale, tenendo in considerazione la diversità;
— invitare a lasciare il proprio feedback e i propri commenti, possibilmente visibili a tutti.

Come si può osservare nello schema [Fig. 1], non tutti i toni narrativi o le soluzioni spaziali sono favorevoli a una risposta empatica (il che non significa che la rendano impossibile). È nelle zone dove le diverse componenti si sovrappongono che si suggerisce di inquadrare l'approccio per un design di esperienze empatiche.

Va chiarito che i risultati sperimentali, come previsto, non hanno fornito risposte certe e univoche. Le differenze nel pubblico risultano evidenti anche nelle risultanze ottenute: in particolare, la differenza di genere e ancor più quella di età influenzano l'atteggiamento

di riflessione, il coinvolgimento emotivo e il livello di interesse. Per esempio è emerso che le donne tendono a lasciarsi coinvolgere positivamente più di quanto accada agli uomini; e le persone meno giovani sono più propense alla contemplazione e si rapportano con il silenzio con maggiore facilità rispetto ai più giovani.

La riflessione

La riflessione, più volte richiamata, è forse il fine ultimo di una visita museale. Essa è incoraggiata in molti casi da una risposta empatica, ma non necessariamente, e certo non esclusivamente: essa è alimentata innanzitutto da informazioni e dati, soprattutto quando viene fornita un'adeguata contestualizzazione. In mancanza di conoscenza, essa è fragile: alla mercé di derive emozionali, può creare connessioni infondate e giungere a conclusioni scorrette. Se qualsiasi riflessione è lecita, il museo deve tuttavia indirizzare e guidare, con la consapevolezza di essere esso stesso un elemento del circolo ermeneutico.
Pertanto, diversi scenari si aprono all'interno del quadro di riferimento riassumibile nello schema [Fig. 2].

Sarebbe scorretto affermare che determinati approcci o soluzioni sono *errati*. A volte l'interesse della collezione e delle informazioni a essa collegate è tale che l'impatto sul visitatore è comunque notevole: emotivo o intellettuale che sia. Tuttavia, a livello generale, è importante considerare la reale *accessibilità* che deriva da una presentazione esclusivamente informativa e *neutrale* (termine sulla cui ambiguità non ci soffermeremo mai abbastanza: perché la neutralità è già una scelta, e una scelta non è mai neutrale). Non tutto il pubblico è attrezzato per comprendere, acquisire e processare le informazioni presentate in quanto tali. I dati parlano ma soltanto per chi li può interpretare: occorre avere la possibilità di compararli, di metterli in relazione con altri dati e così via.
È sempre utile ricordare che la condizione di *inaccessibilità* non riguarda sempre le stesse fasce di pubblico (come spesso si è tentati di pensare) [M. Benente, V. Minucciani, 2020]. Una persona di una certa età, priva di titolo di studio, che da sempre ama la musica rock, potrebbe avere molte difficoltà ad apprezzare un museo di archeologia etrusca, ma viceversa, potrebbe comprendere e apprezzare appieno un museo dedicato al Festival di Woodstock, dove invece si troverebbe del tutto a disagio e impreparato un giovane studioso di etruscologia, amante della musica lirica. In altre parole: l'accessibilità, anche quella culturale, è un concetto totalmente relativo.

Si sono qui proposti due casi opposti, ma le sfumature intermedie sono infinite e non sempre prevedibili. Quindi non si può dare un approccio efficace *sempre*, ma è importante averne la consapevolezza e, ancora una volta, includere la diversità.

I più comuni mezzi per trasmettere un contenuto culturale sono schematizzati nello schema che segue nella pagina successiva [Fig. 3].

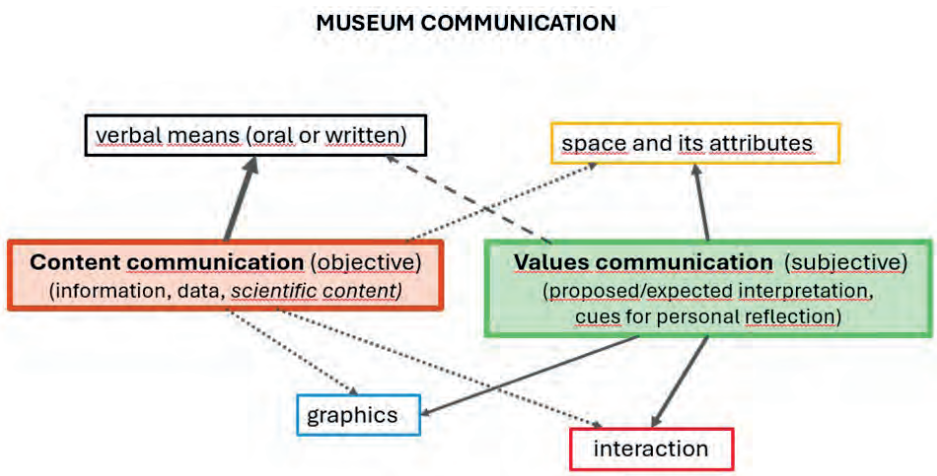


Fig. 3. Museum communication

Per sintetizzare la metodologia progettuale, va detto innanzitutto che essa deve essere orientata verso una comunicazione dei contenuti in grado di suscitare reazioni empatiche di autoidentificazione attraverso il patrimonio culturale. Nel quadro generale di una comunicazione museale che, secondo la definizione più recente, può e deve favorire l'interpretazione e la riflessione, si possono individuare almeno due componenti:

— la comunicazione dei contenuti intesa come trasmissione di informazioni e dati, che veicola quindi *contenuti scientifici*
— la comunicazione dei valori, intesa come interpretazione proposta o attesa, come invito a empatizzare e come indizio per una riflessione personale che perduri oltre la visita.

Se la prima delle due componenti è sostanzialmente affidata alla comunicazione verbale (orale o scritta), la seconda si avvale di molte altre componenti, meno oggettive e controllabili pur se riconducibili a tendenze di massima: certamente questa seconda componente annovera, fra i suoi strumenti, anche lo spazio.

Fasi della metodologia progettuale

Specificamente, la metodologia progettuale - museologica e museografica - può essere riassunta nelle seguenti macro-fasi:

— **Identificazione dei valori** di cui il patrimonio è portatore. Al loro interno, occorre quindi esplorare la possibilità di attualizzarli, rendendoli comprensibili/condivisibili/ trasmissibili tramite un processo di identificazione.

— **Indagine**, ivi compresa quella sull'audience (*sulle audiences*). Nel progetto Neuromuseum essa è rappresentata dal questionario pre-visita: è importante identificare non solo i bisogni degli utenti ma anche i loro pregiudizi (intesi come giudizi già costruiti e acquisiti) che sono in grado di condizionare la visita e sono tanto più difficili da sradicare quanto più il livello culturale della persona è elevato.

— **Approccio creativo/propositivo** implementato attraverso un confronto con i cosiddetti *stakeholders* (i portatori di interesse) e possibilmente testato, sia pure in modo semplificato e circoscritto. In questa fase è fondamentale trovare un legame con procedure/eventi/gesti ancora rintracciabili nella contemporaneità; altrettanto importante è l'esame delle possibili reazioni emotive e le loro conseguenze sul visitatore (generano empatia, piuttosto che pensiero positivo/negativo, speranza o disillusione...); è necessario infine uno sforzo costante per rapportare gli oggetti e i fatti alle persone (*storytelling* inteso come storia non tanto reale quanto realistica e plausibile, in accordo con i dati scientifici in nostro possesso)

Si individuano poi alcuni step in maggiore dettaglio, identificati nella messa in opera degli sperimenti all'interno del progetto Neuromuseum:
— scambio con i curatori e con lo staff museale allargato: per delimitare e definire la sfida e per cercare e individuare le opportunità;
— definizione delle componenti: riconoscere e identificare i valori nel patrimonio culturale;
— indagine e *brainstorming*: i bisogni degli utenti, l'empatia in pratica;
— ricerca dell'ispirazione, ampliamento delle possibilità creative: il metodo del *perché no?,* ovvero accantonamento temporaneo del pensiero critico per lasciare spazio a nuove intuizioni.
— generazione dell'idea e sviluppo di una proposta fattibile e *user-centered*: tenendo in considerazione i vincoli fisici/tecnici, ma anche e soprattutto l'esperienza emotiva dell'utente;
— perfezionamento delle soluzioni in un processo iterativo fondato sul feedback, per soddisfare i caratteri di flessibilità e adattabilità;

Il riferimento a tutto quanto illustrato in precedenza dovrebbe essere costante.

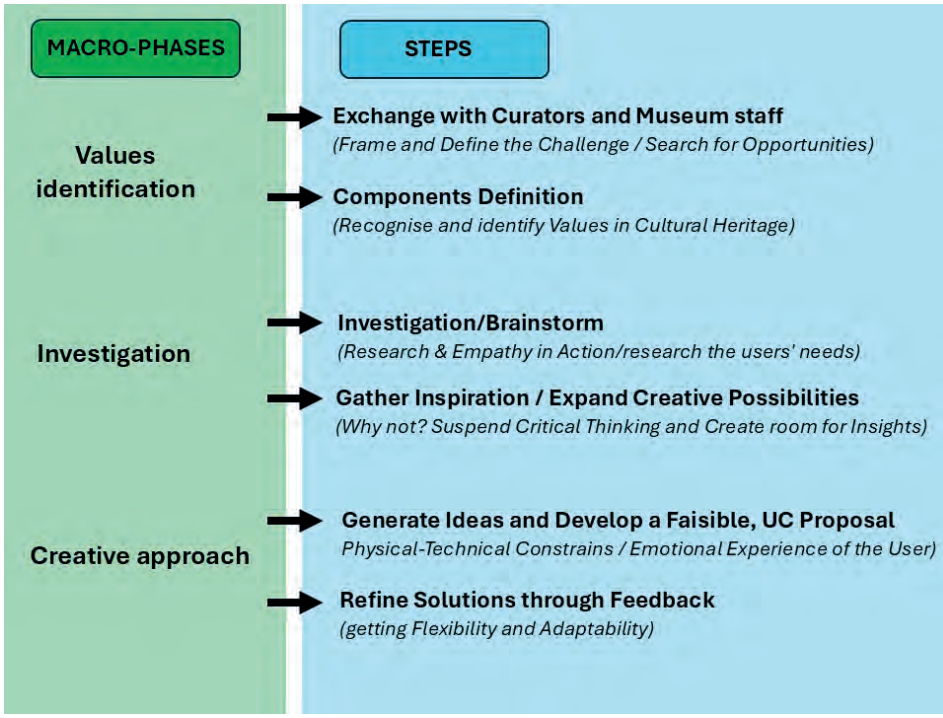


Fig. 4. Design methodology

I passi successivi.
Con il procedere della fase progettuale, è importante:

1. riconoscere che l'oggetto può avere significati controversi e cariche emotive positive o negative.
2. non dare per scontato il processo di identificazione e affidarsi alla contestualizzazione.
3. non generalizzare le esigenze del pubblico, poiché le differenze di età, genere e background creano diversi livelli di coinvolgimento emotivo.
4. tenere presente che contesti narrativi ed espositivi diversi possono influenzare non solo la risposta emotiva, ma anche, in modo significativo, l'attività cerebrale.

L'immagine [Fig. 4] riporta una sintesi della metodologia.

In accordo con le evidenze sperimentali (ma anche interpretando quelli che sono segnali e tendenze non statisticamente significativi, e riconoscendo che altre sperimentazioni viepiù precisamente orientate sono necessarie), si possono dunque verificare diversi scenari. Sottolineandone le relazioni con gli obiettivi dell'inclusione e dell'appropriazione personale del patrimonio culturale, li si può sintetizzare nello schema a seguire [Fig. 5].

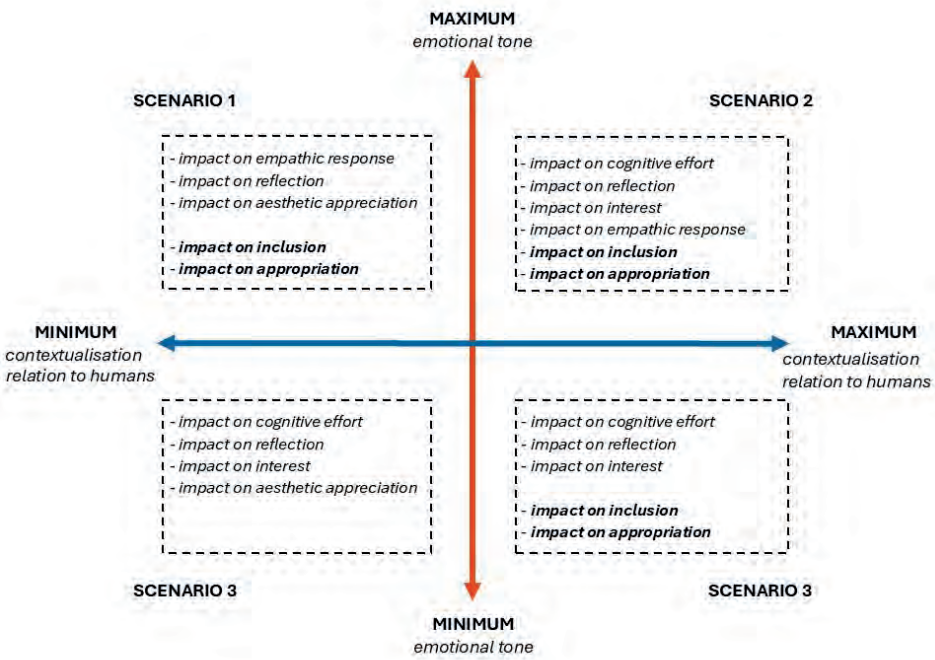


Fig. 5. Scenarios

Prospettive future

Come era chiaro sin da subito, questo filone di ricerca sta per così dire gettando le proprie basi in questi anni, alla ricerca di linee guida metodologiche, di set sperimentali, di strumentazioni e di competenze specifici. Appare decisamente promettente, e progetti come Neuromuseum, oltre a indicare possibili percorsi, dimostrano che molta strada deve ancora essere fatta per comprendere la portata scientifica e pratica di questi metodi applicati al campo della comunicazione e valorizzazione del patrimonio culturale.
Nello stesso tempo dimostrano, una volta di più, che si tratta di un ambito potenzialmente proficuo e ricco di sviluppi, anche in relazione ai temi del benessere, dell'inclusione e della cognizione spaziale.

Tuttavia, il tema del cosiddetto non pubblico e del pubblico disaffezionato (che solo in parte coincidono) merita una riflessione più ampia e trasversale, che non può essere svolta soltanto all'interno di ricerche di tipo accademico. Il gruppo di ricerca è da tempo impegnato ad approfondire questa tematica, ma la stessa delimitazione del campo è complessa e per certi aspetti sfuggente. Il non pubblico, così come il pubblico disaffezionato, sono categorie completamente trasversali alla classe sociale, al genere e all'età, e per certi aspetti allo stesso background culturale. Le motivazioni di questa lontananza (o allontanamento) sono davvero molteplici. D'Agostino [G. D'Agostino, 2025], per esempio,

ha studiato recentemente la fascia di non pubblico che si trova in particolari condizioni di difficoltà economica e sociale, mettendo in relazione la solitudine e l'emarginazione con la lontananza dalle occasioni culturali. Si tratta di una delle tante situazioni in cui la vita culturale non riesce a intercettare una determinata fascia di pubblico, ma certamente i possibili approcci sono molti. Per esempio, come da tempo aveva segnalato la Convenzione di Faro, i giovani e i giovanissimi sono una categoria la cui lontananza dal patrimonio culturale viene spesso sottovalutata mentre è evidente e diffusa. Alcune condizioni lavorative possono contribuire, con orari proibitivi, a rendere difficoltosa la fruizione di occasioni culturali. E, infine, non è superfluo ricordare che i pazienti negli ospedali o gli anziani nelle case di riposo, per arrivare a situazioni estreme come quelle dei carcerati, rappresentano categorie di potenziale pubblico che è materialmente impossibilitato a *godere della vita culturale*, nonostante questa sia espressamente menzionata dalla Dichiarazione dei Diritti Universali dell'Uomo.

Neuromuseum ha mantenuto presente questa tematica nel corso di tutto il suo svolgimento, così come essa era stato considerata anche nelle sperimentazioni precedenti su cui il progetto si fonda. Un risultato di rilievo, pur non statisticamente significativo, riguarda il fatto che fra i partecipanti agli esperimenti chi non visita mai o quasi mai i musei è stato particolarmente soddisfatto dell'esperienza. Si tratta di soggetti che a volte hanno dedicato alla visita più tempo degli altri, a volte decisamente meno, ma in ogni caso nessuno di loro ha riportato uno stato di insoddisfazione tale da giustificare la lontananza dai musei. Si può forse, provvisoriamente, ritenere che essa sia esito di una serie di concause fra cui certamente un'offerta spesso percepita come elitaria e "difficile", ma anche la mancanza di occasioni, di persone con cui visitare i musei, e semplicemente la mancanza dell'abitudine (che spesso definisce i confini della propria personale comfort zone).

Un'altra prospettiva concerne, infine, il consolidamento di una comunità scientifica transdisciplinare, tra neuroscienze e architettura (in generale) e spazi espositivi (in particolare).
Da questo punto di vista c'è molto fermento anche e soprattutto a livello internazionale: il team di ricerca aveva già rapporti con diverse istituzioni e diversi ricercatori anche oltre i confini nazionali. A questo proposito, infatti, sebbene il progetto sia stato concepito a livello nazionale con specifico riferimento al patrimonio archeologico così significativo nel nostro Paese, il team ha da subito auspicato che la presente ricerca potesse rappresentare un'esperienza pilota in grado di coinvolgere altri paesi e altre tipologie di patrimonio. È da considerarsi quindi come un segno estremamente positivo il fatto che le riflessioni e i risultati di Neuromuseum stiano convergendo nel progetto internazionale META-MUSEUM finanziato dall'Europa nell'ambito del programma Horizon Europe, che si concluderà al termine del 2027. Il progetto coinvolge, oltre all'Italia con lo stesso team di ricerca di Neuromuseum, numerosi altri Paesi Europei: la Spagna, la Francia, la Germania, i Paesi Bassi, la Polonia, la Lituania, la Romania e la Grecia.

Il timone si sta dirigendo, lentamente ma percettibilmente, verso un coinvolgimento del pubblico che superi i limiti tradizionali dei ruoli.

Le risposte del pubblico, le reazioni emotive e cognitive così come sono emerse, hanno molto da insegnare a tutti gli operatori culturali: dai conservatori ai mediatori ai progettisti ai grafici.
Per questo siamo convinti che la parte più interessante di questi progetti non siano tanto le conclusioni (inevitabilmente provvisorie e parziali) quanto le risultanze e le evidenze sperimentali.
Crediamo che gli operatori museali possano trarre grande vantaggio da questo tipo di analisi e di osservazione transdisciplinare.

BIBLIOGRAFIA

G. Alelis, A. Bobrowicz, C.S. Ang, *Exhibiting Emotion: Capturing Visitors' Emotional Responses to Museum Artefacts*, in International Conference of Design, User Experience, and Usability, 2013, pp. 429–438; *doi: 10.1007/978-3-642-39238-2_47*

M. Benente, V. Minucciani, *TInclusive Museums: From Physical Accessibility to Cultural Appropriation,* in G. Di Bucchianico et al.(eds.), AHFE 2020, Springer, 2020

E. Canepa, *Neurocosmi. La dimensione atmosferica tra Architettura e Neuroscienze,* Doctoral Thesis, Scuola Politecnica Università degli Studi di Genova, Italy, 2019

E. Canepa, *Architecture is atmosphere Notes on empathy, emotions, body, brain and space,* in «Atmospheric spaces», 2022

G. D'Agostino, *Il ruolo sociale dei musei: creare nuove relazioni con e tra i "non pubblici" e il patrimonio culturale,* Doctoral Thesis, M. Benente, V. Minucciani (rel.), Politecnico di Torino, 2025, p. 247

J. Decety, J. Grezes, *IThe power of simulation: imagining one's own and other's behavior*, in «Brain Research», (1079) 2006, pp. 4-14

F. Fortuna, A. Tiberio, *Il mondo dell'empatia: campi di applicazione,* Milano, Franco Angeli, 1999

E. Gokcigdem, *Fostering Empathy Through Musuems,* Arlington(VA), American Alliance of Museums, 2019

E. Hatfield, J.T. Cacioppo, R. Rapson, *Emotional Contagion*, New York, Cambridge University Press, 1994

G. Hein, T. Singer, *I feel how you feel but not always: thr rmpathic brain and its modulation*, in «Current Opinion in Neurobiology», (18) 2008, pp. 153-158

K. Jankowiak-Siuda, K. Rymarczyk, A. Grabowska, *How we empathize with others: a neurobiological perspective*, in «Medical Sciences Monitor», 17(1), 2011, pp. 18-24

R. Krznaric, *EMPATHY and the Art of Living*, Oxford, Blackbird, 2007

R. Krznaric, *Empathy: A Handbook for Revolution*, New York, Random House, 2014

R. Krznaric, *Empathy: Why it matters, and how to get it*, New York, Tarcher Perigee, 2015

T. Lipps, *Ästhetik: Psychologie des Schönen und der Kunst: Grundlegung der Ästhetik*, Erster Teil. Hamburg, Germany, 1903

J. Pallasmaa, *The Eyes of the Skin. Architecture and the Senses*, United Kingdom, Wiley Academy, 2005

S. Robinson, J. Pallasmaa (eds.), *La mente in Architettura: Neuroscienze, incarnazione e futuro del design*, M. Zambelli (trad.), Firenze, Firenze University Press, 2021

T. Singer, C. Lamm, *The social neuroscience of empathy*, in «Annals of the New York Academy of Science (Ann N Y Acad Sci)», 2009; *doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04418.x*

G. Vitale, *Design di sistema per le istituzioni culturali. Il museo empatico*, Bologna, Zanichelli, 2013

P. Zumthor, *Atmospheres*, Basilea, Birkhäuser, 2006

SITOGRAFIA

anfarch.org

CNN, *1960's Woolworth's lunch counter simulated at new museum* (visitato 14 novembre 2025)

dialogonelbuio.org/index.php/it/

empathymuseum.com

empathymuseum.comew.artsmia.org/empathy

empatheticmuseum.weebly.com

greatergood.berkeley.edu/article/item/five_ways_museums_can_increase_empathy_in_the_world

RINGRAZIAMENTI

Il progetto, oltre ai ricercatori direttamente coinvolti, ha richiesto il tempo, la disponibilità e la competenza di molte persone. Desideriamo ringraziare tutti loro.

ETRU Museo Nazionale Etrusco di Villa Giulia, per il supporto e la disponibilità, nelle persone di:
Valentino Nizzo, *allora Direttore*
Vittoria Lecce, *Funzionaria archeologa. Curatrice delle Sezioni Vulci, Bisenzio, Veio*
Vincenzo Bellelli, *Direttore ad interim*
Luana Toniolo, *attuale Direttrice*

Museo Egizio di Torino, per il supporto e la disponibilità, nelle persone di:
Christian Greco, Direttore
Valentina Turina, *Restauratrice Senior, Dipartimento Collezione e Ricerca*
Sara Aicardi, *Restauratrice Senior, Dipartimento Collezione e Ricerca*
Paolo del Vesco, *Curatore, Dipartimento Collezione e Ricerca*
Federica Ugliano, *Curatrice, Dipartimento Collezione e Ricerca*
Enrico Barbero, *Architetto, Coordinatore Progetti Allestitivi, Area Produzione*
Federico Zaina, *Responsabile del Dipartimento Collezione e Ricerca*

Il parco archeologico della Banditaccia di Cerveteri, per il supporto e la disponibilità, nelle persone di:
Vincenzo Bellelli, *Direttore del Parco archeologico di Cerveteri e Tarquinia*
Carmelo Rizzo, *Personale Ales (Archeologo)*
Caterina Agostino, *Personale Ales (Architetto)*
Maria Taloni, *Funzionario archeologo*
Si esprime riconoscenza al progetto AUTHENTIC, grazie al quale è stata effettuata la dettagliata scansione del Sarcofago degli Sposi

La Croce Rossa Italiana, per aver partecipato attivamente alle sperimentazioni, nelle persone di:
Cecilia Crescioli, *Segretario Generale della CRI Comitato Nazionale*
Massimo La Pietra, *Responsabile Unità Operativa Centrale di Risposta Nazionale, Ufficio del Direttore Tecnico e Vice Segretario Generale del Comitato Nazionale*
Valerio Mogini, *Responsabile Unità Operativa Centrale di Risposta Nazionale, CRN del Comitato Nazionale*
Ascanio M. Cosolo, *Officer Unità Operativa Centrale di Risposta Nazionale, Ufficio del Direttore Tecnico e Vice Segretario Generale del Comitato Nazionale*
Paola Bernieri, *Delegato Tecnico Inclusione Sociale del Comitato Area Metropolitana di Roma Capitale*
Francesco Brugioni, *Delegato Inclusione Sociale del Comitato Area Metropolitana di Roma* 11

I colleghi Valerio Lo Verso e Alberto Gremo del Dipartimento di Energia del Politecnico di Torino, per la consulenza illuminotecnica

Le colleghe e i colleghi dei gruppi di ricerca del Politecnico di Torino afferenti:
il Laboratorio di Geomatica per i beni architettonici (G4CH, Geomatics for Cultural Heritage Lab) del Dipartimento di Architettura e Design, e in particolare Giulia Sammartano
i Laboratori di Topografia e Geomatics Lab del Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI), che hanno collaborato alla fase di acquisizione dati, in particolare Vincenzo Di Pietra, Milad Bagheri e Angeliki Makellaraki per il supporto fornito anche nelle fasi di processamento dati.

I colleghi Micaela Demichela e Carlos Albarrán Morillo del Dipartimento Scienza Applicata e Tecnologia del Politecnico di Torino), per la consulenza e il supporto nell''indagine effettuata con l'eye tracker

I ricercatori di BrainSigns per la disponibilità e l'assistenza nell'interpretazione delle misurazioni dei parametri neurofisiologici, nelle persone di: Pietro Arico, Giulia Cartocci, Stefano Menicocci, Andrea Giorgi, Antonello Di Florio, Arianna Trettel

L'archeologa Melania Semeraro, per la sua consulenza e i suoi feedback sempre preziosi e costruttivi

Gianluca D'Agostino e Francesco Paganelli per il sostanziale contributo

Il personale tecnico amministrativo del Dipartimento di Architettura e Design

Grazie anche a Annamaria Berti e Raffaella Ricci, Claudio Zavattaro, Hilary Serra, Emanuele Cirillo del Dipartimento di Psicologia dell'Università degli studi di Torino: con loro abbiamo condotto i primi, esplorativi esperimenti a Villa Giulia, da cui Neuromuseum parte.

Finito di stampare in Italia nel mese di dicembre 2025
per conto di Edifir – Edizioni Firenze

Il volume costituisce un'occasione di sintesi del percorso e dei risultati ottenuti nel quadro del progetto PRIN PNRR Neuromuseum, che ha visto la collaborazione tra gruppi di ricerca del Politecnico di Torino e dell'Universita di Roma La Sapienza.

Abbiamo scelto di ripercorrere il progetto, dalla sua genesi ai suoi risultati e loro concrete prospettive, in una serie di saggi che restituiscono l'idea della transdisciplinarietà che ha contraddistinto questa collaborazione: un percorso di ricerca che ha messo in luce l'esigenza di trovare forme nuove per l'apprendimento culturale nei musei per garantire che il patrimonio culturale possa essere efficace strumento di crescita umana e che promuova integrazione, inclusione e benessere.

Valeria Minucciani è professoressa di Architettura degli Interni e Allestimento presso il Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino. I suoi ambiti di ricerca riguardano la museografia contemporanea con particolare riferimento ai beni culturali religiosi e al patrimonio archeologico. Le sue ricerche sul well-being nell'architettura degli interni la hanno condotta a esplorare, in questi ultimi anni, la contaminazione disciplinare tra architettura e neuroscienze. È Principal Investigator del progetto Neuromuseum ed è coordinatrice del progetto EU Horizon META-MUSEUM.

Michela Benente è ricercatrice e professore aggregato in Restauro presso il Dipartimento di Architettura e Design del Politecnico di Torino. I suoi ambiti di ricerca riguardano la valorizzazione del patrimonio culturale con particolare attenzione all'accessibilità e all'inclusione. Le sue ricerche riguardano l'applicazione dei principi teorici della disciplina restauro alla comunicazione e alla trasmissione del patrimonio culturale. È ricercatrice nell'ambito del progetto Neuromuseum ed è vicecoordinatrice del progetto EU Horizon META-MUSEUM.

ISBN 978-88-9280-344-4

9 788892 803664

€ 22,00