

Università degli Studi di Milano-Bicocca

Centro Interuniversitario MaCSIS

# **MaCSIS Working Paper Series**

# MGC 1877: UN PROGETTO DI GAMIFICATION PER VISITE GUIDATE DIDATTICHE NEL MUSEO ASTRONOMICO DI BRERA

Emanuele Zanini

Working Paper n.2/2022

Università degli Studi di Milano - Bicocca

Dipartimento di Sociologia e Ricerca Sociale Master in Comunicazione della Scienza e dell'Innovazione Sostenibile - MaCSIS



# MGC 1877: UN PROGETTO DI GAMIFICATION PER VISITE GUIDATE DIDATTICHE NEL MUSEO ASTRONOMICO DI BRERA

Relatrice: Prof.ssa Arosio Ilaria

Correlatrice: Dott.ssa Barbalini Laura

Autore: Emanuele Zanini Matricola n°826483

Anno Accademico 2021-2022

# Indice

1 Introduzione					
<b>2</b>	Il museo				
	2.1 Cos'è un museo?		3		
	2.2 Il museo scientifico	4	4		
	2.3 Didattica e divulgazione nei musei scientifici: una panoramica		5		
	2.4 La gamification nei musei	(	6		
3	Il Museo Astronomico di Brera	8	3		
	3.1 Il MusAB prima del riallestimento	8	3		
	3.2 Il MusAB ora: le esposizioni	10	)		
	3.3 Il MusAB ora: la cupola Schiaparelli	11	1		
	3.4 Il MusAB ora: il progetto MARSS	14	4		
4	La visita guidata per le scuole al Museo Astronomico di Brera				
	4.1 Il gioco	18	3		
	4.2 MGC 1877	20	)		
	4.3 Test	25	õ		
5	Conclusioni				
$\mathbf{A}$	Carte obbiettivo 2				
В	Carte strumento	32	2		

#### Introduzione

Ma che dolce delirio è il loro, allorché si fabbricano mondi senza fine, allorché misurano con il pollice e con il filo, Sole, Luna, stelle, sfere.

Erasmo da Rotterdam Elogio della follia, 1511

Innovare la didattica è da sempre un tema tanto importante quanto delicato perché coinvolge un aspetto cruciale della vita delle persone, in particolar modo se ci si riferisce ai ragazzi.

Nel Museo Astronomico di Brera questo processo è stato affrontato sviluppando MGC 1877 un gioco che vuole coinvolgere i ragazzi in un'innovativa caccia al tesoro con lo scopo non soltanto di osservare gli strumenti in esposizione e capirne il funzionamento, ma anche quello di vivere in prima persona la ricerca e lo studio di un corpo celeste attraverso gli stessi ragionamenti che guidano il mestiere dell'astronomo.

Integrando la didattica con il mondo ludico è possibile esplorare nuovi approcci cognitivi che rendano efficace l'apprendimento per i ragazzi puntando su un linguaggio che già appartiene a loro.

Un ulteriore punto di forza del gioco è sicuramente l'immersività che ne consegue: se il fascino e il mistero del cosmo sono eterne fonti di meraviglia, è anche vero che non sempre si riesce a cogliere tutta questa tensione verso l'ignoto dall'interno di una galleria di un museo; quindi, un'esperienza immersiva in cui le esposizioni del museo si trasformano da semplici strumenti antichi a veri e propri narratori di una storia, in quanto attrezzi necessari al raggiungimento dell'obbiettivo del gioco, è di grande importanza per trasmettere questo stupore.

Questa meraviglia ha quindi tutto il potenziale per essere lo sfondo di una storia, quella che racconta chi è l'astronomo e che mostra a tutti come, nonostante più di due secoli di storia e l'evoluzione degli strumenti, la sua figura continua e continuerà sulle orme del passato.

#### Il museo

"A volte sento dentro di me un bisogno terribile di qualcosa di religioso, allora esco nella notte e dipingo le stelle".

> Vincent van Gogh Lettera al fratello, 1888

#### Cos'è un museo?

Ponendo a qualcuno questa domanda, si riceverebbero risposte riguardanti vari aspetti tipici di un museo, ma probabilmente non sarebbero del tutto esaustive. Per capire veramente cosa sia un museo si potrebbe quindi riprendere il recente cambiamento della sua definizione da parte dell'International Council Of Museums durante l'Assemblea Generale Straordinaria a Praga tenutasi il 24 agosto 2022 [17]. La definizione recita:

Il museo è un'istituzione permanente senza scopo di lucro e al servizio della società, che effettua ricerche, colleziona, conserva, interpreta ed espone il patrimonio materiale e immateriale.

Aperti al pubblico, accessibili e inclusivi, i musei promuovono la diversità e la sostenibilità.

Operano e comunicano eticamente e professionalmente e con la partecipazione delle comunità, offrendo esperienze diversificate per l'educazione, il piacere, la riflessione e la condivisione di conoscenze.

Secondo questa visione, un museo non si limita ad esporre oggetti di vario interesse come per esempio culturale, artistico o scientifico, ma è un'istituzione che partecipa attivamente alla vita della comunità, è al servizio della società e collabora con essa al fine di perseguire diversi scopi che non si fermano alla divulgazione del sapere.

È implicito in questa definizione un passaggio cruciale che ha segnato profondamente la visione di queste istituzioni: i musei non sono stanze completamente affollate di oggetti di

valore che aspettano soltanto di essere guardati dai visitatori, bensì sono luoghi di scambio culturale, aree dove le conoscenze di diversa provenienza si intersecano per generare nuovo sapere, edifici in cui ci si prodiga per presentare e promuovere attività di vario tipo al fine di far conoscere, educare, divertire e far ragionare.

Gli strumenti in esposizione, quindi, non sono mai dei meri oggetti, ma devono essere in grado di diventare narratori e mediatori di quell'esperienza che è la visita al museo.

#### Il museo scientifico

Esistono diversi tipi di musei, distinguibili sia per come sono impostati, come per esempio spazi espositivi, musei tradizionali e science centers, sia per gli argomenti che vengono trattati tra le loro mura, tra gli altri si possono trovare musei artistici, storici e scientifici. I musei scientifici formano anch'essi un gruppo molto variegato di strutture, in genere distinte in base alla branca della scienza che vi viene affrontata, tuttavia possono essere accomunati dal fatto che tutti presentano esposizioni di carattere scientifico e promuovono le cosiddette attività STEM, dall'inglese Science, Technology, Engeneering and Mathematics, attraverso varie proposte didattiche.

Approfondendo questo aspetto, tuttavia, si può riscontrare come negli ultimi anni c'è stato un graduale passaggio dalla rigorosità scientifica di queste discipline a un'integrazione di approcci più creativi ed esperienze interdisciplinari che coinvolgono maggiormente la fantasia e l'immaginazione [9]. Talvolta questi approcci sono molto evidenti per cui la dicitura STEM è stata modificata in STEAM, per includere Arts, ovvero le arti, tra le quattro branche scientifiche. Esempi di questo si possono trovare in tutto il mondo, anche se questa nomenclatura si è diffusa maggiormente negli Stati Uniti, e possono riguardare ambiti molto diversi tra loro, da musei permanenti [12] a esibizioni tematiche [1], passando anche per veri e propri eventi temporanei [4].

Questo processo, inoltre, non è così recente: ci sono tantissimi esempi di musei di carattere scientifico che intrinsecamente promuovono anche altre branche della cultura e, viceversa, di musei che non trattano la scienza ufficialmente, ma che ne sono indissolubilmente legati. Esempi del primo caso possono essere tutti quei musei che espongono strumenti scientifici di altre epoche, come il Museo Astronomico di Brera, nel quale si promuovono attività riguardanti l'astronomia, ma contemporaneamente si è catapultati nella storia di questa scienza e dell'architettura del palazzo di Brera nel quale ha la sua sede, oppure come il Museo Scientifico Explorazione di Treviglio che, oltre ai laboratori scientifici proposti, è dotato di esposizioni e percorsi che raccontano l'evoluzione della scienza, e in particolare della fisica, durante la storia [fig. 2.1]. Un esempio del secondo caso lo si può ritrovare in quei musei in cui le esposizioni sono di carattere più umani-

stico, ma sono comunque legate alla tecnologia, come per esempio il Museo Nazionale del Cinema di Torino, un museo di carattere certamente più artistico ma che, con le sue collezioni di apparecchi cinematografici e la sezione dedicata all'Archeologia del Cinema in particolare, non può che far affiorare la scienza nascosta dietro questo mondo.



Figura 2.1: Strumenti scientifici storici esposti nel Museo Scientifico Explorazione di Treviglio

Didattica e divulgazione nei musei scientifici: una panoramica

Questa grande necessità di includere l'arte e la creatività all'interno di temi scientifici non è l'unica rivoluzione che si sta osservando all'interno dei musei, una seconda e importantissima spinta innovativa è già in corso e riguarda ancora più nello specifico il modo di comunicare la scienza in ambienti museali. Questo fatto è anche sottolineato dall'UNESCO, il quale propone il modello delle Learning Cities, ovvero una rete di scambio di idee tra le città capace di assicurare a tutti un apprendimento permanente di ottima qualità, il lifelong learning, cercando di coinvolgere tutta la popolazione [28], concetto ripreso anche dall'Associazione Nazionale Musei Scientifici [10]. Un altro modo di sottolineare questa necessità è l'idea, particolarmente legata al territorio italiano, di sfruttare la collaborazione con le scuole tramite i Percorsi per le Competenze Trasversali e l'Orientamento (PCTO) e coinvolgere il cosiddetto "non pubblico", ovvero gli studenti che frequentano i musei non come obbiettivo personale, ma come parte integrante delle attività scolastiche obbligatorie. Il loro punto di vista è essenziale per costruire percorsi didattici adatti alle scuole. [21]

Questi sono solo alcuni dei modelli proposti dalle istituzioni per rendere più efficiente la divulgazione museale e una delle tante proposte che potenzialmente possono migliorare il Public Engagement in Science (PES), ovvero la partecipazione attiva dei cittadini, cosa che negli ultimi anni è stata perseguita con particolare interesse [7].

Se da una parte questa innovazione è già in corso e sta avendo dei buoni risultati, è anche vero che è tutt'ora in fase di studio [15] e nella sua complessità presenta dei punti critici [27], uno dei quali è la mancanza della comunicazione dell'unfinished science, ovvero il fatto che, nella comunicazione museale, traspaia la scienza come una disciplina completa le cui leggi siano immodificabili quando invece si tratta di una materia in continua evoluzione e, pertanto, qualsiasi scoperta può essere completamente stravolta e ribaltata [13]. Questa carenza è un fattore determinante che rende faticoso per i musei rimanere al passo con il sempre più rapido progresso scientifico [30].

Un'ulteriore difficoltà riscontrabile nella divulgazione in ambito museale è la grande differenza culturale all'interno delle nazioni e tra diversi paesi. Se, infatti, esistono varie eccellenze nel mondo, è anche vero che in certe culture è più difficile portare una rapida innovazione, come per esempio in Portogallo, dove fino a qualche anno fa il legame tra scienza e società era ancora piuttosto debole [8].

Con questa consapevolezza, quindi, è necessario contribuire all'innovazione della divulgazione all'interno dei musei cercando sempre di più il coinvolgimento diretto dei visitatori che non devono essere trattati come semplici individui privi di conoscenza alla quale trasferire il sapere, bensì come parte integrante e attiva del processo scientifico che si vuole comunicare.

#### La gamification nei musei

La gamification, termine inglese per indicare la ludicizzazione, ovvero l'utilizzo di elementi tipici di giochi e videogiochi in contesti che non sono direttamente legati al mondo del divertimento, è ampiamente utilizzata in ambito didattico, sia per il suo grande apprezzamento da parte della gente (in particolare dei giovani), sia per il modo semplice ed intuitivo con cui si spinge l'utente a non essere uno spettatore passivo, ma a partecipare attivamente. In particolare, esistono molti casi virtuosi di gamification all'interno del contesto museale, sia a livello nazionale che in tutto il mondo. Un esempio di questo tipo è stata la grande caccia al tesoro organizzata dalla New York Public Library [23], o la Caccia al Radiotesoro ideata dall'INAF [16]. Anche i giochi da tavolo sono spesso usati in ambito didattico e se ne trovano esempi che riguardano direttamente il concetto di museo [14] [3].

Ovviamente, anche la tecnologia ha contribuito ad ammodernare questo ambito, per cui, accanto a giochi tradizionali, si fanno sempre più largo tecniche di gamification che sfruttano applicazioni e software digitali, sia attraverso dei chatbot che, imitando l'interazione

con personaggi reali, sostituiscono le didascalie delle esposizioni [18] [24], sia attraverso escape room [29] oppure veri e propri videogame, come nel caso del Museo Archeologico Nazionale di Napoli ed il suo father and son [20]. Un esempio degno di nota è GEN, un videogioco sviluppato dal National Museums Scotland dove i visitatori, attraverso i loro dispositivi digitali come smartphone o tablet, devono prendersi cura di un organismo vivente digitale andando alla ricerca degli strumenti della collezione museale più adatti a diagnosticare e curare le varie patologie della creatura [22].

Proprio questo gioco è stato una delle ispirazioni che ha portato all'ideazione del percorso didattico attraverso la galleria del Museo Astronomico di Brera.

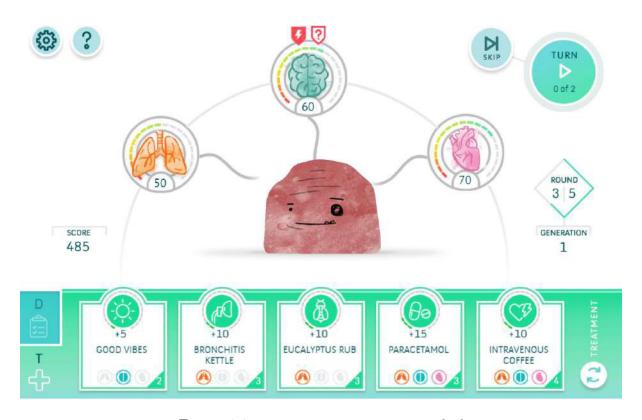


Figura 2.2: Schermata di gioco di GEN [22]

#### Il Museo Astronomico di Brera

Ci sono più cose in cielo e in terra, Orazio, di quante possa sognarne la tua filosofia.

William Shakespeare

Amleto, circa 1601

Il Museo Astronomico di Brera, generalmente abbreviato con la sigla MusAB, è un museo in cui è raccolta una vasta selezione di strumenti utilizzati dagli astronomi dell'Osservatorio di Brera dagli anni '60 del XVIII secolo, periodo della sua fondazione. Il museo è gestito dall'INAF-Osservatorio Astronomico di Brera e si avvale della collaborazione scientifica dell'Università degli Studi di Milano.



Figura 3.1: Logo del MusAB [19]

Poiché lo spazio espositivo è stato allestito nuovamente tra il 2020 e il 2021, si è reso necessario aggiornare la proposta divulgativa e quella didattica; inoltre, poiché le informazioni, le nozioni e le curiosità (sia di carattere scientifico che storico e sociale) inerenti al museo e agli strumenti esposti sono veramente numerose, è anche stato necessario standardizzare un percorso che risponda alle esigenze dei visitatori e ne stimoli la curiosità senza semplificare o tralasciare dettagli importanti.

#### Il MusAB prima del riallestimento

Il Museo Astronomico di Brera è nato nel 2015 come museo dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) ed è situato nella più antica istituzione scientifica della città di Milano: la sede storica dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Brera (OAB), fondata negli

anni Sessanta del XVIII secolo presso il Collegio gesuitico di Brera. Il museo ha il compito di custodire e mostrare al pubblico la collezione di strumenti che il personale dell'Osservatorio ha utilizzato durante i suoi 250 anni di attività.

Oltre agli strumenti astronomici, nell'archivio e nella biblioteca del museo sono conservati 35.000 volumi e documenti che testimoniano la ricchissima e importantissima attività, sia scientifica che culturale, che ha contribuito a rendere la città un'eccellenza del tempo.

Per i primi anni, la collezione è stata un perfetto esempio di museo nel senso tradizionale del termine. Il punto di forza del MusAB, infatti, era l'immensa quantità di strumenti che, forti della loro grande importanza scientifica guadagnata con il passare degli anni, costituivano una galleria ricchissima di storia [fig. 3.2 a pagina 9].

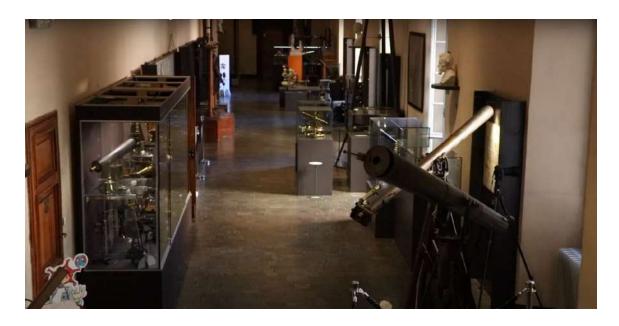


Figura 3.2: Galleria del MusAB prima del riallestimento [19]

Se un museo tradizionale, con la sua grande ed eterogenea quantità di strumenti, esalta l'importanza scientifica e culturale che l'Osservatorio ha avuto nel tempo, lo stesso non si può purtroppo dire sul come questa rilevanza venga trasmessa al pubblico. La galleria, infatti, si limitava a mettere in mostra la collezione concentrandosi sulla tipologia degli strumenti e la loro funzione senza intraprendere una vera e propria narrazione. Il risultato fu una successione di strumenti scientifici che, nonostante tutto, non riusciva nell'intento di accompagnare i visitatori a scoprire la storia dell'Osservatorio: la presenza di un numero enorme di oggetti senza un preciso percorso, unita alla mancanza di semplici didascalie e immagini significative, non permetteva agli ospiti di cogliere fino in fondo il vero obbiettivo del museo, ovvero quello di raccontare come l'astronomia si sia evoluta nel tempo e come tali strumenti abbiano accompagnato gli scienziati di Brera per più di due secoli e mezzo permettendo loro di scoprire le novità del Cosmo, di affinare gli studi,

ma anche di mettere a servizio della collettività la conoscenza e la tecnica sviluppate. È proprio seguendo questa direzione che il comitato scientifico del MusAB ha pensato ad un totale riallestimento.

#### Il MusAB ora: le esposizioni

Tra il 2020 e il 2021, il museo è stato riallestito grazie a un finanziamento di Regione Lombardia e tutto il percorso è stato ideato e progettato per rispondere ad una domanda:

#### $Cosa\ fa\ l'astronomo?$

La risposta, così come l'intera galleria, è suddivisa in quattro sezioni evidenziate con colori diversi, quattro come le attività fondamentali che egli compie:

#### osserva, scopre, misura e rappresenta.

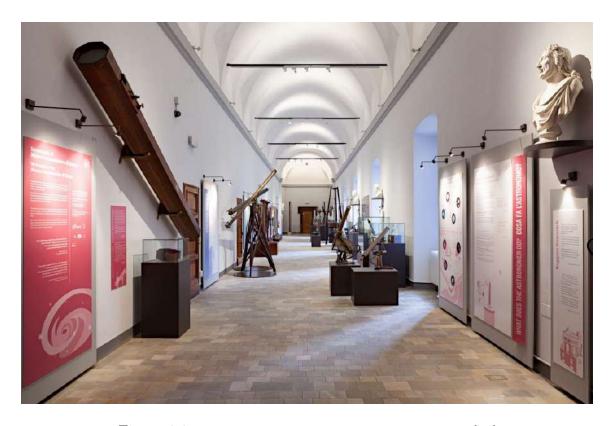


Figura 3.3: Galleria del MusAB dopo il riallestimento [19]

Ogni sezione è accompagnata da busti raffiguranti personalità importanti per la storia dell'Osservatorio di Brera (da Ruggero Boscovich, gesuita e astronomo che contribuì alla

progettazione e alla costruzione dell'Osservatorio, a Giovanni Schiaparelli, passando per Napoleone Bonaparte, che diede un grande contributo alla collezione e Barnaba Oriani, che a Brera studiò le orbite dei pianeti tra cui il neo-scoperto Urano) e da pannelli esplicativi corredati anche da citazioni letterarie, le quali contribuiscono a unire la visione storico-scientifica degli strumenti esposti a quella più artistica e poetica che, da sempre, ha attirato l'essere umano a osservare e cercare di capire l'universo.

Una peculiarità della mostra è il fatto che la descrizione di alcuni strumenti è fatta in prima persona, proprio come se fossero essi a parlare con la gente. Questa scelta, insieme a tutta la struttura della galleria, aiuta a rendere la visita autosufficiente e indipendente dalla presenza di una guida.

Uno degli scopi principali del riallestimento del museo, infatti, è proprio quello di cercare di evitare una visita guidata di tipo tradizionale, favorendo invece la piena e autonoma immersione degli ospiti nel passato dell'Osservatorio e facendo loro vivere in prima persona l'evoluzione della professione di astronomo.

In quest'ottica, la guida non è necessaria per la visita in sé, ma rimane comunque una preziosa risorsa in caso di domande, curiosità o approfondimenti stimolati dal percorso proposto.

Un ulteriore obbiettivo del percorso ideato con il riallestimento è quello di creare un collegamento tra il passato, il presente e il futuro dell'astronomia. Se lungo la galleria gli utenti possono incontrare e scoprire strumenti che centinata di anni fa rispondevano alle domande degli scienziati e permettevano loro di osservare, scoprire, misurare e rappresentare tutto ciò che riguarda i corpi celesti; oggi le medesime domande sono oggetto di ricerca astronomica e l'unica differenza è data dalla tecnologia che ha permesso di evolvere quegli strumenti, ormai considerati antichi, nelle più moderne attrezzature del nostro tempo e che, in futuro, permetterà ulteriori incredibili passi avanti.

#### Il MusAB ora: la cupola Schiaparelli

Un'importante area del MusAB è costituita da una cupola osservativa che ancora si erge sopra i tetti del palazzo di Brera [fig. 3.5]. La cupola, costruita tra il 1873 e il 1874 e intitolata a Giovanni Schiaparelli, fu creata con l'intento di ammodernare l'Osservatorio permettendogli di ospitare strumentazioni più performanti rispetto a quelle già presenti, ormai usurate e basate su tecnologie in disuso.

Al suo interno si trova il telescopio Merz da 8 pollici [fig. 3.4], famoso per essere stato lo strumento principale che ha portato Schiaparelli ad osservare il pianeta Marte, studiarlo

e disegnarne la prima mappa del 1878 [fig. 3.6], prima di molte altre.

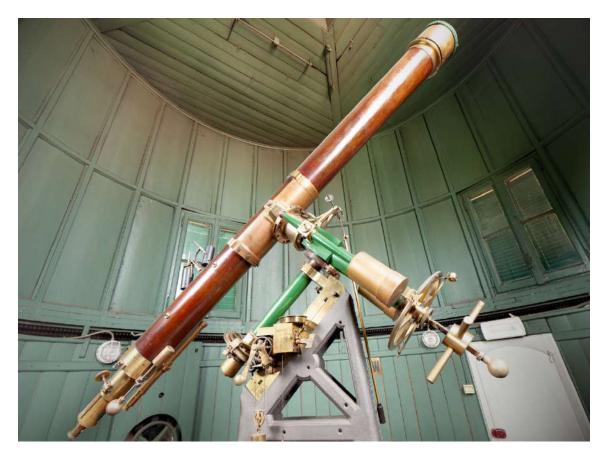


Figura 3.4: Telescopio Merz nella cupola Schiaparelli [19]

Il telescopio è un rifrattore, ovvero uno strumento che rifrange la luce attraverso l'utilizzo di lenti e la focalizza nell'occhio dell'osservatore, e ha un diametro di ventidue centimetri. La montatura è di tipo equatoriale e il suo movimento è automatizzato da un sistema di pesi ed ingranaggi che gli permette di seguire il moto apparente dei corpi celesti. Oltre alle famose osservazioni di Marte, il telescopio Merz è stato utilizzato dal 1875 al 1886 per misurare le orbite di stelle doppie, comete, asteroidi e altri pianeti del Sistema Solare.

L'importanza di questo telescopio è data dall'incredibile contributo che lo studio dettagliato del Pianeta Rosso da parte di Schiaparelli ha dato alla planetologia, cosa che ha completamente rivoluzionato questa scienza.

Sono state proprio queste osservazioni di fine Ottocento che, mettendo in luce i lati più nascosti di Marte con i suoi "canals", hanno ispirato la fantasia dell'essere umano e hanno contribuito fortemente allo sviluppo del romanzo fantascientifico con l'introduzione dei cosiddetti marziani nell'immaginario comune.



Figura 3.5: La cupola Schiaparelli, vista dai tetti del palazzo di Brera.[19]

La cupola Schiaparelli è un ottimo ambiente dove poter osservare dal vivo lo strumento per eccellenza dell'astronomo: date le grandi dimensioni del telescopio e la complessa
precisione dei meccanismi alla base del suo funzionamento, è sicuramente una visione di
enorme impatto, senza contare che anche la cupola stessa, con le sue aperture specifiche
per le osservazioni e il suo moto rotatorio, permette ai visitatori di immergersi in prima
persona nel mondo in cui un tempo venivano svolte le osservazioni astronomiche, aggiungendo curiosità e sorpresa.

Nonostante tutto ciò, l'inserimento della cupola Schiaparelli in un percorso didattico progettato per visite a gruppi rimane un punto critico in quanto, per motivi di sicurezza dovuti allo spazio ristretto al suo interno, l'accesso è consentito solamente ad un massimo di otto persone contemporaneamente.

Per le visite tradizionali, invece, questo spazio ristretto diventa un punto di forza: i visitatori, entrando in un ambiente relativamente piccolo, occupato per la maggior parte dalla presenza del telescopio, dal mobilio dell'epoca e dal vecchio orologio a pendolo che accompagnava le osservazioni di Schiaparelli, riescono a percepire perfettamente cosa significasse per l'astronomo dedicare tutta la propria vita a guardare il cielo.



Figura 3.6: Prima mappa di Marte creata da Schiaparelli, 1878.[5]

Anche la strada che porta alla cupola è a tutti gli effetti parte della visita. La prima parte di questo percorso è faticosa, c'è infatti la necessità di salire per tre piani con le sole forze delle nostre gambe, ma già questo permette ai visitatori di sbirciare tra gli uffici degli astronomi che tutt'ora, dopo più di duecentocinquanta anni dalla fondazione dell'Osservatorio, compiono ancora ricerche sul cosmo, mantenendo sempre il forte collegamento tra astronomia del passato e astronomia del presente, e permettendo inoltre di ragionare sulla loro relazione con l'astronomia del futuro.

La seconda parte del percorso è invece la più piacevole: una volta saliti sui tetti dell'edificio, gli ospiti si trovano d'innanzi a scorci inediti della città di Milano, da dove è possibile vedere e riconoscere gran parte degli edifici e dei monumenti più famosi del capoluogo lombardo. Questo breve passaggio culmina con la cupola che si erge esattamente di fronte ai visitatori e che, con la sua imponenza strutturale e importanza storica, si mostra come l'apice di tutta la visita guidata.

#### Il MusAB ora: il progetto MARSS

Il progetto MARSS, Musab in Augmented Reality from Science to Society, è una proposta realizzata da INAF con la collaborazione del Dipartimento di Meccanica del Politecnico di Milano e finanziata da Fondazione Cariplo, che ha come obbiettivo l'introduzione di tecnologie digitali che possano accompagnare i visitatori del MusAB in un percorso coinvolgente e interattivo.

MARSS si basa sull'introduzione della Realtà Aumentata (AR), ovvero di una tecnologia che permette di accrescere la percezione umana tramite la visualizzazione di oggetti virtuali e la possibilità di interagirvi, all'interno della visita alla galleria. Ciò permette agli ospiti di avere a disposizione modelli tridimensionali e dinamici di strumenti astronomici, di pianeti come Terra e Marte, ma anche di concetti non sempre chiari per i visitatori, come la rappresentazione del campo magnetico e la natura ondulatoria della luce.

La visualizzazione di questi modelli, quindi, ha come scopo quello di incentivare l'interazione con essi così come la loro osservazione nei minimi dettagli e da diversi punti di vista per capirne al meglio il funzionamento o il significato.

L'esperienza con la AR sarà fruibile in italiano e in inglese attraverso un'applicazione che gli utenti potranno scaricare sul proprio smartphone e inoltre sarà possibile scegliere tra il percorso per gli adulti e quello per gli under 12.

Il termine del suo sviluppo è previsto per il 2023.

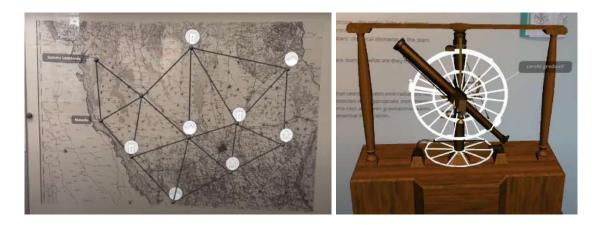


Figura 3.7: Immagini interattive in AR per il progetto MARSS

La possibilità di valutare l'introduzione della AR all'interno della galleria è un'occasione per capire se questa tecnologia possa apportare benefici anche in occasione di visite guidate per scolaresche e, in tal caso, capire cosa può rendere migliore e dove può essere utile, nonostante l'utilizzo di questa tecnologia per gruppi numerosi di persone sia un punto critico in quanto l'app è stata ideata e sviluppata per accompagnare i visitatori singolarmente.

Nel luglio e nell'ottobre 2022 si sono infatti svolti dei test per valutarne l'efficacia sia con adulti che con bambini e stabilire se e dove apportare miglioramenti nell'applicazione. Durante questi test è stata proposta la visita guidata con l'ausilio della AR a persone esterne al museo, con particolare attenzione a chi non ha mai avuto la possibilità di apprezzare la galleria in precedenza.

I visitatori sono stati inoltre sottoposti a dei questionari prima e dopo la visita, mentre, alla fine, è stato chiesto loro di raccontare a voce la loro esperienza con tutti i pregi e i

difetti riscontrati.

Il MusAB ha quindi il pregio di avere a disposizione diverse attività rivolte a differenti tipi di pubblico, ma per ampliare la sua proposta è sempre più necessario un percorso didattico e, in particolare, per le classi delle scuole secondarie.

# La visita guidata per le scuole al Museo Astronomico di Brera

Cos'è il tempo?
Se nessuno me lo chiede lo so.
Se voglio spiegarlo
a chi me lo chiede, non lo so.

Sant'Agostino Confessioni, IV sec.

Dopo che, con la ristrutturazione del 2020-2021, il MusAB ha cambiato volto, è risultato necessario rinnovare le proposte didattiche da offrire al pubblico. Per i visitatori tradizionali, la visita in autonomia della galleria è perfetta in quanto sono coinvolti gruppi, famiglie o anche singoli che, spinti dalla curiosità, scelgono di compiere questa visita, con la guida che si limita ad accogliere e ad assistere gli ospiti. Lo stesso, però, non si può dire per le visite scolastiche.

Per le classi è infatti necessario avere un percorso ben preciso e impostato che possa accompagnare i ragazzi e coinvolgerli al fine di rendere l'esperienza formativa, interessante e, cosa non meno importante, divertente.

Con la creazione di una visita mirata per la scuola quindi, il MusAB intende fare un passo avanti e non fermarsi alla **divulgazione** generica dei contenuti presenti in galleria, che comunque continuerà ad essere rivolta al pubblico di varia provenienza in visita al museo, bensì di armarsi di un percorso **didattico**, dove, grazie alla presenza di un pubblico piuttosto uniforme, è possibile fare leva sulle conoscenze pregresse e condivise dagli studenti per approfondire i concetti e creare un legame tra l'istruzione scolastica e quella museale.

Progettare una visita guidata per le scuole è quindi un'occasione per uniformare le informazioni celate dietro ogni strumento e armonizzarle con le curiosità, gli aneddoti e gli approfondimenti di cui i curatori del museo e i ricercatori dell'Osservatorio sono a conoscenza, creando anche un documento utile a chi, in futuro, vestirà il ruolo di comunicatore scientifico nel MusAB.

La scelta del target, in particolare, si è focalizzata sui ragazzi delle scuole secondarie di primo e secondo grado, in linea con l'offerta formativa proposta dal Public Outreach and Education (POE) [25].

#### Il gioco

Per avvicinarsi il più possibile al linguaggio dei ragazzi e per proseguire nell'idea di creare una narrazione all'interno del museo, ovvero l'idea alla base del riallestimento della galleria, è stata proposta la creazione di un vero e proprio gioco in cui la classe, seguendone lo svolgimento nei limiti delle regole, può scoprire tutti i segreti nascosti dagli strumenti astronomici esposti.

Prima di procedere è stato necessario esplorare nel dettaglio le altre proposte di gaming già utilizzate nei musei di tutto il mondo per analizzarne i pro e i contro. Nella tabella 4.1 sono riassunti i più significativi.

Per cercare di non escludere a priori delle possibilità e per poter scegliere con più attenzione la tipologia di gioco migliore per la galleria, inizialmente è stato fatto un brainstorming di gruppo in cui sono state radunate tutte le possibili idee senza particolari vincoli [fig. 4.1]. Andando a scremare le varie proposte, quelle ritenute più efficaci sono state la creazione di un mazzo di carte e l'ideazione di una caccia al tesoro. Se infatti la prima idea avrebbe consentito di rappresentare la galleria e gli strumenti esposti in modo chiaro e semplice, la seconda sarebbe stata un ottimo pretesto per far muovere i ragazzi lungo la galleria osservando tutto ciò che contiene nei minimi dettagli. Inoltre le carte sono strumenti particolarmente poliedrici in quanto si prestano a diversi utilizzi: il collezionismo, lo scambio o l'utilizzo vero e proprio dipendente da cosa vi è rappresentato.

Un ulteriore punto di forza della gamification in generale e delle carte nel particolare è quello di garantire un semplice modo per tarare la difficoltà del gioco: avere a
disposizione carte diverse, alcune delle quali basate su regolamenti più semplificati e altre legate a regole più rigide, è un modo per equilibrare la difficoltà in base al target.
Questa problematica è particolarmente presente nella realizzazione della visita didattica
del MusAB proprio perché il target di riferimento è molto ampio. Considerando sia le
scuole secondarie di primo che di secondo grado, infatti, la differenza tra i ragazzi di classi
diverse è piuttosto marcata da molti punti di vista, non solo quello dell'istruzione e delle
conoscenze scientifiche, ma anche sul piano culturale e sociale.

L'idea finale è stata quindi proprio quella di una fusione tra una caccia al tesoro e la

Nome	Descrizione	Pro	Contro
Find the Future at	Ricerca di info su	Collaborazione tra	È necessario uno
NYPL: The Game	artefatti nella bi-	i partecipanti e au-	spazio molto gran-
	blioteca	tonomia	de
Museum Chatbot	Chatbot che of-	Interazione con	Utilizzo del cellu-
Game	fre indizi al fine	personaggio fit-	lare e Messenger di
	di sconfiggere un	tizio che guida i	Facebook
	nemico	giocatori	
Caccia al radiote-	Caccia al tesoro	Grande partecipa-	È necessario uno
soro	tematica con ra-	zione in prima per-	spazio molto gran-
	diotrasmettitore	sona	de
Father and son	Viaggi nel tempo	Linearità della sto-	Single player e in-
	di un figlio ver-	ria	terazione fisica ri-
	so gli insegnamenti		dotta
	del padre		
$\overline{GEN}$	Ricerca di stru-	Ricerca interattiva	Videogioco
	menti per curare	nel museo	completamente
	una creatura ma-		digitale
	lata		
Museum Rush	Gioco di carte do-	Ironia caricatura-	Statico e difficil-
	ve rubare tesori di	le nell'interpreta-	mente conciliabile
	un museo	zione di un antago-	con lo scopo del
		nista	MusAB
Nexto	AR che guida per i	Autonomia e con-	È necessario uno
	monumenti	tinua challenge	spazio molto gran-
		and reward	de e non deve so-
			vrapporsi al pro-
			getto MARSS

Tabella 4.1: Tabella di analisi dei giochi già utilizzati in didattica

creazione di un mazzo di carte che permetterebbe quindi ai ragazzi di muoversi all'interno della galleria cercando obbiettivi specifici al fine di guadagnare le carte e costruirsi un proprio mazzo. Similmente a GEN, il gioco consisterebbe nella ricerca degli strumenti adatti a soddisfare determinati requisiti imposti in precedenza e nella conquista della carta corrispondente.

Questa proposta lascerebbe inoltre un'ulteriore sviluppo del gioco: una volta che i giocatori hanno conquistato i propri mazzi, hanno la possibilità di collaborare scambiandosi le carte per raggiungere obbiettivi che prima non erano in grado di soddisfare.

In questa visione, i ragazzi possono simulare nel loro piccolo una sorta di comunità scientifica in cui ognuno ha a disposizione strumenti grazie ai quali può raggiungere determinati obbiettivi, ma è soltanto con la condivisione e con l'appoggio ad altri studi svolti da gruppi diversi che avviene il vero e proprio progresso scientifico.

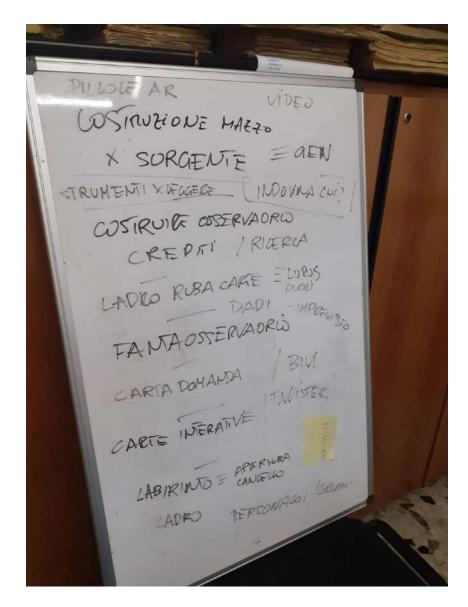


Figura 4.1: Lavagna frutto del brainstorming di gruppo iniziale

#### MGC 1877

Il nome del gioco, MGC 1877, è l'acronimo di MusAB Game of Card, al quale è stato aggiunto un numero dall'importanza simbolica: 1877 è infatti l'anno in cui Giovanni Schiaparelli iniziò le osservazioni di Marte e, di conseguenza, uno dei momenti di più grande rilevanza per l'Osservatorio di Brera. Infine, il nome completo richiama la nomenclatura che gli astronomi utilizzano per catalogare gli oggetti dello spazio profondo, richiamando nuovamente la centralità di questa disciplina. Per poter iniziare il gioco è necessario che la classe sia divisa in gruppi di circa cinque persone e che ogni gruppo sia inizialmente in possesso di una carta particolare denominata carta obbiettivo. Le carte obbiettivo raffigurano dei corpi celesti di peculiare importanza, corpi celesti che gli studenti hanno il compito di studiare. Al fine di ciò è necessario seguire le indicazioni

rappresentate sul retro che, come degli indizi, alludono ad uno strumento ben preciso della galleria che deve essere conquistato attraverso una **carta strumento**. Le carte obbiettivo rappresentano quindi la guida da seguire, la mappa del percorso di esplorazione all'interno della galleria.

Una volta che i ragazzi trovano e raggiungono il suddetto strumento sono messi alla prova con delle semplici domande per testare le conoscenze e i ragionamenti ispirati da questa ricerca, dopodiché essi guadagnano la carta strumento corrispondente. Le carte strumento sono un altro gruppo di carte rappresentanti gli strumenti più significativi della galleria, ovvero quelli che sono necessari a completare lo studio delle carte obbiettivo.

Questa modalità di gioco è anche ispirata all'idea alla base del riallestimento del MusAB: se la galleria per raccontare una storia risponde alla domanda "Cosa fa l'astro-nomo?"; ora, allo stesso modo, ogni strumento diventa letteralmente la risposta ad una domanda, quella per raggiungere i requisiti delle carte obbiettivo.

Le carte obbiettivo hanno l'intento di catturare l'attenzione e di indurre i ragazzi alla ricerca degli strumenti, devono quindi essere in grado di stimolare la curiosità per cercare di fare in modo che la ricerca delle risposte alle nostre domande in galleria sia un processo naturale. Per questo motivo la faccia principale delle certe obbiettivo è completamente occupata da una fotografia dell'oggetto celeste in questione, una fotografia che rende l'idea della bellezza dell'universo, della sua magnificenza e, soprattutto, del mistero che ancora avvolge questi corpi.

Sul fronte, oltre all'immagine, risalta il nome della carta che ricalca quello dell'oggetto che viene raffigurato e il simbolo che la identifica come carta obbiettivo [fig. 4.2, "Fronte"]. Come simbolo è stata scelta una lampadina all'interno di un cerchio come citazione al fatto che, come una lampadina è una sorgente di luce, così questi corpi sono sorgenti di informazioni, spesso proprio luminose in quanto generano, riflettono e rifrangono la luce che gli astronomi sono in grado di studiare e interpretare.

Il retro della carta obbiettivo, invece, è costituito dalle indicazioni per il gioco vero e proprio. Sono infatti raffigurati quattro indizi in un elenco puntato che ci indicano quali procedimenti fare per studiare il corpo celeste in questione e alludono a degli strumenti specifici, uno per indizio, da ricercare nella galleria.

Infine, per mantenere la continuità con la narrazione della galleria i cui strumenti si rivolgono in prima persona ai visitatori attraverso i pannelli, nella parte sottostante è stata aggiunta una brevissima autodescrizione dell'oggetto raffigurato che può, inoltre, dare ai ragazzi degli spunti interessanti su cosa sia e come si comporta quel corpo celeste [fig. 4.2, "Retro"].

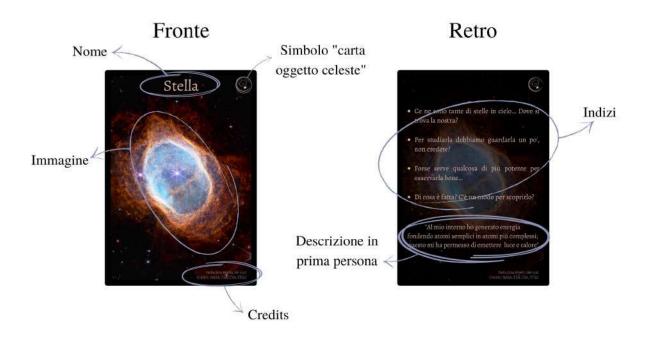


Figura 4.2: Carta "stella", esempio di carta obbiettivo

Le carte strumento invece hanno un impostazione più tradizionale. Come dice il nome, essa raffigura uno strumento presente in galleria e la sua fotografia è confinata nella parte alta della carta, subito al di sotto del nome. Questo non è direttamente il nome dello strumento in questione, ma una parola o una piccola frase che allude al suo funzionamento o al suo scopo.

Anche questa tipologia di carta presenta un simbolo in alto a destra: tre stelle stilizzate all'interno di un cerchio che sottolineano il legame con l'astronomia.

Nella parte sottostante l'immagine è presente una breve descrizione e anche in questo caso è fatta in prima persona [fig. 4.3, "Fronte"].

Da notare è il fatto che il colore di sfondo della carta è esattamente quello della sezione del museo a cui appartiene lo strumento, anche in questo caso per mantenere continuità tra il gioco e la galleria, mantenendo chiaro il concetto per il quale il museo è stato suddiviso in aree. La stessa idea è stata alla base dello sviluppo del retro di queste carte: il logo del MusAB che risalta in posizione centrale è accerchiato dai simboli delle quattro zone identificabili del museo: una stilizzazione della Luna per la sezione osserva, la generazione di onde gravitazionali tramite collisione di corpi celesti per scopre, un illustrazione ispirata a La persistenza della memoria per misura e infine l'atto di compiere misure trigonometriche per rappresenta [fig. 4.3, "Retro"].

Le carte obbiettivo sono in totale sette e rappresentano seguenti corpi celesti:

• Stella - rappresentata con l'astro al centro della Nebulosa Anello del Sud, resa



Figura 4.3: Carta "Guardare lontano" raffigurante il telescopio rifrattore di Gualtieri, esempio di carta strumento

celebre dalle recenti fotografie del James Webb Space Telescope;

- Marte con una delle più chiare immagini del Pianeta Rosso;
- Buco nero raffigurante la prima fotografia mai scattata del buco nero al centro della galassia Virgo A;
- Galassie rappresentata dal Quintetto di Stephan e anch'essa ricavata dal James Webb Space Telescope;
- Esopianeta con un'illustrazione artistica di un pianeta extrasolare;
- Universo raffigurante il primo campo profondo del James Webb Space Telescope;
- Onde gravitazionali rappresentata da un'illustrazione della collisione di due stelle di neutroni, evento noto come GW 170817.

Un numero così elevato di carte obbiettivo, oltre a consentire di avere a disposizione delle carte in più come eventuale rinforzo, ci permette anche di bilanciare la difficoltà del gioco in base alla classe in visita al museo. Alcune carte, infatti, permettono di affrontare argomenti più semplici e più comuni, temi con cui i ragazzi hanno più dimestichezza e grazie ai quali sono più propensi a intervenire esprimendo anche le loro conoscenze, altre carte invece approfondiscono concetti più particolare e sconosciuti andando a stimolare

la curiosità dei presenti.

Le carte strumento, invece, sono in totale dieci e rappresentano gli strumenti più significativi di ogni sezione del museo:

- Guardare lontano rappresentata attraverso il telescopio riflettore di Gualtieri e utilizzato come esempio di telescopio;
- Guardare (ancora più) lontano con le illustrazioni dei telescopi ottici più potenti, come Hubble Space Telescope e l'Extremely Large Telescope;
- Guardare con occhi diversi raffigurante i telescopi moderni non ottici;
- Coordinate spaziali rappresentata dal circolo moltiplicatore di Reichenbach, indicato come esempio di strumento di misura delle coordinate;
- Merz for Mars con l'immagine del telescopio Merz, simbolo dello studio di Marte da parte di Giovanni Schiaparelli;
- Misure ben precise raffigurante i micrometri filari, perfetti per rappresentare strumenti di misura di lunghezze millimetriche;
- Sguardo magnetico con la fotografia del magnetometro di Meyerstein;
- Tempi cosmici con l'immagine degli orologi a pendolo, strumento principale per avere una buona precisione nella misura dei tempi;
- Un arcobaleno di scoperte raffigurante lo spettrografo Zeiss per rappresentare lo studio degli spettri elettromagnetici.
- Mappe spaziali con l'immagine della mappa di Milano, utilizzata come simbolo dell'utilizzo di strumenti propri dell'astronomia in campi differenti.

MGC 1877 ha il potenziale per aiutare la guida in una versione semplificata del gioco. Infatti, nel caso in cui si fosse impossibilitati alla divisione della classe in gruppi oppure se non fosse possibile assicurare una ricerca quasi autonoma di questi ultimi all'interno della galleria, le carte obbiettivo possono essere utilizzate per dirigere la visita guidata. Mantenendo quindi un'impostazione leggermente più tradizionale, la guida può mostrare alla classe una carta obbiettivo alla volta, analizzarne l'immagine e la descrizione insieme ai ragazzi per condividere ciò che già conoscono e ciò che ancora devono scoprire e, infine, seguire gli indizi per trovare gli strumenti richiesti.

Una modalità del genere può comunque fornire tutti i presupposti per far conoscere ai ragazzi la natura dei corpi celesti, il funzionamento di tutta la strumentazione utilizzata

dagli astronomi dell'Osservatorio Astronomico di Brera negli ultimi 250 anni, ma anche di far trapelare il concetto principe che sta alla base del MusAB: riconoscere come l'astronomia, come tutte le altre discipline, è una continua staffetta verso la conoscenza e che ciò che è stato scoperto in passato è servito per scoprire nuove cose oggi, così come la conoscenza odierna starà alla base delle scoperte future, senza soluzione di continuità.

#### Test

Nei giorni di mercoledì 23 e 30 novembre 2022 sono state effettuate due visite di prova con due differenti classi delle scuole secondarie di primo grado rispettivamente di 16 e 17 alunni. Siccome il numero di ragazzi non era eccessivamente elevato, è stato deciso di testare la versione semplificata della visita al fine di verificare la fattibilità, la chiarezza e l'impatto sulla classe di un percorso strutturato in questo modo. In entrambi i casi la visita si è svolta dalle ore 10:00 alle ore 11:30, per un totale di un'ora e mezza ciascuna e le due prove si sono svolte seguendo il medesimo iter.



Figura 4.4: I ragazzi durante la visita guidata del 23 novembre 2022

Inizialmente è stato fatto un momento di accoglienza in una stanza dove i ragazzi, seduti in cerchio, sono stati invitati ad ascoltare una breve introduzione riguardante il museo, la collezione e la struttura rinnovata con il riallestimento, dopodiché è stato concesso loro una decina di minuti per muoversi liberamente all'interno del museo. Questo è stato deciso per dar loro modo di osservare le varie tipologie di strumenti e prendere un po' confidenza con la loro disposizione all'interno della galleria. Raccolti gli studenti, si è dato inizio al percorso guidato scegliendo una carta obbiettivo. Come prima carta si è preferito utilizzare la "stella" in quanto presenta come primi indizi dei riferimenti ad attrezzi più conosciuti, i telescopi e gli strumenti di misura della posizione, che forniscono così la possibilità di entrare nel tema dell'astronomia in modo relativamente semplice. L'intera classe, quindi, è stata guidata attraverso gli indizi ad incontrare tutti gli strumenti necessari allo studio dell'astro, stando attendi a lasciare che siano proprio i ragazzi a ragionare per capire quale sia quello più adatto, e a scoprire il loro funzionamento, il loro scopo e anche eventuali collegamenti con strumenti moderni utilizzati al giorno d'oggi. Una volta terminata la prima carta si è passati alla seconda ripercorrendo gli stessi passaggi visti in precedenza.

Al termine della visita è stato pensato un ultimo momento conclusivo insieme in cui si ribadisce come l'astronomia sia una continua staffetta verso il futuro e che gli strumenti di ieri, con le loro scoperte, sono le fondamenta di quelli di oggi e che questi ultimi saranno a loro volta il supporto di quelli di domani.

Gli argomenti trattati e la modalità con la quale è stata gestita la visita hanno permesso di raggiungere un grande traguardo: hanno contribuito ad accentuare la curiosità dei ragazzi che, di conseguenza, si sono rivelati in entrambi i casi molto partecipi e attivi sia nella ricerca degli strumenti della galleria, sia nell'approfondire gli argomenti presentati con domande e precisazioni.

E chiaro, comunque, che durante il gioco è necessario selezionare le domande affinché siano coerenti con gli argomenti e le tempistiche del percorso proposto.

Le due visite guidate di prova sono state di grande aiuto per capire qualcosa di più sulla gestione delle tempistiche e sull'impostazione del gioco. Alcune domande dei ragazzi hanno ricalcato il percorso già pensato per la visita, confermandone il funzionamento, da altre domande, invece, sono scaturiti alcuni collegamenti tra obbiettivi e strumenti più nascosti e che potranno essere valutati ed eventualmente aggiunti in seguito.

#### Conclusioni

Chi vuole guardare bene la Terra deve tenersi alla distanza necessaria.

Italo Calvino
Il barone rampante, 1957

Con l'utilizzo di carte da gioco e l'ideazione di un percorso in stile "caccia al tesoro", il Museo Astronomico di Brera è in grado di offrire un'alternativa alla tradizionale visita guidata della galleria interamente pensata per i ragazzi delle scuole secondarie di primo e di secondo grado. Lo sfruttamento della gamification è un modo per avvicinarsi al linguaggio dei giovani aiutandoli a sviluppare parallelamente la capacità di osservazione e ragionamento in un ambito incredibilmente denso di informazioni e complessità. L'utilizzo di carte fisiche, inoltre, è importante per un duplice aspetto: in primo luogo

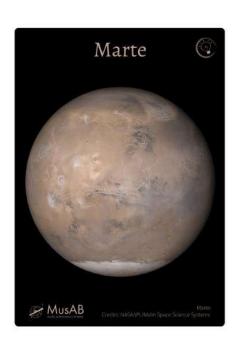
L'utilizzo di carte fisiche, inoltre, è importante per un duplice aspetto: in primo luogo perché contribuiscono al processo di gamification essendo tra gli oggetti ludici più iconici, infine perché permettono una grande elasticità al percorso che, a seconda delle necessità, può variare le tempistiche, affrontare argomenti più o meno ostici e persino accedere ad una versione più guidata come quella affrontata durante i test del 23 e del 30 novembre 2022.

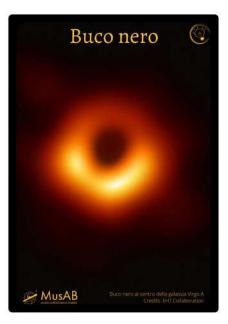
Grazie ad un percorso impostato in questo modo, quindi, il MusAB si arricchisce di una proposta didattica diretta ai ragazzi e in grado di illustrare come il processo scientifico e la ricerca astronomica abbiano delle solide fondamenta nel passato e che tutt'ora, proprio grazie ad esse, si stiano sviluppando in modo sempre più rapido.

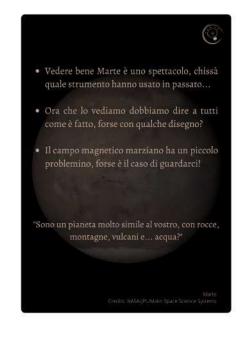
# Carte obbiettivo







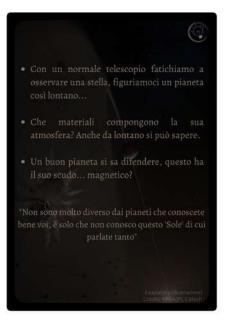








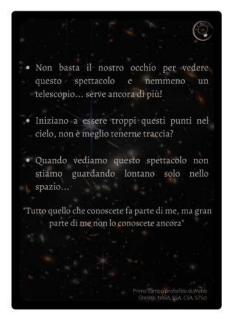












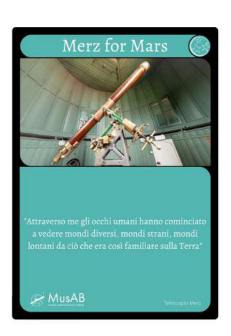


## Carte strumento











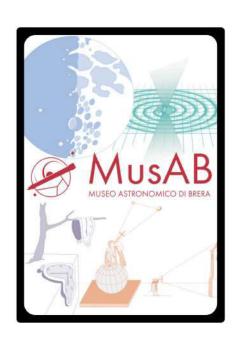












## Bibliografia

- [1] ANN ARBOR HANDS-ON MUSEUM S.T.E.A.M Park. https://www.huettinger.de/en/reference/new/ann-arbor-hands-on-museum-2/ [Consultato il 14 ottobre 2022]
- [2] ARASS BRERA Telescopio Merz. https://arass-brera.org/telescopio-merz/ [Consultato il 30 giugno 2022]
- [3] ARTRIBUNE Ladri al museo (ma per gioco). https://www.artribune.com/arti-visive/2018/02/gioco-museum-rush/ [Consultato l'8 agosto 2022]
- [4] BALOON MUSEUM ALBUQUERQUE S.T.E.A.M Nights at the Museum. https://www.cabq.gov/artsculture/balloonmuseum/field-trips-group-tours-volunteering/s-t-e-a-m-night-at-the-museum [Consultato il 26 novembre 2022]
- [5] CARPINO MARIO (2018) I telescopi Merz dell'Osservatorio Astronomico di Brera. http://www.brera.mi.astro.it/~mario.carpino/approfondimenti/Merz\_ Brera.pdf [Consultato il 7 luglio 2022]
- [6] CARPINO MARIO (2017) I rapporti di Napoleone Bonaparte con l'Osservatorio Astronomico di Brera. http://www.brera.mi.astro.it/~mario.carpino/approfondimenti/Napoleone\_e\_Brera.pdf [Consultato il 1 luglio 2022]
- [7] CHITTENDEN DAVID (2011) Commentary: Roles, opportunities, and challenges—science museums engaging the public in emerging science and technology. https://doi.org/10.1007/s11051-011-0311-5 [Consultato il 10 novembre 2022]
- [8] Delicado Ana (2009) Scientific controversies in museums: notes from a semiperipheral country. https://doi.org/10.1177/0963662508098577 [Consultato il 10 novembre 2022]
- [9] DOMENICI VALENTINA (2020) I musei scientifici come luogo privilegiato per la progettazione e la realizzazione di attività educative STE(A)M. https://hdl.handle.net/11568/1054555 [Consultato il 10 novembre 2022]

- [10] FALCHETTI ELISABETTA (2019) Verso le Learning Cities. Nuovi ruoli e opportunità per i musei scientifici. http://anms.it/riviste/dettaglio\_rivista/35 [Consultato il 10 novembre 2022]
- [11] FINESTRE SULL'ARTE (2021) 10 videogiochi ambientati nei musei e sviluppati dai musei. https://www.finestresullarte.info/editoria/10-videogiochi-ambientati-nei-musei-e-sviluppati-dai-musei [Consultato il 22 novembre 2022]
- [12] FRESNO DISCOVERY CENTER S.T.E.A.M Center. https://www.fresnodiscoverycenter.org/s-t-e-a-m-center [Consultato il 26 novembre 2022]
- [13] HINE AMELIA, MEDVECKY FABIEN (2015) Unfinished Science in Museums: a push for critical science literacy. https://doi.org/10.22323/2.14020204 [Consultato il 10 novembre 2022]
- [14] HOLY GRAIL GAMES *Museum*. https://holygrail.games/museum/ [Consultato l'8 agosto 2022]
- [15] HORST MAJA, MICHAEL MIKE (2011) On the Shoulders of Idiots: Re-thinking Science Communication as 'Event'. https://doi.org/10.1080/09505431.2010. 524199 [Consultato il 10 novembre 2022]
- [16] INAF ISTITUTO DI RADIOASTRONOMIA DI BOLOGNA Caccia al radiotesoro. https://play.inaf.it/caccia-al-radiotesoro/ [Consultato l'8 agosto 2022]
- [17] INTERNATIONAL COUNCIL OF MUSEUMS (2022) Approvata a Praga la nuova definizione di museo di ICOM. https://www.icom-italia.org/definizione-di-museo-scelta-la-proposta-finale-che-sara-votata-a-praga/[Consultato il 10 novembre 2022]
- [18] INVISIBLE STUDIO Museum Chatbot Game. https://www.invisiblestudio.net/museum-chatbot-game [Consultato 1'8 agosto 2022]
- [19] MusAB Museo Astronomico di Brera. http://museoastronomico.brera.inaf. it/ [Consultato il 25 novembre 2022]
- [20] MUSEO ARCHEOLOGICO NAZIONALE DI NAPOLI Father and son. https://mann-napoli.it/father-and-son-the-game/ [Consultato l'8 agosto 2022]
- [21] MUZI ANTONELLA (2019) Musei e inclusione: coinvolgere gli adolescenti nei musei scientifici attraverso l'alternanza scuola-lavoro. Alcune buone pratiche. http://anms.it/riviste/dettaglio\_rivista/36 [Consultato il 10 novembre 2022]

- [22] NATIONAL MUSEUMS SCOTLAND GEN. https://www.nms.ac.uk/explore-our-collections/games/gen/ [Consultato 1'8 agosto 2022]
- [23] NEW YORK PUBLIC LIBRARY (2011) Find the Future at NYPL: The Game. https://www.nypl.org/audiovideo/find-future-nypl-game [Consultato l'8 agosto 2022]
- [24] NEXTO INC. 5 star self-guided experiences. https://nexto.io/ [Consultato l'8 agosto 2022]
- [25] POE OAB FACTORY *Proposte didattiche*. http://poefactory.brera.inaf.it/scuole/proposte-didattiche/ [Consultato il 23 novembre 2022]
- [26] POLIMI Fondazione Politecnico di Milano. https://www.fondazionepolitecnico.it/progetti/marss/ [Consultato il 6 luglio 2022]
- [27] TLILI ANWAR, DAWSON EMILY (2010) Mediating Science and Society in the EU and UK: From Information-Transmission to Deliberative Democracy?. https://doi.org/10.1007/s11024-010-9160-0 [Consultato il 10 novembre 2022]
- [28] UNESCO (2015) UNESCO Global Network of Learning Cities. https://uil.unesco.org/lifelong-learning/learning-cities [Consultato il 10 novembre 2022]
- [29] WE ARE MUESLI We are an unconventional game design studio. https://wearemuesli.it/it/#/wiw/ [Consultato l'8 agosto 2022]
- [30] Yaneva Albena, Rabesandratana Tania Mara, Greiner Birgit (2009) Staging scientific controversies: a gallery test on science museums' interactivity. https://doi.org/10.1177/0963662507077512 [Consultato il 10 novembre 2022]