

online
percorsi nella matematica
la tangente

n. 4
settembre 2015

Scuola, che passione!

**Un tuffo nella storia
dell'EXPO**

Addio a John Nash

■ **Direzione**

Gilberto Bini direttore responsabile

■ **Comitato scientifico**

■ **Anna Asti**

Paolo Bellingeri

Silvia Benvenuti

Giorgio Bolondi

Enea Bongiorno

Marina Cazzola

Maria Dedò

Simonetta Di Sieno

Giovanni Naldi

Giusy Sessa

Carlo Toffalori

■ **Redazione**

Anna Betti

Giovanna Dimitolo

Paola Testi Saltini

■ **Editore**

© **Università degli Studi di Milano - Centro "matematita"**



■ **Grafica e impaginazione**

Giovanni Querques

info@querques.it

■ **Segreteria di redazione**

Dipartimento di Matematica "F. Enriques"

Università degli Studi di Milano

Via Saldini 50, Milano

E-mail: redazione@perlatangente.it

Fax: 02 50316090

www.xlatangente.it

Autorizzazione del Tribunale di Milano del 14 maggio 2014

Registro n. 166

■ **Hanno collaborato a questo numero**

Anna Asti

Paolo Alessandrini

Elisa Curti

Francesca D'Iapico

Magda Farina

Maurizio Giaffredo

Miriam Panigada

Alessandra Renieri

Alice Rubichi

Staff di *Formath*

Antonella Testa

Traduzioni a cura della Redazione

Illustrazione della rubrica punto fisso di Luca Usai

La rubrica La via delle immagini è a cura di Paola Gallo e Giovanni Querques

XlaTangente pubblica sia lavori su invito dei redattori sia materiale inviato alla redazione – che si riserva la decisione di pubblicarlo. La pubblicazione è subordinata a una revisione redazionale. La responsabilità del contenuto scientifico di ogni lavoro è esclusivamente degli autori. I lavori vanno inviati su cd-Rom alla segreteria di redazione, accompagnati da una versione cartacea e indicando nella prima pagina titolo, nome e cognome del/degli autore/i (per esteso), eventuale Istituto di appartenenza, indirizzo, numero di telefono, numero di fax e indirizzo e-mail a cui spedire le bozze ed eventuali comunicazioni.

La rivista può essere *scaricata* e *stampata* gratuitamente dal sito www.xlatangente.it.

Copie cartacee possono essere realizzate a richiesta. Per ulteriori informazioni scrivere all'indirizzo abbonamenti@perlatangente.it.

Per quanto riguarda le fonti iconografiche e letterarie, l'editore è a disposizione degli aventi diritto che non è riuscito a contattare.

Questo numero è stato chiuso in redazione il 30 settembre.

4
settembre
2015



Immagine di copertina
di Giovanni Querques

sommario

- 4** [punto fisso](#)
- 5** [Editoriale](#)
- 6** [How I met science...](#)
a cura dello staff di ForMATH
- 8** [Il Gruppo Divulgazione Scientifica Dolomiti "E. Fermi":
un'associazione per raccontare la scienza](#)
di Paolo Alessandrini
- 10** [Matecosmo #laCartadiDresda](#)
di Alessandra Renieri
- 12** [Caos sul tavolo da biliardo](#)
di Marianne Freiberger
- 17** [Io MathUp... e tu?](#)
a cura della Redazione
- 18** [Dossier L come Laboratorio... di matematica](#)
di Gilberto Bini
- 27** [MateScuola C'è chi viene c'è chi va](#)
di Alice Rubichi
- 30** [Tutti con i piedi per Terra!
Intervista a Fabio Calvino](#)
di Anna Betti
- 32** [La nuova maturità](#)
di Maurizio Giaffredo
- 34** [E luce sia!](#)
[Intervista a Olmes Bisi](#)
di Anna Asti
- 37** [non solo e-readers](#)
a cura della Redazione
- 38** [Storie di matematica Il premio Gino Loria](#)
di Antonio Salmeri
- 41** [Storie di matematica John Forbes Nash... A Beautiful Mind](#)
di Antonella Testa
- 42** [Storie di matematica Cronache di un'altra EXPO a Milano](#)
di Elisa Curti e Miriam Panigada
- 44** [L'angolo del direttore](#)
- 46** [la Via delle Immagini](#)

Punto fisso



a cura di LUCA USAI

LABORATORIO DI MATEMATICA...

BENE, ORA INSERISCI LENTAMENTE IL NUMERO DENTRO LA RADICE QUADRATA E VEDIAMO QUAL'È LA REAZIONE. PRONTI A RACCOGLIERE IL RISULTATO, EHI!

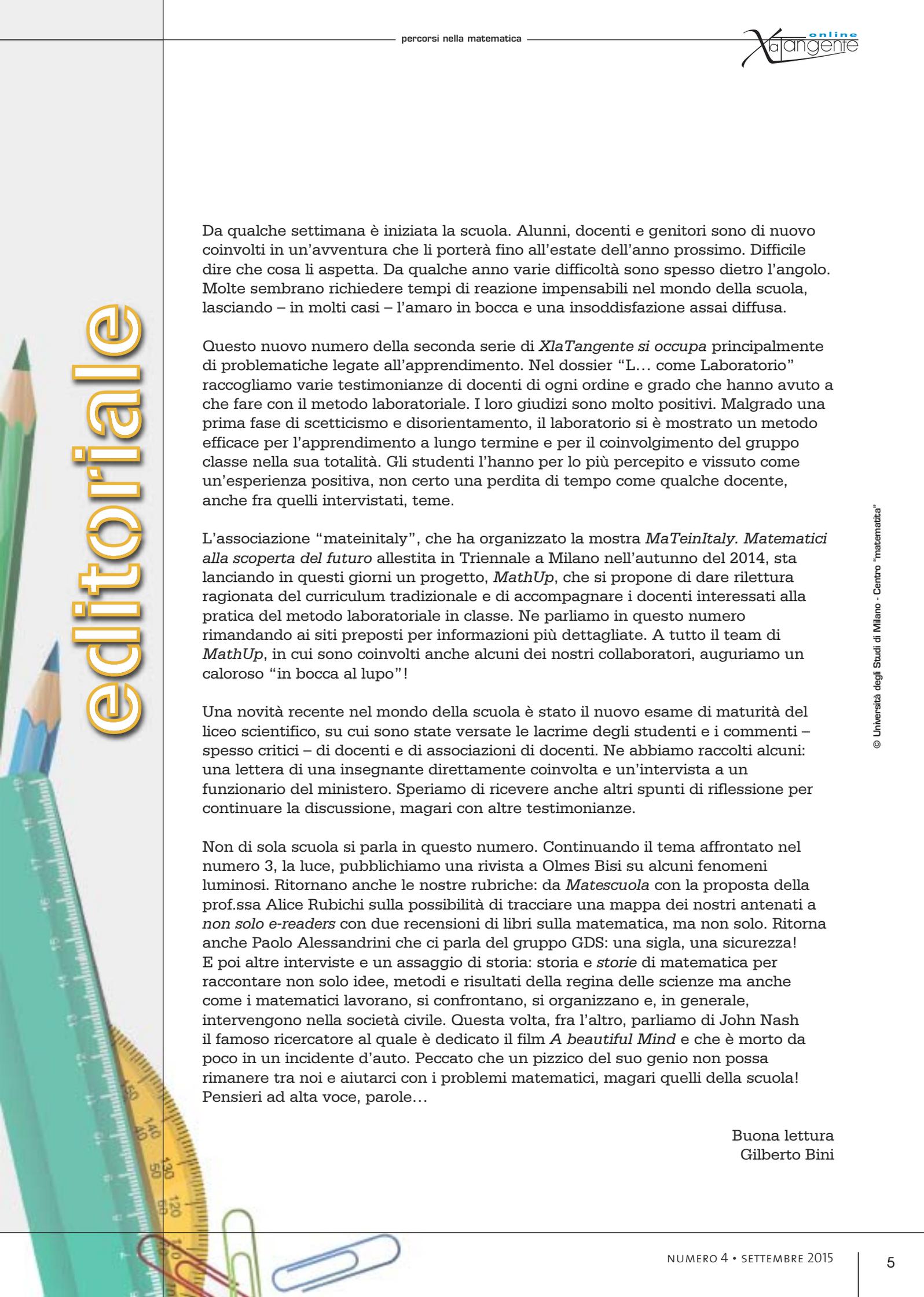
DOMANI VISITA GUIDATA: ANDIAMO A VEDERE DOVE FINISCE IL

π



Luca Usai 2015

Luca Usai è illustratore e vignettista.
Collabora con le case editrici Disney Italia e Piemme



editoriale

Da qualche settimana è iniziata la scuola. Alunni, docenti e genitori sono di nuovo coinvolti in un'avventura che li porterà fino all'estate dell'anno prossimo. Difficile dire che cosa li aspetta. Da qualche anno varie difficoltà sono spesso dietro l'angolo. Molte sembrano richiedere tempi di reazione impensabili nel mondo della scuola, lasciando – in molti casi – l'amaro in bocca e una insoddisfazione assai diffusa.

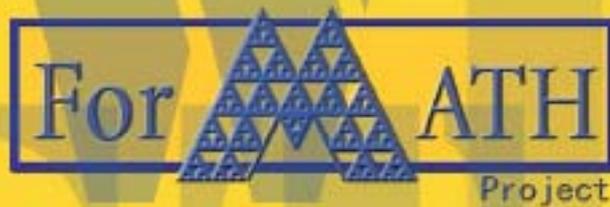
Questo nuovo numero della seconda serie di *XiaTangente si occupa* principalmente di problematiche legate all'apprendimento. Nel dossier "L... come Laboratorio" raccogliamo varie testimonianze di docenti di ogni ordine e grado che hanno avuto a che fare con il metodo laboratoriale. I loro giudizi sono molto positivi. Malgrado una prima fase di scetticismo e disorientamento, il laboratorio si è mostrato un metodo efficace per l'apprendimento a lungo termine e per il coinvolgimento del gruppo classe nella sua totalità. Gli studenti l'hanno per lo più percepito e vissuto come un'esperienza positiva, non certo una perdita di tempo come qualche docente, anche fra quelli intervistati, teme.

L'associazione "mateinitaly", che ha organizzato la mostra *MaTeinItaly. Matematici alla scoperta del futuro* allestita in Triennale a Milano nell'autunno del 2014, sta lanciando in questi giorni un progetto, *MathUp*, che si propone di dare rilettura ragionata del curriculum tradizionale e di accompagnare i docenti interessati alla pratica del metodo laboratoriale in classe. Ne parliamo in questo numero rimandando ai siti preposti per informazioni più dettagliate. A tutto il team di *MathUp*, in cui sono coinvolti anche alcuni dei nostri collaboratori, auguriamo un caloroso "in bocca al lupo"!

Una novità recente nel mondo della scuola è stato il nuovo esame di maturità del liceo scientifico, su cui sono state versate le lacrime degli studenti e i commenti – spesso critici – di docenti e di associazioni di docenti. Ne abbiamo raccolti alcuni: una lettera di una insegnante direttamente coinvolta e un'intervista a un funzionario del ministero. Speriamo di ricevere anche altri spunti di riflessione per continuare la discussione, magari con altre testimonianze.

Non di sola scuola si parla in questo numero. Continuando il tema affrontato nel numero 3, la luce, pubblichiamo una rivista a Olmes Bisi su alcuni fenomeni luminosi. Ritornano anche le nostre rubriche: da *Matescuola* con la proposta della prof.ssa Alice Rubichi sulla possibilità di tracciare una mappa dei nostri antenati a *non solo e-readers* con due recensioni di libri sulla matematica, ma non solo. Ritorna anche Paolo Alessandrini che ci parla del gruppo GDS: una sigla, una sicurezza! E poi altre interviste e un assaggio di storia: storia e *storie* di matematica per raccontare non solo idee, metodi e risultati della regina delle scienze ma anche come i matematici lavorano, si confrontano, si organizzano e, in generale, intervengono nella società civile. Questa volta, fra l'altro, parliamo di John Nash il famoso ricercatore al quale è dedicato il film *A beautiful Mind* e che è morto da poco in un incidente d'auto. Peccato che un pizzico del suo genio non possa rimanere tra noi e aiutarci con i problemi matematici, magari quelli della scuola! Pensieri ad alta voce, parole...

Buona lettura
Gilberto Bini



How I met science...

a cura dello staff di ForMATH

“ *La mente non è un vaso da riempire ma un fuoco da accendere* ”
Plutarco

È questa la massima a cui si sono ispirati gli Scienziati Irriducibili nel progetto “How I met Science!”, che si è concluso il 30 maggio a Ferrara con un grande evento aperto a tutta la cittadinanza.

Ve ne abbiamo già presentato le finalità e i primi passi intervistando Alessandro Spagnuolo, uno degli ideatori del progetto, nel n. 2 della rivista e quindi non ci ripetiamo. Questa volta ci limitiamo a raccontarvi soltanto come è andata la giornata finale, la conclusione “spettacolare” aperta a tutti i ferraresi, grandi e piccoli, e a farvi vedere qualche immagine che vi dia l'impressione di esserci stati anche voi. Se vi ricordate, gli ideatori di tutta l'iniziativa sono stati alcuni studenti universitari che, con una passione incontenibile per la scienza e con una gran voglia di diffonderla, si sono ritrovati sotto la sigla “Scienziati Irriducibili”. Grazie al contributo del Fondo culturale per le attività autogestite dagli studenti dell'Università di Ferrara, l'anno scorso sono riusciti a progettare, con la collaborazione di ForMATH, alcuni laboratori didattici finalizzati a formare studenti universitari sulle tecniche di divulgazione scientifica, a portare all'attenzione degli educatori interessati alcuni strumenti utili alla progettazione di attività per allievi delle scuole primarie e secondarie, allo scopo ultimo di motivare gli studenti all'apprendimento della matematica, e, *last but not*



ForMATH è un progetto curato da un gruppo di giovani matematici, ricercatori in didattica della matematica e appassionati di divulgazione. Avviato nel 2006, ha al suo attivo la partecipazione a oltre 40 festival scientifici e centinaia di interventi formativi, progettati e realizzati con insegnanti di scuole di ogni ordine in tutte le regioni italiane.
www.formath.it info@formath.it



L'evento è stato realizzato con la collaborazione di: ForMATH, Fisici Senza Frontiere, Dipartimento di Matematica e Informatica di Unife, Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra di Unife, La Terra dell'Orso, INFN.

Rientra nel cartellone di iniziative divulgative e scientifiche che anticipa Unifestival, la tre giorni che ha animato il centro storico di Ferrara dal 25 al 27 settembre, allo scopo di promuovere le diverse attività dell'Ateneo nel suo 625° anno di vita e a testimonianza del radicamento sempre più forte tra comunità universitaria e cittadina.

least, ad avvicinare la cittadinanza ferrarese alle bellezze e stravaganze delle scienze.

Tutto questo gran lavoro si è concluso (per ora!) proprio il 30 maggio con la città invasa da laboratori didattici con titoli strabilianti, uno più accattivante dell'altro: E luce fu; Maggior risultato con il minimo sforzo: il fascino delle bolle di sapone; Perché sentiamo caldo e freddo?; Alla ricerca della matematica nella vita che ci circonda; Scopri la magia della scienza attraverso i giochi.

Per costruire al meglio anche quelli più legati al mondo della fisica, gli Scienziati Irriducibili non si sono fidati solo di se stessi, ma hanno chiamato a soccorso i Fisici senza Frontiere, un'associazione che fa riferimento al Dipartimento di Fisica dell'Università di Ferrara. E i risultati di questa collaborazione si sono ben visti!

Il pubblico ha avuto la possibilità di partecipare (gratuitamente, va detto) a tutti i laboratori che ha voluto. E l'ha fatto con interesse e con la determinazione necessaria a capire anche ciò che non è immediato, ma – ci sembra di poter dire – senza dare segni di stanchezza o addirittura di sofferenza. In particolare, i più piccoli si sono divertiti scoprendo affascinanti giochi matematici – ad esempio quelli proposti in versione gigante come Hex o Nim o Oware – ma anche curiosando nella mostra “Il Gioco e la Scienza” allestita dal negozio Terra dell'Orso.

Per darvi un'idea più chiara vi diciamo che per i giochi “giganti” si trattava di 4 spazi di gioco: aree dedicate a giochi di strategia, per una vera e propria palestra per la mente. Ogni zona era composta da un campo da gioco “gigante” ove il pubblico si sfidava, e alcuni tavolini in cui chiunque voglia poteva fare una partita con un amico, con un animatore, o con qualcuno che magari aveva appena incontrato. Hex è un gioco abbastanza moderno, inventato indipendentemente dal premio Nobel John Nash che ci ha recentemente lasciato e dal matematico Piet Hein negli anni '40; Germogli è un gioco semplicissimo che si può fare con carta e matita ma che ha molte implicazioni matematiche inerenti alla topologia e al calcolo combinatorio e che è stato ideato da John Conway, un matematico inglese che si occupa non solo di ricerca, ma anche di comunicazione matematica; Nim è un antichissimo gioco cinese che a Ferrara è stato proposto in una versione con pali e salvagenti e infine Oware è un gioco africano della famiglia dei Mancala.

L'obiettivo dei giochi di strategia è stato quello di sviluppare nei bambini, attraverso l'approfondimento dell'a-

spetto matematico delle regole e delle strategie vincenti, la capacità di analizzare una situazione, rispettare le regole del gioco, elaborare tattiche efficaci, pianificare strategie, esaminare razionalmente il comportamento proprio e altrui.

I giochi di strategia così come quelli di logica stimolano inconsapevolmente grandi e piccoli a sviluppare quelle facoltà mentali che vengono utilizzate in matematica per intuire soluzioni a situazioni problematiche. I bambini e gli adulti traggono piacere dal gioco che permette loro di esercitare il loro repertorio di abilità e li gratifica con il senso di efficacia che nasce in loro facendo qualcosa che riesce bene.

Quanto alla mostra “Il Gioco e la Scienza”, i ragazzi vi hanno osservato per la prima volta dei veri e propri esperimenti scientifici e hanno interagito con gli animatori, cioè i laureandi e dottorandi di varie facoltà scientifiche che ne hanno approfittato (almeno alcuni di loro) per presentare i loro progetti di ricerca.

Un approccio di questo tipo, così come quello della matematica appresa attraverso lo studio delle bolle di sapone, permette di creare tra i partecipanti nuove interazioni interpersonali e allo stesso tempo consolidare ciò che si studia normalmente a scuola. Inoltre la modalità gioco e della didattica laboratoriale consente un apprendimento stimolante e sicuramente più duraturo rispetto a un approccio da lezione standard.



Il Gruppo Divulgazione Scientifica Dolomiti "E. Fermi": un'associazione per raccontare la scienza



© Università degli Studi di Milano - Centro "matematica"

di PAOLO ALESSANDRINI

“Siamo fatti di scienza”, recita il motto del Gruppo Divulgazione Scientifica Dolomiti “Enrico Fermi”, associazione che da dieci anni opera nel settore della comunicazione della scienza. E “fatti di scienza” lo siamo davvero, noi consiglieri, soci e simpatizzanti del GDS, perché sappiamo che la scienza è ovunque attorno a noi, perfino all’interno del nostro stesso corpo, ma anche perché le discipline scientifiche ci appassionano al punto da indurre in noi una specie di piacevole e sana “dipendenza”.

È proprio grazie a questa irriducibile passione, oltre al rapporto di amicizia che ci lega all’interno del Consiglio Direttivo, che fare divulgazione scientifica nel GDS è un’esperienza entusiasmante: con immutato slancio ci avviciniamo a grandi passi al decennale dell’associazione.

Nonostante il gruppo operi ormai in quasi tutto il Triveneto, la sede storica si trova a Belluno. Proprio in questa città passeggiavo una domenica di marzo del 2008, quando sul *liston* di piazza dei Martiri vidi una locandina che pubblicizzava la nuova edizione di “Dolomiti in Scienza”, la rassegna organizzata dal GDS che oggi è una delle più importanti manifestazioni di divulgazione scientifica nel nord Italia. Avvenne così il mio primo incontro con questa associazione, una delle poche del suo genere nel nostro Paese: pochi giorni dopo ne ero già socio, felice di poter contribuire anche attraverso questa realtà alla diffusione del sapere scientifico. Venni in questo modo a





L'ultimo numero della rivista online *Il gatto di Schrödinger*

Busolo, del geologo Maurizio Alfieri e del sottoscritto, ingegnere innamorato della matematica.



L'impegno del GDS nella comunicazione della scienza si esplica in molteplici direzioni. Da sempre proponiamo conferenze su argomenti di fisica, chimica, biologia, medicina, geologia, matematica, curate da relatori interni all'associazione o da ricercatori e divulgatori esterni. I nostri interventi, solitamente molto apprezzati, vengono spesso ospitati da importanti realtà, come il Museo di Scienze Naturali di Bolzano o il Museo di Storia Naturale e Archeologia di Montebelluna.



conoscenza di come il GDS era nato, un paio di anni prima, grazie all'intraprendenza di Fabiano Nart, laureato in Chimica e in Fisica, e di Manolo Piat, laureato in Geologia: il sodalizio aveva ben presto raccolto il prezioso sostegno di alcuni docenti universitari come Giuseppe Cruciani, Alfonso Bosellini, Carlo Barbante, Piero Gianolla e aveva visto l'ingresso nel Consiglio Direttivo del fisico Alex Casanova, del chimico Filippo



Pubblichiamo anche una rivista online, intitolata *Il gatto di Schrödinger*, che raccoglie contributi divulgativi, rubriche e curiosità scientifiche. Abbiamo realizzato numerose trasmissioni radiofoniche per parlare di scienza a un pubblico potenzialmente molto ampio: le puntate si sono poi trasformate in pubblicazioni cartacee disponibili per soci e appassionati. Proponiamo escursioni guidate di carattere scientifico e organizziamo frequenti "giornate della scienza": manifestazioni aperte alla cittadinanza, all'insegna di una scienza gioiosa, durante le quali offriamo laboratori interattivi ed attraenti esperienze scientifiche. Le nostre giornate della scienza sono la vetrina ideale dei laboratori scientifici che ogni anno portiamo nelle scuole, per mostrare ai ragazzi un nuovo modo di imparare le scienze.

Il GDS offre le sue attività gratuitamente, e si finanzia attraverso il tesseramento, gli sponsor e i patrocini. In tutte le attività del gruppo perseguiamo un obiettivo, tanto semplice da enunciare quanto difficile da conseguire: raccontare la scienza in modo rigoroso ma insieme alla portata di tutti, e mostrare quanta bellezza ed emozione si celano anche all'interno di un mondo che molti si ostinano a considerare arido, difficile e noioso.



Paolo Alessandrini

È ingegnere informatico, affascinato da sempre dall'esplorazione del lato divertente della matematica e dell'informatica. Da qualche anno cerca di condividere questo divertimento con gli altri, scrivendo sul suo blog [Mr. Palomar \(misterpalomar.blogspot.com\)](http://misterpalomar.blogspot.com) e su riviste divulgative, parlando alla radio e raccontando la matematica ai bambini. Sul sito di *XlaTangente* ha raccontato "[La matematica dei Pink Floyd](#)".
paoloaless@gmail.com



#laCartadiDresda

di ALESSANDRA RENIERI

L'alba del terzo millennio appare un condensato delle più tristi esperienze della storia passata: il Mediterraneo, *mare nostrum* dei popoli, ne è diventato il cimitero; orde di barbari in nome di un Dio che vieta la violenza nel proprio Testamento, distruggono siti archeologici Patrimonio dell'Umanità; cellule impazzite, ma ben organizzate, mettono a ferro e fuoco le nostre città e scompaiono nei fumi dei loro lacrimogeni lasciando tutta una nazione indignata; la natura ferita, ogni giorno, si ribella alle nefandezze dell'uomo.

A fronte di tanto orrore, senso di non appartenenza, vuoto di valori, mancanza di ideologie, si verificano dei fenomeni culturali a dir poco singolari. La gente comune, nonostante la fatica di vivere, vuole altro e cerca nuove vie contro la barbarie. La bellezza salverà il mondo!

Nessuno è estraneo alle manifestazioni culturali: la prima volta per caso, la seconda volta per curiosità e poi... non ne può fare a meno. Così la gente entra nei musei e senza timore visita mostre interamente dedicate alla "scienza" per eccellenza, la matematica.

È singolare che in questi tempi così cupi si verifichi questo fenomeno: perché chiedere risposte alla matematica o alla filosofia che non servono a nulla nell'immediato? Perché dedicare il proprio tempo libero a queste manifestazioni? Il pubblico, sempre più numeroso, partecipa invece a eventi culturali e frequenta musei. Ritrova se stesso, la propria dignità, acquista consapevolezza e rispetto per il sacrificio e la fatica che c'è dietro ogni ricerca. Si "nutre dei saperi" passati e presenti. Ogni evento museale e di comunicazione scientifica è una manifestazione dell'evento mediatico del momento: partecipa continuamente a un'EXPO! Per proporre con "semplicità" la matematica, è necessaria una passione speciale, la volontà di condividere un amore profondo, tanta generosità intellettuale e materiale. I tempi maturi, la nuova energia generazionale consapevole e rispettosa dei propri maestri hanno permesso di riflettere intorno alla questione della comunicazione matematica.

I rappresentanti del Museo della Matematica (MOMATH) di New York e dell'Erlebnisland Mathematik di Dresda, con la partecipazione di KoSMO (Comitato per la modellizzazione, simulazione e ottimizzazione della Matematica) e di Imaginary.org (<http://imaginary.org>) hanno organizzato un incontro, il primo in Europa, a Dresda nel mese di settembre 2014 dedicato alla comunicazione della matematica, in particolare nelle mostre e nei musei. Interessante e ben organizzata, la conferenza è stata un vero successo perché per la prima volta i comunicatori si sono "conosciuti" nel senso più ampio del termine. Hanno condiviso esperienze e progetti, hanno studiato strategie per poter coinvolgere più Istituzioni possibili, consapevoli che il lavoro di ciascuno è patrimonio di tutti per crescere liberamente.

Grandi erano le aspettative per questa conferenza. Nell'aria c'era la necessità di redigere un documento per gestire scientificamente il "campo operativo museale". Così, venerdì 19 settembre 2014,



Il logo M.A.T.R.I.X.

durante la M.A.T.R.I.X. Conference, è stata presentata LA CARTA DI DRESDA, reperibile sul sito:

<http://imaginary.org/sites/default/files/dresden-declaration-code-of-conduct-170914.pdf>

La Carta di Dresda è un progetto per un codice di principi dedicato ai musei scientifici e alle istituzioni legate alla matematica, ai comunicatori matematici con lo scopo dichiarato di creare un sistema per l'interazione, la collaborazione, la gestione dei progetti, mostre itineranti ed altri simili, e tutelare la proprietà intellettuale (licenze, diritti d'autore ed altro) di chi opera nel campo della comunicazione della

matematica. Il documento si fonda su alcuni principi fondamentali ed universali.

- La scienza matematica è patrimonio dell'umanità.
- Ogni risultato raggiunto nella ricerca matematica è patrimonio dell'umanità.
- L'integrazione globale è l'aspetto caratterizzante di ogni scoperta accademica della Matematica.

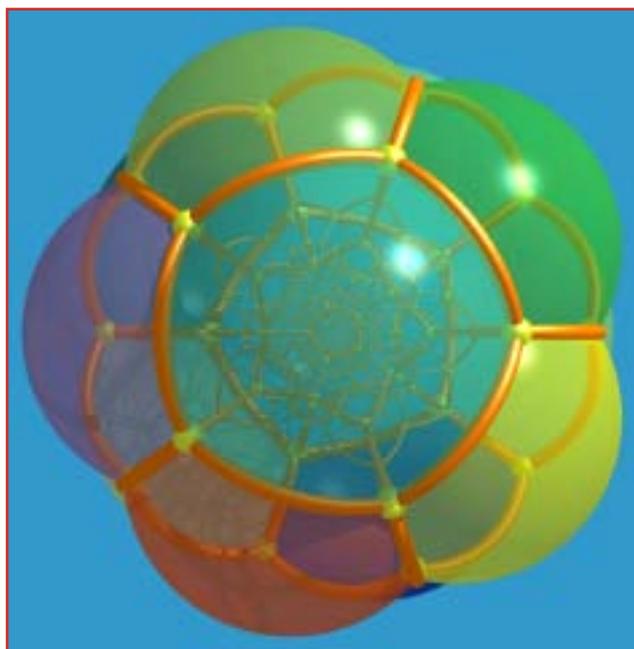
Secondo la Carta di Dresda, i musei del mondo, per una loro precipua caratteristica, possono far rete, attraverso lo scambio, perché gli "oggetti" per la realizzazione di una mostra sono facilmente riproducibili, condivisibili, e replicabili senza perdere il loro valore scientifico, anzi si arricchiscono di nuovi saperi. Un loro compito fondamentale è quello di *diffondere* i "saperi raggiunti" per "nutrire tutti".

I promotori della Carta hanno ritenuto importante mettere a fuoco alcune caratteristiche dei musei matematici, concentrandole in quattro Concetti:

- replicabilità: quasi tutti gli "oggetti" della mostra possono essere replicati dai collaboratori precedentemente istruiti dagli ideatori;
- astrazione vs. realizzazione: un concetto matematico da comunicare si realizza in un oggetto o elemento di grande valore per il concetto che rappresenta. L'involucro realizzato deve essere "attraente", sicuro, accessibile a tutti i fruitori. Perciò si richiede la collaborazione di esperti come architetti, designer...;
- sapere libero: principio noto fra i matematici per la divulgazione e l'organizzazione museale;
- comunità: sentimento etico cogente fra i professionisti della comunità scientifica e in particolare in quella dei comunicatori della matematica.

La Carta, inoltre, propone di dare un aspetto legale ai temi affrontati per agire secondo una linea comune in tutto il mondo rispettando le leggi di ogni Paese e un regolamento a tutti i comunicatori matematici secondo i seguenti punti.

- Ogni museo, ogni mostra deve raggiungere il maggior numero di fruitori per realizzare il suo scopo primario;
- rispetto e tutela per gli ideatori: qualora si voglia repli-



www.imaginary.org

Hecatonicosachoron. Immagine di Aurélien Alvarez, Étienne Ghys, Jos Leys

care un progetto e/o un oggetto, si deve tutelare l'ideatore del progetto nel campo professionale ed economico;

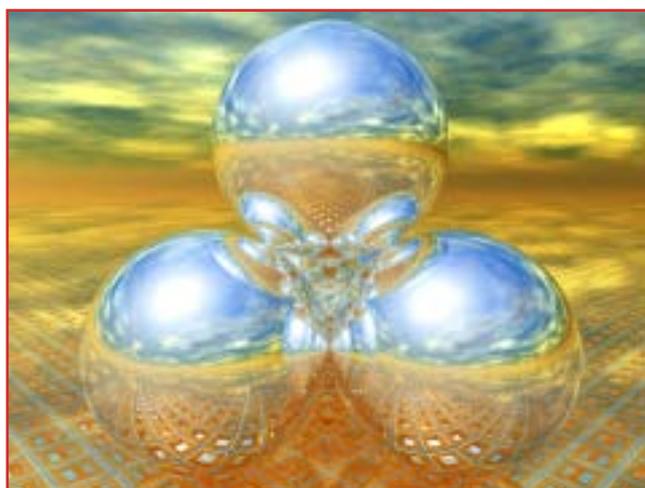
- collaborazione: l'equilibrio dei due punti sopra descritti si ottiene solo in un contesto di collaborazione reciproca tra i professionisti e le istituzioni;
- conoscenza condivisa: è il principio fondamentale, il *fil rouge* che lega tutti i matematici della comunicazione (ideatori, organizzatori, collaboratori) per la realizzazione di un progetto, di una manifestazione scientifica.

La Carta di Dresda, precisiamo ancora, è un documento *in nuce*, una prima proposta per un progetto ambizioso e globale. Richiede il contributo di tutti i matematici interessati alla comunicazione per dare visibilità e ordine a un campo non proprio inesplorato. Infatti, matematici di vario tipo, grazie al loro talento, in tempi non sospetti, solo per amore e passione "della Serva Padrona" hanno dedicato energie, competenze, entusiasmo, denari e hanno individuato e sperimentato percorsi non tradizionali di conoscenza e diffusione della matematica. Siamo grati a questi pionieri che ci permettono di scoprire nuove frontiere!

In conclusione, possiamo dire che la Carta di Dresda e i nuovi canali di diffusione dei principi matematici sono un modesto contributo alla libertà e alla dignità dell'uomo contro l'ignoranza e l'integralismo.

Alessandra Renieri

Laureata nel 2012 in Matematica e Applicazioni presso l'Università di Camerino, ora dottoranda in Matematica presso la stessa Università, si occupa di fluidodinamica computazionale e biomimetica. Tra i suoi progetti a breve termine, c'è la collaborazione con alcuni professori, ricercatori, dottorandi e studenti della sua Università per creare un gruppo di ricerca in comunicazione scientifica. alessandra.renieri@unicam.it



Lago di Wada. Immagine di Luc Benard

Caos sul tavolo da biliardo



© Università degli Studi di Milano - Centro "matematica"

di MARIANNE FREIBERGER

In queste pagine vi proponiamo l'articolo di Marianne Freiberger pubblicato sul sito *+plus magazine* [<https://plus.maths.org/content/chaos-billiard-table>] e tradotto da Anna Betti nell'ambito del "Translation Project" sul sito www.mathematics-in-europe.eu, il sito realizzato dalla Commissione della Società Matematica Europea che si occupa di divulgazione

Anche processi semplici possono portare al caos. Questo è il motivo per cui è difficile prevedere che tempo farà, l'andamento delle borse e tutta una serie di altri fenomeni che incontriamo nella vita quotidiana. I matematici tentano di venire a capo del caos osservando i sistemi più semplici in cui si crea. Un bell'esempio è il gioco del biliardo. "Un biliardo matematico è un'idealizzazione di quello reale: ci sono anche qui un tavolo e una palla, ma questa volta la palla non ha massa e quindi non c'è attrito" spiega [Corinna Ulcigrai](#), matematica dell'Università di Bristol che ha studiato vari biliardi matematici. E continua: "La palla rimbalza ai bordi del tavolo secondo le stesse regole seguite da una palla reale". Ovvero si muove in linea retta fino a quando non colpisce un lato del tavolo e rimbalza seguendo la legge di riflessione (Fig. 1). Ma, a diffe-

renza che nel biliardo vero, non ci sono buche in cui la palla può cadere e poiché non c'è nemmeno alcun attrito, essa continuerà a muoversi senza mai fermarsi.

Che tipo di traiettoria seguirà la palla reale? "Se si lancia la palla in modo che colpisca uno dei lati del tavolo frontalmente (in modo, cioè, che la sua traiettoria formi un angolo retto con la parte colpita), essa tornerà indietro lungo la

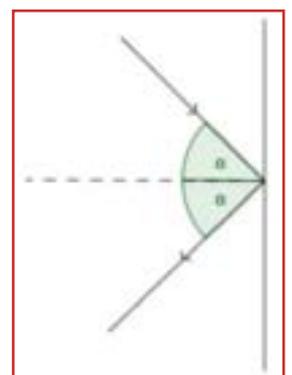


Figura 1. La legge di riflessione: l'angolo di incidenza è uguale all'angolo di riflessione

stessa traiettoria con cui è arrivata, andando nella direzione opposta. Arriverà fino al lato opposto, colpendolo esattamente nel punto opposto a quello colpito inizialmente, e poi riprenderà nuovamente il suo percorso, continuando a rimbalzare tra i due punti opposti sempre lungo la

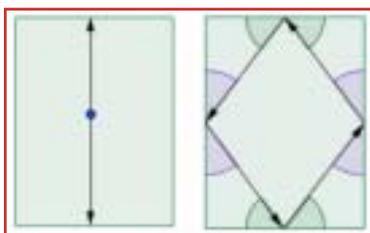


Figura 2. A sinistra: se si lancia una palla in modo che incontri il bordo ad angolo retto, continuerà a rimbalzare fra i due punti opposti del tavolo. A destra: si può fare in modo che la palla viaggi sempre lungo gli stessi quattro segmenti. Questi sono esempi di traiettorie periodiche

stessa linea retta. In modo analogo, se si imprime una particolare direzione iniziale, si può essere sicuri che la palla continuerà a rimbalzare, a turno, esattamente nel punto centrale di tutti e quattro i lati del tavolo, e che ritornerà sempre nel punto da cui è partita, muovendosi sempre lungo gli stessi quattro segmenti (Fig. 2).

In realtà si è scoperto che questo comportamento regolare è molto raro. Negli anni Ottanta del secolo scorso, alcuni matematici dimostrarono che per la “stragrande maggioranza” delle direzioni iniziali, la traiettoria è molto più disordinata: la palla non solo non torna sui propri passi, ma finisce con l’esplorare l’intero tavolo da biliardo, avvicinandosi arbitrariamente a ciascun punto della sua superficie. Inoltre, per lo più visita ogni parte del tavolo in ugual misura: se si prendono due regioni del tavolo con area uguale, la traiettoria seguita è tale che la palla passa nelle due regioni la stessa quantità di tempo. Con “stragrande maggioranza” i matematici intendono dire che, dando alla palla una direzione a caso, quasi certamente essa si comporterà in modo ergodico. Questo comportamento è descritto dicendo che il biliardo è *ergodico*.

Ergodicità del biliardo significa che è veramente difficile predire dove si troverà la palla dopo una certa quantità di tempo. Per scoprirlo, bisognerebbe letteralmente tracciare su un foglio di carta il suo percorso, misurando meticolosamente angolo dopo angolo, perché non si può contare su alcuno schema regolare. Ciò potrebbe sembrare non così terribile: dopotutto si potrebbe programmare un computer che svolgesse velocemente il lavoro al posto nostro... Ma c’è un’altra, indipendente caratteristica che rende le cose più difficili. Se si misurano le condizioni iniziali della palla – il punto di partenza e la direzione del lancio iniziale – con un errore anche minimo, questo piccolo errore si propagherà a valanga, rendendo la previsione totalmente inaccurata. La *dipendenza sensibile dalle condizioni iniziali* è comunemente nota come “effetto farfalla” ed è uno dei tratti distintivi del caos.

NON SOLO GIOCO E DIVERTIMENTO

Per quanto riguarda il biliardo reale, il caos è ciò che probabilmente lo rende divertente. Chi avrebbe voglia di giocare a un gioco prevedibile? Tuttavia i matematici non studiano il biliardo per giocarci, ma perché varianti di questo gioco forniscono modelli di sistemi dinamici che si trovano in natura.

La nozione di ergodicità fu sviluppata nell’ambito dello studio delle particelle, per esempio delle molecole che

Chi è Corinna Ulcigrai

Nata a Trieste nel 1980, si è laureata in Matematica alla Scuola Normale Superiore di Pisa nel 2002 e ha svolto un dottorato in Matematica all’Università di Princeton (USA), sotto la supervisione di Y. Sinai (vincitore del Premio Abel 2014), discutendo la sua tesi conclusiva nel 2007. Oggi è professore associato (*Reader*) in Matematica Pura presso l’Università di Bristol. La sua ricerca si svolge nell’ambito dei sistemi dinamici e della teoria ergodica. È una dei pochi esperti internazionali di dinamica di *Teichmüller* in Gran Bretagna e ha studiato le proprietà dinamiche e caotiche di biliardi poligonali e di flussi su superfici. Ha ricevuto, all’*European Congress of Mathematics* del 2012, il premio per giovani matematici della *European Mathematical Society*, e il *Whitehead Prize* 2013 della *London Mathematical Society*. È sposata con un matematico e ha un bimbo piccolo, come ha raccontato nel n. 2 di *XlaTangente* online.



Corinna Ulcigrai

compongono un gas, che muovendosi si urtano l’una contro l’altra. “L’ergodicità è una proprietà molto importante dei sistemi caotici”, spiega Ulcigrai. “L’idea che molti sistemi dinamici siano ergodici risale al 19° secolo e fu espressa dal fisico [Ludwig Boltzmann](#): tali sistemi sono talmente caotici che se si osserva la traiettoria di un punto, si vedrà che in qualche modo questo esplorerà tutto lo spazio disponibile (tutti i luoghi di quello spazio teoricamente possibili)”.

Eppure, sorprendentemente, l’ergodicità può rendere il sistema più facile da predire. Esiste un risultato matematico, chiamato *Teorema ergodico di Birkhoff*, che dice che se un sistema è ergodico, allora, anche se non si può prevedere esattamente come si comporterà in futuro, è possibile prevedere con una certa accuratezza alcuni dati medi relativi a traiettorie tipiche. Per esempio, nel caso del biliardo, non si può prevedere esattamente dove si troverà una palla dopo un certo tempo, ma si può prevedere con accuratezza quanto di questo tempo essa passerà in una certa area del tavolo. Se invece si sta studiando un gas, anche se non è possibile dire esattamente dove saranno le sue diverse molecole in un dato momento, si può prevedere come varieranno grandezze quali la temperatura o la

pressione. Quindi, grazie a quello che sappiamo sui sistemi caotici, l'ergodicità è in realtà una buona cosa.

CAMBIARE FORMA

Un fenomeno naturale che, semplificato, si può facilmente modellizzare con un biliardo matematico è la conducibilità elettrica dei metalli. La corrente elettrica è un flusso di particelle chiamate elettroni. Per rendere l'idea più semplice, supponiamo che ci sia un unico elettrone che passa attraverso il metallo e immaginiamo il metallo come un reticolo di molecole uniformemente disposte nel piano a due dimensioni. Pensando all'elettrone come a una piccola palla, si potrebbe notare che esso si comporta proprio come una palla da biliardo che rimbalza su un tavolo contenente un reticolo di ostacoli.

Immagine di Filippo Favale

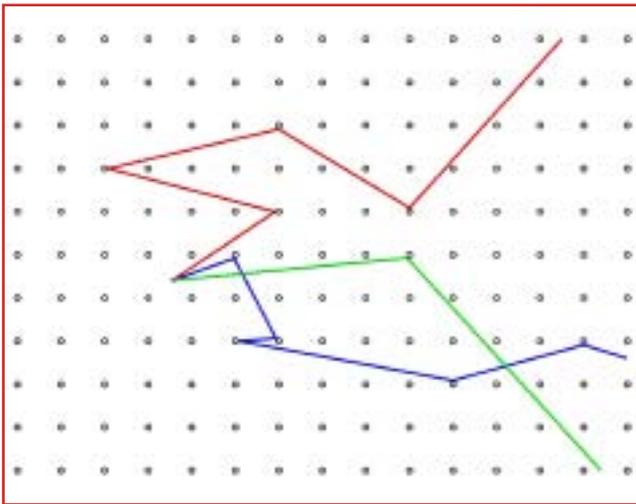


Figura 3. Tre possibili traiettorie di una palla su un tavolo con ostacoli rotondi

Per studiare sistemi come questo, è necessario fare a meno di un'altra caratteristica tradizionale del gioco del biliardo che peraltro tutti abbiamo in mente: la forma rettangolare del tavolo. Un buon punto di partenza è quello di chiedersi che cosa succederebbe se il tavolo fosse di forma triangolare, esagonale oppure a L (Fig. 4).

Più in generale, che cosa accadrebbe se il tavolo fosse un poligono, una forma i cui bordi fossero delle linee diritte e che contenesse al suo interno dei buchi (corrispondenti agli ostacoli)?

Il risultato di prima – traiettorie tipiche ergodiche ed uniformemente distribuite su tutto il tavolo – sarebbe ancora valido?

La risposta è sì, purché gli angoli fra i lati del poligono abbiano ampiezze di un certo tipo: devono essere uguali a $p/q \times \pi$, dove p e q sono numeri interi (e quindi p/q è un numero razionale). Rettangoli e quadrati ricadono in questa classe (i loro angoli misurano $1/2 \times \pi$), e anche i triangoli equilateri (i loro angoli sono $1/3 \times \pi$), i pentagoni regolari (con angoli di $3/5 \times \pi$), gli esagoni regolari ($2/3 \times \pi$), così come tutti i poligoni regolari.

Il risultato resta valido pure se il tavolo contiene degli ostacoli, purché anche questi ostacoli siano limitati da linee dritte (cioè siano poligonali) e gli angoli dei poligoni così risultanti abbiano le caratteristiche descritte sopra. Un biliardo il cui tavolo soddisfa queste proprietà, viene detto *biliardo razionale poligonale*.

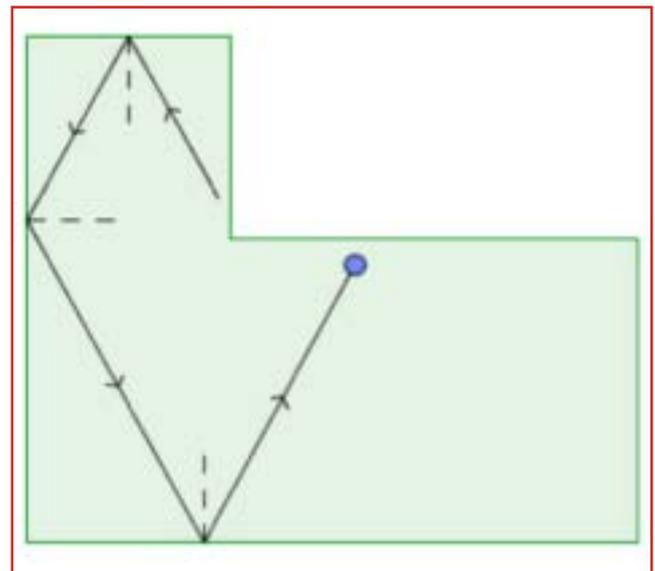


Figura 4. La traiettoria iniziale su un tavolo a forma di L. Gli angoli della L sono tutti multipli razionali di π , ossia $\pi/2$ (cinque di essi) e $3\pi/2$ (il rimanente)

Se invece si ammette la possibilità che i bordi del tavolo siano linee curve, il sistema cambia radicalmente. Si scopre che il gioco diventa molto meno caotico se si gonfiano tutti i bordi del tavolo verso l'esterno (cioè se esso è convesso). Esempi ne sono il cerchio e l'ellisse. In questi casi, ci sono molte più traiettorie periodiche (quelle che tornano sui loro passi), e non ci sono traiettorie che esplorano tutto il tavolo (Fig. 5).

Se, invece, la forma ha delle parti del bordo sgonfiate verso l'interno, il gioco diventa molto più caotico. Se si considera una piccola gamma di posizioni iniziali e di direzioni della palla, le traiettorie risultanti non solo divergono, ma lo fanno a tal punto che alla fine si distribuiscono uniformemente su tutto il tavolo. Quindi una piccola

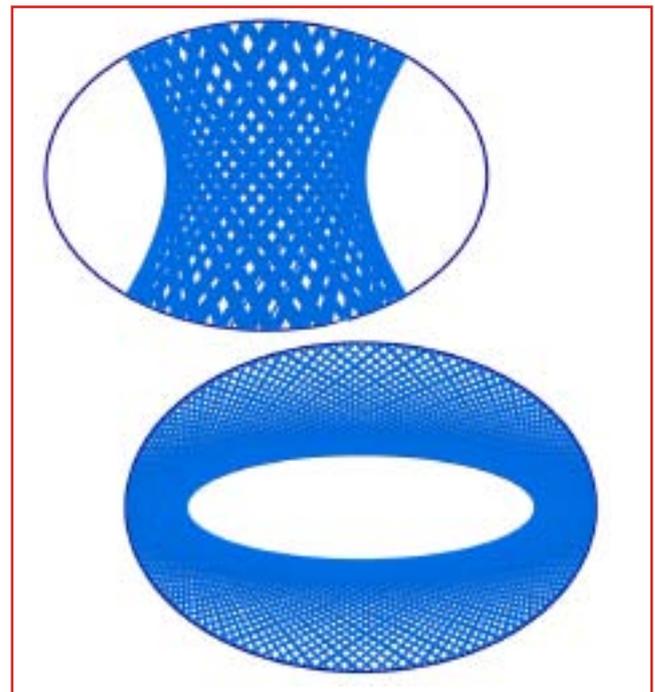


Figura 5. Esempi di traiettorie su una superficie convessa. Esse non coprono tutto il tavolo

imprecisione nella misura delle condizioni iniziali significa davvero non avere idea di dove sarà la palla dopo un po' di tempo – questo è un esempio di una proprietà dei sistemi dinamici chiamata *mixing*.

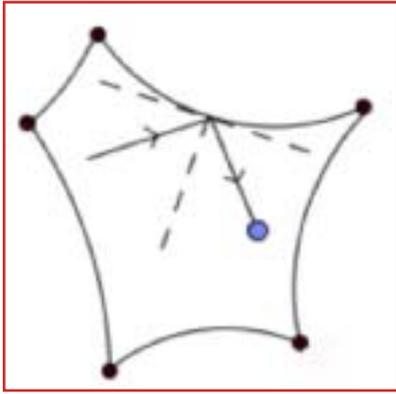


Figura 6. L'inizio di una traiettoria su un tavolo concavo

Pertanto i biliardi razionali poligonali rappresentano uno spartiacque tra differenti livelli di prevedibilità. “I biliardi poligonali sono interessanti da un punto di vista dinamico perché mostrano un tipo di caos piuttosto contenuto”, spiega la Ulcigrai. “Sono caotici, ma meno di altri” (Fig. 6).

INFINITE SORPRESE

Può sembrare un fatto curioso, ma i matematici hanno impiegato più tempo a trovare risultati per i biliardi poligonali piuttosto che per quelli con bordi curvilinei. Risultati sull'ergodicità di certi biliardi curvi sono stati dimostrati negli anni Sessanta del secolo scorso, in particolare nei fondamentali lavori del relatore di dottorato della Ulcigrai, Yakov Sinai, che ha ricevuto quest'anno proprio il Premio Abel, uno dei riconoscimenti più prestigiosi in matematica, per i suoi contributi alla teoria dei sistemi dinamici. Ma solo negli anni Ottanta i matematici hanno iniziato a comprendere i biliardi poligonali, che solo all'apparenza sono semplici. Il loro successo è stato il risultato di un ingegnoso trucco matematico, che ha trasformato quelle traiettorie frastagliate e disordinate su tavoli piani in curve lisce su belle superfici ben comprese dai matematici. Si tratta di una bella tecnica che vale la pena di guardare e che si può trovare illustrata nell'articolo “Playing billiards on doughnuts” apparso su Plus.

Nel 2013, questa tecnica ha contribuito a fare dimostrare alla Ulcigrai un risultato sorprendente. Insieme al matematico polacco Krzysztof Fraczek, ha considerato un tavolo da biliardo infinito contenente un reticolo di ostacoli rettangolari, conosciuto come *Modello di Ehrenfest*, dal

nome della matematica russa Tatyana Ehrenfest e di suo marito Paul, che lo studiarono per spiegare il comportamento delle molecole nei gas (Fig. 7).

Lasciare entrare l'infinito nell'analisi potrebbe spaventare, ma è una cosa che i matematici fanno regolarmente. E poiché il biliardo infinito è una generalizzazione diretta di un biliardo poligonale razionale – in cui gli ostacoli sono tutti limitati da segmenti che si incontrano ad angoli retti – Ulcigrai e Fraczek si aspettavano che anche qui la maggior parte delle traiettorie fosse ergodica. Invece ciò che alla fine hanno dimostrato è l'esatto opposto: la grande maggioranza delle traiettorie non è ergodica. Il perché è un mistero. “Esistono altri sistemi nei quali c'è una chiara ragione geometrica che spiega la loro non ergodicità”, dice Ulcigrai. “Se si tracciano le traiettorie tipiche, si può vedere che esse restano tutte all'interno di una fascia limitata, per esempio. Ma nel nostro modello, se si traccia una traiettoria, non si vede un fenomeno del genere. La traiettoria sembra esplorare l'intero tavolo. Ma abbiamo dimostrato che non lo fa. È ingannevole!”.

Sarà necessario continuare la ricerca, per svelare i misteri dei tavoli infiniti. Ma anche i biliardi finiti pongono ancora delle questioni: che cosa succede se il tavolo è un poligono i cui angoli sono multipli irrazionali di π , come $2/1 \times \pi$? Il fatto è che davvero nessuno lo sa. La questione è ancora completamente aperta.



Mathematics in Europe, il sito realizzato dalla Commissione RPA (*Raising Public Awareness*) della European Mathematical Society, nel 2013 ha iniziato un progetto di traduzioni, il “Translation Project”, che coinvolge alcuni siti e alcune riviste di comunicazione della matematica, tra cui *IMAGINARY* (recensito anche sul sito di *XlaTangente*), la spagnola *Divulgamat* (vedi *XlaTangente* n. 32), la francese *images des Maths* (vedi *XlaTangente* n. 41), l'inglese *Plus Magazine* e... last, but not least, *XlaTangente*. Il progetto ha tre obiettivi principali: creare un *network* di operatori nel settore della comunicazione della matematica, tradurre articoli selezionati pubblicati dalle riviste coinvolte e mettere queste traduzioni a disposizione dei lettori in vari Paesi.

Immagine di Filippo Favale

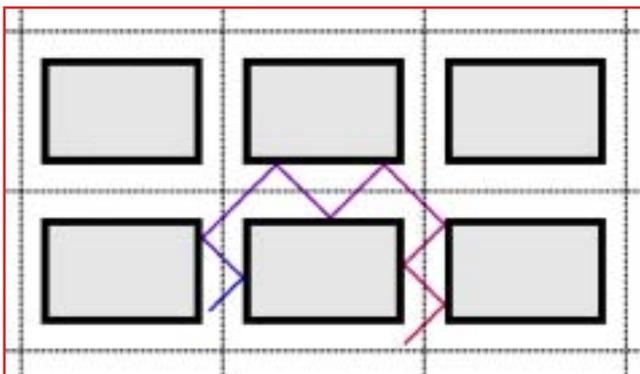


Figura 7. Il modello di Ehrenfest consiste in un tavolo infinito con un'infinita schiera di ostacoli rettangolari



mateinitaly

associazione per la
comunicazione scientifica



Io *MathUp*... e tu?

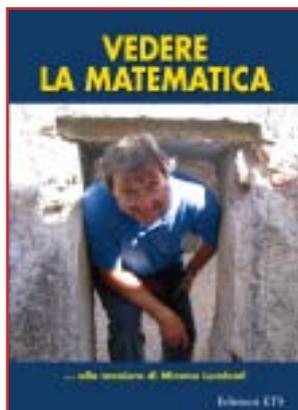
a cura della REDAZIONE

Dopo il successo del primo allestimento della mostra *MaTeInItaly. Matematici alla ricerca del futuro* presso la Triennale di Milano nell'autunno 2014, l'associazione *mateinitaly* sta per realizzare un altro grande progetto, *MathUp*, che vedrà coinvolti docenti universitari e insegnanti della scuola pre-universitaria, nonché studenti del primo e del secondo ciclo di istruzione.



Il logo del progetto *MathUp*

Partendo dalla consapevolezza delle difficoltà che si manifestano nell'insegnamento/apprendimento della matematica a diversi livelli di scolarità, con questo progetto l'associazione si pone alcuni obiettivi precisi.

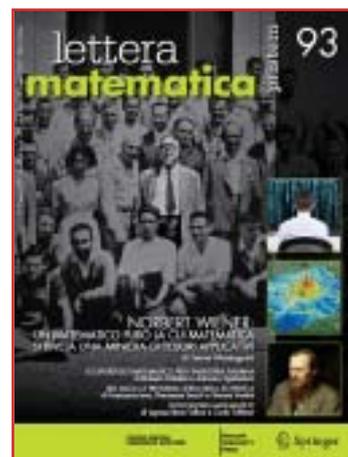


Il primo mira a creare un contesto didattico in cui la matematica non sia più vista come materia estranea e difficile, una medicina inutile che bisogna prendere senza sapere bene i vantaggi che procura, ma in cui – se così si può dire – sia possibile per gli studenti *fare pace con la matematica*.

Il secondo obiettivo parte dalla valutazione dell'importanza che un migliore insegnamento/apprendimento della matematica avrà nelle future carriere scolastiche e lavorative dei ragazzi, *studenti oggi, professionisti domani*, e riguarda la percezione che insegnanti e

studenti devono ricavare – possibilmente in tempi brevi, anche attraverso alcuni indici numerici – dei miglioramenti indotti da *MathUp* nell'acquisizione di competenze utili alla costruzione di adulti autonomi nei giudizi e consapevoli nelle scelte.

Da un punto di vista metodologico, il progetto insiste sulla pratica laboratoriale. Molte delle difficoltà sopra riportate dipendono anche dal prevalere di un modello di insegnamento che possiamo chiamare trasmissivo, in cui non è lasciato spazio alla partecipazione attiva degli studenti e alla elaborazione di un apprendimento personale e consapevole. Tuttavia, una buona pratica didattica non può prescindere da una analoga sicurezza nella gestione dei contenuti disciplinari. È per questa ragione che, sulla base delle Indicazioni Nazionali, il progetto "MathUp" presta un'uguale attenzione ai contenuti dell'insegnamento e alla loro distribuzione lungo tutto il percorso scolastico per costruire un curriculum verticale ed essenziale di matematica che non costringa ogni volta a ripartire da capo. La propensione a "fare matematica" da parte degli studenti sarà sollecitata pure da questioni legate alla vita di tutti i giorni. Nei documenti internazionali, quando si parla di competenza matematica, si scrive anche: "una persona dovrebbe disporre delle abilità per applicare i principi e i processi matematici di base nel contesto quotidiano nella sfera domestica e sul lavoro, nonché per seguire e vagliare concatenazioni di argomenti. Una persona dovrebbe essere in grado di svolgere un ragionamento matematico, di cogliere le prove matematiche e di comunicare in linguaggio matematico oltre a saper usare i sussidi appropriati".

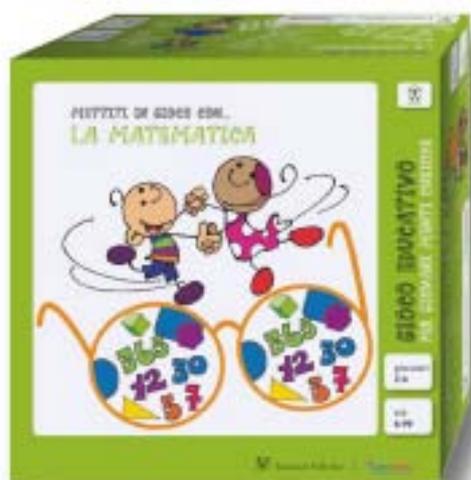


Siete pronti a contattare la segreteria di *MathUp* per partecipare al progetto? Sembra proprio un'occasione da non perdere...



Siete pronti a contattare la segreteria di *MathUp* per partecipare al progetto? Sembra proprio un'occasione da non perdere...

Per ulteriori informazioni rivolgersi a:
mateinitaly@gmail.com
www.mateinitaly.it/mathup/



L come Laboratorio... di matematica

di GILBERTO BINI

“ La società in cui gli studenti si troveranno ad operare usciti da scuola sarà innegabilmente una società complessa con una grande varietà di processi che si susseguiranno in maniera estremamente rapida e quindi, per non essere solo vittime passive e indifese del cambiamento, i ragazzi a scuola hanno bisogno di acquisire strumenti di comprensione, di interpretazione della realtà e di conseguente intervento nella vita quotidiana [...] La modalità laboratoriale prevede che i ragazzi facciano esperienze di soluzioni e problemi – nati dalla vita quotidiana o dall’interno della matematica stessa – utilizzando le conoscenze, matematiche ma non solo, trasmesse dalla scuola, collegando conoscenze acquisite in ambiti diversi e mostrando quindi quali fra di esse siano diventate davvero loro patrimonio personale [...] Allo stesso tempo, i laboratori possono costituire per gli insegnanti una palestra di formazione e autoaggiornamento continuo.

M. Dedò, S. Di Sieno, *Laboratorio di matematica: una sintesi di contenuti e metodologie* ”

Uhm... vediamo che cosa pensano alcuni dei nostri lettori a riguardo dei laboratori...



Giulia Bernardi

Studentessa di dottorato presso il Politecnico di Milano

Tre, due, uno... Si inizia: “Ciao sono Giulia, ho studiato matematica e oggi lavoreremo insieme”. È sempre emozionante l’incontro con un nuovo gruppo di studenti, anzi di ragazzi. Visto che non voglio che mi chia-

mino “prof”, io non devo chiamarli studenti. Mi capita spesso di fare attività di divulgazione con i ragazzi delle scuole per insegnare loro nuovi argomenti, cercare di cambiare il loro punto di vista sulla matematica, far loro assaporare qualcosa di nuovo. Il mio obiettivo è sempre quello di coinvolgere tutti, dando loro l’occasione di esprimersi, di ascoltare, di imparare, insegnando che si può anche sbagliare. Sono sempre all’erta per capire se mi stanno seguendo, se devo approfondire o è il momento di cambiare argomento o se sarebbe meglio introdurre un nuovo approccio. Per questo motivo gli incontri sono sempre così diversi! Preparo sempre più materiale del necessario (voglio essere pronta ad ogni variazione!) e dopo ogni incontro mi sento completamente svuotata e priva di energie, ma... non vedo l’ora di ricominciare! “Grazie ragazzi, alla prossima!”.



Ester Dalvit

Assegnista di ricerca INdAM-Marie Curie presso l'Università di Toronto

Non ho mai sperimentato il laboratorio di matematica da studente, ma quando l'ho incontrato per la prima volta da osservatrice esterna, come laureanda, ne sono rimasta entusiasta. Perché? Ho visto gli studenti lavorare in autonomia a piccoli gruppi, porsi domande e aiutarsi a vicenda, esigere spiegazioni dall'insegnante, trovare soluzioni e porre domande correlate e profonde, dimostrando non solo di aver appreso i concetti fondamentali ma anche di avere un quadro generale di quello che stavano imparando. Un paradiso per gli insegnanti! Ma come si fa ad arrivare a questi risultati? Negli anni seguenti ho avuto modo di sperimentare i laboratori di matematica in diversi contesti: mostre di matematica, scuole elementari, medie e superiori (come attività curricolare ed extra), corsi universitari. Mi sono resa conto che per arrivare ad avere risultati come quello della mia prima esperienza serve molto lavoro da parte degli insegnanti e che sulla strada del paradiso le tentazioni sono molteplici e si presentano spesso come false scorciatoie.

Il laboratorio non è un'attività leggera, magari slegata dal percorso didattico e per la quale non serve prepararsi ma basta prendere un laboratorio già pronto (materiali, schede didattiche, spiegazioni) e applicarlo. La peggior esperienza mi è capitata quando un insegnante di liceo ha partecipato a un progetto finanziato da una grande azienda che gli permetteva di accogliere in classe due laureati in matematica per proporre un laboratorio per gli studenti. Il docente insegnava materie umanistiche e non si era accordato con l'insegnante di matematica. In seguito non avrà avuto assolutamente occasione di riprendere i concetti del laboratorio con i ragazzi, perché durante il laboratorio stava in fondo alla classe e leggeva il giornale...

A volte, con il laboratorio ci si aspetta che i ragazzi possano formalizzare le loro idee in modo autonomo, senza un aiuto o un allenamento. Ho fatto da guida per una mostra su Goedel e per un laboratorio attinente. Guidando una classe di un istituto tecnico ho notato che i ragazzi erano abituati ad affrontare problemi e avevano delle buone intuizioni, anche se non riuscivano ad esprimerle in modo corretto. Il tempo a disposizione stava per finire, così ho chiesto all'insegnante se preferiva che affrontassimo la formalizzazione del problema e della soluzione insieme ai ragazzi o se se ne sarebbe occupato in classe. Lui ha deciso di assegnarla come compito a casa, senza dare nemmeno un'idea da cosa partire. Spero che ne abbiano parlato in seguito e che il compito assegnato sia stato precisato meglio.

Molto spesso mi sono sentita ripetere che il laboratorio di matematica è troppo difficile per gli studenti, e che gli insegnanti non hanno tempo perché sono in ritardo con il programma. Mi è capitato che qualche insegnante, alla fine di un percorso, mi dicesse di aver pensato all'inizio che i suoi studenti non sarebbero mai arrivati a certi risultati. Addirittura di essersi commosso quando un gruppo di studenti ha usato strumenti imparati l'anno prima, che lui stesso riteneva dimenticati. Certo bisogna lasciare del tempo agli studenti per pensare e sperimentare. Ma in questo modo si costruisce la conoscenza e non la si dimentica.

Probabilmente ci sono molti accorgimenti che preparano la buona riuscita di un laboratorio. Sebbene me ne sfuggano ancora vari, alcuni mi sembrano chiari. Un'esperienza di laboratorio ha successo quando chi la conduce conosce bene la materia ed è flessibile nel cambiare percorso, rallentare, accelerare a seconda della risposta degli studenti. Da subito deve instaurare un'atmosfera collaborativa con regole chiare: se necessario, assegna ruoli (chi prende appunti, chi presenterà ecc); sappia ascoltare le domande di tutti, usi i suggerimenti dei ragazzi al momento giusto, non penalizzi gli errori ma se ne serva come occasione per ragionare; responsabilizzi gli studenti che devono lavorare con un buon grado di autonomia, faccia in modo che il tempo a disposizione sia adeguato, in particolare per la rilettura, la formalizzazione e la discussione finale. In sostanza, l'insegnante dovrebbe fare in modo che il laboratorio sia un'esperienza integrata nel percorso di apprendimento e metta al centro lo studente. Come ogni buona esperienza didattica.



Ombretta Locatelli

Docente di Matematica e Fisica
 nella scuola secondaria
 di secondo grado

In questi anni di insegnamento al liceo classico e scientifico ho proposto alle mie classi svariate attività laboratoriali, alternandole a lezioni di stampo più “tradizionale”. Gli argomenti andavano dalla geometria sferica alla probabilità, dalla geometria solida alla quarta dimensione, dall’infinito alle trasformazioni geometriche. Spesso, nell’ambito scolastico si sente parlare di “modalità laboratoriale”, ma il significato attribuito a queste espressioni è molto diverso. Ritengo che un laboratorio matematico debba avere lo scopo di far acquisire agli studenti abilità e conoscenze mediante il coinvolgimento diretto, la partecipazione attiva e un lavoro di ricerca delle strategie risolutive che sia il più possibile autonomo, anche se con la supervisione dell’insegnante. Si potrebbe paragonare il ruolo attivo dello studente a quello di un apprendista in una bottega artigiana, chiamato a raggiungere un certo obiettivo di apprendimento e affiancato da un maestro esperto.

Per chiarire ulteriormente che cosa intendo per laboratorio, ecco i passaggi che compio per strutturare uno: scelgo e propongo agli studenti un problema più o meno articolato, lascio loro il tempo per risolverlo divisi in piccoli gruppi, poi discuto con loro le strategie risolutive che hanno individuato.

La scelta del problema e la preparazione di schede di lavoro che guidino l’attività degli studenti sono le parti progettuali più delicate: il problema deve essere motivante e ben calibrato rispetto alla classe in cui lo si propone, perché se fosse troppo semplice o troppo difficile risulterebbe poco sensato e demoralizzante. La scheda funge da traccia dell’attività e quindi meglio è scritta, più rende gli studenti autonomi. In genere, vi inserisco una serie di domande o richieste intermedie che possano guidare meglio i ragazzi nel formulare le loro congetture. Se una scheda è ben pensata, il docente può

dunque “scompare”. Ritengo che questo sia ciò che debba succedere durante un laboratorio: i partecipanti devono avere la sensazione di essere giunti in totale autonomia a una strategia risolutiva corretta. Il ruolo del docente nella fase di svolgimento del laboratorio è quello di aiutare gli studenti a superare eventuali fasi di stallo, ma di fatto deve rimanere il più possibile dietro le quinte.

Anche la predisposizione di materiale *ad hoc* è importante. Non è pensabile proporre un laboratorio di geometria solida, ad esempio, senza far manipolare ai ragazzi le figure tridimensionali o proporre uno sulle isometrie senza l’ausilio di specchi o rosoni. Per mia esperienza, l’utilizzo di materiale manipolabile consente ai ragazzi di affrontare con maggiore tranquillità varie tematiche affrontate. Il lavoro in piccoli gruppi favorisce l’innescarsi dei meccanismi di ragionamento nei ragazzi. Il confronto tra pari è molto stimolante e coinvolgente. È ormai esperienza comune, ma pur sempre significativa, notare come durante i laboratori siano spesso gli studenti meno interessati alle lezioni “tradizionali” a mettersi in gioco per primi e a fare da elementi trainanti per il gruppo.

Ritengo infine che i laboratori abbiano una buona efficacia sull’apprendimento a lungo termine: le questioni affrontate in tale ambito vengono ricordate più a lungo e con maggior facilità dai ragazzi. Tuttavia, il laboratorio ha anche un’importante ricaduta nell’immediato: alimenta l’interesse degli studenti, fatto che ha inevitabili conseguenze positive anche sul resto della didattica.





Elena Panzeri

Guida e animatrice di laboratori e aspirante insegnante

Per chi “fa matematica” per studio o per professione può risultare difficile tornare ai concetti più semplici e basilari di questa disciplina, concetti che invece hanno l’aspetto di osta-

coli invalicabili o di aride creature inutili per molti studenti che li affrontano per la prima volta. Un laboratorio di Matematica è in primo luogo un “ritorno alle origini”, l’occasione per sistemare o risistemare - a seconda che si tratti di studenti, guide o insegnanti - una per una le fondamenta che permettono di costruire l’edificio matematico. Si riesce così a scorgere più facilmente la bellezza e la genialità di certe soluzioni che in generale, una volta assimilate, appaiono invece semplici e scontate. È come ripercorrere le tappe, i motivi e le fatiche che dai problemi concreti hanno portato alla scoperta di metodi e concetti generali. E come ogni piccolo o grande viaggio, fare qualche passo insieme ad altri crea nuovi stimoli, rende il tragitto più piacevole e aiuta a cogliere aspetti di cui da soli non ci accorgeremmo: ecco il senso del lavoro a gruppi. Riscoprire e condividere: questo è stato per me il laboratorio di Matematica, vissuto da guida e animatrice.



Giuseppe Berrino

Docente di Matematica presso il Liceo Scientifico-Linguistico “Giordano Bruno”, Cassano D’Adda (MI)

Nel mio lavoro ho notato che i ragazzi incontrano molte difficoltà in geometria, molto probabilmente perché non tutti hanno sufficiente immaginazione e fanno fatica ad assimilare i concetti tramite il ragionamento. Sono corso allora ai ripari portandoli in laboratorio e facendoli lavorare con il software GeoGebra. Questo approccio ha prodotto numerosi benefici perché, partendo dall’esperienza, gli alunni riescono a formulare degli enunciati e a capirne l’importanza e l’utilità.

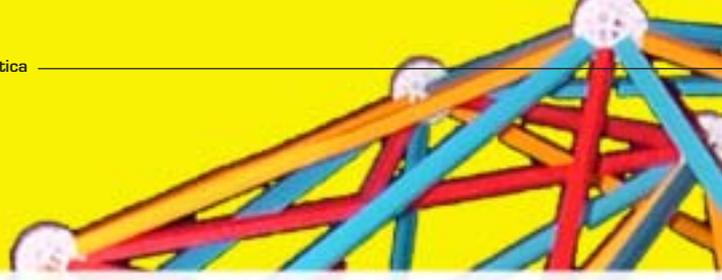
Quest’anno ho partecipato con una classe al progetto “Sphere of the Earth” mettendo in pratica la didattica laboratoriale. Durante le attività, sono emerse alcune riflessioni:

- con i materiali “concreti” impiegati per i laboratori, i ragazzi si danno un gran da fare e sono contenti, oserei dire,

di far qualcosa con le loro mani (oggi passano molto tempo a digitare su tastiere di pc, cellulari o joystick e non sembra loro vero di imparare qualcosa da una costruzione manuale); - con i mezzi informatici (ad esempio, geogebra - SoE) danno a intendere di sentirsi subito a loro agio ma poi non hanno voglia di entrare nei dettagli dell’uso dei comandi che il software mette a disposizione.

La pratica laboratoriale richiede che sia concesso ai ragazzi tutto il tempo necessario, compreso quello di fare errori e imparare da essi. A volte, si innesca un meccanismo virtuoso di allegra competizione tra i vari gruppi che non si avvierebbe mai in una situazione di tensione dovuta a tempi ristretti. In laboratorio tutti si sentono coinvolti e chi ha scarsa autostima a volte sorprende per il fatto di riuscire a prendere l’iniziativa. Dato però che non si può ‘riscoprire tutto’ i tempi da concedere al laboratorio si scontrano con quelli da dedicare allo svolgimento dei programmi.

Nella classe II la ‘tecnica’ di matematica (radicali, disequazioni, moduli...) rende la materia noiosa e abitua i ragazzi a pensare che sia sufficiente imparare un procedimento meccanico per sopravvivere. Non è forse che siamo costretti a insegnar loro nozioni di cui non sentono una necessità immediata? È indiscutibile che una didattica che parta dal basso cioè dai problemi (in laboratorio ma non solo) sia più efficace a stimolare curiosità ed intuizione. Tuttavia per il matematico/fisico... il “calcolo” è un po’ come le scale per un pianista. È più bello ascoltare/cogliere la melodia ma occorre imparare anche la tecnica...



Gabriella Pina

Docente di Matematica e Scienze in una scuola secondaria di primo grado

Ricercando qualche nuova idea, sono capitata sul sito di “Quaderno a Quadretti” e ho letto con interesse l’articolo di Maria Dedò e di Simonetta Di Sieno riguardo i laboratori proposti dal Centro *matematita* (cfr. www.quadernoaquadretti.it/scuola/riflessio-

[ni/md_sds_2014.pdf](http://www.quadernoaquadretti.it/scuola/riflessio-)). In particolare, mi ha colpito come tali attività si avvicinino al lavoro del ricercatore matematico. Le autrici parlano esplicitamente di “metodi del far matematica” e di “meta-riflessione”: questo aspetto rende i laboratori una proposta didattica che mi piacerebbe molto sperimentare. Quello che però non posso fare a meno di chiedermi è: tale processo di meta-riflessione sulla matematica è prerogativa di queste attività che, per l’organizzazione della scuola così com’è ora, non sono quotidiane? Un caso: qualche giorno fa, in classe, avevamo a che fare con un’equazione che sul libro era indicata come indeterminata.

Come provare ad averne la certezza? Ad esempio trovando un numero che non fosse soluzione. È mia opinione che questi stimoli possano arrivare inaspettati in ogni lezione: è compito del docente avere l’attenzione di saperli cogliere.

© Università degli Studi di Milano - Centro “matematita”



Fabio Bagagiolo

Ricercatore di Analisi Matematica presso l’Università degli Studi di Trento

Nella mia esperienza di studente non ho ricordi di qualcosa che possa essere chiamato laboratorio di matematica, ma ormai sono passati tanti anni. Il laboratorio di fisica invece esisteva, anche con mezzi alquanto modesti. Mi ricordo per esempio un esperimento, all’ultimo piano dell’edificio storico del liceo, nel quale eravamo tutti distesi per terra in un lungo corridoio con delle bellissime molle di ferro, ciascuna lunga come ognuno di noi. L’esperimento consisteva nel dare il via a un impulso a una delle estremità e re-

gistrare il tempo d’arrivo all’altra estremità della molla. Il segnale che si propagava era una sinusoide: vederla era davvero affascinante. Ancora oggi, quando mi imbatto (e mi succede) in un’equazione del tipo delle onde o del trasporto, non posso non pensare a quell’esperienza.

Quando penso a un laboratorio di matematica nelle scuole, la prima cosa che mi viene in mente è la domanda: “Ma in classe è meglio il laboratorio o la lezione frontale?” Chiaramente, sulle onde e qualche loro equazione avevamo già fatto lezione in classe, ma l’esperienza sarebbe stata altrettanto utile anche senza una preventiva lezione frontale.

Tuttavia, con il passare del tempo, mi sono andato convincendo che le due cose possono utilmente coesistere: da un lato la lezione teorica e dall’altro la sperimentazione laboratoriale. Senza però che gli studenti dimentichino che tutto ciò a cui riescono ad arrivare in laboratorio (magari guidati), sperimentando e toccando con mano, è pur sempre frutto di secoli di pensiero umano. Come l’equazione delle onde di d’Alembert, ovviamente!





Giusy Sessa

Docente di Matematica e Scienze per la scuola secondaria di primo grado

Non avrei mai pensato di poter aprire una cartelletta o una scatola e trovarci dentro tutto il necessario per un'attività di matematica da proporre a scuola. I ragazzi ne sembrano rapiti, ma anch'io sono un po' perplessa. Riusciranno queste "cartellette" a coinvolgere i ragazzi che di solito hanno paura di fronte a un problema di matematica? Le "scatole" a cui mi riferisco sono chiamate *kit* dal Centro *matematica*, che ne ha realizzati vari su argomenti diversi e che li noleggia a chiunque possa esserne interessato. Due di questi, "Forme" e "Tombola" sono basati sull'apprendimento dei concetti di "Classificazione" e "Uguaglianza". A partire dalla manipolazione di alcuni oggetti e attraverso alcune attività che prevedono schede da compilare, portano docenti e allievi a riflettere sulla relazione di equivalenza, nodo concettuale importante che consente di classificare, cioè di realizzare una qualsiasi operazione di "messa in ordine". Il materiale a disposizione accompagna i ragazzi a riconoscere e catalogare i poligoni secondo il numero di assi di simmetria e l'ordine delle rotazioni ammissibili.



Il kit "Forme"



Il kit "Tombola"

I *kit* vengono usati per il laboratorio, che viene generalmente inteso come un momento e un luogo in cui gli alunni partecipano attivamente per gruppi (in modo da privilegiare un apprendimento collegiale) e, sotto la guida dell'insegnante, arrivano alla generalizzazione attraverso attività significative. Lo dicono anche quelle che sono, per noi insegnanti, i riferimenti fondamentali, cioè le *Indicazioni Nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione*, in cui si legge che ognuno impara meglio nella relazione con gli altri. In effetti i *kit* sono un efficace punto di partenza per ideare e proporre successive attività che coinvolgano gli alunni nel "... fare scelte autonome e feconde attivando pienamente le energie e le potenzialità di ogni ragazzo".

Quest'anno ho lavorato in parallelo su due classi seconde della secondaria di I grado, a partire dalla visita alla mostra *MaTeInItaly. Matematici alla ricerca del futuro* (www.mateinitaly.it) seguita dalle due attività "Forme" e "Tombola". Dopo aver lasciato passare un po' di tempo dalla visita, ho chiesto agli alunni di munirsi di macchina fotografica o cellulare e di consegnarmi almeno 10 foto di oggetti caratterizzati da assi di simmetria o rotazioni. Ne è scaturita una raccolta di immagini in un PowerPoint organizzato secondo criteri di classificazione concordati con i ragazzi ed esposto in formato cartaceo nell'atrio della scuola.

Dalla riflessione proposta agli alunni alla fine del percorso, è emersa una matematica considerata da un altro punto di vista e – sorprendentemente – molto più divertente e creativa. I ragazzi pensano di aver imparato cose nuove e, come ha detto qualcuno di loro "di aver capito concetti utili per la vita mentre stavano bene".



Paola Pedrini

Docente di Matematica e Fisica presso il Liceo dell'Istituto di Rosetum, Besozzo (MI)

Circa sei anni fa, il Dirigente Scolastico della scuola media di Gvirate mi propose, come docente esterna, di tenere un laboratorio annuale pomeridiano di matematica da affiancare a quelli già attivati nel pomeriggio di rientro obbligatorio. Inizialmente pensato come "laboratorio di eccellenza in matematica" nel quale avrei dovuto ampliare con nuovi argomenti la preparazione degli alunni bravi in matematica, in vista della secondaria di secondo grado, il laboratorio imboccò quasi subito un'altra strada, tanto da essere ribattezzato "Oltre Euclide". Tra giochi (anche online), attività pratiche, costruzione e uso di materiali, sfide, argomenti curiosi e anche un po' di storia della matematica, era diventato uno spazio piacevole, divertente, nel quale il tempo sembrava fermarsi e adattarsi a seconda delle nostre necessità (cosa che raramente accade, durante le lezioni). E ben presto i "seguaci" del laboratorio erano diventati un gruppo molto eterogeneo, nel quale non mancavano ragazzi con problemi o disturbi legati all'apprendimento.

Ne è risultata un'esperienza bellissima, che mi ha formato sul piano didattico e umano e che mi ha fatto anche imparare tanto, proprio dai ragazzi, non solo sulle strategie che mettevano in atto di fronte a un problema, ma anche sull'efficacia della comunicazione fra di loro, spesso poco rigorosa sul piano matematico ma molto immediata nel momento in cui dovevano farsi capire o aiutare un compagno in difficoltà.

Per me è stato quindi naturale cercare di ripetere questa esperienza nel liceo in cui insegno (Linguistico e ora anche Scientifico). Ma qui mi sono scontrata con ostacoli di natura diversa. Per cominciare, i pomeriggi dei ragazzi delle superiori, se la scuola non prevede rientri pomeridiani obbligatori, sono nella maggior

parte dei casi "intoccabili". I loro mille impegni, "studio" compreso, rendono quasi impossibile altre attività, anche gratuite, di tipo opzionale. Fanno eccezione solo i sempre ben accetti sportelli *help* e i corsi di recupero, quasi per mettere avanti le mani di fronte alle discipline scientifiche.

La questione più grave, infatti, è proprio l'insofferenza, la paura nei riguardi della matematica, che alcuni ragazzi lamentano già prima dell'iscrizione e delle quali si fanno portavoce i genitori: "sa, professoressa, mio figlio ha fatto molta fatica alle medie; è proprio negato per la matematica, non la capisce. Dovrà avere molta pazienza con lui. Per fortuna, avete attivato i corsi di recupero". Credo che un ragazzo, etichettato in questo modo, non possa che aspettarsi il peggio dalle ore di matematica. A volte, per contro, alcuni genitori vantano grandi abilità tecniche acquisite dai figli durante le medie: "hanno avuto un'insegnante in gamba, con quella prof hanno fatto anche le equazioni di secondo grado". Per poi scoprire che la geometria, forse per mancanza di tempo, era stata ridotta a un mucchietto di definizioni e formule, magari finalizzate agli esami di terza media.

A volte, ho la sensazione che, crescendo, i ragazzi si adeguino all'idea di dover rinunciare completamente al gioco, al divertimento, per dedicarsi solo a cose "serie" e a volte anche pesanti. In questo scenario, la fase iniziale del laboratorio è stata difficile. Sono trascorsi diversi anni prima che riuscissi a svolgere "Oltre Euclide" in versione liceo; però in questi anni l'influenza di quell'esperienza ha cambiato radicalmente il mio modo di lavorare in classe: da un lato con l'inserimento di veri e propri percorsi laboratoriali e dall'altro con la volontà di dare comunque un taglio laboratoriale alla lezione, anche senza costruire dei veri e propri percorsi.

La didattica laboratoriale è impegnativa per l'insegnante: bisogna investire del tempo per prepararsi e per preparare i materiali e a volte anche per far fronte alle perplessità degli stessi alunni che mettono a confronto il programma con quello svolto dai coetanei di altri istituti. È però un bel modo di lavorare: autentico per il modo di relazionarsi alla realtà, divertente per l'insegnante e molto più coinvolgente per la classe. Con il tempo e con la pratica insegnare in laboratorio diventa sempre più naturale di quanto ci si potrebbe aspettare all'inizio!



Laura Sferch

Docente di Matematica e Fisica presso il Liceo Scientifico di Cologno Monzese (MI)

Quest'anno ho partecipato con una quinta liceo scientifico al progetto "Sphere of the Earth": la proposta era di utilizzare un software ("SOE") per indagare vari tipi di mappe, provando a ragionare sul "difetto" contenuto in ogni nostra rappresentazione di "mondo". Come direbbe Gregory Bateson, la mappa non è la realtà...

Gli studenti hanno lavorato a gruppi per un totale di quattro incontri di due ore. Lo "strumento" nuovo che hanno utilizzato è stata l'indicatrice di Tissot per indagare che cosa conservano i vari tipi di mappe. Hanno lavorato liberamente con il minimo intervento dell'insegnante e alla fine del lavoro dovevano "narrare" non tanto (o non solo) i risultati della loro indagine, quanto il processo di scoperta, comprendendo anche gli "errori" e le false piste.

Penso che una didattica laboratoriale che si "concede" spazi di questo tipo sia utile a sviluppare un atteggiamento positivo nei confronti della matematica, fatto di piacere della scoperta e di "gusto" nel commettere errori senza paura, se questi sono una tappa del processo di scoperta. Ma soprattutto penso sia anche una forma di resistenza di chi insegna a non farsi appiattare dal peso delle richieste, implicite o esplicite, che vengono dal modello di scuola che si sta concretizzando in questi tempi. Primo: *il falso mito delle "prove di livello"*. Sempre più viene richiesto, in nome di una supposta uguaglianza di opportunità da offrire agli studenti delle diverse sezioni e delle diverse scuole, una standardizzazione dei modi, dei tempi e dei contenuti dell'insegnamento. I dirigenti, a cui a loro volta vengono imposte dall'alto, impongono allora "prove di livello". Io penso invece che ogni insegnante possa e debba concepire percorsi diversi, a seconda delle proprie passioni, di ciò che lo muove, di ciò che meglio riesce a trasmettere ai ragazzi, di ciò di cui quella classe particolare ha bisogno in quel preciso momento.

Garantendo, questo sì, di sviluppare la stessa capacità di ragionare, di porsi domande, di saper formalizzare in modo chiaro. E credo che la didattica laboratoriale sia un ambito privilegiato in cui tutto questo possa essere sviluppato. Un percorso di laboratorio va pensato e adattato alla classe che hai davanti, va provato e immaginato e qualche volta, per costruirlo, si ha anche bisogno di strumenti concreti e artigianali magari "costruiti ad hoc". Ma per far tutto questo, necessariamente ti deve piacere ciò che proponi.

Secondo: *il falso mito della valutazione oggettiva e della quantificazione di ogni aspetto dell'apprendere*. Come valuti e come quantifichi il piacere della scoperta? La fiducia nella propria capacità di ragionare? La disponibilità a commettere errori, se questi vengono percepiti e vissuti come un momento dell'apprendere? Come valuti un percorso finale che magari contiene errori, ma che ha mosso pensieri e sviluppato capacità? Vanno benissimo i test e le "prove oggettive", ma c'è una parte dell'apprendere che non è quantificabile e che, se lo è, non lo è in modo oggettivo. E che però è altrettanto importante (o forse di più). Nei laboratori questa "parte" è costantemente sotto i nostri occhi di docente ed è questa parte che ti permette di sviluppare anche le altre competenze.

Nei laboratori il tempo prende – di necessità – un valore diverso. Non puoi totalmente programmarlo in anticipo: a volte ti accorgi che un processo di scoperta ne richiede di più, per esempio. Comunque devi lasciare sempre il tempo sufficiente perché nascano le domande, altrimenti

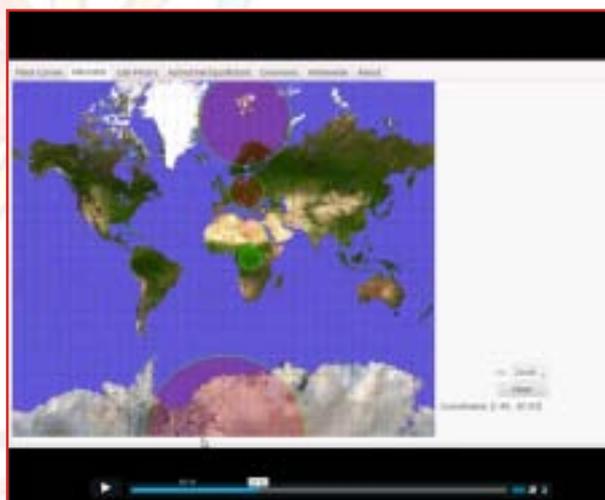


Immagine tratta dal programma "The Sphere of the Earth" <http://imaginary.org/program/the-sphere-of-the-earth>

ti ogni risposta sarà solo “formale”. Devi lasciare il tempo di commettere errori senza che questi comportino una valutazione negativa, anzi devi valorizzare proprio quei momenti in cui dall’errore nasce la comprensione vera. Devi far lavorare a gruppi (e come valuti il lavoro di gruppo? Come sei “equo” rispetto alla quantità di lavoro che ogni singolo studente ha messo nel laboratorio e contemporaneamente “premiante” la cooperazione e la capacità di lavorare in équipe anche se non tutti hanno lavorato proprio nello stesso modo?).

Tutto ciò non è semplice. Io stessa avevo programmato il laboratorio “Sphere of the Earth” anche nella quarta, ma poi lì mi son lasciata “schacciare” dai programmi da svolgere e dalla difficoltà degli studenti a metabolizzare i troppi contenuti che ho sentito “imposti” dai programmi. Però è una bella scommessa, che costa fatica, ma quella fatica “bella” che vale la pena di fare: per sviluppare capacità e gusto per la matematica nei nostri studenti e per... tenere svegli noi docenti e non far appassire in noi per primi il piacere di insegnare!

Un esempio fra tanti

A cura di Antonella Trevisol
Docente di Matematica presso l’Itis Cartesio, Cinisillo Balsamo (MI)

Descrivo qui brevemente un’esperienza di laboratorio pensata e realizzata con gli studenti di una classe terza di un liceo scientifico. Basta un’ora alla settimana (per il periodo in cui si parla di coniche). Avanza parallelamente alle lezioni in classe e combina aspetti analitici, mediante la “manipolazione” di equazioni algebriche, e aspetti sintetici, mediante la “manipolazione” della carta. Per le equazioni, che molto spesso rimangono un argomento difficile per i ragazzi, si può usare il laboratorio di informatica attrezzato con il software *SW Graph*, che di solito i ragazzi conoscono già. L’attività inizia con una lezione nella quale si chiede di disegnare il grafico di $x^2 + y^2 = 1$. Poi si cerca di capire che cosa descrive il numero 1 a secondo membro, cambiandolo in modo dinamico con il software. Successivamente, si modifica anche il primo membro dell’equazione in modo da... spostare il centro della circonferenza. L’obiettivo è quello di far riscoprire agli studenti le proprietà della circonferenza tramite la sua espressione analitica. Questa prima tappa permette ai ragazzi di ragionare sul significato di equazione canonica di una circonferenza. Tutta questa fatica per un compito... assai difficile: disegnare la faccia di un or-

setto con il software e con le conoscenze acquisite durante l’attività appena descritta. Dalla circonferenza si passa facilmente all’ellisse “manipolando” il primo membro dell’equazione $x^2 + y^2 = 1$: basta cambiare in modo adeguato i coefficienti dei termini di secondo grado!

Con poca fatica si introducono l’iperbole e la parabola e, come attività finale, si può chiedere alla classe di realizzare un disegno con tutte le coniche. Il risultato è spesso sorprendente.

Dopo questa prima parte “multimediale”, l’attività di laboratorio prevede l’utilizzo di materiale di cancelleria, come fogli colorati, compassi, righelli, matite ecc. Per l’attività, si traccia un punto su un foglio di carta rettangolare e si considera come “speciale” uno dei quattro lati del rettangolo. Dopodiché si piega il foglio, sovrapponendo il lato speciale sul punto. Più pieghe si fanno e meglio è. Infatti le pieghe individuano le rette tangenti a una curva: di quale si tratta? Osservando i fogli piegati da ciascun studente, si cerca di capire come questa semplice costruzione sia legata alla parabola, deducendo le caratteristiche geometriche principali di questa curva.

Matescuola

C'è chi viene c'è chi va

di ALICE RUBICHI

Le classi del secondo millennio sono sempre più multietniche: alunni da tutto il mondo si ritrovano a convivere tra i banchi di scuola, cercando di imparare la tolleranza e la condivisione. Questo progetto didattico, rivolto agli alunni di una classe terza di scuola secondaria di primo grado, ha l'obiettivo di introdurre i ragazzi al tema delle dinamiche della popolazione mondiale e dei movimenti migratori, analizzando insieme a loro i presupposti di genetica che ne stanno alla base e utilizzando alcuni strumenti di statistica

Da scienziati in erba, gli alunni – su invito dell'insegnante – si mettono a raccogliere dati in modo da ricostruire la storia di migrazione di ciascuno di loro. A tale scopo, l'insegnante predispose un diagramma – realizzato con il software *Cmap* – che riproduce un albero genealogico costituito da 3 generazioni (Figura 1), in cui ogni studente inserirà le proprie informazioni e quelle su eventuali fratelli/sorelle, su genitori e nonni.

I dati vengono fatti confluire, ad esempio, in un unico file Excel condiviso su Dropbox da tutta la classe, che i ragazzi popoleranno inserendo nelle singole celle il numero di individui presenti in una determinata regione e in un lasso di tempo fissato (abbiamo scelto per comodità i decenni). Il file sarà la base per la realizzazione di una mappa con un approccio animato in Power Point che rappresenterà le dinamiche di migrazione delle famiglie degli alunni della classe (Figura 2).

Nella seconda fase del progetto alcune semplici nozioni di calcolo delle probabilità verranno applicate alla ge-

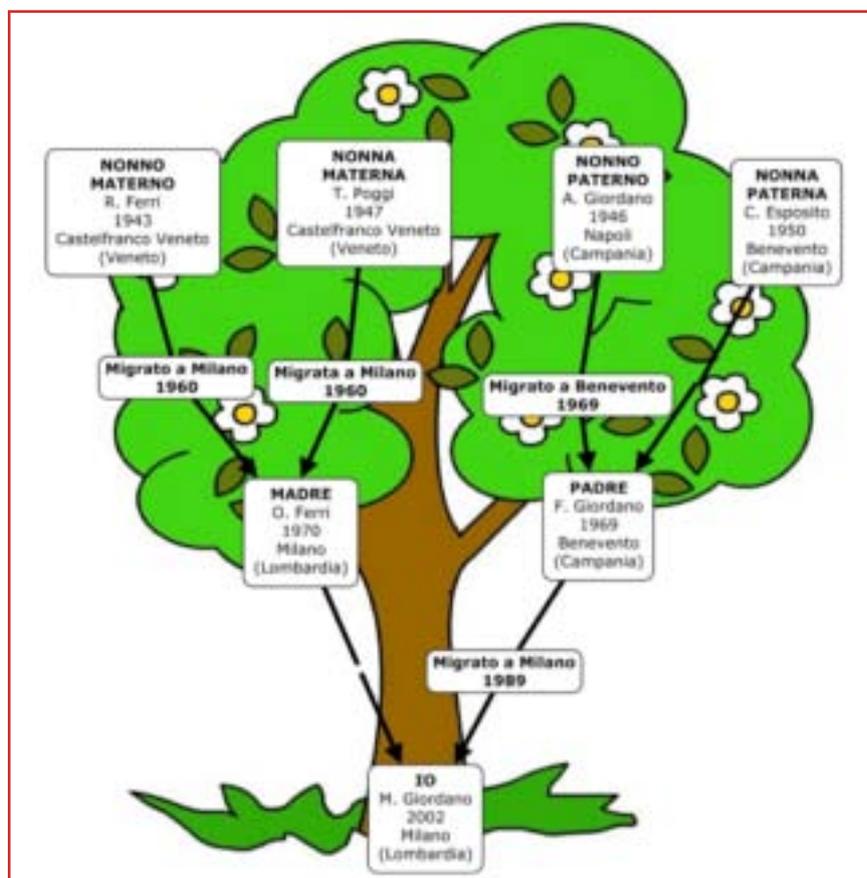


Figura 1

netica di popolazione, là dove questa studia la diffusione delle varianti alleliche nei geni di una popolazione, permettendo di spiegare quantitativamente l'evoluzione della specie.

Consideriamo una popolazione in cui un gene presente su una coppia di cromosomi omologhi si manifesta in due sole varianti alleliche, un carattere dominante A e un carattere recessivo a. Gli individui si classificano nei tre possibili genotipi AA, aa e Aa, che saranno diversamente frequenti nella popolazione. Per tener conto del numero di alleli rispetto al totale dei geni della popolazione, vengono introdotte le frequenze alleliche. Esse vengono calcolate contando il numero di alleli presenti nelle coppie di cromosomi degli individui della popolazione e dividendo per il numero totale dei cromosomi.

Introduciamo a questo punto il fattore tempo, determinato dalla sequenza di riproduzione di una popolazione iniziale su più generazioni, partendo dalla semplice ipotesi di due individui genitori eterozigoti caratterizzati dai genotipi Aa e Aa. Se simuliamo una prima riproduzione fra le coppie (Aa), (Aa), otteniamo le quattro coppie (AA), (Aa), (aA), (aa). Esse sono ottenute dal diagramma di Punnet, che permette facilmente di calcolarle. Le rispettive frequenze genotipiche sono $1/4$, $1/2$, $1/2$ e $1/4$, visto che ci sono 4 individui e 3 genotipi perché (Aa) e (aA) si identificano. Le frequenze alleliche sono soltanto due e valgono $1/2$ e $1/2$. Infatti, l'allele dominante A compare nella coppia (AA), una volta nella coppia (Aa) e una volta nella coppia (aA). La frequenza allelica di A è quindi $1/4 + (1/2) \times (1/2) = 1/2$. E per l'allele recessivo a, il calcolo si fa in modo analogo.

Il diagramma di Punnet

Il diagramma di Punnet è una tabella in cui si leggono i genotipi generati dalla ricombinazione di individui con assegnati caratteri genetici. Ad esempio, la coppia (Aa), (Aa) fornisce il seguente diagramma:

	A	a
A	AA	Aa
a	aA	aa

Simuliamo allora la creazione della seconda generazione, individuando tutti i possibili incroci tra gli individui della prima generazione, che risulteranno dati dalle seguenti coppie:

$$(AA, Aa), (AA, aA), (AA, aa), \\ (Aa, aA), (Aa, aa), (aA, aa).$$

Tali coppie corrispondono a tutte le 6 possibili combinazioni dei 4 individui (AA), (Aa), (aA), (aa), a gruppi di due. Ciascuna delle 6 combinazioni genera a sua volta 4 individui; pertanto alla seconda generazione abbiamo un totale di 24 individui. Anche in questo caso le frequenze genotipiche possono essere calcolate a mano. Le prime due combinazioni danno origine a due individui con genotipo AA. Tale genotipo si manifesta anche dalla coppia (Aa, aA). Quindi la frequenza genotipica è $5/24$.

Ma come si può calcolare la frequenza genotipica per le generazioni successive? Incredibile ma vero, i coefficienti che moltiplicano le frequenze genotipiche di ogni generazione successiva possono essere calcolate a partire dal Triangolo di Tartaglia in cui, però, vengono considerate soltanto le righe di posto pari (indicando il numero 1 posto al vertice del triangolo come la riga di indice 0), dato che i cromosomi sono necessariamente a coppie e che, quindi, vanno considerate le combinazioni a due a due di un numero pari di individui. Ad esempio, se abbiamo due individui eterozigoti (Aa) e (aA), le frequenze genotipiche si ottengono moltiplicando per $1/4$ i coefficienti delle riga 1 2 1.

A differenza della frequenza genotipica, quella allelica rimane invariata in virtù della *legge dell'equilibrio genetico di Hardy-Weinberg*, valida se vengono rispettate alcune ipotesi tra cui la seguente: la popolazione è geneticamente isolata, cioè non ci sono incroci con individui di altre popolazioni.

Che cosa succede alla frequenza allelica se si introduce il fattore migrazione, cioè se si ammette che le popolazioni si integrino e non rimangano isolate?

Pensiamo allora a una nuova popolazione che ha come genitori due individui caratterizzati dai genotipi A'a' e a'a', dove gli apici ci ricordano la nuova popolazione rispetto a quella già studiata.

Dalle scienze con furore

Gli alleli sono forme diverse di uno stesso gene dominante. Il genotipo di un individuo è dato dal suo corredo genetico. È scritto nel DNA contenuto nel nucleo di tutte le sue cellule ed è quindi immutabile.

Un allele dominante si manifesta sia negli individui omozigoti che in quelli eterozigoti: è sufficiente averne una sola copia per esprimerlo. Un allele recessivo si manifesta solo negli individui omozigoti per l'allele in questione.

Se per un dato gene, esistono 2 alleli che chiamiamo A e a, allora gli individui AA e aa sono rispettivamente omozigoti, il primo rispetto all'allele A e il secondo all'allele a, mentre l'individuo Aa è eterozigote.

Con semplici calcoli di frequenze, che val la pena di fare insieme agli alunni, si vede che la popolazione ottenuta (incrociando nella seconda generazione un individuo della nuova popolazione, ad esempio uno con genotipo A'a', con uno della vecchia popolazione) non ha frequenze alleliche uguali per i due alleli A' e a'. Inoltre, la popolazione, che risulta dalla ricombinazione fra quella con gli alleli A ed a e quella caratterizzata dagli alleli A' e a', è identificabile con una sua specifica frequenza allelica, una sorta di *marker* che la accompagna nella sua evoluzione. Si può quindi desumerne alcune informazioni che, se correttamente interpretate, possono dirci da dove viene una popolazione anche in assenza di altre informazioni utili.

Per motivare la classe a questo tipo di ricerca, è possibile partecipare a un progetto di ricerca internazionale che mira a ricostruire i movimenti migratori della popolazione umana nel corso della sua intera storia, *The National Geographic Project*.

Si tratta di un progetto di ricerca internazionale nato nel 2005 dalla collaborazione tra National Geographic e IBM con l'obiettivo di ricostruire e studiare la storia della migrazione della popolazione mondiale partendo da un campione di oltre 700 mila individui che hanno dato volontariamente la disponibilità all'analisi del proprio DNA e oltre 75.000 casi di persone indigene.

Il progetto offre la possibilità alle

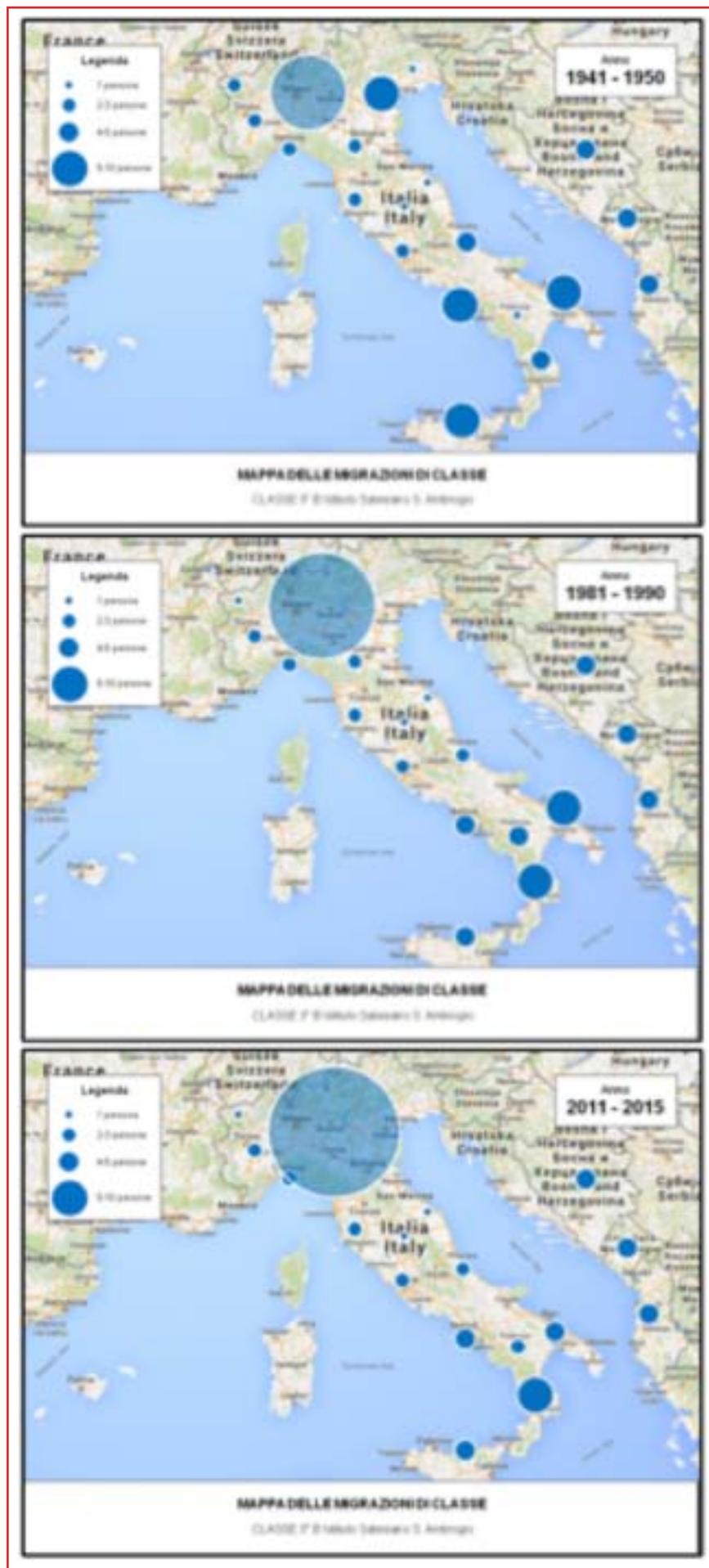


Figura 2

scuole di tutto il mondo di partecipare a fini didattici, fornisce materiali per l'attività in classe e permette l'acquisto di un kit per il campionamento del DNA dal nome Geno 2.0 (Figura 3). Il docente mostra il kit alla classe e si sottopone lui stesso al test del DNA attraverso il tampone per bocca.

La persona, il cui DNA verrà analizzato attraverso questo kit, potrà scoprire i percorsi migratori che i suoi antichi avi hanno seguito migliaia di anni fa, conoscere quale percentuale del suo genoma è collegato a una specifica regione del mondo, condividere infine le informazioni relative a se stesso all'interno del database del NGP. Analogamente allo studio delle frequenze alleliche, l'analisi dei cambiamenti e delle ricorrenze dei marker genetici permette al NGP di ricostruire i movimenti migratori nella storia dell'uomo sulla base di analogie e differenze.

La focalizzazione sulla "storia di migrazioni" dei singoli ragazzi e l'adesione della classe a un progetto di ricerca a livello internazionale offre infine la possibilità all'insegnante di coinvolgere in prima persona gli alunni stranieri in un percorso di integrazione sociale e di classe.

The National Genographic Project



Figura 3

<https://genographic.nationalgeographic.com/about/>

Alice Rubichi

Laureata in Scienze Biologiche all'Università degli Studi di Milano, insegna Matematica e Scienze nella scuola secondaria di primo grado.
alice.rubichi@libero.it



Tutti con i piedi per Terra!

Intervista a Fabio Calvino

a cura di ANNA BETTI

Prendete un laureato in Geologia, appassionato di montagna, sci e canoa, di professione insegnante. Mettete tutto nel mixer, salate a piacere e... ecco il risultato!

Si chiama Fabio Calvino, insegna Matematica e Scienze da dieci anni alla scuola secondaria di primo grado, dopo averne insegnati altrettanti al liceo scientifico, e ha scritto diversi libri di testo per la scuola.

Ecco che cosa ci racconta a proposito del suo Il nuovo Explorer. Lezioni e immagini di Scienze della Terra e dell'esperienza di insegnare il pensiero scientifico ai ragazzi

Il suo manuale *Il nuovo Explorer* è organizzato in modo molto strutturato: lezioni di 4 pagine, all'interno delle quali si trovano sempre obiettivi esplicitati, riepiloghi di concetti e parole chiave, test di verifica e brevi approfondimenti; il tutto inserito in aree e box ben riconoscibili anche a colpo d'occhio, grazie a una grafica e a un'impaginazione che si ripete. Questo rigore nella forma con cui il corso è presentato ha a che fare con il pensiero scientifico o con un'esigenza prettamente didattica?

La domanda è molto interessante, ma anche complessa. Un libro di testo è un'opera didattica e divulgativa al tempo stesso, ideato per un target preciso. *Nuovo Explorer* è stato adottato essenzialmente da Istituti Tecnici, ma è stato studiato per gli Istituti Professionali. La sfida consisteva nel "ridurre" l'enorme mole di conoscenze scientifiche in un manuale agile e

Fabio Calvino

Fabio Calvino è laureato in Geologia. Insegna da vent'anni Matematica e Scienze, prima al liceo scientifico e da dieci alla scuola secondaria di I grado "D. Alighieri" a Cologno Monzese. È formatore per ANDIS e UCIM. I suoi hobby: lettura, montagna, sci; è guida naturalistica in canoa.



di facile utilizzo. Le lezioni contengono l'essenza del pensiero scientifico per l'argomento trattato, con in evidenza le parole chiave, connotate da una grafica sempre riconoscibile e spiegate in apposite pagine. Il pensiero scientifico vero e proprio, cioè quello legato all'osservazione e al ragionamento (operazioni definite in didattica come "saper osservare" e "saper fare") è stimolato nelle rubriche "Osserva e rifletti", che sono il tentativo, credo riuscito, di portare il laboratorio a livello del testo. Le rubriche in stile rivista scientifica e le pagine doppie sono invece nati dall'esigenza di coadiuvare l'insegnante e il ragazzo con approfondimenti adeguati.

Che cosa significa, oggi, insegnare delle materie scientifiche ai ragazzi?

Significa divertirsi, apprendere noi stessi, essere trasportati in un mondo fantastico dove tutto è scoperta. Significa tornare bambini e ragazzi e cercare di far rivivere agli allievi le emozioni uniche della loro età, con la consapevolezza di guidarli verso un mondo che appare magico, ma che in realtà è regolato da leggi, spesso semplici, anche se derivano e vengono capite grazie alla complessità dell'Universo. È possibile cercare di partire da un problema reale, la fame nel mondo ad esempio, per arrivare a spiegare la tettonica delle placche. È possibile meravigliare ed essere a nostra volta meravigliati quando si cerca di far scoprire ai ragazzi le leggi della fisica e della chimica, dell'ambiente e degli ecosistemi, passando attraverso lo spettacolo della natura: un tramonto, un vulcano in eruzione, un mare in tempesta, una balena che salta dall'acqua, una piccola fiammata di colore verde e molto altro ancora.

Quanto sono importanti le nozioni e quanto, appunto, l'acquisizione di una modalità di pensiero tipica?

È la sfida del nostro tempo: le nozioni sono in continuo, quotidiano aggiornamento, anche stravolgimento, a volte. Come si può pensare di inserirle tutte? Diventa fondamentale far acquisire un *modus operandi* e una mentalità con cui analizzare il mondo e la realtà. Da dieci anni insegno nelle scuole secondarie di primo grado, dopo averne insegnati altrettanti al liceo scientifico: si tratta di un'esperienza che consiglio a tutti. Gruppi classe eterogenei, DSA, DVA, BES, problemi di crescita e di attenzione: è una sfida quotidiana. La prova Invalsi non prevede le scienze, ma solo la matematica... quale grandiosa occasione per introdurre il laboratorio e "perdere/prendere tempo" per appassionare i ragazzi alle scienze! In questo modo, con minor assillo legato alla progettazione, è possibile far lavorare i ragazzi come piccoli scienziati.

Troppo spesso ci poniamo il problema delle prove Invalsi, Ocse-Pisa, ecc. che prevedono anche un certo numero di conoscenze e nozioni e rappresentano lo spauracchio per gli insegnanti, ma in realtà si tratta di un falso problema. Al primo anno uso moltissimo tempo per laboratori scientifici e matematici adatti a costruire la mentalità e la metodologia scientifica e analitica. Dopo un quadrimestre è come se si prendesse il volo: non è tutto rose e fiori, non tutti seguono perfettamente, nei tempi stabiliti, ma a tutti cerco di dare l'opportunità di migliorarsi continuamente.

A quale età è possibile cominciare ad occuparsi di tale modalità di pensiero? Qual è il modo migliore di insegnare la scienza ai bambini?

È un po' quello che dicevo prima. È importante trovare il modo di meravigliarli, incuriosirli, approfittare della loro disponibilità e attenzione per tutto, approfittare delle loro domande, a volte ingenuie (ma per fortuna lo sono!). Il pericolo del nostro tempo è quello di dare tutto per scontato, la tecnologia fa credere di poter risolvere ogni cosa, è forse la più grande illusione del consumismo. Credo sia necessario tornare ad essere un po' "preistorici", predisponendo occasioni di conoscenza e di creatività per i piccoli, che li guidino solo con piccoli suggerimenti, e che lascino il loro istinto libero di condurli, in modo che si appropriino di strade personali. È una buona modalità quella di partire dall'esperienza pratica, un laboratorio, un modo di fare quotidiano, una pagina di un libro, una foto, o altro, e fornire strumenti che si ritengono essere necessari per analizzare il fenomeno, e utilizzabili dai bambini.

Per la matematica è necessario farli giocare con i concetti, ideare giochi che conducano in modo naturale alla conoscenza esperienziale: ad esempio, li si può far giocare a birilli all'interno di una regione angolare delimitata da aste allineate come lati. Dobbiamo ricordarci che i più piccoli sono ancora fortemente cinestesici, hanno cioè bisogno di toccare, sentire, utilizzare i sensi per apprendere e il gioco fornisce spesso l'occasione per un approccio di questo tipo. Inoltre ritengo che molte delle difficoltà di apprendimento siano legate alla mancanza di gioco alla vecchia maniera; i videogiochi e la televisione appiattiscono la realtà in mondo bidimensionale, mentre viviamo in tre dimensioni.

Il pericolo del nostro tempo è quello di dare tutto per scontato, la tecnologia fa credere di poter risolvere ogni cosa, è forse la più grande illusione del consumismo. Credo sia necessario tornare ad essere un po' "preistorici", predisponendo occasioni di conoscenza e di creatività per i piccoli, che li guidino solo con piccoli suggerimenti, e che lascino il loro istinto libero di condurli, in modo che si appropriino di strade personali. È una buona modalità quella di partire dall'esperienza pratica, un laboratorio, un modo di fare quotidiano, una pagina di un libro, una foto, o altro, e fornire strumenti che si ritengono essere necessari per analizzare il fenomeno, e utilizzabili dai bambini.

Quanto è importante la multidisciplinarietà nell'insegnamento delle scienze? E quanto la matematica? Sarebbe ancora possibile, come succedeva vent'anni fa, portare alla maturità scienze della Terra perché non si è bravi in fisica o in matematica?

La multidisciplinarietà è condizione non unica, ma necessaria. Insegnare alle scuole secondarie di primo grado è un'occasione importante per costruire un sapere legato alla matematica, alle scienze, alla tecnologia, ma anche alla letteratura, alla poesia, al disegno e alla musica. Dedico una parte del mio orario di recupero alla preparazione degli argomenti di approfondimento da portare all'esame del terzo anno, aiuto i ragazzi a partire dalle proprie aspirazioni e interessi: un quadro, un brano musicale, la passione per le scarpe, e costruiamo un percorso unico tra arte, letteratura e scienze, e così via.

Per quanto riguarda la maturità, non dovrebbe essere possibile, le materie sono interconnesse e in ogni branca del sapere scientifico ci si imbatte in attività legate alla problematizzazione dei fenomeni e di ricerca di formule fisiche, chimiche e matematiche. Per riuscire ad insegnare in maniera multidisciplinare è necessario progettare percorsi se non con l'intero consiglio di classe, almeno in piccoli gruppi di insegnanti. Significa prendersi del tempo oltre l'orario scolastico (e per fortuna esistono le *chat* e le videochiamate gratuite). Dopo un primo approccio diventa quasi naturale interagire con i colleghi in questo modo e il tempo speso all'inizio è ben ripagato dopo.



Il nuovo Explorer. Lezioni e immagini di Scienze della Terra, ED. Pearson, 2009

La nuova maturità

di MAURIZIO GIAFFREDO

L'anno scolastico 2014/2015 è stato l'anno della nuova maturità per tutti i licei scientifici d'Italia. Il cambiamento ha creato qualche ansia in più ai ragazzi del quinto anno e la sta creando a quelli che erano del quarto e che – in buona parte – saranno i prossimi. Tra loro, molti si chiedono quale direzione prenderà ora il MIUR. Per trovare le risposte a questi interrogativi ne abbiamo parlato con la prof.ssa Anna Brancaccio del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca che ringraziamo per la disponibilità

Prof.ssa Brancaccio, quali erano le novità della maturità scientifica di quest'anno?

L'unica novità è stata la diversa impostazione di uno dei due problemi della seconda prova scritta. Si è trattato di un problema reale che richiedeva agli studenti di fare ipotesi e scelte procedurali in modo da valutare, oltre che gli apprendimenti, anche la competenza in matematica. Questo tipo di problema era stato dato in due simulazioni fatte durante l'anno, i cui risultati erano stati positivi in linea con quelli degli esami degli anni passati.

Quali obiettivi si era posto il MIUR? Sono stati raggiunti?

Abbiamo attivato sul SIDI (il portale dei servizi online del MIUR, ndr) un monitoraggio per tutte le commissioni d'esame. A breve pubblicheremo i risultati, ma un'anticipazione possiamo darla: hanno compilato il questionario il 95% delle commissioni; il 44% degli studenti ha scelto il problema contestualizzato e il 56% quello tradizionale; i risultati in voto sono stati migliori per gli studenti che hanno svolto il problema contestualizzato. Diciamo quindi che gli obiettivi sono stati raggiunti, il cambiamento è iniziato e i risultati sono positivi.

Come si valutano i problemi contestualizzati? Ci sono differenze rispetto a quelli "vecchio stile"?

Già nella fase di stesura del problema (*problem posing*) occorre che si abbia ben chiaro quali sono le evidenze nella soluzione del problema che porteranno a una valutazione dei livelli di prestazione da parte dello studente. Occorre inoltre stabilire gli indicatori che descrivono la competenza che si sta valutando, quindi la valutazione si ottiene attraverso quella che viene chiamata "rubric" di valutazione, leggermente più complessa di una griglia di valutazione, che viene adoperata per la valutazione delle conoscenze e dell'applicazione delle stesse.

Sui social network gli studenti si sono divisi: c'è chi ha

Anna Brancaccio

Anna Brancaccio è dirigente presso la Direzione Generale per gli Ordinamenti Scolastici e la valutazione del Sistema nazionale di Istruzione del MIUR. Laureata in fisica, è stata docente e dirigente scolastico e da anni si occupa per conto del ministero dei problemi legati all'insegnamento della matematica e delle scienze.



apprezzato i nuovi problemi e chi invece è più nostalgico. Come mai si sono fatti questi cambiamenti?

Sono stati fatti, anche se in modo graduale, per rispondere a quanto richiede la norma, cioè le indicazioni nazionali che sono operative dal 2010 e che richiedono la valutazione in fase finale non solo degli apprendimenti ma anche delle competenze nei vari settori disciplinari.

Come si prosegue adesso? Ci saranno altre novità? Arriveranno altre simulazioni d'esame?

Ci saranno altre simulazioni d'esame in quanto, secondo il nuovo regolamento degli esami di Stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale di febbraio, la seconda prova potrà vertere non solo sulla matematica ma anche sulla fisica e sulle scienze (quest'ultima solo per il liceo con opzione scienze applicate). Questa è una novità in assoluto: negli anni scorsi la prova era solo sulla matematica. Si continueranno a dare problemi contestualizzati e le simulazioni riguarderanno matematica, fisica e scienze. Solo il 31 dicembre si saprà la scelta del ministro.

L'introduzione di questa (e altre) innovazioni può minare la continuità didattica?

Assolutamente no. Tra l'altro queste innovazioni hanno anticipato quello che richiede la legge 107/2015 (la "Buona Scuola") sulla formazione dei docenti e sull'innovazione didattica.

A proposito di formazione dei prof., crede che il corpo docente sia pronto? Ci sono le risorse?

Le risorse ci sono ed il corpo docente è pronto ad affrontare queste innovazioni. Questa è l'unica strada se vogliamo avere risultati migliori per i nostri studenti.

Prima di salutarci, può dare un consiglio agli studenti e

agli insegnanti che hanno appena iniziato il nuovo anno scolastico?

Non spaventatevi per le novità: tutti vogliamo avere una buona scuola e tutti lavoreremo perché si realizzi.

Maurizio Giaffredo

È studente di Matematica presso l'Università degli Studi di Milano, appassionato di geometria e dintorni. Interessato, tra gli altri, anche agli aspetti divulgativi della matematica, collabora con il Centro *matematita*.
maurizio.giaffredo@gmail.com



ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE

Tema di: MATEMATICA - Sessione ordinaria 2015

Il piano tariffario proposto da un operatore telefonico prevede, per le telefonate all'estero, un canone fisso di 10 euro al mese, più 10 centesimi per ogni minuto di conversazione. Indicando con x i minuti di conversazione effettuati in un mese, con $f(x)$ la spesa totale nel mese e con $g(x)$ il costo medio al minuto:

1. individua l'espressione analitica delle funzioni $f(x)$ e $g(x)$ e rappresentale graficamente; verifica che la funzione $g(x)$ non ha massimi né minimi relativi e dai la tua interpretazione dell'andamento delle due funzioni alla luce della situazione concreta che esse rappresentano.
2. Detto x_0 il numero di minuti di conversazione già effettuati nel mese corrente, determina x_1 tale che:

$$g(x_1) = \frac{g(x_0)}{2}$$

Traccia il grafico della funzione che esprime x_1 in funzione di x_0 e discuti il suo andamento. Che significato ha il suo asintoto verticale?

Sul suo sito web l'operatore telefonico ha pubblicato una mappa che rappresenta la copertura del segnale telefonico nella zona di tuo interesse:



La zona è delimitata dalla curva passante per i punti A , B e C , dagli assi x e y , e dalla retta di equazione $x = 6$; la porzione etichettata con la "Z", rappresenta un'area non coperta dal segnale telefonico dell'operatore in questione.

3. Rappresenta il margine superiore della zona con una funzione polinomiale di secondo grado, verificando che il suo grafico passi per i tre punti A , B e C . Sul sito web dell'operatore compare la seguente affermazione: "nella zona rappresentata nella mappa risulta coperto dal segnale il 96% del territorio"; verifica se effettivamente è così.

L'operatore di telefonia modifica il piano tariffario, inserendo un sovrapprezzo di 10 centesimi per ogni minuto di conversazione successivo ai primi 500 minuti.

4. Determina come cambiano, di conseguenza, le caratteristiche delle funzioni $f(x)$ e $g(x)$, riguardo agli asintoti, alla monotonia, continuità e derivabilità, individua eventuali massimi e minimi assoluti della funzione $g(x)$ e della sua derivata e spiegate il significato nella situazione concreta.

E luce sia!

Intervista a Olmes Bisi

di ANNA ASTI

In occasione dell'anno internazionale della Luce, XlaTangente ha incontrato Olmes Bisi, che ha realizzato l'interessante video "Le meraviglie dei fenomeni luminosi". Se non l'avete ancora visto, potete farvene un'idea andando su www.olmesbisi.it/it/home

Ci racconta qualcosa di sé e della sua attività di ricerca?

Il mio campo di attività di ricerca è quello della materia condensata; in particolare mi sono interessato dell'indagine teorica e della computazione dei sistemi atomici interagenti.

Le strutture più semplici da trattare sono quelle di volume, in cui la periodicità tridimensionale (3D) consente notevoli semplificazioni. L'analisi risulta più complessa, ma nuovi e inaspettati fenomeni possono emergere, quando la simmetria viene ridotta, ottenendo sistemi con periodicità 2D (superfici, interfacce, pozzi quantici, ecc.), 1D (fili quantici, ecc.) oppure 0D (aggregati depositati su una superficie, punti quantici, ecc.).

In collaborazione con diversi gruppi sperimentali, ho studiato le proprietà e le eventuali applicazioni di numerosi sistemi con bassa dimensionalità e il loro possibile utilizzo come



Immagine tratta dal video "Le meraviglie dei fenomeni luminosi"



Immagine tratta dal video “Le meraviglie dei fenomeni luminosi”

materiali per la fotonica, dove i segnali sono trasmessi dai fotoni, non dagli elettroni.

Ci fornisce qualche esemplificazione che spieghi di cosa si tratta anche ai non addetti ai lavori?

Oggi la microelettronica si basa sul silicio, un materiale abbondante ed economico: il suo ossido, la silice, è il principale costituente della sabbia e della crosta terrestre. La tecnologia del silicio si è molto sviluppata e permette di costruire circuiti integrati che contengono anche 10 milioni di transistor.

Quale sarà il materiale di base della fotonica? Probabilmente... il silicio! Difficile rinunciare alla gran mole di conoscenze acquisite e di tecnologie sviluppate durante la “rivoluzione elettronica e digitale” degli ultimi decenni.

Un dispositivo fotonico deve racchiudere un gran numero di 1) sorgenti, 2) conduttori e 3) rilevatori di luce. Nell’ambito delle tecnologie del silicio, è relativamente semplice costruire conduttori e rilevatori, mentre la difficoltà si presenta quando intendiamo realizzare sorgenti di luce. Se cediamo energia al silicio (cristallino) non otteniamo emissione di luce, ma calore.

Dopo anni di ricerche e vari tentativi sono state individuate diverse soluzioni che consentono la costruzione di emettitori di luce nell’ambito delle tecnologie del silicio. A mio parere la più promettente è quella che si basa sui punti quantici, i “silicon quantum dots”.

Tanta parte del suo lavoro è stata dedicata anche all’insegnamento e alla comunicazione delle scienze. Che cosa si può dire in proposito?

La mia attività didattica si è svolta in diverse università e corsi di studio. Dal 1998 ho tenuto i corsi di Fisica Generale 1 e Fisica Generale 2 presso il Dipartimento di Ingegneria di Reggio Emilia; dal 2014 mi sono ritirato dall’insegnamento. Per quello che riguarda la “comunicazione della scienza” collaboro con Reggio Children per la progettazione e la gestione di ambienti in cui bambini, ragazzi ed adulti possano incontrare e sperimentare diversi fenomeni naturali in modo creativo e gratificante. Gli Atelier “Raggio di Luce” di Reggio Emilia e “Di Onda in Onda” di Ligonchio costituiscono le due realizzazioni più significative di questa attività multidisciplinare.

Il primo, presentato più volte al Festival della Scienza di Ge-

nova, è collocato presso il Centro Internazionale “Loris Malaguzzi” di Reggio Emilia, mentre il nucleo centrale del secondo, dedicato all’energia, è situato all’interno della “storica” Centrale Idroelettrica di Ligonchio, di proprietà dell’Enel e tuttora funzionante.

La sperimentazione libera, senza percorsi conoscitivi prefissati, non interessa solamente l’ambito pedagogico, ma è utilizzata per suscitare nuove idee e innovazioni. Ad esempio, nell’ambito di alcuni corsi di Ingegneria è nato il progetto del “Design Thinking”, ossia della “Progettazione dell’Innovazione”. Si è constatato che non è sufficiente formare degli ingegneri che diventino dei buoni “Problem Solver”, ma diventa indispensabile che essi abbiano anche capacità di “Problem Setting”, per individuare scelte strategiche e nuove possibilità di sviluppo. La rete internazionale del “Design Thinking” include un Laboratorio presso il Dipartimento di Ingegneria di Reggio Emilia e gli Atelier sulla luce e sull’energia vengono utilizzati anche nell’ambito di queste ricerche. Si è presto scoperto che il “Reggio Approach”, noto a livello internazionale per la gestione dei nidi e delle scuole materne, e il “Design Thinking” hanno molte caratteristiche in comune. Larry Leifer, professore di Stanford e “padre” del Design Thinking, afferma che “l’innovazione è una danza dove si rischia di perdere l’equilibrio e l’unico modo per non farsi travolgere è quello di mantenere, anche da adulti, quella creatività che si aveva da bambini”.

Entriamo nello specifico. Come si colloca il video “Le meraviglie dei fenomeni luminosi” all’interno dell’Anno Internazionale della luce?

Il video, dedicato alla luce, presenta diversi fenomeni luminosi pieni di fascino e in grado di stimolare curiosità e interrogativi. Il suo scopo è sintetizzato nella frase iniziale: “la luce è dovunque, ma per vederla, paradossalmente, occorre accenderla nella mente!” (Vea Vecchi, Reggio Children). L’Anno Internazionale della luce è un’occasione unica per invogliare il maggior numero possibile di persone ad “accendere la luce nella propria mente”.

Qual è il suo scopo? C’è un pubblico privilegiato per il quale lo ha pensato?

In giovane età si scopre il mondo, si osserva molto e ci si interroga continuamente sui “perché” dei fenomeni naturali. Tranne rari casi, dovuti primariamente a un rapporto stimo-



Immagine tratta dal video “Le meraviglie dei fenomeni luminosi”

lante con i genitori e con il mondo degli adulti, questa innata curiosità viene persa, spesso sostituita dal non cogliere e dal sentirsi estranei nei confronti della scienza e del metodo scientifico. Eppure scoprire il mondo è una attività altamente gratificante e intrigante, come dimostra il forte legame che gli scienziati di qualunque età hanno con il proprio lavoro. Lo scopo del video, rivolto a persone di qualunque età e formazione, è quello di incuriosire, di stimolare nuovi “perché”, di sollecitare la riscoperta della creatività, compiendo così un’attività che è altamente gratificante per ogni mente.

Se dovesse estrarne poche idee chiave su quali punterebbe?

Alcuni concetti su cui il video si sviluppa sono: che cosa è la luce e quali sono le sue proprietà; la storia delle scoperte sulla sua natura; il suo ruolo nell’ambiente naturale; il cielo e il cosmo; la visione e lo spettro elettromagnetico; la fotonica.

Nel 2011 ha pubblicato il libro *Visibile e invisibile. Le meraviglie dei fenomeni luminosi, in che relazione è con il video?* Dopo la pubblicazione del libro, in italiano nel 2011 e in inglese nel 2014, ho svolto diversi seminari sugli argomenti del testo. Molti di questi si sono svolti nelle scuole e sono stati seguiti da richieste di poter disporre del materiale proiettato per futuri approfondimenti. Questo video costituisce un ulteriore strumento: chiunque può visualizzarlo, pubblicarlo nei “social network” o inserirlo in pagine web.

Quali altre attività ha in programma per questo 2015 così speciale?

Oltre alle attività legate ai fenomeni luminosi vorrei completare la scrittura di un nuovo libro, dedicato all’energia, con lo stesso approccio di *Visibile e invisibile*. Tutti parlano di energia anche se le caratteristiche di questa grandezza sono di difficile comprensione e poco note. Ricordiamo l’affermazione di Richard Feynman: “è importante tener presente che nella fisica moderna noi non abbiamo cognizione



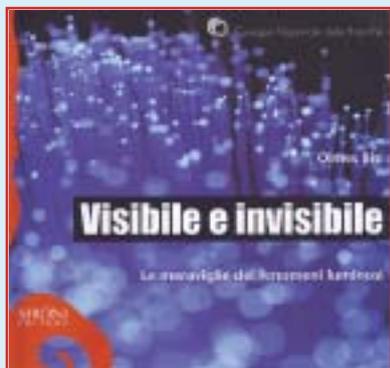
La home del sito “2015 International year of light”

di che cosa sia l’energia”. Il libro che sto completando affronterà il tema dell’energia dal punto di vista storico, scientifico e tecnologico. Sembra un nuovo argomento, ma l’intreccio con il soggetto “luce” compare quasi ovunque.

In attesa del prossimo libro, allora, gustiamoci “Le meraviglie dei fenomeni luminosi” e teniamoci sempre aggiornati sulle varie attività in programma consultando il sito “2015 International year of light” al link <http://iyl2015.inaf.it/>!

Anna Asti

Laureata in Matematica all’Università degli Studi di Milano, ha conseguito le abilitazioni all’insegnamento nella Scuola Secondaria di primo e secondo grado. Ha una ventennale esperienza maturata come docente nella scuola e collabora con il Centro *matemaita*, occupandosi di ricerca nella didattica della matematica e di formazione degli insegnanti. annaastimariani@gmail.com



Visibile e invisibile
Le meraviglie dei fenomeni luminosi
Giorgio Balzarotti, Olmes Bisi
Sironi Editore, Milano 2011

Uno sguardo ampio e trasversale sulla fisica, con l’obiettivo di scoprire, conoscere e comprendere meglio una vasta gamma di fenomeni luminosi: da quelli che ci troviamo ad osservare quotidianamente a quelli che hanno suscitato l’attenzione e lo studio approfondito degli scienziati nel tempo, da quelli osservati in laboratorio, che hanno avuto un ruolo chiave per la fisica moderna, a quelli che riguardano gli esseri viventi e alcune dinamiche di processi vitali, fino alle implicazioni che tutte le conoscenze attuali in campo ottico hanno

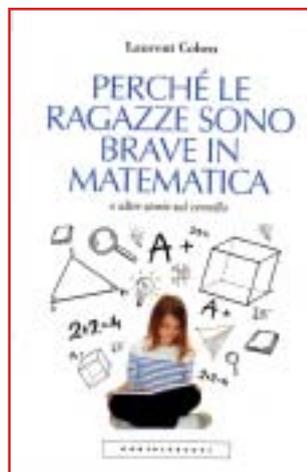
sulla tecnologia in diversi settori. Ecco che cosa si può trovare in questo libro.

Pur prescindendo dalla spiegazione della matematica di alto livello (che necessariamente sottende ogni teoria e sperimentazione fisica), l’autore riesce a enunciare con precisione, senza essere approssimativo, principi e leggi per spiegare in dettaglio, e con il supporto di immagini significative, il verificarsi di determinati fenomeni. La struttura è tale che i singoli capitoli possono essere letti anche separatamente e nell’ordine che si preferisce, ma è innegabile che per una visione più organica e unitaria una lettura secondo l’ordine delle pagine può essere... “illuminante”.

Donatella De Tommaso

non solo e-readers

a cura della REDAZIONE



Perché le ragazze sono brave in matematica e altre storie del cervello
Laurent Cohen
Editore Castelvecchi, 2014

Aldilà del titolo accattivante per ogni donna appassionata di materie scientifiche, questo libro ha il pregio di spiegare con molta chiarezza e semplicità alcuni meccanismi di funzionamento del cervello in un

modo che anche un profano possa capirne qualcosa. Il libro è scritto da Laurent Cohen, professore di Neurologia presso l'ospedale Pitié-Salpêtrière a Parigi e direttore dell'équipe di ricerca neuropsicologia e neuroimmagini. I suoi studi analizzano i meccanismi del cervello relativi a funzioni cognitive specificamente umane, come il linguaggio e la lettura, con particolare riferimento ai pazienti affetti da danni neurologici. Per

i suoi contributi alla ricerca ha ricevuto numerosi premi, come il Grand Prix EADS de l'Académie des Sciences nel 2009.

Il testo viene proposto come un dialogo tra l'autore e un interlocutore immaginario e i singoli capitoli affrontano temi specifici in modo che non sia necessario leggerli in sequenza ma si possano affrontare a seconda del grado di interesse per i molteplici argomenti affrontati. Si parla di 'Storie sulla memoria' ed ecco spiegato perché non abbiamo ricordi definiti dei nostri primi tempi, di 'Storie sui bambini' e scopriamo la fortuna dei bimbi che crescono in ambienti multilingui che possono allenare da subito la loro agilità intellettuale, di 'Storie morali disgustose' e ci vengono grossi dubbi sulla assoluta coerenza dei comportamenti dei Giudici. Invece, 'Storie sulla vista' ci conferma che Pirandello in *Uno, nessuno e centomila* non stava giocando, 'Altre storie sul cervello' ci rassicura: non è mai troppo tardi per imparare! e infine 'Storie di medicina e cose utili' ci racconta il miracolo della nostra vista.

E l'esposizione è arricchita da numerosi riferimenti alla storia delle neuroscienze e agli esperimenti su cui si fondano le più recenti e affascinanti teorie neurologiche.

Magda Farina



Capra e calcoli. L'eterna lotta fra gli algoritmi e il caos
Marco Malvaldi
e Dino Leporini
Editore Laterza, 2014

Gli autori di questo libro costruiscono un percorso che mostra come il nostro intuito sia fuorviante nel calcolare la probabilità di determinati eventi; passa a spiegare come si costruisca

un modello e quanto esso sia necessario per la computazione di un algoritmo, e arriva ad una riflessione sull'impiego dei robot e dei computer.

Inizialmente il testo si concentra sulla descrizione di situazioni legate alla quotidianità, magari di poco interesse, come la probabilità che un giocatore riesca a completare il

solitario o che una fetta di pane non cada dalla parte imburrata. Tuttavia, proseguendo nella lettura ci si trova davanti alla spiegazione del metodo adottato per prevedere le condizioni meteorologiche, di come si sia sviluppata la crisi finanziaria del 2007-2008 negli Stati Uniti e del funzionamento delle simulazioni di incidenti stradali, argomenti che potrebbero stimolare maggiormente la curiosità del lettore.

Una sezione di questo libro racconta di come i robot in futuro potrebbero sostituire l'uomo sul lavoro e di questioni come l'impianto di protesi bioniche o la responsabilità legale delle nazioni che utilizzano droni per scopi militari. La lettura si conclude con due provocazioni intellettuali: "Un computer può intuire?" e "Un computer può essere cosciente?". La risposta alla prima questione è affermativa e, aggiungerei, spiazzante, se non viene spiegata. La risposta alla seconda domanda è invece più sottile e poggia le sue radici sulla filosofia e sul significato di intelligenza o coscienza, operando un ragionamento sul funzionamento del cervello umano.

Francesca D'Iapico

Storie di matematica

È sempre più frequente il caso che lettori o collaboratori di *XlaTangente* ci mandino (o ci suggeriscano) articoli che si occupano di matematici, del loro lavoro e del loro modo di essere (o non essere) presenti nella società civile. Ci hanno convinto a provare: così nasce con questo numero una nuova rubrica.

In questa prima uscita vi proponiamo tre contributi molto diversi fra loro: la storia, iniziata nel 1938, di un premio nato per ricerche in "storia della geometria" e diventato premio per giovani laureati in matematica; la recensione di un film di oggi e una corrispondenza datata 1881 che ci lascia scorgere alcuni matematici in veste non ufficiale, finalmente non *ex cathedra*.

IL PREMIO GINO LORIA

bandito nel 1938 dalla Mathesis e nel 1954 dall'UMI

di ANTONIO SALMERI

La storia di questo Premio è alquanto singolare in quanto fu bandito per due volte da Giovanni Sansone, la prima volta, nel 1938, in qualità di presidente della Società Mathesis e la seconda volta in qualità di presidente dell'Unione Matematica Italiana.

Riportiamo qui di seguito integralmente quanto fu pubblicato nel verbale della Sezione Ligure della Mathesis

“Il 18 marzo 1938 dell'anno XVI E. F. i membri della Sezione Ligure Mathesis si riuniscono in un'aula del R. Istituto Tecnico Vittorio Emanuele II per svolgere i temi all'ordine del giorno:

- 1) Proposta di un concorso
- 2) Varie.

Sono presenti, oltre al presidente della Sezione, prof. Gino Loria, i soci proff. Bonistalli, Burnengo, Civinini, Lamberti, Mulè, Nannei, Pretti, Quarleri, Ricci, Segre, Serra, Severini e Zivaco. Il Presidente richiama l'attenzione dei convenuti su quanto egli espone nella comunicazione “Quo vadimus?” fatta al Congresso internazionale dei matematici che ebbe luogo a Bologna nel 1928. In essa egli, fatto un rapido quadro dell'enorme produzione matematica attuale, segnalò la difficoltà in cui trovansi gli studiosi di conoscere quanto viene pubblicato in quel campo ed il conseguente pericolo di compiere come nuove, ricerche già condotte a termine e di trovarsi arrestati per l'ignoranza di risultati già conseguiti. A fronteggiare tali eventualità egli ebbe a suggerire ai matematici di non trascurare le esposizioni metodiche complete di



Gino Loria (1862-1954)

quelle teorie ormai giunte ad un soddisfacente grado di maturità. Per la geometria tale condizione può ritenersi raggiunta da tre argomenti: *Curve piane speciali*, *Curve sghembe speciali*, *Superficie speciali*. Riguardo ai due primi, trattazioni dell'indicato tipo esistono in opere da qualche anno già date alle stampe. L'oratore ritiene che una trattazione del terzo riuscirebbe della massima utilità ed egli stesso vi si sarebbe accinto ove le sue condizioni, attestate dai registri dello stato civile non consentirebbero di nutrire la speranza di giungere al termine da tale lavoro. In tale stato di cose egli propone che la Sezione suggerisca ad altri tale tema di studio, osservando che chi si accingerà ad accogliere siffatto suggerimento troverà largo aiuto nella sua opera *Il passato ed il presente delle principali teorie geometriche* ed in articoli (specialmente del prof. Berzolari) della grande Enciclopedia tedesca. Precisando il suo concetto, propone che la Sezione, approfittando del modesto capitale di cui dispone, indichi un pubblico concorso sull'argomento. E poiché tale idea, comunicata al Presidente della "Mathesis" e ad alcuni colleghi, ottenne già la loro approvazione, egli stesso redasse uno schema di programma di cui dà lettura e sul quale apre la discussione.

Il prof. Severini, mentre approva l'idea del Presidente e lo schema di programma, vorrebbe che il concorso fosse intitolato al nome del prof. Loria, che da tanti anni dà opera utilissima alla Sezione, ed esprime poi il voto che egli aiuti ed eventualmente collabori alla progettata opera.

Il prof. Nannei si associa a tali vedute.

Il presidente ringrazia gli oratori e non si oppone alle proposte modificazioni, non senza osservare che la Sezione gli diede già tante prove di stima ed affetto, che una nuova gli sembra superflua.

Quanto alla sua partecipazione della progettata impresa, chi vi si accingerà può fin d'ora fare assegnamento sopra il suo aiuto.

Chiusa la discussione viene ad unanimità approvato il seguente schema di bando di Concorso che dalla presidenza della "Mathesis" sarà sottoposto al benessere Ministeriale.

CONCORSO AL PREMIO G. LORIA

La Sezione Ligure della Società di Matematica e Fisica "Mathesis", in pieno accordo con la Presidenza di questa Società, apre un Concorso a premio intitolato al suo attuale Presidente per un'opera sul seguente argomento:

Superficie speciali algebriche e trascendenti – Teoria e storia.

Dai concorrenti si richiede che per ciascuna superficie vengano indicate le definizioni e le origini, stabilite possibilmente le equazioni e assegnate le più cospicue proprietà, il tutto accompagnato da esatte indicazioni bibliografiche, le quali possano servire di guida per ulteriori studi.

All'autore dell'opera premiata, la Sezione ligure della "Mathesis" cederà tutti i propri diritti verso la Casa CEDAM di Padova (circa L. 2500-3000) sulla vendita dell'opera del prof. LORIA: *Scritti, Conferenze, Discorsi, sulla Storia delle matematiche*, avvertendo che la parte di detta somma già riscossa (L. 577,50) e depositata in un libretto al portatore presso la Sede di Genova del Credito Italiano, verrà subito consegnata al vincitore del Concorso. Questi conserverà la proprietà letteraria del suo lavoro, ma sarà tenuto a pubblicarlo per le stampe al più presto possibile.

Il Concorso è riservato ad autori italiani. I lavori del concorso dovranno essere presentati in due copie, possibilmente dattilografate, entro le ore 18 del giorno 31 dicembre 1940, accompagnati da una busta suggellata, contrassegnata con un motto riprodotto sull'originale, contenente il nome e l'indirizzo dell'autore, il tutto diretto al Presidente della Sezione Ligure "Mathesis", presso la Segreteria della R. Università di Genova. I lavori non premiati potranno venire ritirati da persone che dimostreranno averne diritto.

Il giudizio inappellabile verrà pronunciato da una Commissione costituita dal Presidente della "Mathesis", dal Presidente della Sezione Ligure della stessa Società, dal Preside della Facoltà di Scienze della R. Università di Genova, e da altre persone designate dai tre membri d'ufficio.

Firenze-Genova, Marzo 1938-XVI.

Il Presidente della "Mathesis"
G. Sansone

Il Presidente della Sezione Ligure
della "Mathesis"
G. Loria

(Il Concorso è stato approvato con lett. Min. n. 7153 dell'11 giugno 1938-XVI)"

Chi partecipò a questo Concorso? Non si hanno notizie in merito, nonostante approfondite ricerche in merito, molto probabilmente nessuno. Le motivazioni? Vanno forse ricercate nel fatto che a settembre del 1938 vengono promulgate in Italia le leggi razziali e Gino Loria, di razza ebraica, dovette abbandonare ogni incarico accademico rifugiandosi nelle Valli Valdesi e quindi probabilmente nessuno se la senti di partecipare ad un Premio intitolato ad un "Ebreo".

Foto di F. Ceragioli, CC BY-SA 3.0



Veduta delle Valli valdesi

A Genova il 30 giugno del 1954, all'età di 92 anni, Gino Loria muore. Ma il mondo non si era dimenticato del grande matematico e il prof. Giovanni Sansone, che era stato presidente della Società Mathesis dal 1937 al 1941 ed era stato eletto nel 1952 presidente dell'Unione Matematica Italiana, istituisce nuovamente il "Premio Gino Loria" nella riunione dell'Ufficio di Presidenza dell'UMI del 2 ottobre 1954. In questa riunione, da lui presieduta, presenti i professori

Alessandro Terracini, Mario Villa, Dario Graffi e Gianfranco Cimmino, con la rendita del capitale di L. 600 000, raccolte mediante apposita sottoscrizione dal Comitato per le onoranze al prof. Gino Loria, viene istituito un premio di studio biennale intitolato "Premio Gino Loria" da conferirsi mediante concorso per titoli a un laureato del precedente triennio rispetto alla data del bando di concorso che abbia conseguito la laurea in matematica, oppure in matematica e fisica, oppure in fisica presso l'Università di Genova, discutendo una dissertazione di laurea originale su argomento matematico, secondo le modalità fissate da apposito regolamento.

Chi partecipò a questo Concorso?

Questa volta siamo stati più fortunati nella ricerca, abbiamo trovato però soltanto due nomi:

Fulvia Furinghetti, Professore ordinario in quiescenza di Matematiche Complementari, Università di Genova, laureata il 14 novembre 1963 con tesi dal titolo:

Rivestimenti e gruppi fondamentali (Relatore prof. Francesco Gherardelli).

Ada Aruffo, Professore ordinario di Analisi Matematica, Università di Genova, laureata il 14 luglio 1977 con tesi dal titolo:

Condizioni necessarie e sufficienti per l'esistenza del minimo di problemi di calcolo delle variazioni in dimensione infinita, (Relatore prof. Jaurés Pacifico Cecconi).

Una storia che finisce bruscamente... non termina invece l'attenzione ai giovani che i matematici continuano a mostrare: si riuscirà a far ripartire la ricerca nel nostro Paese? Saremo in grado di evitare che i nostri giovani siano costretti a fuggire all'estero?

Antonio Salmeri

Autore di numerose pubblicazioni nel campo dell'Ingegneria e della Matematica, Antonio Salmeri è dall'aprile 2011 il fondatore e uno dei curatori della rivista online *Euclide. Giornale di matematica per i Giovani*.
salmeriantonio@tiscali.it



LE LEGGI RAZZIALI

Dopo che, il 14 luglio 1938, venne pubblicato sul *Giornale d'Italia* il "Manifesto degli scienziati razzisti", sottoscritto da 108 scienziati del Regime (nel quale si legge, tra l'altro: "È tempo che gli Italiani si proclamino francamente razzisti" e "Gli ebrei non appartengono alla razza italiana"), iniziarono le persecuzioni razziali che vennero applicate con particolare vigore al mondo della scuola. Così *La Stampa* del 3 settembre 1938 titola: "Il Consiglio dei Ministri delibera l'esclusione dalle scuole di tutti gli insegnanti e gli alunni nati da genitori di razza ebraica".

E questo un paio di giorni prima che venisse promulgato il Regio Decreto-Legge n. 1390-XVI: "Provvedimenti per la difesa della razza nella scuola fascista" pubblicato sulla G.U. n. 209.

Ne riportiamo un paio di stralci:

"Art. 2 - A datare dal 16 ottobre 1938-XVI tutti gli insegnanti di razza ebraica [...], saranno sospesi dal servizio; sono a tal fine equiparati al personale insegnante i presidi e direttori delle scuole anzidette, gli aiuti e assistenti universitari, il personale di vigilanza delle scuole elementari.

Analogamente i liberi docenti di razza ebraica saranno sospesi dall'esercizio della libera docenza.

Art. 3 - I membri di razza ebraica delle Accademie, degli Istituti e delle Associazioni di scienze, lettere ed arti, cesseranno di far parte delle dette istituzioni a datare dal 16 ottobre 1938-XVI."

Gli scienziati espulsi dall'Università furono 27, di cui 10 matematici: Guido Ascoli, Federigo Enriques, Gino Fano, Guido Fubini Giron, Beppo Levi, Tullio Levi-Civita, Arturo Maroni, Beniamino Segre, Alessandro Terracini, Ettore del Vecchio. Guido Castelnuovo e Gino Loria erano già in pensione e furono privati delle cariche accademiche; Vito Volterra fu anche radiato dall'UMI per essersi rifiutato di giurare fedeltà al fascismo; Albert Einstein si dimise dall'Accademia dei Lincei.

pts

Storie di matematica

John Forbes Nash...
A Beautiful Mind

a cura di ANTONELLA TESTA

23 maggio 2015: un taxi che percorre un'ampia strada del New Jersey esce di strada. Nell'incidente perdono la vita i passeggeri, John Forbes Nash e la moglie Alicia, 86 e 82 anni. Rientravano dalla Norvegia, dove lui aveva ricevuto il premio Abel, una sorta di Nobel della matematica assegnato ogni anno.

Si sono spezzate così, in modo imprevedibile e tragico, due vite che hanno condiviso a lungo le gioie della mente intuitiva e i grandi, ripetuti dolori di una tremenda malattia, una schizofrenia paranoide, che Nash aveva iniziato a manifestare fin dai trent'anni.

Al lettore che si sta chiedendo di chi stiamo parlando basterà ricordare che sono i protagonisti di *A Beautiful Mind* (di Ron Howard, 2001). Nel film John Nash è interpretato da Russell Crowe, la moglie Alicia da Jennifer Connelly.

John Nash sarebbe uno dei tanti scienziati sconosciuti ai più se non ci fosse stato questo film, premiato con 4 Golden Globe e altrettanti Oscar, che fa appassionare alla sua storia anche il più temibile detrattore.

Princeton (USA), 1947. Nash non riesce a trovare l'idea originale per la sua tesi di dottorato in Matematica. Il problema lo ossessiona e con il suo carattere schivo fa fatica a stringere amicizie, fatta eccezione per il compagno di stanza Charles che di lì a poco dovrà accogliere con sé la nipotina rimasta orfana.

Una sera è in un pub con 4 compagni e osserva le strategie del gruppo di ragazzi, tutti attratti dalla bellezza di una giovane in compagnia di 4 amiche. Inutile puntare tutti e 5 sulla bella del gruppo. Meglio conquistarne una ciascuno, senza dar a intendere che ci si accontenta... Le dinamiche del gruppo gli illuminano la mente e lo conducono alla formulazione delle sue teorie sui giochi non-cooperativi e al concetto di "Equilibrio di Nash", che esprime condizioni che garantiscono il miglior risultato positivo per il singolo individuo all'interno di un gruppo in cui i singoli interagiscono con competizione e senza cooperare e con il miglior risultato per il gruppo stesso.

È l'idea originale che cercava per il dottorato, gli dà l'accesso all'insegnamento al MIT e lo premierà con il Nobel per l'Economia (non per la matematica, non esiste!!!) molti anni dopo, nel 1994, perché l'idea ha applicazioni sugli andamenti economici ma anche nelle dinamiche politiche, nelle strategie di guerra, ...



John Forbes Nash (1928-2015)

Nel frattempo l'agente Parcher del Pentagono lo ingaggia in gran segreto per la codifica di segnali cifrati. In piena Guerra Fredda i Russi riempiono i giornali di messaggi in codice e Nash ne decifra di continuo per essere puntuale nelle consegne top-secret. Alicia, sua brillante studentessa che diventa sua moglie e madre di suo figlio, è all'oscuro di tutto. Ma presto tutto si svela e lo spettatore, che fino a questo punto era rimasto incollato alla poltrona nella *suspense*, comprende che Charles, la nipotina, l'agente Parcher e il resto non esistono e sono frutto di allucinazioni.

La seconda parte del film scorre tra cure, ricoveri coatti e tentativi di governare la schizofrenia. Alla fine Nash troverà il modo di tenere a bada la malattia, in un equilibrio che gli permette di svolgere una vita quasi serena e di riavvicinarsi all'ambiente accademico. Sembra quasi un'applicazione delle sue teorie...

Il film è liberamente ispirato alla biografia di Nash, e in particolare alla lettura biografica che dà Sylvia Nasar ne *Il genio dei numeri* (Rizzoli). Le licenze cinematografiche non si contano, ma sono del tutto funzionali a una pellicola di meritato successo. Non importa se Nash non ha mai cifrato i messaggi della Guerra Fredda, se nella schizofrenia le allucinazioni sono soprattutto uditive e non visive, ecc ecc. Per tutta la prima parte del film lo spettatore vive le stesse allucinazioni del protagonista ed entra in empatia con lui, con l'essenza della sua curiosità di matematico, la sua vita privata e la sua malattia.

Con un'efficacia che raramente si verifica.

**Antonella Testa**

Ha conseguito la laurea in Fisica e il dottorato in Storia della Fisica; si occupa di Storia della scienza, Storia della strumentazione fisico-astronomica e di Comunicazione scientifica presso l'Università degli Studi di Milano. Cura e collabora a iniziative di diffusione di cultura scientifica tra cui, dal 1997, il festival del film e del documentario scientifico *Vedere la Scienza Festival*, di cui dirige il programma. antonella.testa@unimi.it



Storie di matematica

Cronache di un'altra EXPO a Milano

di ELISA CURTI e MIRIAM PANIGADA

Troverai Milano molto animata. Esposizione, Ind Teatri, Panorama, Ippodromi, Tramway, ferrovia elettrica, Esposizione Musicale, Esposizione Artistica, Pallone areostatico (non compiuto) etc etc. Non si studia non si lavora più: i milanesi si moltiplicano e vanno innanzi e indietro dall'Esposizione, occupati a curiosare. C'è un brulicame tutto il giorno là che pare un grande Alveare. Le signore non vanno ai bagni ed hanno anche sospese le solite visite per dedicarsi all'Esposizione: e là tengono i loro crocchi quotidiani.

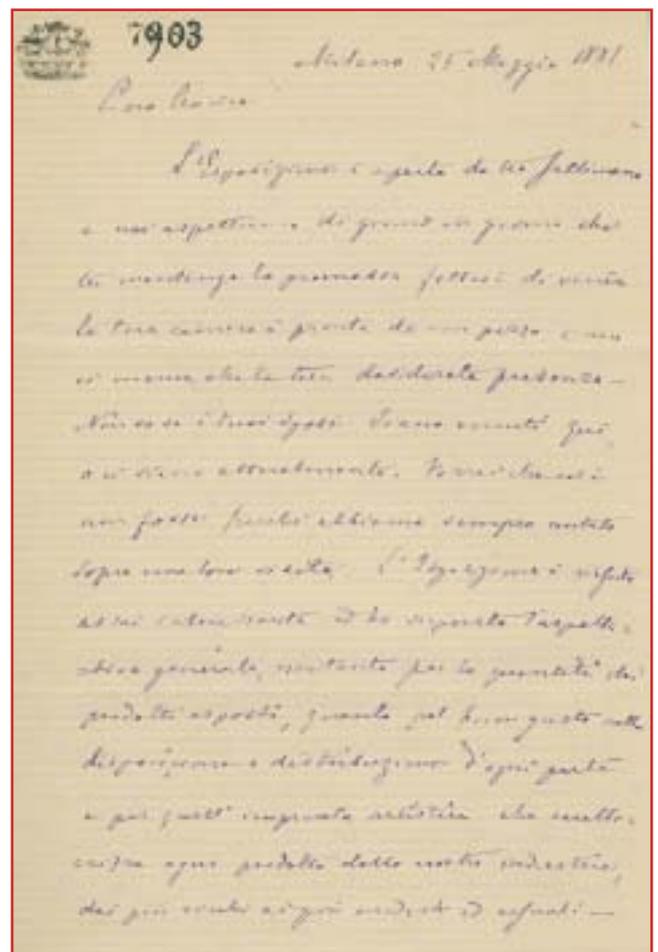
L'Esposizione è riuscita assai interessante ed ha superato l'aspettativa generale, non tanto per la quantità dei prodotti esposti, quanto pel buon gusto nella disposizione e distribuzione d'ogni parte e per quell'impronta artistica che caratterizza ogni prodotto delle nostre industrie, dai più ricchi ai più modesti ed usuali. Questa mi pare la vera nota dominante della Mostra: la scelta dei giardini fu infelice perché la città ora manca di un ritrovo geniale pel dopopranzo. Ma d'altra parte ne ha avvantaggiato molto l'effetto generale e tanto più per l'aggiunta del Giardino Pubblico della Reale Villa che è una vera oasi.¹

La riconoscete?

E no, decisamente non si tratta dell'EXPO meneghina del 2015!

È il 25 maggio 1881. Chi scrive è Celeste Clericetti (20 novembre 1835-30 maggio 1887), il primo professore di Scienza delle Costruzioni al Politecnico di Milano, un ingegnere e matematico così erudito da potersi occupare tanto della teoria dell'equilibrio quanto dell'architettura lombarda più antica. Chi legge è invece Luigi Cremona (7 dicembre 1830 - 10 giugno 1903), matematico d'ampia fama, in seguito Senatore del Regno d'Italia, ad oggi ricordato anche per aver ispirato e "fondato" la scuola geometrica italiana, eccellenza tutta nostrana in grado di mietere molti successi negli anni a cavallo fra Ottocento e Novecento. L'uno invita l'altro.

Si tratta qui, infatti, di convincere il Cremona affinché trovi il tempo di passare a Milano, dove peraltro ha lavorato a lungo, e visitare l'Esposizione Nazionale:



Stralcio della prima pagina della lettera 051-11215 scritta da Celeste Clericetti a Luigi Cremona il 25 maggio 1881

*L'Esposizione è aperta da tre settimane e noi aspettiamo di giorno in giorno che tu mantenga la promessa fattaci di venire: la tua camera è pronta da un pezzo e non ci manca che la tua desiderata presenza.*²

Voluta dalla Camera di Commercio e finanziata da privati che operano prevalentemente in Lombardia, l'Esposizione rimane aperta dal 5 maggio 1881 per un periodo di sei mesi, nell'area compresa tra Corso Venezia, Via Palestro e i Giardini pubblici (oggi intitolati a Indro Montanelli), disposta su oltre 160.000 metri quadrati.

I lavori di preparazione devono essere stati importanti se, il 28 marzo, Clericetti si sente di scrivere:

*Abbiamo la città molto animata; assai più dell'ordinario. Fa un curioso senso l'incontrare sul corso Venezia, dal Ponte al Dazio, dunque in piena città, una vera locomotiva che trascina un vagone carico di prodotti per l'Esposizione. L'occhio, come tutto, è schiavo delle abitudini. Abituato a vedere tali macchine in aperta campagna o sotto le tettoie delle stazioni, l'incontrare una vera locomotiva da ferrovia ordinaria in una strada di città, fa un senso curioso almeno a me. Mi par più grande più colossale del solito. Gli è come quando mi accade di vedere una persona passeggiare nella parte piana del nostro giardino pubblico, dove le piante sono basse e i cespugli minuscoli. La persona mi par più grande del naturale, perché non vi trovo il rapporto ordinario tra l'altezza di un uomo e quella di una pianta.*³

Pur non potendo gareggiare con le grandi Esposizioni europee realizzate negli anni precedenti (Londra 1851 e 1862; Parigi 1855, 1867 e 1878; Vienna 1873), l'edizione nostrana del 1881 si dimostra in grado di portare a Milano oltre un milione di visitatori e, con i suoi 7.139 espositori (di cui 314 persino dalla Sicilia), finisce per assumere un carattere effettivamente nazionale, contribuendo, pur tra mille difficoltà, a costruire l'immagine di Milano quale "capitale economica" d'Italia.

La crisi ministeriale che perdura da tempo e alla quale finora non vedesi una fine è stata certo una disgrazia per i Milanesi che hanno fatto sforzi e spese grandi nella speranza di un concorso grandissimo di tutti gli italiani; si contava naturalmente, benché meno, anche sugli stranieri ma la faccenda improvvisa di Tunisi e l'irritazione nazionale contro i Francesi che vi è sorta e che [?] crescendo, fornì altra delusione. Erano in vista delle corse di piacere da Parigi a qui: ora non bisogna pensarci più e contare solo sui nazionali.

Però sono certo che l'esposizione piacerà e ti avverto che aspettiamo una tua lettera che ci avverta. Ma bisogna veni-

*re per restarci 15 giorni e però scegli bene il tuo tempo perché non ci va meno.*⁴

Tuttavia i primi inviti a Cremona non hanno successo e quindi, il 25 luglio 1881, Clericetti torna a insistere:

*In questi ultimi due mesi ti abbiamo aspettato settimana dopo settimana, perché avevi promesso di venire ancora e di visitare la nostra Esposizione. Ma non sei venuto e neppure hai detto se verrai: abbiamo solo visto per pochi momenti i tuoi cari sposi che sembravano aver una gran fretta di andare via da Milano. Comunque speriamo di vederti a settembre quando la parte più calda dell'estate sarà passata e l'esposizione sarà più frequentata che nell'ultimo periodo.*⁵

Infine la cronaca e la vicenda si chiudono; il 29 ottobre 1881 Clericetti scrive:

*L'Esposizione sta per essere chiusa: il tempo è triste e una pioggia minuta ha scemato il freddo degli scorsi giorni, ma l'umidità penetra fino nelle ossa. E non di meno la città è assai affollata: sono le migliaia di persone che hanno aspettato gli ultimissimi giorni per visitare la mostra: I Cafè, i restaurant sono rigurgitanti e percorrendo la sera il Corso, giù fino alla Piazza del Duomo e nella Galleria è uno spettacolo curioso il vedere tante centinaia di bocche in movimento: ogni fatica va a finire in appetito. Presto però la Città riprenderà la sua calma abituale: ognuno rientrerà nella propria orbita o in quella che s'è acquistata nuovamente con le Onorificenze e il ricordo dell'Esposizione sarà pei milanesi come quello di una brillante meteora. Però qualche cosa rimane ed è una maggiore fiducia degli italiani in se medesimi e un'aspirazione meno vaga al progresso. Se tu poi fossi venuto prima e con maggior tempo disponibile e ci fossimo venuti insieme mediante i molti tram a vapore, qua e là nella campagna milanese e nella Comasca, avresti riscontrato i sintomi di un vero rinnovamento generale: dappertutto sorgono opifici e alti camini industriali e nuove case di campagna e villette circondate da giardini. Dappertutto anche nei più modesti comuni sorgono locali per gli uffici municipali e per le scuole e le vecchie case coloniche e i Cascinali si vanno imbiancando come si preparassero ad una festa: insomma è uno spettacolo consolante questo della patria nostra che finalmente si è scossa dal lungo letargo e vuol progredire e rifarsi a nuovo migliorando tutto.*⁶

Riusciremo dunque anche oggi a scuoterci dal nostro lungo torpore, per rifarci a nuovo e migliorare il tutto? E, se resterà qualche traccia dell'EXPO 2015, quale sarà la mano in grado di scriverne?

Aspettiamo, trepidanti, le risposte...

Elisa Curti

Frequenta la classe quinta presso il Liceo scientifico "A. Einstein" di Milano. A scuola le interessa la matematica, in particolare la geometria. Le piace leggere, andare al cinema e in palestra. Nel mese di giugno 2015 ha partecipato ad uno stage presso il Centro *matematita*.



Miriam Panigada

Frequenta la classe quinta presso il Liceo scientifico "A. Einstein" di Milano. A scuola le interessa la matematica (in particolare statistica e probabilità) e la chimica. Nel mese di giugno 2015 ha partecipato ad uno stage presso il Centro *matematita*.



Note

- 1 Questa, come tutte le lettere citate in questo articolo, è conservata presso l'Istituto Mazziniano di Genova. È visibile anche sul sito www.luigi-cremona.it alla segnatura 051-11215.
- 2 Ancora sul sito www.luigi-cremona.it alla segnatura 051-11215.
- 3 Sul sito www.luigi-cremona.it alla segnatura 051-11214.
- 4 Ancora nella lettera del 25 maggio 1881, sul sito www.luigi-cremona.it alla segnatura 051-11215.
- 5 Sul sito www.luigi-cremona.it alla segnatura 051-11216. La lettera è in inglese (Clericetti era nato a Londra ed era bilingue) e la traduzione è nostra.
- 6 Sul sito www.luigi-cremona.it alla segnatura 051-11217.



L'angolo del direttore

Caro direttore,
un mio amico, intelligente e mediamente informato anche se estraneo al mondo della scuola, il pomeriggio della seconda prova all'esame di matematica del luglio scorso mi dice: "Allora gli studenti hanno dovuto calcolare la bolletta telefonica...". Questo commento, sicuramente portatore di un senso comune poco preciso e semplificante, rende però abbastanza bene l'idea di quella che può diventare l'immagine della matematica presso chi professionista della matematica non è. Le indicazioni nazionali, le simulazioni e parte della prova d'esame sono state improntate alla filosofia del "problem solving" e incentrate sulla ricerca di applicazioni dirette alla realtà. Sicuramente la modellizzazione è uno degli aspetti più potenti e affascinanti della matematica e altrettanto sicuramente il modo di insegnare la matematica andava modificato. Contestualizzare evita l'apprendimento automatico di formule e permette di sviluppare senso critico rispetto a ciò che si fa. E questo è sicuramente positivo. Io penso però che questo non possa essere l'unico aspetto e che se tale rimane si rischia di prendere una scorciatoia pericolosa. I vasai da aiutare delle simulazioni proposte dal ministero o il costo medio al minuto di conversazione proposto dall'ultima prova rischiano di banalizzare a mio parere il "rapporto con la realtà". (Tra l'altro: perché anche in questa sede scegliere un problema che riguarda il mondo della telefonia? Anche questo crea immaginario...) Il rapporto con la realtà è ben più complesso e diventa banale se non è accompagnato da un analogo percorso sulla capacità di astrazione e sulla capacità di immaginare mondi. E necessita a mio parere di un percorso laboratoriale (che non si riduce all'acquisto delle LIM...) che ha bisogno di tempi distesi e di formazione seria, aspetti che non mi sembrano troppo compatibili con la "pessima" scuola che ci attende.

È vero che le nuove indicazioni ruotano attorno a un numero finito di temi che occorre imparare a individuare con precisione, ma gli argomenti attorno a cui questi si sviluppano sono invece molti. Troppi.

E compaiono anche nella prova d'esame: le equazioni differenziali, la geometria dello spazio (quali competenze in più porta il saper calcolare il piano tangente a una superficie nello spazio?), le serie nelle simulazioni etc. etc.

Quello che ho sperimentato quest'anno è spesso la difficoltà degli studenti a passare da un argomento all'altro senza avere il tempo di metabolizzare e di sperimentare. La richiesta, più che legittima e condivisibile, di non ridurre la matematica a mero calcolo e a tecnicismi a volte è sviante e non tiene conto del fatto che l'apprendimento di un linguaggio altro, quale è quello della matematica, può anche essere compiuto non come meccanica sequenza di calcoli, ma come ambito in cui sviluppare ragionamento. E che la capacità di contestualizzare e di ragionare in termini semplici su situazioni complesse viene anche dal numero di "parole" matematiche che uno studente ha a disposizione. Insomma, come diceva Don Milani, l'operaio conosce 100 parole, il padrone 1000, per questo è lui il padrone...

Quindi... sospendiamo il giudizio su queste prove di maturità, fermo restando il giudizio sulla pessima gestione che ne è stata fatta quest'anno. Ci auguriamo che servano a dare uno "scossone" e che possano essere fonte di cambiamento positivo nel cammino futuro, per una matematica a cui tornare ad appassionarsi, che sviluppi capacità di ragionare e spirito critico. Cambiamento che a sua volta però sarà influenzato dal contesto generale nel quale questo avverrà.

Che ne dici?

Laura Sferch

Cara Laura, grazie della tua lettera che ha messo in evidenza uno dei tanti problemi che ha riguardato il mondo della scuola dalla primavera di quest'anno. Il *format* della seconda prova dell'esame di maturità del liceo scientifico è cambiato, suscitando numerose discussioni fra docenti, studenti e genitori, nonché fra le persone che direttamente o indirettamente si occupano del mondo della scuola.

Questa estate sono andato a trovare una mia amica a Pisa. Malgrado la calura, siamo andati in Piazza dei Miracoli e nel prato intorno la Cattedrale c'era un'opera del maestro Arnaldo Pomodoro. Incuriositi, ci siamo avvicinati e abbiamo scoperto che si trattava di una installazione esterna di una mostra intitolata *Continuità e Innovazione*. Non siamo riusciti ad entrare perché eravamo di fretta, ma il titolo mi ha fatto venire in mente la scuola.

Non credo che sia facile coniugare la continuità fra quanto si faceva in precedenza e l'innovazione, il cambiamento. Forse uno dei problemi della scuola è proprio quello di trovare una formula per realizzare il binomio contenuto nel titolo della mostra di Pomodoro. Da un lato, come dici tu, l'innovazione rischia di creare rotture con il passato, a volte anche difficili da realizzare; dall'altro, il rispetto della continuità rischia di impedire cambiamenti significativi. Osservazione banale, dirai, ma serve a spiegare a noi stessi che a non essere banale è proprio la questione – la "situazione problematica" come diremmo agli studenti – che stiamo "vivendo".

Mi rendo ben conto del perché la prova di maturità, come è stata scritta e pensata, non ha soddisfatto il mondo della scuola. D'altra parte, hai mai pensato alla prima verifica che hai dovuto scrivere? Al primo compito in classe? Con il senno di poi ti sarà sembrata sicuramente peggiore di quello che avresti potuto fare. Della prova di maturità ho apprezzato il tentativo di cambiare un *format* in voga da quasi venti anni, in una società in cui la matematica ha cambiato funzione e finalità molto più rapidamente di quanto non lo abbia fatto il ministero. Ben venga la ricerca di avvicinare la matematica e la realtà (anche se forse non era necessario aspettare il 2015): vero è che molto deve essere fatto in questa direzione ma credo che il dibattito che ne è scaturito sia stato utile e costruttivo. E, del resto, la prova assegnata all'esame di luglio era già diversa da quella della prima simulazione di pochi mesi prima.

Mi fa piacere che anche tu convenga sulla necessità di uno scossone che – io lo spero – non si limiti alla prova di maturità del liceo ma presto possa verificarsi anche in altri aspetti della vita scolastica.

Nel mio piccolo, è stato anche questo desiderio di portare gli studenti di oggi che sono ben diversi dai loro... antenati a "fare pace con la matematica" e a conoscerla un po' di più per quella che è, vale a dire uno strumento degli umani per cambiare il mondo in cui vivono rendendolo più libero e più giusto, è stato anche questo desiderio, dicevo, a convincermi a lavorare per il progetto *MathUp* e ti assicuro che è una sfida per me.

Mi piacerebbe che questo scambio di impressioni fra te e me e l'intervista alla dottoressa Brancaccio pubblicata nelle pagine precedenti fossero di stimolo per altri lettori, ai quali chiedo di scrivervi per continuare a discutere su questo tema che non smetterà di essere d'attualità. Da parte mia, sarei molto curioso di sapere anche il punto di vista degli studenti che hanno dovuto affrontare la prova, almeno di quelli che sono fra i visitatori di *XlaTangente*: che cosa ne pensano? L'hanno vissuta come una innovazione? Avrebbero preferito il classico studio di funzione?

E lasciami concludere questa risposta esprimendo la speranza che il nuovo *format* dell'esame di maturità non si riproponga per i prossimi vent'anni. Non dimentichiamoci il binomio del titolo della mostra di Arnaldo Pomodoro *Continuità e Innovazione*!

Gilberto Bini



La Via delle Immagini

la scuola è

DI a DA in
CON
SU
PER
tra
FRA

TU T
T T
T U

le mostre



le immagini

i laboratori



le pubblicazioni

