S. DI SIENO

Mostre di matematica: soltanto una nuova moda o una strategia interessante?

Estratto da:
La Matematica nella Società e nella Cultura
Bollettino della Unione Matematica Italiana
(8), 5-A, Dicembre 2002, 491-514

AMMINISTRAZIONE E DISTRIBUZIONE

ZANICHELLI EDITORE S.p.A.

BOLOGNA

Bollettino U. M. I.
La Matematica nella Società e nella Cultura
Serie VIII, Vol. V-A, Dicembre 2002, 491-514

Mostre di matematica: soltanto una nuova moda o una strategia interessante?

S. Di Sieno

Due episodi recenti ci offrono il pretesto per entrare direttamente nel vivo della questione cui il titolo di questo articolo accenna: il primo ha visto per molti mesi il Palais de la Découverte di Parigi ospitare la mostra *Oltre il compasso* che, nata nell'ambito della Scuola Normale di Pisa, ormai da otto anni viene allestita con grande, costante successo di pubblico in varie città italiane, mentre il secondo ha visto gli *Juvenalia* di Madrid invitare — a conclusione delle celebrazioni per il «2000. Anno della matematica» — la più giovane esposizione milanese *Simmetria, giochi di specchi*. Citiamo e usiamo questi due esempi soltanto come conferma di una sensazione che in realtà da qualche tempo è diffusa fra i matematici italiani più attenti ai problemi della divulgazione della loro disciplina: la sensazione che si stia estendendo anche nell'opinione pubblica l'interesse non solo verso mostre genericamente dedicate al sapere scientifico nelle quali compare (quasi per forza!) il contributo dei matematici alla costruzione collettiva, ma anche verso esposizioni esplicitamente e programmaticamente dedicate a illustrare i risultati della matematica. Questa buona disposizione del pubblico a «consumare» la matematica inevitabilmente porta a un fiorire di iniziative: non sono certo tutte ugualmente significative, ma non vale la pena di perdere tempo innalzando alti lai per quelle che non sembrano dire nulla o per quelle che riproducono, con un po' più di errori del lecito, gli *exhibit* di mostre difficili e mal comprese. Invece sembra più utile cercare di capire se si tratta soltanto di una moda passeggera, che svanirà appena il pubblico si innamorerà di qualcosa d'altro, o se si tratta di una tappa importante nella ricerca di forme «adeguate» di comunicazione della cultura matematica, uno strumento sulla cui costruzione valga la pena di investire capacità e quattrini.

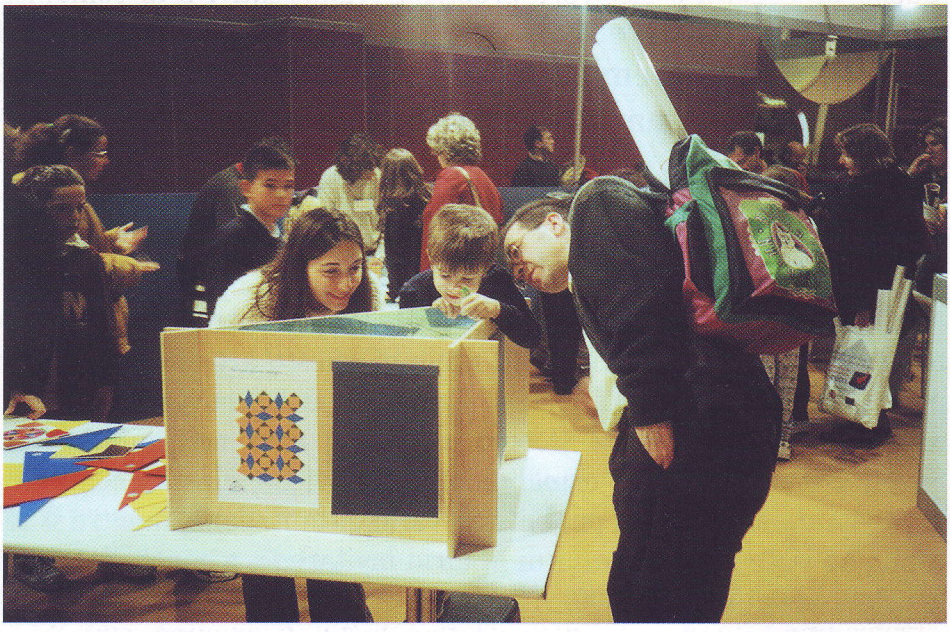

Fig. 1. – Dall'allestimento della mostra *Simmetria, giochi di specchi* a Madrid, nell'ambito della Fiera *Juvenalia* (dicembre 2000).

Perché ognuno possa avere qualche elemento di giudizio oggettivo, viene naturale fare il punto della situazione attuale, provando a descrivere quali differenti accenti assume l'espressione *mostra di matematica* nel passaggio da una realizzazione ad un'altra. Limitandoci al territorio nazionale e agli ultimi anni, presentiamo qui di seguito una rassegna delle esposizioni di cui abbiamo avuto esperienza o semplicemente notizia e che ci sembrano indicare qualche elemento di novità nella ideazione e nell'organizzazione di una mostra di matematica. (Ciò esclude, per esempio, le esposizioni di libri di matematica, di modelli di superfici o genericamente di oggetti geometrici che da tempo appartengono alla tradizione della comunicazione matematica, e non solo di quella italiana.)

Abbiamo scelto di illustrare le varie iniziative seguendo l'ordine della loro presentazione al pubblico, perché ci sembra che in questo modo il lettore possa seguire con noi un processo che, a distanza di qualche anno, è molto chiaro. Ogni esposizione ha «imparato» da

quelle precedenti a risolvere problemi organizzativi e di comunicazione, ma, contestualmente, ha posto nuove questioni e ha cercato di rispondere, con piena originalità, alle aspettative che il successo delle iniziative precedenti aveva generato. Ora il ventaglio di competenze e di realizzazioni è molto largo; il nostro racconto cerca di mettere in evidenza i legami fra le varie iniziative mostrando per ognuna gli elementi di novità rispetto ai modelli precedenti. Il lettore non si aspetti quindi una presentazione uniforme delle diverse esposizioni, ma piuttosto una descrizione dei contributi che ognuna di esse ha dato — e in maniera sorprendente continua a dare — alla definizione di che cosa ci si può aspettare da una mostra di matematica.

La speranza — neppure troppo riposta — è che questo lavoro da una parte fornisca a chi intende confrontarsi con lo strumento *mostra* una descrizione dei problemi risolti e di quelli ancora sul tappeto e una rassegna dei progetti che le varie sedi hanno allo studio, e dall'altra offra a chi già opera in questo settore l'occasione per costruire una rete di informazioni: probabilmente siamo arrivati ad un momento in cui una ricerca concertata sulle forme della divulgazione, sulla loro efficacia e sulla loro ricaduta sarebbe quanto mai opportuna. Ci sono esperienze diverse ormai consolidate che potrebbero offrire il punto di partenza per un'effettiva riflessione comune. E probabilmente si riuscirebbe a mettere a disposizione del pubblico un pacchetto di proposte di esposizioni di matematica non episodiche e non casuali.

Rimandiamo a un prossimo articolo la presentazione di quanto sta cambiando relativamente alla presenza della matematica nei musei genericamente scientifici e all'esperienza del museo nazionale per la matematica.

Per incominciare a farsi un'idea della situazione si può partire da *L'occhio di Horus. Itinerari nell'immaginario matematico*, un'esposizione curata da Michele Emmer, che per molti di noi è stata la prima per cui ricordiamo d'aver visto il pubblico fare diligentemente la coda per entrare e dalla quale abbiamo tutti imparato quanto meno il coraggio necessario per andare al confronto con i grandi numeri, i grandi *media*. Già questo primo tentativo non era semplicemente la proposta di un *excursus* di tipo storico-enciclopedico quanto

piuttosto la presentazione di un percorso con diverse tappe (Topologia, Nodi, Dimensione, Numeri, Superfici minime, Labirinti...) in cui le immagini, le spiegazioni, i video, le opere d'arte si integravano fra loro per offrire un panorama suggestivo e non troppo semplificato della matematica. Si è trattato purtroppo di un'esperienza «usa-e-getta» che risale al 1989 e che non è più riutilizzabile, ma all'idea che le stava alla base molte esperienze più recenti fanno — in una certa misura — riferimento.

Negli anni immediatamente successivi altre esposizioni le hanno fatto seguito: nel maggio 1992, per esempio, è stata allestita a Trieste presso il «Laboratorio dell'Immaginario Scientifico» la mostra *Oltre lo specchio* che è rimasta aperta fino al 1997, e nello stesso anno è nata a Modena *Macchine matematiche e altri oggetti* che sarebbe poi divenuta *Theatrum Machinarum*. Si tratta di due mostre pensate soprattutto per il mondo della scuola, da insegnanti o genericamente da operatori impegnati sul fronte dell'insegnamento della matematica, e che hanno un accentuato carattere di strumento integrativo al lavoro in classe. La prima, ideata e progettata da alcuni membri del Nucleo di Ricerca Didattica del Dipartimento di Scienze Matematiche dell'Università di Trieste, appare come un esemplare tipico della cosiddetta terza generazione museale. Interattiva e sperimentale, essa infatti prende per mano il visitatore, soprattutto il ragazzino della scuola dell'obbligo, e lo guida in una serie di esercizi destinati a costruire una lezione «diversa» su alcune trasformazioni geometriche. Essa mira a fargli acquisire alcuni contenuti matematici e a fargli prendere confidenza con alcune tecniche, ma in questo modo lo porta anche a conoscere «pezzi» di matematica niente affatto usuali nei curricula scolastici. Purtroppo ora non è più allestita stabilmente: gli scatoloni vengono riaperti solo in talune occasioni significative... ed è un bello spreco!

La seconda — frutto dell'impegno del Nucleo di Ricerca in Storia e Didattica della Matematicá dell'Università di Modena — presenta prospettografi, macchine per tracciare curve e per risolvere problemi ed è pensata soprattutto per classi di scuola superiore. Gli studenti vi trovano un modo non consueto di avvicinarsi alla matematica e sono condotti attraverso le macchine e gli esperimenti mostrati

o solo suggeriti a vedere la matematica come disciplina storicamente determinata, destinata a risolvere problemi ben individuati. Si realizza così una sorta di fuga dalla matematica del semplice far di conto a favore della matematica che si confronta con il desiderio di risolvere alcune delle questioni che l'esperienza quotidiana ci pone.

Nel presentare le macchine agli studenti, gli ideatori si propongono soprattutto di usarle come raffigurazioni concrete di leggi astratte, cioè come occasioni per mostrare come si possa rendere visibile, nello spazio reale, ciò che si è pensato in astratto. La definizione data nell'ambito di questa esposizione di *macchina matematica* è molto precisa e potrebbe sembrare limitativa, dal momento che individua come tale solo una macchina il cui scopo sia quello di obbligare una figura geometrica a muoversi nello spazio o a subire trasformazioni seguendo una legge astrattamente predeterminata. Invece progettare e costruire una tale macchina, o anche soltanto comprenderne e quindi spiegarne il funzionamento, è una maniera per confrontarsi con il passaggio da un problema reale alla sua risoluzione formale, un modo per avvicinarsi a comprendere il gioco di continui rimandi fra concreto/astratto, intuizione/formalizzazione che è così tipico della matematica. Chiunque può concordare con la tesi degli ideatori secondo la quale presentare strade diverse di avvicinamento agli enti matematici si rivela una strategia molto utile nell'insegnare matematica. Tuttavia non è difficile immaginare che suggerimenti come quelli offerti da queste macchine abbiano bisogno, per essere effettivamente colti in tutta la loro ricchezza, di essere oggetto di esperienza diretta e quindi di essere ripresi con la mediazione di un docente disposto a impegnarci tempo e lavoro in laboratorio. Le macchine infatti non sono in generale manipolabili dal pubblico, e quindi l'esperienza diretta è necessariamente rimandata ad altra sede. (Gli ideatori però ricordano che un parziale aggiustamento si ha nel sito http://www.museo.unimo.it/theatrum, disponibile anche su cd rom a richiesta, dove sono inserite molte simulazioni interattive in Java che consentono una manipolazione almeno virtuale.)

Pur importanti nella nostra storia, nessuna di queste esposizioni sembra prefigurare un modo diverso di fare divulgazione matematica a largo spettro. Analizzarle nei dettagli vorrebbe dire inoltrarsi

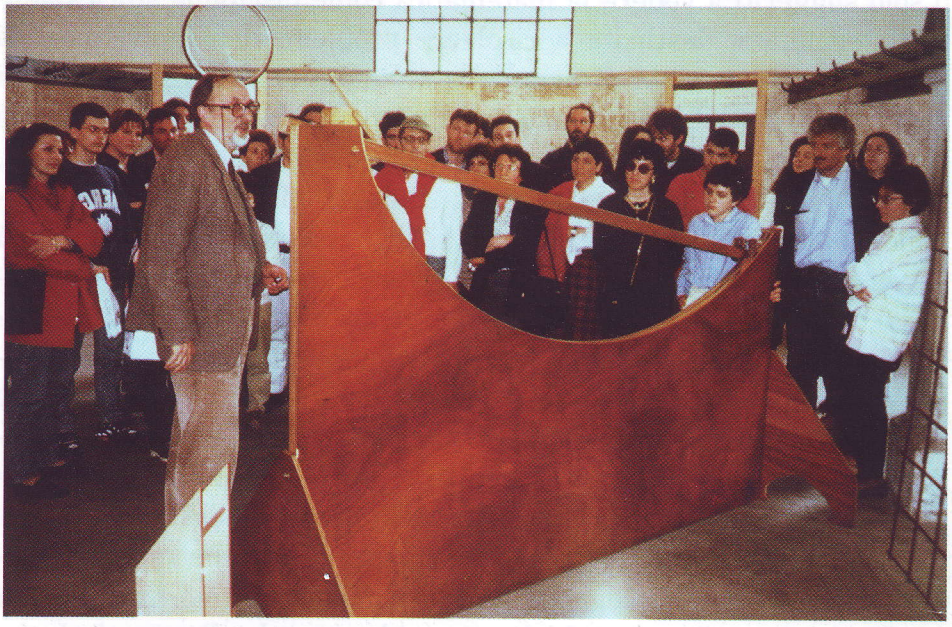

Fig. 2. – Dall'allestimento a Padova (primavera 1996) della mostra *Oltre il compasso*.

nella discussione di che cosa ci proponiamo quando insegniamo matematica ai ragazzi — ai piccoli della scuola di base, ma anche agli adolescenti delle superiori — e ci porterebbe troppo lontano dall'obiettivo che ci siamo posti.

1. – La mostra *Oltre il compasso*.

Invece entriamo nel vivo dell'argomento presentando *Oltre il compasso*, un'altra esposizione che ha avuto il suo primo allestimento nel 1992 (ed è difficile resistere alla tentazione di osservare che il titolo risuona alla stessa maniera di quello della mostra triestina, quasi a significare lo sforzo comune di uscire dal consueto e andare al di là dell'evidente) e che ha il merito indiscusso di aver rivelato a molti le potenzialità dello strumento *mostra*.

I suoi ideatori amano ricordare che, anche se l'idea di questa esposizione viene da lontano (dall'osservazione quasi banale che non

c'è matematica nei musei, neppure in quelli scientifici), in realtà la spinta decisiva risale a un convegno organizzato nella primavera del 1991 che cercava di mettere le basi *Per un museo della matematica.*

Inizialmente la mostra fu così immaginata quasi come la «prova» di un museo. Dedicata fin dall'inizio anche, ma non solo, a un pubblico non specialistico, essa avrebbe illustrato esempi di matematica nascosta nella vita quotidiana e lo avrebbe fatto attraverso la chiave di lettura offerta dalla geometria delle curve. Con la speranza che il pubblico sarebbe uscito dalla visita avendo imparato qualcosa, avendo intuito qualche cosa d'altro e essendosi incuriosito su altro ancora. I visitatori avrebbero dovuto portarsi via se non il desiderio di approfondire i contenuti, almeno la buona disposizione a fare altri incontri con la matematica, senza preconcetti e con serenità. Nella certezza (ma anche allora qualcuno pensava che si trattasse di quieta follia e che questa divulgazione non è affatto possibile) che non sarebbe accaduto come nei romanzi dove le fanciulle che seguono l'uomo misterioso dal fascino intrigante poi si ritrovano deluse e più disincantate di prima: la matematica può essere raccontata — con le ovvie attenzioni — a chiunque superi le remore iniziali e si lasci guidare dalla curiosità.

A tale scopo si è rivelata vincente innanzi tutto l'attenzione posta nel cercare di coinvolgere il più possibile il visitatore nel funzionamento degli oggetti: tutti noi abbiamo storie di studenti o di figlioli che, pronti a dimenticarsi qualunque cosa odori di matematica imparata a scuola, ricordano benissimo un nome difficile come *cicloide*, perché hanno passato cinque minuti della loro visita a *Oltre il compasso* a far prove per convincersi che una pallina che corre lungo un profilo di cicloide arriva prima al traguardo di quella che corre lungo una retta. Come se il problema: «chi scende più in fretta?» fosse stato risolto una volta per tutte dall'*exhibit* di Franco Conti sulla brachistocrona.

E ne abbiamo concluso che, pur rispettando esperienze più «assolute» e astratte di bellezza matematica, quando insegniamo non possiamo dimenticarci che la matematica si impara non solo con la testa ma anche con gli occhi e con le mani.

Peraltro, anche il pubblico dei non addetti ai lavori è perfetta-

mente consapevole dell'importanza di questa possibilità che gli è offerta: il libro-firme dei visitatori spesso ne dà conto con accenti che vanno dallo stupore alla gratitudine (e non è piccola cosa...).

Ma anche la cura nella scelta dei materiali (molto legno naturale, ottone e rame, poco alluminio, nessuna cromatura) risulta importante nell'equilibrio dell'esposizione. Così come l'attenzione alla dimensione storica della disciplina appare un elemento importante per catturare l'attenzione del visitatore: le tappe dell'evoluzione dei vari concetti vengono raccontate soprattutto mostrando le soluzioni che sono state trovate per alcuni problemi (misurare la terra, trovare il percorso più breve su una superficie...) e illustrando i meccanismi che via via sono stati costruiti per rispondere a richieste della vita quotidiana e della tecnologia. Che sia più facile tracciare una circonferenza piuttosto che un segmento è cosa che si pone contro le aspettative del visitatore il quale così è indotto a seguire con attenzione la storia che va dalla geometria del compasso di Lorenzo Mascheroni al meccanismo di Watt e alla cella di Peaucellier. Scoprire che per trovare buoni *testimonial* della pervasività della matematica nella vita di tutti i giorni basta pensare a oggetti familiari come il secchio della spazzatura o la porta del garage toglie la matematica dal suo perfido isolamento. Scoprire che oggetti più «raffinati» e «giovani» come quelli che producono il trascinamento della pellicola nelle cineprese sono realizzati a partire da meccanismi che sembravano condannati solo a illustrare risultati matematici poco coinvolgenti rassicura sull'utilità della fatica che costa sporcarsi le mani con questa disciplina.

Una volta compiuta, la realizzazione degli *exhibit* sembra così semplice e naturale da imporsi come ovvia, ma nulla è più falso: si possono raggiungere risultati di questa evidenza soltanto se alle spalle ci sono un'esperienza matematica forte e una conoscenza larga del terreno in cui ci si muove, accompagnate — come è ovvio — da un gusto sicuro nello scegliere fra la matematica «comunicabile» e quella no e da una grande abilità nel costruire situazioni significative con pochi elementi di contorno. Questo ci conduce a una prima caratteristica di una «buona» mostra: deve essere il prodotto di un ricercatore (di un gruppo di ricercatori) maturo, con un'esperienza personale ricca: per fare divulgazione

Fig. 3. – Dall'allestimento a Bellinzona (autunno 1995) della mostra *Oltre il compasso*.

in questo modo ci vogliono dei matematici, non bastano dei buoni «comunicatori».

La mostra si basa essenzialmente su una quarantina di *exhibit* ai quali si accede con un percorso obbligato: retta/circonferenza; biellismi per realizzare il moto rettilineo; coniche; curve di grado superiore, e su alcuni grandi oggetti (cupola ellissoidale, pendolo cicloidale...), ma comprende anche alcuni pannelli esplicativi e cinque calcolatori con simulazioni di strumenti presenti nella mostra. A disposizione del pubblico c'è pure una ventina di schede che forniscono

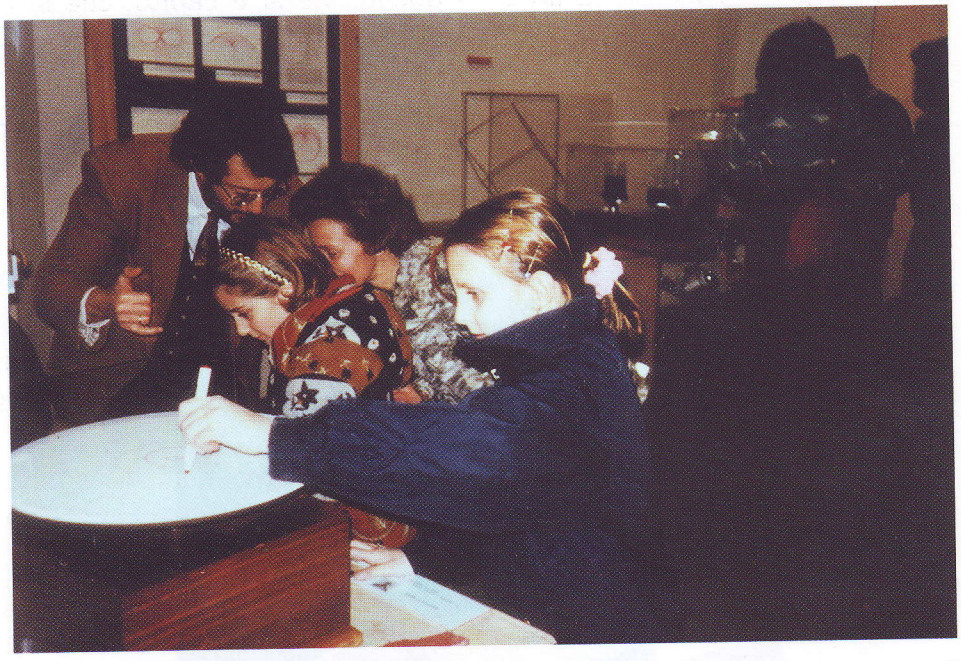

Fig. 4. – Dall'allestimento a Torino (inverno 1996) della mostra *Oltre il compasso*.

una possibile chiave di lettura dei vari settori dell'esposizione oppure presentano alcuni approfondimenti. Tuttavia, siccome fra i visitatori spesso non c'è l'abitudine a «usare le mani per capire», in ogni allestimento è prevista la presenza di guide/animatori che illustrano — soprattutto ai gruppi di studenti — la ricchezza della matematica insita negli oggetti esposti. Che questa presenza sia particolarmente utile lo si può leggere nel fatto che spesso i ragazzi tornano alla mostra con i loro genitori e si fanno a loro volta guida, il che permette di ottenere un altro risultato niente affatto banale.

Spesso infatti, se si chiede a un adulto che ha avuto difficoltà con la matematica a scuola o che genericamente se ne sente respinto, quali sono stati gli elementi che gli hanno reso la matematica meno amica di altre discipline, ci si sente rispondere che della matematica non si poteva parlare con gli altri, non con i genitori e neppure con gli amici, e che ciò conduceva a dover affrontare da soli gli ostacoli.

Allora, il poter raccontare ad altri quello che si è capito, che si è «scoperto» è un'esperienza di condivisione molto significativa soprattutto per i visitatori più giovani; essa li porta ad inserire la matematica nel novero dei saperi riconosciuti, togliendo motivo di sussistere al senso di estraneità. Non lo sanno, ma si trovano a realizzare quello che Ennio De Giorgi diceva dell'esperienza matematica: «La matematica richiede da un lato libertà, capacità anche di riflessione personale, dall'altro richiede dialogo, confronto con altre persone...» [*Lettera Pristem* n. 21, p. 5]

Quanto è costato in termini economici raggiungere i risultati di questa mostra? Quale impegno economico continua ad essere necessario?

All'inizio la mostra è stata finanziata attraverso fondi assegnati dal MURST alla Scuola Normale di Pisa (a cui si deve la copertura di tutte le prime spese, per una cifra dell'ordine dei cinquanta milioni) e attraverso alcune sporadiche e poco significative sponsorizzazioni da parte di enti privati. La Normale si è fatta carico di quasi tutti gli aspetti logistici, amministrativi e non pochi fra i suoi tecnici hanno spontaneamente collaborato alla costruzione degli *exhibit*. Poi l'esposizione si è finanziata soprattutto con i vari allestimenti: ce ne sono stati già almeno una trentina, con quasi trecentomila visitatori, per lo più studenti. L'affitto chiesto all'ente ospitante, che era partito da quattro milioni per ogni mese, ormai ha raggiunto i dieci. La mostra viene consegnata «chiavi-in-mano» e il suo allestimento è seguito dai tecnici inviati dallo staff della mostra o addirittura dal personale dello staff.

Da qualche mese la mostra è diventata quello per cui in un certo senso era stata pensata: una sua copia è stata infatti ceduta in prestito permanente al consorzio «Il Giardino di Archimede» che cura il Museo per la matematica di Priverno ed è praticamente la prima cellula costitutiva del museo nazionale della matematica. Altre due copie continuano ad avere allestimenti in Italia e all'estero, ma comunque non pare ne sia prevista un'evoluzione sganciata dal museo.

Quando *Oltre il compasso* viene ospitata in una città, in generale essa dà avvio a un periodo di nuova visibilità della matematica sui *media*. La matematica compare sui giornali come oggetto di interes-

se di per sé, con articoli più o meno «sparati», con pezzi di colore o ad effetto, nei quali spesso si coglie lo stupore dello stesso giornalista che si confronta con una matematica diversa da quella che ha imparato a scuola e scopre una disciplina potente, per nulla esaurita nella sua capacità di generare cose nuove.

Ma nelle scuole, nelle istituzioni genericamente culturali che cosa resta di questi episodi, al di là dell'esperienza dei singoli? Lo staff della mostra non ha tenuto documentazione delle iniziative che sono nate a seguito dei vari allestimenti e così non v'è che una traccia molto ridotta delle esperienze che molti insegnanti hanno realizzato a lato della visita a *Oltre il compasso*. È proprio un peccato, perché invece è sensazione comune che ce ne siano state parecchie, che ci siano stati molti tentativi di usare la provocazione della mostra per fare lezioni di matematica diverse dal consueto o addirittura per costruire moduli di insegnamento di più largo respiro.

Si sono perse tante occasioni per dare continuità a un «momento di gloria» della matematica fra studenti e genitori; sicuramente questo è un gran rimpianto, ma non se ne può far carico allo staff della mostra stessa. La mostra si è proposta da sempre come momento atipico, di rottura in un cammino scolastico (o in generale di formazione personale) che si dipana secondo regole proprie, e in questo senso il suo impatto va giudicato. Tuttavia il problema rimane, soprattutto per quelle esposizioni che sono il prodotto di istituzioni che è naturale (è doveroso?) si interessino alle forme in cui viene svolto l'insegnamento della matematica nel Paese. Mettere a disposizione degli utenti l'archivio di ciò che è stato realizzato a favore dell'insegnamento e della divulgazione della disciplina e sollecitare il suo arricchimento può essere uno degli elementi che maggiormente convincono gli operatori culturali a darsi da fare per ospitare l'esposizione nella loro città. Ma ci voleva *Oltre il compasso* perché questo fosse evidente.

2. – La mostra *Bolle di sapone: la matematica diventa trasparente.*

Le mostre successive hanno avuto la possibilità di partire con qualche indicazione in più rispetto al modello iniziale. Una, recentis-

sima, fin dalla nascita è espressione di un gruppo di ricercatori matematici che si preoccupano di estendere sul territorio l'impatto del loro lavoro. Si tratta dell'esposizione che riguarda problemi di minimo e in generale di Calcolo delle variazioni e che è curata dal Laboratorio di Ricerca sui Materiali e i Metodi per la Didattica e la Divulgazione della Matematica, brevemente LRM^3D^2. Il Laboratorio ha la sua sede presso la Facoltà di Scienze dell'Università di Trento e dalla Facoltà riceve finanziamenti e appoggio logistico. L'iniziativa non ha vita facile: non c'è una sede dove esporre stabilmente la mostra e il personale che si occupa con continuità dell'esposizione è molto ridotto (soltanto un tecnico laureato, a volte prestato ad altri compiti). Tuttavia, grazie all'appoggio istituzionale, l'équipe ha potuto contare su una serie di «borse» per trattenere anche dopo la laurea, sia pure per brevi periodi, studenti che si erano rivelati capaci e interessati. Si tratta di un investimento lungimirante, perché questi allievi, chiusa la collaborazione diretta con il Laboratorio e avviata la loro attività professionale, restano comunque molto attenti ai problemi della divulgazione della matematica e contribuiscono alla cre-

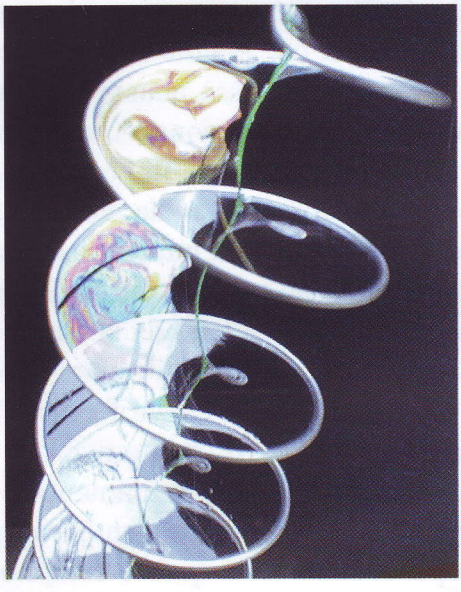

Fig. 5. – Una lamina a forma di elicoide (Dalla mostra *Bolle di sapone: la matematica diventa trasparente*).

scita nell'opinione pubblica dell'attenzione verso la disciplina. Sappiamo bene che questo ruolo di tramite fra la ricerca e i non addetti ai lavori appartiene soprattutto ai docenti che operano nella scuola e nell'università, ma l'esperienza ci dice che ciò non accade facilmente e che spesso c'è bisogno di inventare (scoprire?) nuovi strumenti di intervento (dalle riviste ai siti, ai centri in cui si fa divulgazione a largo raggio in ambiti diversi) e di trovare per loro un posto nella vita culturale «normale» del Paese.

Lo scopo della mostra è quello di presentare argomenti di matematica che siano significativi e che, nello stesso tempo, ammettano una trattazione se non divertente almeno sorprendente. L'effetto «sorpresa» diventa infatti una spinta a cercare di capire che cosa genera la discordanza fra le aspettative e quanto accade. Sono stati preparati alcuni *exhibit* che, a partire dalle bolle di sapone, conducono il pubblico a discutere di questioni delicate come quelle legate alla tensione superficiale. Inizialmente si tratta di fenomeni prevedibili e «rassicuranti» come quello per cui immergendo un anello metallico in una soluzione saponata si arriva a formare una pellicola che ricopre totalmente la superficie interna. Sembra di tornare bambini a pasticciare con l'acqua, ma in un senso preciso sul quale vale la pena di riflettere. La proposta che sta dietro agli *exhibit* di questa mostra è quanto di più lontano si possa pensare dal bamboleggiamento o dall'autocompiacimento: l'espressione «tornare ragazzini» qui ha un senso preciso, vuol dire «tornare a mettersi in gioco, a riconoscere a se stessi il diritto allo stupore e alla curiosità, a provare a fare esperimenti e a fare ipotesi». Basta infatti modificare di poco il profilo del bordo metallico perché non sia più facile indovinare come si disporranno le lamine saponate e la sfida si faccia interessante. Si è condotti in modo naturale a domandarsi come si può prevedere quello che accadrà, e quali saranno le nuove forme d'assestamento e a cercare... che cosa ci sta sotto. In questo senso il lavoro dei tecnici che illustrano i vari *exhibit* si rivela fondamentale (e si capisce perché lo staff trentino preferisca sempre seguire la mostra e tenda ad affidare solo ai propri collaboratori questo compito delicato). Perché una volta che hanno attirato l'attenzione del visitatore, sono praticamente certi di poter raggiungere un duplice risultato: mostrare strut-

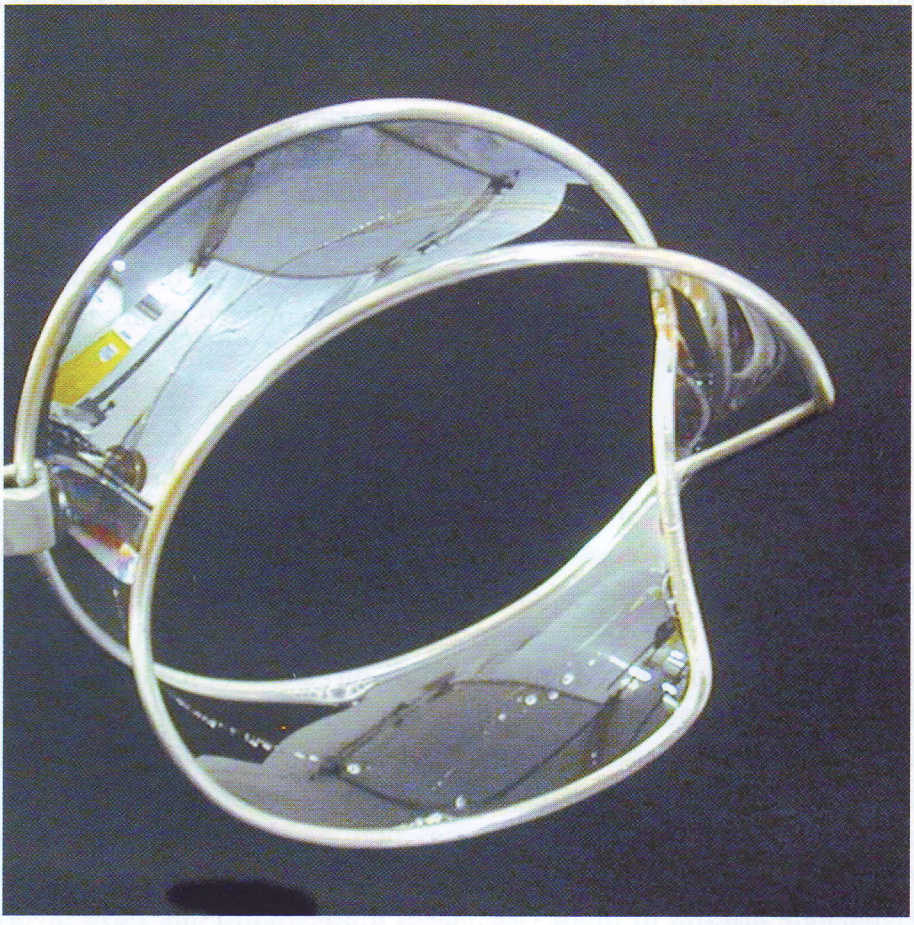

Fig. 6. – Un nastro di Moebius (Dalla mostra *Bolle di sapone: la matematica diventa trasparente*).

ture complicate, e affascinanti, che si prestano a naturali agganci alle strutture presenti — e vissute come tipiche — in altre scienze e dare una motivazione forte allo studio di questioni niente affatto semplici, compresi problemi di ottimizzazione o di minimo geometrico che sembrano appartenere a tutta un'altra storia.

L'origine di questi «fuochi d'artificio» di scoperte per il visitatore sembra stare ancora una volta nel fatto che la matematica che viene coinvolta è ricca e profonda: sembra che quello che si

vede sia solo una parte di una fitta trama di intrecci, relazioni, risultati che possono essere interessanti.

Gli ideatori si preoccupano di sottolineare che si tratta ancora di un progetto *in itinere*, che le prime esperienze di allestimenti sono molto positive, ma che il coinvolgimento effettivo di insegnanti e in generale di operatori culturali sul territorio è abbastanza difficile. È in atto una buona collaborazione con l'Istituto d'Arte di Trento e c'è la speranza di rafforzare quella avviata con il Museo di Scienze Naturali della stessa città, ma la strada per acquisire sicurezza nella continuità dell'esperienza è ancora lunga.

3. – La mostra *Simmetria, giochi di specchi.*

Più tranquilla nelle sue previsioni di tenuta è invece l'esposizione *Simmetria, giochi di specchi* allestita stabilmente in una sala del Dipartimento di Matematica «F. Enriques» dell'Università degli Studi di Milano. La sicurezza le viene da fattori interni come l'appoggio forte e convinto degli organi di direzione dell'università che da subito hanno cercato di creare le condizioni di una gestione serena, in termini economici e di personale, o come la collaborazione intelligente dei tecnici — amministrativi o informatici che siano — che hanno avviato, e ora garantiscono, una gestione ordinaria senza troppe avventure. Ma le viene anche da fattori esterni come la partecipazione attenta di molti ricercatori e insegnanti che pure lavorano al di fuori delle strutture strettamente universitarie o la buona accoglienza e l'avvio di interessanti rapporti di collaborazione con le istituzioni museali della città, o ancora come i successi di pubblico che hanno accompagnato i primi allestimenti fuori sede. La mostra è espressione diretta della presenza del Dipartimento nella città e di questa genesi mantiene i vantaggi (l'immediata risonanza e la facilità di legami con le istituzioni scolastiche, l'accesso a fondi messi a disposizione da Enti tradizionalmente sensibili alle esigenze universitarie che altrimenti sarebbero stati meno facili da raggiungere, la tranquillità della struttura alle spalle e, non ultima, la motivazione di molti fra gli operatori) ma ovviamente paga alcuni inconvenienti (c'è un'evidente, oggettiva differenza fra l'agilità amministrativa e orga-

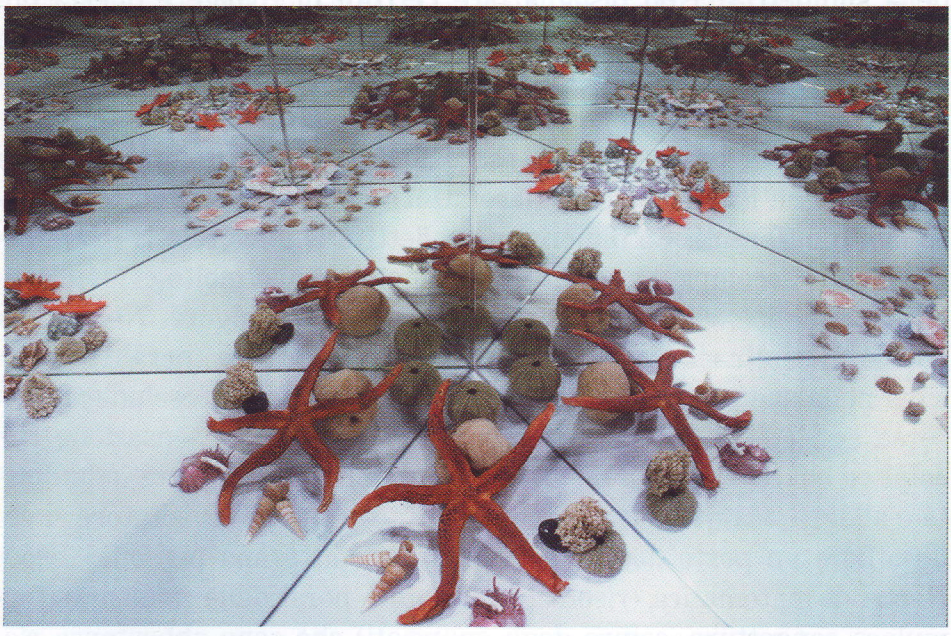

Fig. 7. – Effetto «marino» in una camera a specchi piana a base un triangolo equilatero (Dalla mostra *Simmetria, giochi di specchi*, foto di Sabrina Provenzi).

nizzativa di un centro museale autonomo e quella di un centro che dipenda dall'università: si pensi solo alla possibilità di vendere materiale di supporto all'esposizione o agli orari di apertura al pubblico). L'impegno economico iniziale è stato dell'ordine dei cinquanta milioni per la progettazione e la costruzione effettiva degli oggetti, mentre ora è soprattutto quello necessario per il pagamento del personale tecnico, assunto a tempo parziale, che cura la gestione della mostra: in ambedue i casi la copertura finanziaria è stata garantita dall'Università e dalla Fondazione Cariplo. Gli allestimenti esterni della seconda copia del nucleo espositivo sono stati finora troppo pochi per garantire la copertura delle spese di *routine*, ma si sta andando a regime anche da questo punto di vista.

Se è vero, come ripetono gli ideatori, che la mostra sin dall'inizio è stata pensata soprattutto come un esperimento di comunicazione di fatti matematici non banali e come un tentativo di avvicinamento del pubblico all'esperienza matematica, perché si è scelto il tema

della simmetria? Non bisogna fare l'errore di rivolgere questa domanda allo staff della mostra, perché si viene sommersi da una quantità di risposte diverse e ... molto diverse. A meno che non si voglia invece da subito toccare con mano una delle caratteristiche forti di questa esposizione: l'essere il prodotto di un'unica idea di partenza che ha saputo coagulare attorno a sé capacità ed esperienze molto differenti. La dimensione collettiva del lavoro e la gratificazione che l'accompagna in tutti i protagonisti sono molto evidenti anche al pubblico, che se ne lascia facilmente coinvolgere. Non capita spesso di sentir ridere ad una mostra di matematica (peraltro serissima nelle sue proposte e anzi un po' giansenista nell'escludere il ricorso agli effetti speciali), e neppure è consueta la sensazione che colpisce chi entra a sala piena di trovarsi in mezzo a gente indaffarata e allegra, ma qui succede: perché? Forse perché il visitatore si vede offrire un posto dove è possibile fare «in prima persona» esperienze di matematica (risolvere problemi, porsi delle domande, formulare congetture, capire degli enunciati) che sono abbastanza ricche da sembrare inesauribili. Un posto dove il riuscire a risolvere i problemi proposti non è il passaggio indispensabile per dotare di senso l'interazione con gli *exhibit,* dove sembra che ognuno faccia spontaneamente proprio ciò che gli ideatori della mostra vogliono che egli faccia, e dove ciascuno ha il diritto di affrontare rilassato e concentrato il problema che gli è parso più intrigante. Se gli animatori riescono ancora a discutere su una disposizione di specchi o ad accalorarsi su una scelta di soluzione, se nessuno di coloro che sono i presunti «esperti» si vergogna di mostrare il piacere che prova nel risolvere un problema nuovo o nel cercare risposta a una domanda non prevista dal decalogo della buona guida, probabilmente ci sono le condizioni perché ognuno esprima al meglio le proprie capacità. La matematica mostra così la faccia migliore, quella che ci ha presi da ragazzi e alla quale davvero poche persone — una volta che la incontrano — riescono ad essere indifferenti. Anzi i curatori dell'esposizione sostengono che finora è successo molto raramente che qualche visitatore si sia sentito estraneo alle loro proposte. E così torniamo al perché sia stata scelta — per cominciare a uscire verso il grande pubblico — proprio la simmetria fra tutti i temi possibili. Le

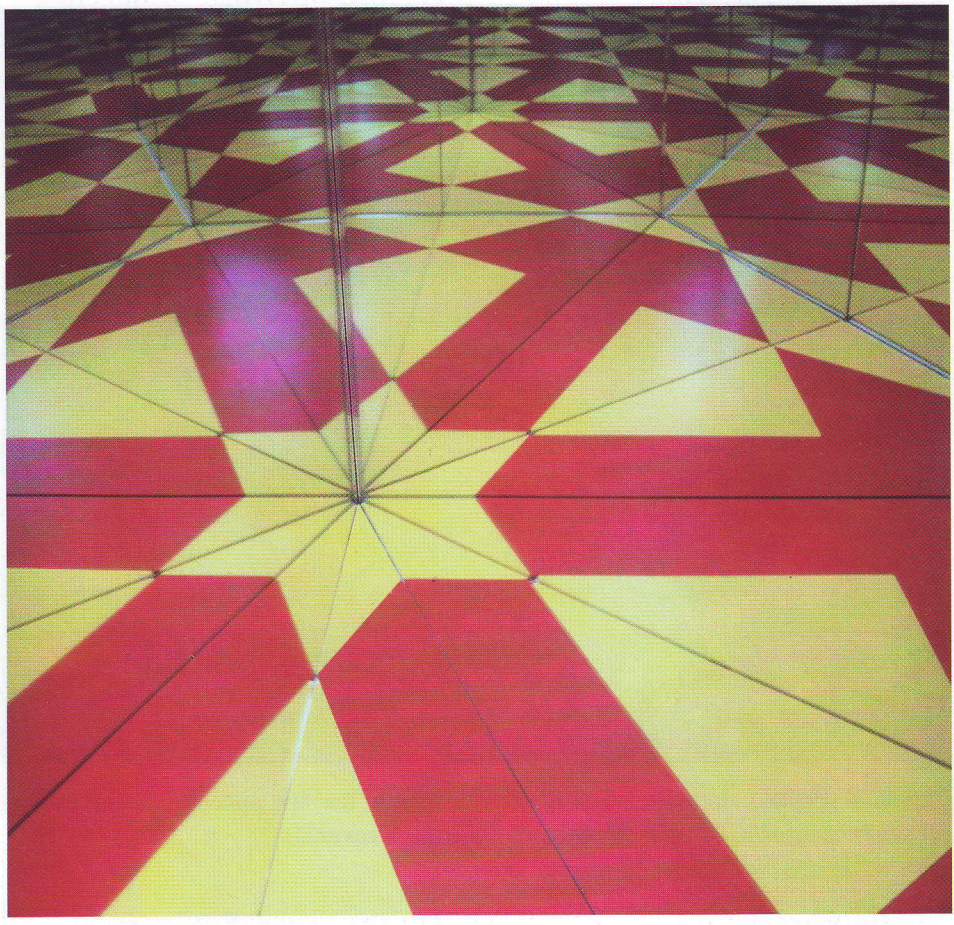

Fig. 8. – Ricostruzione di un pavimento del Battistero di Pisa in una camera a specchi piana a base un triangolo con angoli di 30, 60 e 90 gradi (Dalla mostra *Simmetria, giochi di specchi*, foto di Sabrina Provenzi).

ragioni sono molteplici, alcune interne alla matematica, altre esterne. Fra queste seconde c'è sicuramente il fatto che la simmetria interviene, come nodo concettuale profondo, in molte discipline (scientifiche e artistiche) al di fuori della matematica e quindi apre la strada a rapporti di comunicazione non banali con persone di estrazione diversa e di formazione non matematica. Ma c'è anche, più semplicemente, il fatto che la simmetria «è bella» e la sua bellezza si rivela

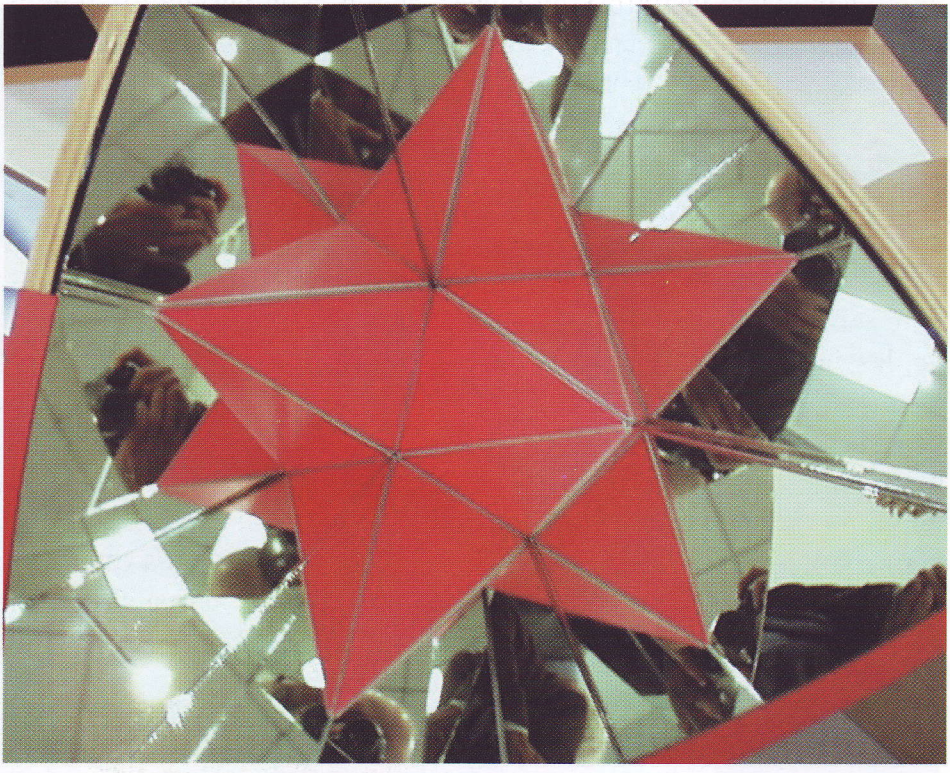

Fig. 9. – Piccolo dodecaedro stellato ricostruito fra tre specchi (Dalla mostra *Simmetria, giochi di specchi*, foto di Sabrina Provenzi).

un elemento importante per vincere la «resistenza a priori» dei potenziali interlocutori.

Fra le ragioni interne alla disciplina, invece, quella che raccoglie i maggiori consensi fra i responsabili della mostra è legata al fatto che la simmetria non solo offre un bell'esempio di matematica «senza numeri» (il che è già significativo in un esperimento di divulgazione, perché va contro l'immagine che il pubblico ne ha), ma addirittura coinvolge senza forzature una matematica niente affatto banale. Chi pensa che la divulgazione non debba avventurarsi, pena l'insuccesso, a raccontare cose «troppo difficili», qui trova una smentita chiara. Come se la complessità della questione fosse capace di garantire una comunicazione su più livelli che, se si ferma a un certo

punto con alcuni visitatori, ha invece, con altri, la possibilità di andare avanti (dai gruppi cristallografici ai gruppi di Coxeter, dalle presentazioni di gruppi con generatori e relazioni ai gruppi colorati, dalle azioni di gruppi con le loro orbite ai domini fondamentali, ai quozienti...). Si tratta di una ricchezza che viene avvertita anche da quella parte del pubblico che pure si ferma ad una visita più superficiale: la mostra non presenta semplicemente l'accostamento di oggetti matematicamente significativi, ma mette in evidenza il filo di unità che la percorre e il contenuto matematico forte che la sottende, lasciando intuire che della punta di un iceberg si tratta e non di un sassolino. Così che non è difficile che alcuni si interessino anche della maniera / delle maniere con cui un risultato matematico viene prima ipotizzato e poi confermato: l'attenzione a cui qualche volta forziamo i nostri studenti verso la dimostrazione di un risultato il cui enunciato spesso appare loro scontato è ben altra cosa da quella con cui il visitatore curioso segue il racconto di come si arriva a determinare che i gruppi di simmetria dei mosaici (delle tassellazioni) sono

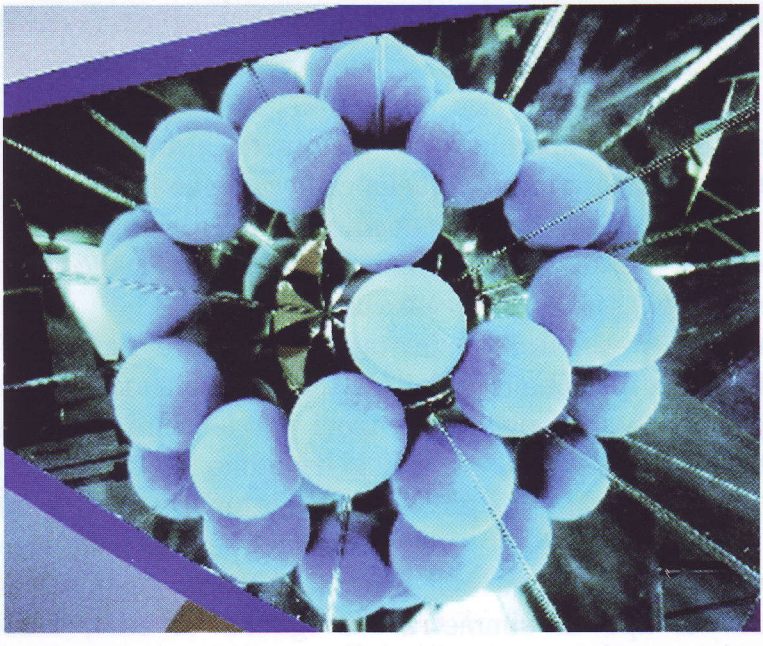

Fig. 10. – Effetto di una (sola!) palla nel caleidoscopio corrispondente al gruppo del cubo. (Dalla mostra *Simmetria, giochi di specchi*, foto di Sabrina Provenzi).

17 (e non uno di più). Alla cura di questo aspetto è previsto che gli animatori presenti nella sala di esposizione dedichino particolare attenzione: ma si tratta di un impegno che richiede molta competenza e molta abilità e non tutti sono all'altezza. Riuscire a costituire una buona squadra di «guide» in questo senso — e darle stabilità — è uno dei problemi che lo staff milanese ritiene prioritario affrontare nell'immediato futuro.

L'idea-chiave che sta alla base della mostra è il fatto che alcuni gruppi di trasformazioni, e precisamente i gruppi generati da riflessioni, si possono «visualizzare» con un sistema di specchi. Ciò spiega perché gli oggetti principali della mostra — quelli che attirano di più l'attenzione dei visitatori — sono sei «macchine per costruire la simmetria». Ognuna è costituita da tre specchi; per le prime tre (che sono chiamate *camere di specchi*) gli specchi sono perpendicolari al piano su cui appoggiano e su cui staccano, rispettivamente, un triangolo equilatero, un triangolo rettangolo isoscele, un triangolo rettangolo di angoli 60° e 30°. Per le altre tre (i *caleidoscopi tridimensionali*), i tre specchi sono contenuti in tre piani che concorrono in un punto O e che intercettano su una sfera di centro O tre triangoli sferici che hanno un angolo di 90° e un angolo di 60°; il terzo angolo è rispettivamente, nei tre casi, di 60°, 45°, 36°.

Ogni camera di specchi è completata da alcune mattonelle che permettono di ricostruire, in quella camera, delle pavimentazioni del piano; e, in modo del tutto analogo, ogni caleidoscopio tridimensionale è dotato di alcuni mattoncini inserendo i quali nel corrispondente caleidoscopio viene ricostruito un poliedro.

Dapprima il visitatore è invitato a produrre figure in libertà a partire dalle mattonelle e dai mattoncini che sono a disposizione o da qualunque altro oggetto si trovi per le mani e ad osservare lo schema di simmetria con cui si ripetono le immagini virtuali create dagli specchi. Poi gli vengono sottoposte alcune pavimentazioni (e/o alcuni poliedri) da ricostruire perché nella risoluzione del problema particolare egli possa imbattersi nella necessità di «leggere» il tipo di simmetria di ognuna di esse, analizzando somiglianze e differenze. Infine può arrivare anche a domandarsi

perché queste sei macchine non siano solo dei begli esempi, ma siano tutti i casi significativi possibili.

Ora che la mostra sembra aver raggiunto il suo allestimento definitivo, alcune nuove domande nascono naturalmente: per esempio, è possibile continuare, in qualche senso, il rapporto istituito con i visitatori? Alcuni strumenti sono già stati individuati (come le schede, che propongono approfondimenti o mostrano alcuni complementi ai contenuti più immediati dei vari *exhibit)*, ma molto resta da fare. E ancora: è possibile valutare la traccia che sul lungo periodo viene lasciata da una visita alla mostra? È possibile seguire, capire e valorizzare al meglio le ricadute sul lavoro nelle scuole? Sono molti i progetti che prendono avvio dalla mostra e che ai suoi curatori vengono proposti: è possibile trovare un filo d'unità e costruire un progetto articolato? Probabilmente ciò richiede l'avvio di una collaborazione sia con i tecnici della percezione che con quelli della comunicazione, e non si tratta di un'impresa facile.

Anche perché, come succede spesso nei progetti che hanno avuto successo, adesso l'attenzione degli ideatori è attratta soprattutto dalla possibilità di mettere alla prova tutto quello che fin qui hanno imparato dalla loro esperienza e da quella dei colleghi preparando l'illustrazione al pubblico di un nuovo tema matematico.

Non sembra, di nuovo, un compito agevole, ma ci si arriva tutti più consapevoli e meglio «attrezzati», con la sensazione che sia possibile costruire una buona cosa a partire dalle sinergie già in atto con altri gruppi che si occupano, a diversi livelli, di divulgazione scientifica.

Indicazioni essenziali sulle mostre descritte.

Per maggior comodità dei lettori, raccogliamo qui le informazioni essenziali relative alle tre mostre che sono descritte con qualche ampiezza nell'articolo.

Oltre il compasso - La geometria delle curve
Ente di riferimento: Il Giardino di Archimede - Un Museo per la Matematica c/o Dipartimento di Matematica - Viale Morgagni 67/a - 50134 Firenze
Ideazione: Franco Conti, Enrico Giusti

Sito: www.math.unifi.it/archimede
Come richiederla: scrivere a dott. Sabina Tessieri - Scuola Normale Superiore - Piazza dei Cavalieri 7 - 56126 Pisa tel. 050-509259

Bolle di sapone: la matematica diventa trasparente
Ente di riferimento: Dipartimento di Matematica (Laboratorio LRM^3D^2) - Facoltà di Scienze - Università degli Studi di Trento - 38050 Povo (Trento)
Ideazione: Italo Tamanini
Sito (pagina in costruzione) http://www-math.science.unitn.it/LRM3D2/
Come richiederla: scrivere a dott. Sara Bonetti o dott. Marta Cazzanelli - Dipartimento di Matematica (Laboratorio LRM^3D^2) - Università degli Studi di Trento - 38050 POVO (Trento)
Oppure a uno degli indirizzi di posta elettronica:
lrm3d2@science.unitn.it
tamanini@science.unitn.it
marta@science.unitn.it
bonetti@science.unitn.it

Simmetria, giochi di specchi
Ente di riferimento: Dipartimento di Matematica dell'Università degli Studi di Milano
Ideazione: Maria Dedò
Sito http://specchi.mat.unimi.it
Come richiederla: scrivere a - Segreteria della Mostra «Simmetria, giochi di specchi» - Dipartimento di Matematica - Via Saldini 50 - 20133 Milano o all'indirizzo di posta elettronica: specchi@mat.unimi.it

BIBLIOGRAFIA

M. EMMER (a cura di), Intervista a Ennio De Giorgi, *Lettera Pristem* n. 21, Milano 1996, pp. 4-12; e video pubblicato a cura dell'Unione Matematica Italiana e della Città della Scienza.

M. EMMER (a cura di), *L'occhio di Horus: itinerari nell'immaginario matematico*, Catalogo della mostra, Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma, 1989.

F. CONTI - E. GIUSTI (a cura di), *Oltre il compasso - La geometria delle curve*, Scuola Normale Superiore, Pisa.

P. BELLINGERI - M. DEDÒ - S. DI SIENO - C. TURRINI (a cura di), *Il ritmo delle forme*, Mimesis, Milano 2001.

Simonetta Di Sieno, Dipartimento di Matematica «F. Enriques»
Università di Milano, Via C. Saldini 50, 20133 Milano
simonetta.disieno.@mat.unimi.it