
Matematica, Cultura e Società

RIVISTA DELL'UNIONE MATEMATICA ITALIANA

MARCO ANDREATTA

La nascita del MUSE, il Museo di Scienze di Trento, attraverso gli occhi di un matematico

Matematica, Cultura e Società. Rivista dell'Unione Matematica Italiana, Serie 1, Vol. 9
(2024), n.2-3, p. 187–196.

Unione Matematica Italiana

[<http://www.bdim.eu/item?id=RUMI_2024_1_9_2-3_187_0>](http://www.bdim.eu/item?id=RUMI_2024_1_9_2-3_187_0)

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

La nascita del MUSE, il Museo di Scienze di Trento, attraverso gli occhi di un matematico

MARCO ANDREATTA

Università di Trento

E-mail: marco.andreatta@unitn.it

Sommario: *Nell'articolo racconto la mia esperienza come presidente del MUSE (2011-2019), spiegando alcune delle idee che stavano alla base della sua progettazione e che cosa è diventato oggi questo innovativo museo delle scienze. Nella seconda parte propongo alcune osservazioni su come si può raccontare la matematica in un museo, rifacendomi anche alla importante tradizione italiana in questo campo.*

Abstract: *In the paper I survey my experience as president of MUSE (2011-2019), explaining some of the ideas which were in the back of its initial planning and what it is nowadays this innovative science museum. In the second part I offer some remarks about how to illustrate mathematics in a museum, taking into account the influential Italian tradition in the field.*

1. – Il MUSE, il Museo di Scienze di Trento

Nei primi anni del 2000 a Trento, la Provincia Autonoma ed il Comune decidevano di creare un nuovo museo di scienze. Il progetto si collocava all'interno di un più grande piano di sviluppo nel campo della ricerca, della innovazione e della cultura che politici e amministratori locali hanno voluto realizzare in Trentino nell'ultimo mezzo secolo. La Provincia investe in ricerca e promozione della cultura una percentuale del PIL tra le più alte d'Italia, superata solo dalla Regione Piemonte. Grazie a questo il Trentino, che nel dopoguerra era una delle provincie più arretrate d'Italia sia dal punto di vista economico che culturale, ha visto la creazione di un'Università di respiro internazionale, che ora si colloca tra le migliori università medio piccole italiane. Sono nate Fondazioni di Ricerca pubbliche, con l'obiettivo di indurre ricadute della ricerca nel mondo produttivo; e alcuni importanti Musei per aumentare la consapevolezza della Società su vari temi culturali.

Nel 2011 sono stato nominato Presidente del nuovo museo di scienze a Trento, il MUSE, con il mandato di

coordinarne, assieme al direttore Michele Lanzinger, la nascita e la successiva gestione. In particolare di allestire le esposizioni, permanenti e temporanee, seguendo una progettazione che il vecchio museo di scienze, in collaborazione con l'Università e molti altri attori della comunicazione scientifica internazionale, aveva sviluppato negli anni. Di provvedere contemporaneamente all'assunzione di una nutrita squadra di operatori e tecnici museali in grado di gestire questa speciale "fabbrica di divulgazione scientifica".

Nell'articolo vorrei parlare della mia esperienza in questo ruolo (conclusasi nel 2019), decisamente non usuale per un Matematico; ed anche dare un'idea di cosa sia il MUSE e di come sia stato realizzato.

Partiamo dall'edificio che lo ospita, concepito e costruito dall'architetto Renzo Piano e dal suo studio (Renzo Piano Building Workshop). Piano si definisce un Geometra ed io, da professore di questa disciplina, lo identifico come Geometra Proiettivo, ovvero come esponente di quella scuola nata e sviluppata per merito degli artisti dell'Umanesimo italiano, quali ad esempio Filippo Brunelleschi, Leon Battista Alberti, Piero della Francesca. L'umanesimo dell'architetto, affermato nello slogan dello studio "creare uno spazio per la gente", si concretizza in varie progettualità, tra

Accettato: 9 aprile 2024.

cui quella di ridare vita a periferie abbandonate, ricreando, con edifici opportunamente destinati, un tessuto sociale e culturale. Nel caso specifico, sul terreno che ospitava negli anni 50 una fabbrica di pneumatici Michelin, lo studio Piano ha costruito un'area abitativa di pregio, affacciata sul fiume Adige, con a lato l'inciso culturale del museo di scienze.

La Geometria Proiettiva appare evidente nello Skyline dell'edificio (vedi Fig. 1), costituito da una serie di acuminati triangoli che sveltano verso l'altro e vogliono ricordare le frastagliate vette dolomitiche. Possiamo pensare a questi triangoli come proiezioni del loro contenuto sulla base. Proiezione che prende corpo, ad esempio, all'interno del museo nella parte più ampia, che Piano ha chiamato Big Void, dove la fauna alpina viene abilmente collocata in un gran cono e il visitatore all'ingresso ne coglie varietà e molteplicità in una proiezione sul piano d'ingresso. Salendo le prospettive mutano e così anche la curiosità e la comprensione del visitatore (vedi Fig. 2).

Una sera d'estate, seduto sul prato antistante, ho cercato di immaginarmi qualche Teorema di Geometria Proiettiva nascosto nell'edificio. Come gioco vi propongo la seconda immagine in Fig. 1 dove con GeoGebra ho disegnato il Teorema di Desargues sullo Skyline. Presi due triangoli in prospettiva (dal vertice più alto) i lati omologhi si incontrano in tre punti che sono allineati (lungo un lato della serra).

L'edificio infine rappresenta la visione dell'architetto che vuole dare la sensazione di un volo verso la conoscenza. Riporto le parole di Piano tratte da una intervista sulla rivista Metropolis Magazine dal titolo "How to design the perfect Museum", vedi [8]:

Buildings like this allow people to share experiences together, to enjoy and share life.... They fly, they are

rooted, but they lift up, above the ground and that lets light to come under and inside and allow the ritual of the city life to merge with the ritual of the building life. By lifting the building, the ground floor becomes almost a continuation of the public realm. You leave space beneath it for life to happen.

L'edificio è stato completato e consegnato nel luglio del 2012, un anno prima della data prevista per l'inaugurazione. Un anno per provvedere all'allestimento e al collaudo di tutte le esposizioni, su una superficie di 12.000 metri quadrati, dislocata in cinque piani e due seminterrati. Avevamo preparato un preciso progetto (storyboard) e la notizia che lo studio Piano si sarebbe offerto di aiutarci, senza costi aggiuntivi, ci colse con un misto di felicità e gratitudine ma anche con un po' di paura. Fu un anno di intenso lavoro, con innumerevoli discussioni, anche aspre, tra i tre attori protagonisti: architetti, scienziati e operai installatori. Arte, scienza e tecnologia che assieme cercavano soluzioni ai tanti problemi che si incontrava ogni giorno. Soluzioni che dovevano essere belle, scientificamente rigorose e al tempo stesso realizzabili. Ad esempio la dislocazione degli animali tassidermizzati nel Big Void (see Fig. 2), certamente una delle caratteristiche vincenti del MUSE, che Piano, con ironia, così commentava: "Ho sempre desiderato far volare gli asini".

Come Presidente del Consiglio di Amministrazione posso dire con fierezza che siamo arrivati all'inaugurazione del luglio 2013 con il museo perfettamente arredato e funzionante e di aver addirittura speso meno di quanto preventivato: prova che un matematico i conti li sa fare e che gli si può affidare con tranquillità la gestione di quelli pubblici.

Il MUSE è un museo di Scienze Naturali, una versione moderna del suo antenato, il Museo di

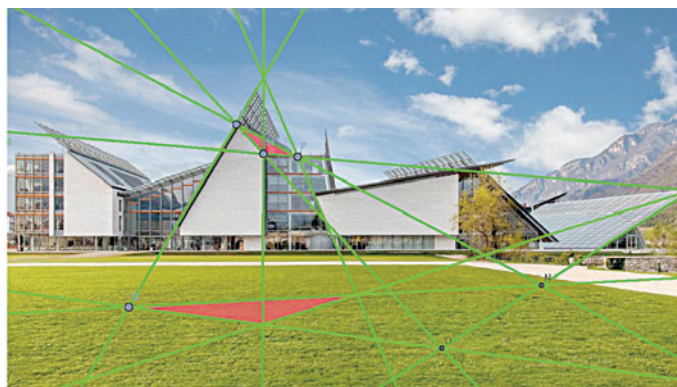


FIGURA 1 – Skyline del MUSE; riprodotto con il permesso dell'Archivio MUSE.

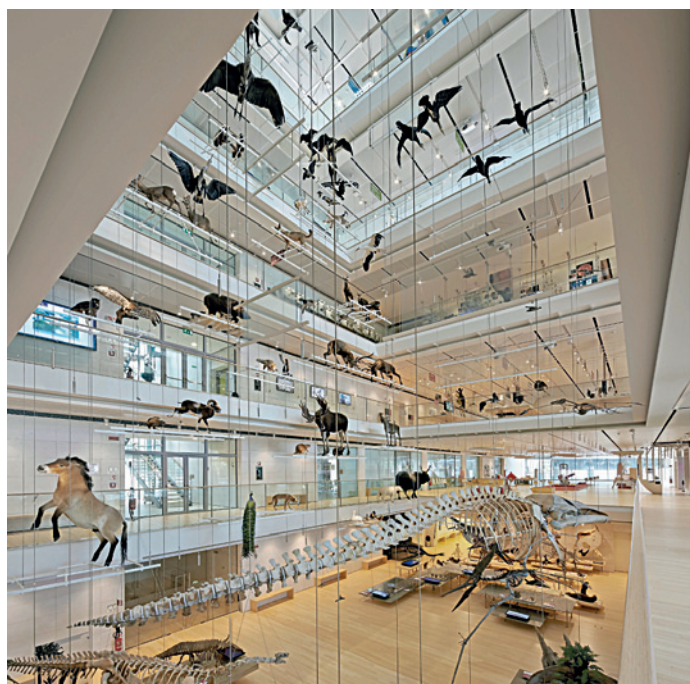


FIGURA 2 – Il Big Void; riprodotto con il permesso dell'Archivio MUSE.

Scienze Tridentino nato nell'ottocento. Si focalizza soprattutto sulle bellezze naturali, flora, fauna e paesaggio, delle Alpi e delle Dolomiti (definite dall'UNESCO Patrimonio Naturale Mondiale), descrivendole con gli occhi, gli strumenti e il metodo della ricerca scientifica.

Promuove la divulgazione scientifica sui temi dell'ecologia e della preservazione dell'ambiente in cui viviamo, con particolare attenzione ed enfasi ai 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile indicati nella "Agenda 2030" dai 193 Paesi Membri delle Nazioni Unite. Gli obiettivi indicati nell'Agenda vengono trattati attraverso una presentazione di dati il più possibile attendibile e obiettiva e di teorie elaborate e discusse dalla comunità scientifica internazionale.

Il Muse è a metà strada tra un museo tradizionale e un Science Center più moderno. Si possono ammirare squarci di paesaggi naturali, tra questi un ghiacciaio, molti acquari, una serra, angoli di biodiversità. Al loro interno si trovano animali tassidermizzati, ricostruzioni di dinosauri ed anche lo scheletro di una balena. Inframezzati a tutto ci sono esposizioni multimediali ed interattive; abbiamo introdotto nuove tecnologie comunicative, strumenti per accedere a realtà aumentate, tomografie di animali e tante esposizioni da "toccare con le mani"

(Hands On). Sempre cercando un buon equilibrio tra l'astrazione della Scienza, fondata sulla modellizzazione matematica, e la necessità di farsi capire.

Da subito mi sono chiesto come utilizzare la mia formazione e le mie competenze di matematico nell'esercitare questo ruolo, oltre a ovviamente presiedere con correttezza il Consiglio di Amministrazione. So di avere una visione idealista della Scienza e della Matematica, di appartenere a quel filone di pensiero, da Platone ad Alain Connes, che pensa che la natura si esprima con il linguaggio della Matematica. Al tempo stesso sono perfettamente consapevole che un uso eccessivo della Matematica richiede uno sforzo di comprensione troppo alto per un visitatore che vuole capire ma anche divertirsi nel farlo. Questo di fatto è il cuore del problema per la progettazione di una narrazione scientifica che vuole essere piacevole, rigorosa ed efficace. A riguardo capisco, ma non condivido del tutto, le parole di un grande giornalista, nonché studioso dei processi di Comunicazione Scientifica, Giovanni Carrada:

... Per lo stesso motivo è consigliabile non usare (quasi) mai la Matematica, praticamente assente persino nei libri di divulgazione di questa disciplina, vedi [5].

La scienza moderna, in particolare le scienze naturali, si basa sempre più su sofisticati e complessi modelli matematici, così come indicatoci da G. Galilei. Per organizzare e comprendere enormi quantità di dati, per prevederne l'evoluzione, per testare l'impronta dell'attività umana sull'ambiente naturale. Un Museo di Scienze oggi deve fare proprio l'approccio recentemente assunto da tanti ricercatori nel campo della scienza della vita che si può sintetizzare con lo slogan *Converging Sciences*. Un approccio che vede appunto il convergere di discipline diverse su problemi legati alla conservazione e alla qualità della vita nel nostro mondo, multidisciplinarietà che trova coesione attraverso la matematica e l'informatica.

Pertanto la mia prima preoccupazione è stata quella di affiancare ad esposizione naturalistiche dei modelli quantitativi, con numeri e statistiche, a supporto delle varie teorie scientifiche.

Molti sono gli exhibit del MUSE in questa direzione, come esempio prendo quello denominato *Science on a Sphere (SOS)*. Si tratta di un sistema di visualizzazione globale messo a punto dalla NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), Agenzia Federale degli Stati Uniti che presiede al monitoraggio e alla valutazione di eventi estremi che avvengono negli oceani e nell'atmosfera su tutto il globo terrestre. Un computer collegato via WEB all'Agenzia trasmette dati planetari attraverso una serie di proiettori su di una sfera di diametro tre metri e mezzo, dando origine ad un gigantesco globo animato che visualizza

tempeste atmosferiche, eventi causati dai mutamenti climatici, attività vulcaniche, variazioni di temperatura negli oceani e nell'atmosfera e tanto altro.

Avevo visto la SOS al Lawrence Laboratory di Berkeley (sotto il centro di matematica MSRI, che mi ospitava per un periodo di ricerca) e, da buon Geometra, fui subito affascinato dalla possibilità di vedere quel che succede nel mondo su di una sfera. Verificare, ad esempio, come un evento in un punto a me antipodale può avere conseguenze su altri punti della sfera.

In un primo momento gli architetti si opposero all'idea di installare un oggetto sferico, dunque curvo, in un edificio in cui tutto è lineare. Colto il senso della loro obiezione provai a convincerli che se l'avessimo installata nel baricentro del MUSE (come poi è stato fatto) questo non avrebbe causato troppa rottura di simmetria architettonica. Alla fine l'accattivante qualità comunicativa di questa rappresentazione sferica, abbinata alla importanza e obiettività dei dati trasmessi, ha fatto capitolare la loro resistenza.

Ovviamente, assieme ad alcuni studenti, abbiamo *giocato* a rappresentare la Geometria Sferica (una delle due geometrie piane non euclidee). Il Teorema dell'eccesso di Gauss, un caso particolare del suo Teorema Egregium, risulta di facile comprensione se visualizzato sulla SOS. Alcune tassellazioni della sfera SOS con solidi platonici sono state presentate alla Conferenza *Imaginary – Open Math* del 2016.



FIGURA 3 – Science On a Sphere e Fabrication Laboratory; riprodotto con il permesso dell'Archivio MUSE.

2. – Cosa mi piace del MUSE

I primi anni del nuovo millennio sono caratterizzati da una maggior consapevolezza sui rischi ambientali e sulle sorti del nostro pianeta maturata nell'opinione pubblica. Una accelerazione nel dibattito collettivo esige però una diversa comunicazione delle scienze. Il MUSE ha saputo inserirsi in tutto questo, divenendo ben presto un riferimento nazionale ed internazionale. Il suo è un ruolo sempre più determinante in una società a volte dominata da fake news o da informazioni poco scientifiche.

Una delle caratteristiche qualificanti del MUSE, non evidente al grande pubblico, consiste nell'affiancare l'attività di "espositore" di fatti scientifici con una parallela e intensa attività di produzione di ricerca, nei campi delle scienze naturali, della comunicazione e della educazione. Più di un terzo del personale del museo è costituito da ricercatori attivi, che pubblicano articoli e tengono conferenze in contesti scientifici locali ed internazionali. La presentazione di risultati scientifici, la descrizione del loro valore e del loro impatto applicativo, è più credibile e suscita maggior empatia se fatta da chi partecipa in prima persona alla scoperta. Oltre ovviamente a garantire l'attualità e la complessità dei temi trattati, caratteristiche salienti per un dibattito scientifico.

Per questo il MUSE ha stretto numerose collaborazioni con Università e centri di ricerca in tutto il mondo. In particolare esercita un ruolo centrale nella rete europea dei musei e centri della scienza (ECSITE). Parte del mio lavoro come Presidente è consistito nell'allargare questa rete di collaborazioni. Ma soprattutto nel convincere politici e stakeholders che una buona comunicazione scientifica, così come una seria attività di educazione, necessita di una solida rete di contatti e attività internazionali.

Uno degli obiettivi del museo è quello di mostrare quanto l'innovazione scientifica sia un fattore cruciale per il progresso culturale, sociale ed economico. Per questa missione si avvale della collaborazione di insegnanti ed educatori, ma anche di imprenditori ed artigiani del nord Italia e di economisti.

Forse una delle attività più interessanti che si tengono al MUSE per questo scopo è quella del *Fab Lab*, acronimo per Fabrication Laboratory, una officina che offre servizi personalizzati di fabbricazione digitale. Nati all'inizio del 2000 da un'idea di un

professore dell'MIT i Fab Lab si sono diffusi in tutto il mondo rilevandosi strumenti efficaci e divertenti per avvicinare la società alla nuova pratica di "artigianato" digitale. Il Presidente Obama si impegnò a costruire almeno un Fab Lab in ogni città americana.

Nel Fab Lab del MUSE si possono costruire oggetti con stampanti 3D, taglierine laser, frese a controllo numerico, sotto la guida o con la collaborazione di tecnici esperti.

Qui la Matematica gioca un ruolo da protagonista ed ho colto l'occasione per approfondire gli aspetti didattici, di ricerca ed anche filosofici che questi laboratori aprono nel nostro campo. Con l'aiuto degli studenti in *stage* presso il museo abbiamo costruito, con diverse tecniche digitali e svariati materiali, una serie di oggetti matematici come ad esempio solidi regolari, curve speciali, superfici algebriche (nello spirito del classico progetto di Klein e Castelnuovo). Ho raccontato questa esperienza in un lavoro, vedi [3], pubblicato nel volume curato da due filosofi dal suggestivo titolo "When Form Becomes Substance". Spiego che in un FabLab si passa facilmente dalla creazione di un'idea, etimologicamente intesa come "schema geometrico", alla sua realizzazione concreta. Un modo perfetto e moderno di *toccare l'astratto*, per usare le parole di E. Giusti in una conferenza a Venezia [7].

Come ogni scienziato ben sa, nuove teorie, nuovi paradigmi ed interpretazioni della realtà nascono spesso nei momenti di dialogo e confronto; vuoi durante un convegno, vuoi davanti ad un caffè asaporato con un collega. Il MUSE promuove numerose iniziative di dialogo pubblico, sia attraverso aperitivi scientifici sia attraverso conferenze, magari in forma di dibattito, con scienziati ed esploratori di fama mondiale, quali ad esempio l'astronauta Samantha Cristoforetti e la direttrice del CERN Fabiola Gianotti. Parecchi matematici italiani hanno contribuito ai dialoghi, tra questi C. Ciliberto, M. Emmer, P. Odifreddi, A. Quarteroni, G. Todesco.

Il MUSE ha conquistato il ruolo di agorà scientifica del territorio, scelto spesso dall'Università, da enti di ricerca e fondazioni come sede per illustrare nuovi progressi scientifici.

Come tanti musei il MUSE promuove anche attività di formazione mirata, più specialistiche rispetto a quelle per il pubblico generale. Tra queste

corsi di aggiornamento per insegnanti e per operatori museali. Più inusuale ma, a mio avviso, di particolare rilievo è la formazione nel campo della comunicazione che il direttore e altri mediatori culturali svolgono in collaborazione con varie Università. In particolare tra i corsi offerti dall'Università di Trento ve n'è uno dal titolo "Comunicazione delle Scienze", di cui io sono responsabile e docente per la parte Matematica, che prevede una serie di lezioni e stage presso il MUSE. Sempre più frequentemente le capacità comunicative di laureati in materie scientifiche risultano strategiche nel futuro impiego lavorativo; ho incontrato più volte laureati in Matematica assunti come responsabili della comunicazione di ditte o di centri di ricerca.

3. – Come raccontare la Matematica in un museo

Raccontare e divulgare la Matematica non è facile. Richiede, come per tutte le Scienze, una discreta preparazione e molto rigore metodologico. Inoltre è necessario interessare il pubblico e creare una buona empatia. Come ben sappiamo, gran parte della popolazione ha poco interesse per la matematica se non addirittura una avversione preconcepita. Se per un verso questo rende la sfida ancora più interessante dall'altro crea a volte un forte scoramento nel divulgatore.

L'attività di raccontare la Matematica nei musei ha una tradizione antica, a partire dal Museion di Alessandria che ha visto l'impegno di molti ed illustri matematici greci. In particolare va ricordata la straordinaria attività di Ipazia, conclusa tragicamente con la sua uccisione da parte di fanatici religiosi, guidati da un vescovo, che vedevano come fumo negli occhi la sua libertà di pensiero e azione.

Anche nei tanti "Studioli" o "Camere delle Meraviglie" (Wunderkammer) degli umanisti rinascimentali si trovavano molte meraviglie matematiche, per un pubblico ristretto di aristocratici e studiosi. In questi studioli c'erano anche molti prodotti della innovativa attività di divulgatore di Galilei e dei suoi discepoli, che ivi esercitavano la libertà di espressione della loro scienza, al riparo dell'oscuro fanatismo religioso. Una visita al Museo Galileo di Firenze è un'esperienza magnifica per scoprire tutto questo e per comprendere la alta qualità divulgativa e didatti-

ca di alcuni strumenti. Una versione moderna e più facilmente fruibile di alcuni di essi si trova al Giardino di Archimede, museo propriamente della matematica, creato da Enrico Giusti e Franco Conti che ora sta aprendo la sua nuova sede a Pistoia. Al Giardino si può anche vedere la mostra "Oltre il Compasso", che Conti e Giusti progettaron negli anni ottanta e che fu esposta per la prima volta proprio al Palazzo delle Albere a Trento, curiosamente a fianco dell'area dove oggi c'è il MUSE. Questa mostra è stata una pietra miliare nella storia della divulgazione in Matematica. Per me ha rappresentato una palestra per una prima formazione nella divulgazione: all'epoca ero borsista INDAM e nei fine settimana accompagnavo come volontario i visitatori della mostra. Trovo molto bella ed illuminante l'esposizione che E. Giusti dà del suo approccio alla divulgazione nell'articolo [7].

Gli anni sessanta sono anni di grande fermento culturale: in particolare le manifestazioni studentesche contro un sistema dell'istruzione antiquato e la pratica delle filosofie della "immaginazione al potere". A San Francisco, culla con Berkeley della rivolta studentesca, il fisico Franck Oppenheimer concepisce una nuova modalità nel fare divulgazione scientifica e crea l'Exploratorium (1969), il primo Science Center moderno. Nelle sue parole una breve introduzione di questo nuovo approccio:

... the exploratorium provides a kind of participative sightseeing, the best kind of sightseeing involves some exploration and the freedom to decide what not to investigate and where to linger [...] the more one can become involved with the sights through touching, smelling, feeling, and activity, the more rewarding it can be [...] the attributes of the exhibits, their beauty, their multiple linkages with different themes, the inclusion of extraneous possibilities for intervention and discovery, have provided to be important to the overall effectiveness of the museum...

Negli stessi anni a Roma Emma Castelnuovo elabora idee molto simili nel campo specifico della Matematica che si concretizzeranno nelle famose *Esposizioni di Matematica* dei primi anni 70. Assieme ai suoi studenti del Ginnasio Tasso di Roma si pone l'obiettivo di esplorare *la Matematica del mondo reale*, attraverso la costruzione di strumenti ed esposizioni per un pubblico generale. La Castelnuovo riesce a portare le sue Esposizioni in Europa e anche in Africa, diffondendo così questo nuovo modo

di raccontare la Matematica. Un'approfondimento delle idee della Castelnuovo e della loro influenza nella divulgazione contemporanea si trova nell'articolo di M. Emmer [6].

Negli ultimi anni sono stati aperti in varie parti del mondo splendidi musei interamente dedicati alla matematica, che riscuotono un gran successo di pubblico. Tra questi vanno menzionati il MoMath di New York, Das Mathematikum vicino a Francoforte e la nuovissima Maison Poincaré, aperta nell'ottobre del 2023 a Parigi sotto la spinta di Cédric Villani, matematico e Field Medalist, e di Sylvie Benzoni, direttrice dell'Institut Henry Poincaré.

Il MUSE ha ospitato alcune mostre temporanee di Matematica che rappresentano lo stile del museo, un giusto mix tra l'esposizione museale classica e l'uso di installazioni e strumenti da Centro della Scienza moderno. Nel periodo Febbraio-Giugno 2016 si è tenuta la mostra *MadeInMath, scopri la matematica del mondo*, una versione rivista della mostra *MateInItaly* proposta nel 2014 alla Triennale di Milano; curatori i colleghi di Milano Renato Betti,

Gilberto Bini, Maria Dedò, Simonetta Di Sieno, Angelo Guerraggio e, per la mostra tridentina, io stesso.

Nel bel palcoscenico offerto dalla sala al secondo piano del MUSE abbiamo mescolato arte con divertimento e divulgazione di risultati matematici. Lo storyboard, con una impostazione storica sotto giacente, descrive come i matematici, attraverso l'aritmetica, la geometria e l'analisi matematica, organizzano oggetti e principi in modelli e strutture logiche. E come tutto questo influenzi il progresso umano e sia alla base di grandi innovazioni (vedi Fig. 4). Ci siamo posti molte domande intriganti e di attualità, ad esempio sulle teorie della neuroscienza sull'apprendimento e lo sviluppo della matematica, su come rappresentare la sfera su una mappa piana, su come descrivere e visualizzare la geometria nelle alte dimensioni (quattro e più), abbiamo discusso la validità e l'utilità di modelli matematici nelle scienze naturali e della vita. Un breve video di presentazione dell'esposizione si può trovare sul sito [4].

Ci siamo accorti di come la divulgazione di una scienza astratta, ed in ultima analisi difficile, come la

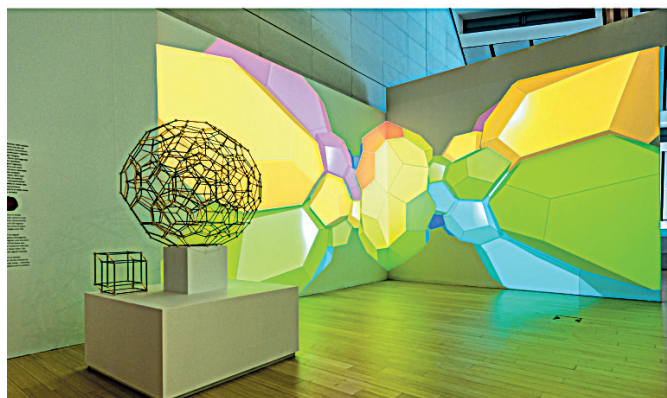


FIGURA 4 – Made in Math; rriprodotto con il permesso dell'Archivio MUSE.

matematica sia più problematica che, ad esempio, quella delle scienze naturali. La sua caratteristica di essere astratta, in particolare, richiede l'uso di esempi concreti, possibilmente collegati alla vita di tutti i giorni, o anche di mostrarne l'utilità nelle applicazioni tecnologiche. Per il raggiungimento di questi obiettivi l'esposizione coltivava in sottofondo una serie di domande colleganti temi diversi: *cosa fanno davvero i matematici, quali sono i risultati del loro lavoro, come vengono usati?* Dettagliate e variegate risposte a queste domande sono state fornite nella mostra.

Credo sia un fatto assodato che per un visitatore non familiare con la matematica una mostra su di essa richieda la presenza di una guida esperta che lo aiuti ad orientarsi nei vari aspetti e nella loro difficoltà. Questo a conferma anche del fatto che il modo migliore per imparare la matematica sia attraverso il dialogo con un docente piuttosto che con la mera lettura della teoria. Per questa abbiamo assunto un buon numero di guide, per lo più giovani laureati o laureandi in matematica, che sono state accuratamente preparate sui temi della mostra. Le risposte dei visitatori ai questionari valutativi loro proposti hanno evidenziato la soddisfazione nel non aver trovato formule o teoremi astratti e oscuri, bensì una serie di temi e questioni di grande interesse generale, innumerevoli applicazioni alla vita quotidiana, exhibit interattivi divertenti e stimolanti la curiosità, un modo innovativo e affascinante di usare presentazioni multimediali.

Con la collaborazione del Dipartimento di Matematica di Trento abbiamo affiancato alla mostra molte attività collaterali che hanno dato origine a dibattiti e discussioni con un pubblico variegato, da studenti medi a ricercatori, da giornalisti a imprenditori. Oltre ad una serie di conferenze su temi propri della mostra, abbiamo organizzato una interessante tavola rotonda sul *Ruolo della Matematica nella Società*, con la partecipazione di matematici di vari ambiti e dei presidenti di UMI e INDAM. Molto graditi dal pubblico locale sono stati gli incontri serali volti ad evidenziare il ruolo della matematica in campi diversi, ad esempio matematica ed arte e matematica e sport.

Il MUSE fornisce molti laboratori didattici e ricreativi su discipline STEM e la Matematica svolge in questi un ruolo predominante; in occasione



FIGURA 5 – Crowd project MuseMenger; riprodotto con il permesso dell'Archivio MUSE.

della mostra abbiamo potenziato molti di questi laboratori. Una interessante esperienza è stata fatta con un *Crowd Project (Progetto Collettivo)*, denominato Musemenger, con il quale è stato costruito un frattale tridimensionale con la tecnica dell'Origami (piegando pezzi di carta). Il progetto è stato condotto per 150 giorni da oltre 5000 persone (vedi Fig. [5]).

Anche la mostra temporanea *Archimede, l'invenzione che diverte*, ospitata al MUSE nel 2017, ha fatto parlare di Matematica. Ideata dal Museo Galileo di Firenze, con la consulenza scientifica di E. Giusti, presenta una serie di conquiste intellettuali collegate ad Archimede.

Ogni visitatore sapeva di Archimede, personaggio poliedrico e a tratti mitico, ma la mostra ne ha approfondito la conoscenza, sottolineandone le capacità di uomo della scienza e delle applicazioni. Il primato del pensiero matematico, come da lui stesso più volte affermato, è stato reso esplicito in tante esposizioni, in particolare in quelle riguardanti la misura dell'arco parabolico e della superficie della sfera (vedi Fig. 6). La sua influenza su pensatori come Leonardo e Galilei prosegue nei secoli fino ai giorni nostri.

Anche per questa mostra abbiamo organizzato una serie di eventi pubblici serali, coinvolgendo matematici, ingegneri, filosofi e storici.

La mostra e il dibattito attorno ad essa mi hanno entusiasmato, tanto da indurmi a scrivere un libro di carattere storico e divulgativo dal titolo *Archimede, l'arte della misura*, [2]; con questo libro ho vinto nel 2022 il Premio Nazionale di Divulgazione Scientifica



FIGURA 6 – Misura dell'arco parabolico; riprodotto con il permesso dell'Archivio MUSE.

nella classe di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali. La mostra MadeInMath ha invece influenzato, seppur in maniera minore, la scrittura del mio primo libro di divulgazione dal titolo *La forma delle Cose, l'alfabeto della Geometria*, [1].

Concludo questa sezione ricordando con piacere due tra i vari incontri con matematici che abbiamo avuto al MUSE; mostrano due modi diametralmente diversi, ma entrambi efficaci, di fare comunicazione. Il primo con Alfio Quarteroni, matematico, che mi piace definire l'Archimede contemporaneo, che riesce con facilità ed efficacia a spiegare il ruolo della Matematica in quasi tutto quel che avviene nelle innovazioni tecnologiche. Dopo la conferenza abbiamo discusso con il pubblico nel piano del MUSE dedicato alla innovazione e alla sostenibilità.

Il secondo con Piergiorgio Odifreddi, convinto sostenitore che per fare divulgazione in Matematica non si deve usarla, ed infatti ha parlato della sua recente traduzione del *De Rerum Natura*. La conferenza si è tenuta nel Big Void, contornato dalla fauna alpina sospesa nel vuoto, davvero uno spettacolo.

4. – Qualche numero per documentare il successo del MUSE

Dal giorno della sua apertura fino al periodo dell'epidemia da Covid il MUSE registrava circa mezzo milione di visitatori l'anno. Questa cifra lo poneva tra i primi dieci musei più visitati d'Italia,

primo tra quelli scientifici. (Per i più curiosi i primi tre sono i Fori Imperiali a Roma, gli Uffizi di Firenze e Pompei a Napoli.) Nel periodo pandemico ovviamente il numero di visitatori è crollato ed ora sta riprendendo.

Nei primi anni di apertura il *Giornale dell'Arte* metteva il MUSE al primo posto, assieme al Maxxi di Roma, in una graduatoria che valutava il grado di innovazione delle esposizioni, l'utilizzo di postazioni interattive e multimediali, il numero di giovani visitatori, la qualità delle presentazioni e spiegazioni offerte, i servizi di ristorazione e il bookshop. Questo traguardo è stato raggiunto anche grazie al lavoro di quelli che abbiamo denominato Pilots, giovani laureati o laureandi in materie scientifiche, assunti a tempo determinato per accompagnare i visitatori ad ogni piano.

Al museo lavorano oltre 120 persone a tempo indeterminato e, in media, 50 Pilots. Coordina una rete di 5 musei di scienze sul territorio trentino e uno sui monti Udzunwga in Tanzania. Lo scambio di esperienze e dati tra i nodi è fondamentale per lo sviluppo di un dibattito serio e approfondito sullo stato dell'ambiente; il confronto con la sede montana dell'Africa in particolare offre un punto di vista diverso e originale.

Il bilancio annuale del MUSE è coperto per metà da ricavi propri (biglietti d'ingresso, parcheggio, ricavi del bookshop e della ristorazione, fondi ricerca italiani ed europei, donazioni, ...) e per metà dal supporto della Provincia di Trento. Da una Analisi di Impatto Economico che abbiamo condotto sul territorio, pubblicata con rilievo dal quotidiano *Sole24Ore*, risulta che il MUSE genera un impatto sulle attività economiche quantificato sopra i 50 milioni di euro l'anno. Dando per buona questa analisi, calcolando le tasse che la Provincia ritiene sull'indotto, risulta che il MUSE è un investimento con rendita positiva per il governo locale. Ovviamente penso che un museo sia importante e vada valutato per la capacità di creare una conoscenza qualificata e critica all'interno della società. Però il fatto che il MUSE sia autonomo finanziariamente o addirittura produttore di PIL mi ha non solo rallegrato ma anche rafforzato nel prendere scelte culturali libere e indipendenti.

I numeri delle attività ed eventi organizzati dal MUSE, e quelli della partecipazione agli eventi

stessi, sono altissimi e testimoniano del desiderio del pubblico di ritrovarsi a parlare di scienza e della sua applicazione ai problemi quotidiani.

5. – Conclusioni

Il MUSE ha dimostrato in dieci anni di attività di essere in grado di cogliere ed interpretare il bisogno di cultura e metodo scientifico che emerge dalla società. Svolge un ruolo fondamentale nel convincere il pubblico generico che le scelte strategiche per il futuro dell'umanità, quali, ad esempio, l'uso delle risorse naturali, il rispetto della vita altrui, la sostenibilità ambientale, vanno assunte sulla base di teorie scientifiche basate su dati obiettivi e modelli matematici, condivise ed approvate dalla comunità scientifica.

Siamo stati capaci di affrontare questioni complesse e di profondo impatto. Tra queste l'estinzione di un enorme numero di specie in questo periodo geologico che definiamo come "Antropocene", caratterizzato da un aumento notevole della razza umana e della sua attività sulla terra (esposizione temporanea nella primavera 2017). Ma anche alcune avventure nello spazio a 4 o più dimensioni, con l'aiuto sia della Fisica che della Matematica e con il supporto Informatico per la visualizzazione digitale.

Da ultimo, ma non per ultimo, osserviamo che una visita al MUSE è sempre una esperienza piacevole e

divertente per ogni categoria di persone, dagli studenti ai pensionati, dalle famiglie agli scienziati di professione.

REFERENCE

- [1] MARCO ANDREATTA, *La Forma delle Cose; l'alfabeto della Geometria*. Il Mulino (2019).
- [2] MARCO ANDREATTA, *Archimede, l'arte della misura*. Il Mulino (2021).
- [3] MARCO ANDREATTA, *Which Came First, the Circle or the Wheel? From Idea to Concrete Construction*: In: Boi, L., Lobos, C. (eds.) *When Form Becomes Substance*, pp. 83-105. Birkhäuser (2022).
- [4] MARCO ANDREATTA, video di presentazione della mostra *Made in Math*, scopri la Matematica del mondo, consultabile su <http://www.science.unitn.it/~andreatt/MadeinMath-PROMOver2.mov>, accesso Gennaio 2024.
- [5] GIOVANNI CARRADA, *Comunicare la Scienza. Kit di sopravvivenza per ricercatori*: su incarico della Conferenza Nazionale dei Presidi delle Facoltà di Scienze, <https://giovannicarrada.com/progetti/comunicare-la-scienza-kit-di-sopravvivenza-per-ricercatori>, Accessed October, 2023, (2005).
- [6] MICHELE EMMER, *Are math exhibition useful?* In: Emmer, M., Abate, M., Falcone, M., Villarreal, M. (eds.) *Imagine Maths 5*, pp. 229-250. IVSLA-UMI Bologna (2016).
- [7] ENRICO GIUSTI *Touching the Abstract: Mathematics at the Museum*. In: Emmer, M., Abate, M., Falcone, M., Villarreal, M. (eds.) *Imagine Maths 5*, pp. 251-262. IVSLA-UMI Bologna (2016).
- [8] RENZO PIANO, *How to design the perfect Museum. An interview of Paul Clemence to Renzo Piano, originally published on Metropolis Magazine*, consultabile su <http://www.archdaily.com/534172/renzo-piano-reveals-how-to-design-the-perfect-museum>, accesso Gennaio, 2024.



Marco Andreatta

Professore Ordinario di Geometria all'Università di Trento. Studioso di Geometria Algebrica Proiettiva e appassionato divulgatore. Presidente UMI, Direttore del CIRM, già Presidente del MUSE. Accademico delle Scienze a Torino, dei Pericolanti di Messina e degli Agiati a Rovereto.