

# Archimede: il museo itinerante approdato al Liceo Russell

Anita Biagini, Paola Santucci

*“Imparare è un’esperienza, tutto il resto è solo informazione”*  
Albert Einstein

LICEO CLASSICO STATALE SPERIMENTALE  
**“BERTRAND RUSSELL”**  
VIA TUSCOLANA, 208  
ROMA

# Archimede un museo itinerante

Direzione scientifica prof. Franco Ghione  
Dipartimento di Matematica dell'Università di Tor Vergata

30 gennaio/6 febbraio 2015

A cura degli allievi del Russell coordinati dai docenti:  
**A. Biagini, F. Burgos e P. Santucci**

**APERTURA DELLA MOSTRA:**  
30/01/2015 16:30-18:30  
03/02/2015 16:00-18:30  
06/02/2015 16:00-18:30

In orario curricolare dei giorni dal 02/02/2015 al 06/02/2015 è possibile prenotare una visita guidata per le scuole di 1° e 2° grado  
Per informazioni e prenotazioni scrivere alla referente del progetto Paola Santucci  
[paola.santucci1@istruzione.it](mailto:paola.santucci1@istruzione.it)

www.liceorussellroma.it

Immaginazione e geometria: Lucio Ruffano

**Abstract:** in questo lavoro viene descritta la progettazione e la realizzazione di un museo articolato intorno alla figura di Archimede allestito presso il Liceo Russell di Roma dalle proff. A. Biagini, F. Burgos e P. Santucci, quest' ultima referente del progetto. Saranno esposte alcune riflessioni didattiche e metodologiche, anche alla luce delle acquisizioni neuro- scientifiche. Infine si riporterà l'esperienza vissuta dal punto di vista degli studenti che hanno partecipato al progetto.

**Introduzione:** Il progetto si è sviluppato nel 2014 da un'idea del prof. Ghione dell'Università di Roma di Tor Vergata. Infatti, in occasione del premio Archimede 2013 indetto dall'UMI per ricordare il 2300-esimo anno dalla nascita del grande genio siracusano, alcune scuole d'Italia hanno costruito manufatti di vario genere per ricordare la figura di Archimede. Questi oggetti, terminata la selezione, sono stati donati dall'UMI all'Università di Tor Vergata e il prof. Ghione ha progettato di usarli per realizzare un museo itinerante intorno alla figura di Archimede, che poteva essere ospitato nelle scuole del Lazio. Un modello didattico di un orologio ad acqua progettato dal prof. Felice Ragazzo dell'Università La Sapienza di Roma, sotto la direzione scientifica del prof. Ghione, ha arricchito la collezione. Le scuole che hanno già ospitato il museo sono IIS Darwin<sup>1</sup>, IS Lombardo Radice, Liceo Pellecchia.

## Archimede: un museo itinerante - Gli exhibit



Un manoscritto arabo risalente all'XI secolo descrive il funzionamento di un ingegnoso orologio ad acqua la cui progettazione viene attribuita ad Archimede. Anticamente la durata delle ore era disuguale nelle diverse stagioni, ma questo orologio, in virtù di un sorprendente meccanismo, permetteva di misurare il tempo in qualsiasi giorno dell'anno.



Pappo D'Alessandria elenca ed attribuisce ad Archimede la scoperta di 13 solidi con le stesse proprietà dei solidi platonici, ma con la caratteristica di avere come facce poligoni regolari di tipo diverso. La forma di uno di questi solidi è proprio quella che possiamo osservare in un comune pallone da calcio.



Lo storico Diodoro Siculo attribuisce ad Archimede l'invenzione della coclea, un macchinario idraulico che permette di spostare grandi quantità di acqua da un livello più basso a uno più alto. Altre fonti riportano che la coclea fosse invece già usata dagli Egizi a scopo d'irrigazione.



Archimede, nel trattato Galleggianti, enuncia un principio generale da cui deduce risultati teorici insospettabili, quali la sfericità degli oceani e importanti applicazioni tecnologiche come la realizzazione della Siracusana, la più grande nave dell'antichità.



Archimede, nel suo trattato Sull'equilibrio dei piani, basandosi su 7 postulati, con un metodo deduttivo, dimostra 15 proposizioni sull'equilibrio delle figure piane. Tramite queste si determinano i baricentri di figure piane come il trapezio, utilizzando soltanto la leva, la riga e il compasso.



Narra Polibio che "Archimede, avendo preparato macchine per lanciare dardi a ogni distanza, mirando agli assaltatori con le baliste e con catapulte che colpivano più lontano e sicuro, ferì molti soldati e diffuse grave scompiglio...". Durante l'assedio di Siracusa, con la catapulta, inventata dai Greci e perfezionata da Archimede, furono affondate molte navi romane.



Cicerone racconta che, dopo la conquista di Siracusa nel 212 a.C., il console romano Marcello aveva portato a Roma un planetario realizzato da Archimede. Un frammento attribuito a questa leggendaria macchina, con ingranaggi straordinariamente simili a quelli moderni, è stato ritrovato nel 2006 a Olbia.



Narra Dione Cassio che, durante la seconda guerra punica, vennero utilizzati specchi contro navi che si trovavano alla distanza di "un tiro d'arco". Leggenda o realtà? Nel 2009 al MIT, il prof. David Wallace e la sua classe hanno incendiato il modello di una nave romana in legno posta alla distanza di 30 metri.



In un manoscritto, detto Codice C, scoperto all'inizio del 1900 e contenente alcune opere di Archimede, è descritto un gioco detto Stomachion. Questo passatempo consiste di 14 tessere con cui si possono comporre un quadrato e moltissimi oggetti. Stomachion viene tradotto da alcuni "il gioco che fa impazzire".

<sup>1</sup> Assunta Chiummariello, *Istantanee di una mostra ... Archimede si racconta ...* Euclide. Giornale di matematica per i giovani. N.20 (25 luglio 2014) 4.

2

**Caratteristiche progettuali:** Le peculiarità caratterizzanti il museo, che sono state stabilite in fase di progettazione, sono le seguenti:

- l'alunno deve essere protagonista. Infatti gli studenti, istruiti attraverso seminari da tenersi nel pomeriggio con modalità laboratoriale, diventano guide di un determinato exhibit e durante i giorni di apertura della mostra illustrano ai visitatori quello strumento o quel concetto e le sue caratteristiche scientifiche;
- la metodologia didattica è fondata sul "fare", che deve caratterizzare non solo la fase di preparazione, ma anche quella di attuazione: un fare che si concretizza nel costruire strumenti, realizzare dei minilaboratori intorno a concetti ed exhibit, predisporre video, presentazioni o altro materiale divulgativo per coinvolgere il visitatore in un'esperienza attiva;
- ogni exhibit può essere studiato e presentato in maniera interdisciplinare, superando in questo modo la suddivisione delle discipline umanistiche e scientifiche, spesso presente nell'esperienza scolastica degli alunni. Il museo ha quindi l'obiettivo trasversale di ricollocare alcuni concetti scientifici nel periodo storico e nel clima culturale in cui essi si sono presentati e sviluppati, nel tentativo di aumentare la consapevolezza che il sapere è uno e le discipline non sono altro che le sue molteplici sfaccettature;
- le scuole attraverso il museo devono diventare centri di diffusione della cultura scientifica per gli alunni, per il territorio e per le scuole limitrofe, in un'ottica di orientamento ed accoglienza.

**Realizzazione:** Nell'anno scolastico 2013/2014 il prof. Ghione ha tenuto presso l'Università di Tor Vergata alcuni incontri di formazione per gli insegnanti delle scuole aderenti al progetto. In tali occasioni è stato possibile prendere visione degli strumenti a disposizione per il museo e cooperare nella costruzione del progetto.

Il progetto è stato presentato agli alunni del liceo Russell attraverso una conferenza introduttiva. Gli studenti interessati al progetto hanno iniziato a documentarsi sulla figura di Archimede. Nell'anno scolastico 2014/15 le insegnanti hanno scelto gli strumenti da esporre nel museo, e li hanno presentati agli studenti. Ciascuno studente è stato libero di scegliere quale strumento avrebbe illustrato.

Le docenti hanno poi guidato gli alunni nello studio della particolare macchina scelta utilizzando materiale elaborato a volte dall'Università di Tor Vergata, a volte da noi docenti, a volte, in modo autonomo, dagli studenti stessi.

L'allestimento della mostra è stato realizzato da noi insegnanti con il fondamentale contributo della prof.ssa Agnese Racheli (Istituto Darwin), nei locali del Laboratorio di Matematica e della Biblioteca.

La mostra è stata inaugurata il 30 gennaio 2015 con una conferenza introduttiva dal titolo “ Cosa abbiamo ancora da imparare da Archimede?” ed è restata aperta per una settimana.

Sono state organizzate, in orario curriculare, visite per studenti delle scuole di I grado “Bellini”, “Petrarca” , “Deledda”, “Mommsen”, per le classi del nostro istituto e, su richiesta delle maestre, da una quinta elementare della scuola primaria “Manzoni”. Anche un gruppo di studenti olandesi, in visita presso l’istituto all’interno di un programma di scambio culturale, ha potuto usufruire di una visita guidata organizzata autonomamente in lingua inglese dagli studenti.

In orario pomeridiano il museo, aperto al pubblico, è stato visitato mediamente da 50 visitatori e, nell’ultimo pomeriggio di apertura, anche da una classe di una scuola media che non aveva trovato posto in orario curriculare. Da alcune docenti di scuola secondaria di I grado è stata richiesta una proroga di apertura della mostra, che purtroppo non è stato possibile soddisfare.

Alla fine della mostra agli studenti impegnati nel progetto è stato richiesto di compilare il seguente questionario:

#### BREVE QUESTIONARIO DEL PROGETTO ARCHIMEDE

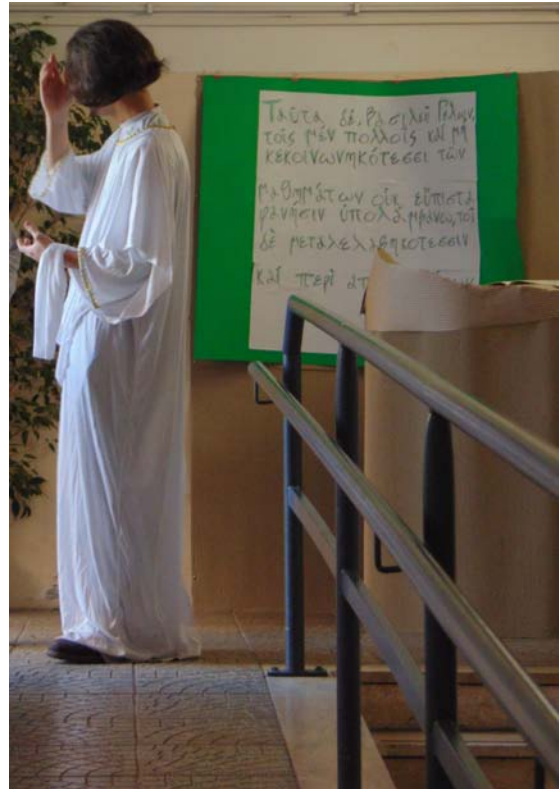
Nominativo (facoltativo)..... Classe .....

	poco	abbastanza	molto
Il progetto è stato coerente con quanto ti è stato proposto in fase iniziale?			
In termini di tempo la partecipazione al progetto quanto ti ha impegnato?			
Sei stato soddisfatto della tua partecipazione?			
Le insegnanti sono state disponibili e chiare nel fornirti quanto necessario per realizzare il progetto?			
Pensi che dal punto di vista didattico questo progetto abbia migliorato le tue conoscenze e competenze?			

Esprimi, se vuoi, liberamente il tuo parere e/o ciò che hai provato nel vivere questa esperienza:

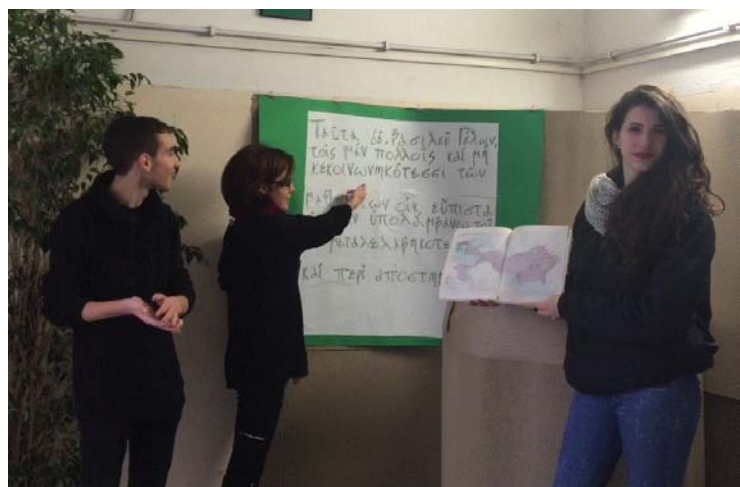
## Percorso museale con visita guidata

Marcello Romano, alunno della classe 4P scientifico, nei panni di Archimede, accoglieva i visitatori più giovani, esponendo un breve testo da lui stesso redatto, in cui coinvolgeva gli spettatori con il racconto di alcune delle sue invenzioni. Poi li accompagnava nelle sale, presentando i vari exhibit lungo tutto il percorso.



## Parte storica

Gli studenti Roberta Di Blasio, Damiano Moscardini e Giulia Tomasetti, 2 A classico, conducevano i visitatori indietro nel tempo e nello spazio, illustrando attraverso una cartina il contesto storico e culturale dell'epoca ellenistica nei luoghi in cui si pensa sia vissuto lo scienziato siracusano. Aneddoti e racconti sulla vita di Archimede erano analizzati alla luce delle fonti storiche.



## PRIMA SALA

### Catapulta

Gli studenti Lorenzo Sommella e Lorenzo Ziccoella, della 4 P scientifico, descrivevano i vari tipi di catapulta in uso ai tempi di Archimede, sottolineandone i pregi e le criticità. Un cartellone da loro preparato chiariva le leggi del moto di una massa lanciata dalla catapulta, evidenziando per quale angolo si poteva ottenere la gittata massima. Infine i visitatori erano invitati a sperimentare quanto enunciato provando a lanciare palline di gomma con una catapulta. Il bersaglio era rappresentato da una spirale archimedeana tracciata su un grande cartone e posta alla distanza di circa dieci metri.



Gli studenti Filippo Bardelloni, Arianna Camerota, Cristina Garlaschelli, Carola Sacchi, Simone Santini, Chiara Scoccia, Leonardo Socciarelli, Luca Spadacenta della classe 2 H scientifico presentavano lo stomachion. Noto come “gioco che fa irritare” è un passatempo composto da 14 poligoni che formano un quadrato ma che possono essere combinati insieme in modo diverso per costruire figure di vario tipo. Non è ancora certo se Archimede avesse inventato il gioco o se avesse invece studiato il gioco per calcolare quante combinazioni diverse fosse possibile ottenere con le 14 tessere geometriche. Gli alunni hanno deciso autonomamente di realizzare uno stomachion in legno e un reticolo in legno bilaminato su cui poter applicare il teorema di Pick . Hanno poi costruito su cartoncini una serie di figure equivalenti al quadrato: un elefante, una corona, una freccia, che il visitatore doveva riuscire a ricostruire utilizzando tutti i 14 pezzi dello stomachion.



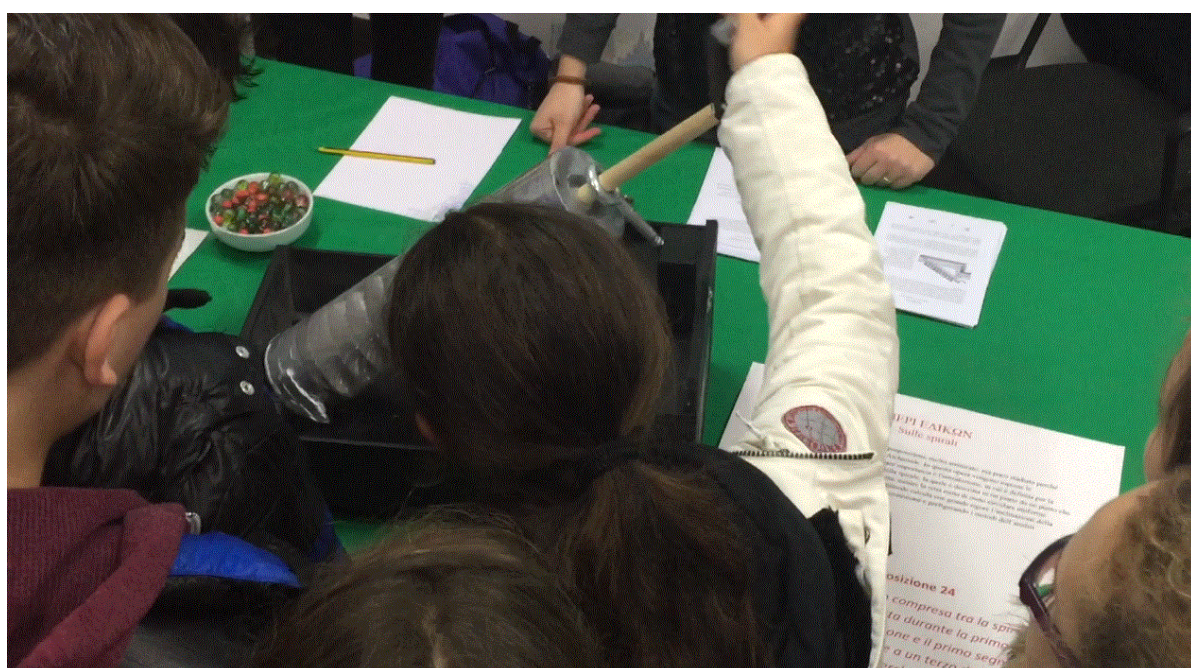
di figure equivalenti al quadrato: un elefante, una corona, una freccia, che il visitatore doveva riuscire a ricostruire utilizzando tutti i 14 pezzi dello stomachion.

In un momento successivo gli studenti passavano, utilizzando la tavola da loro costruita, a illustrare un teorema di G. Pick, matematico del Novecento, grazie al quale si può calcolare l'area di poligoni irregolari, quali le tessere dello stomachion. Anche in questo caso il visitatore era coinvolto in prima persona; infatti gli veniva proposto di utilizzare il teorema per calcolare l'area di una figura irregolare da lui stesso costruita, utilizzando degli elastici, sulla “tavola di Pick”.



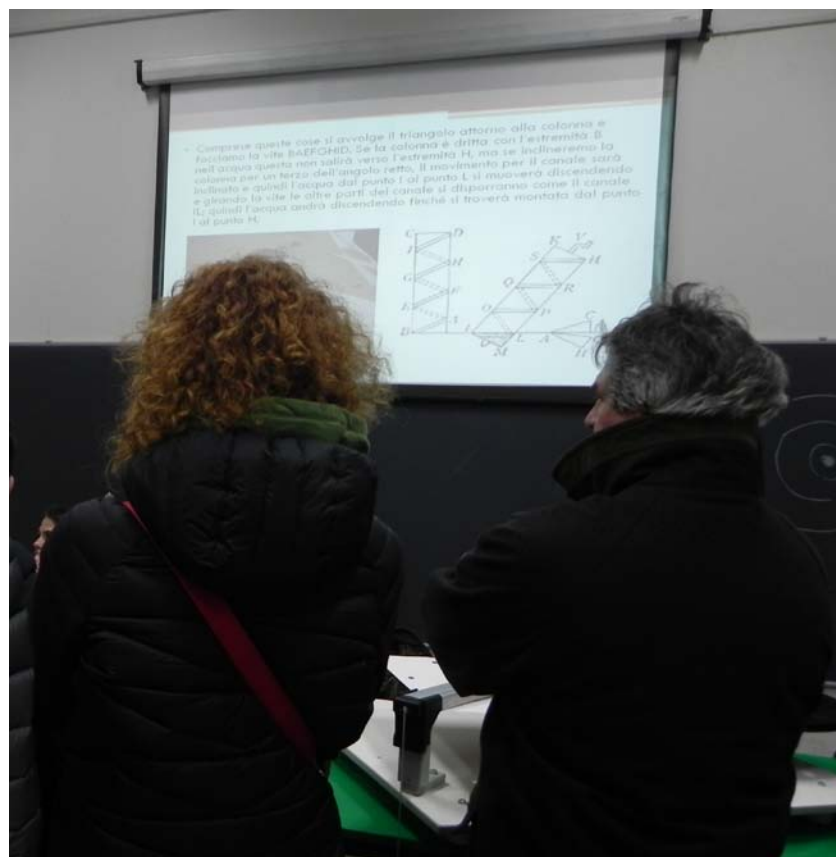
## Vite di Archimede

Le studentesse Giulia Di Salvo e Alessia Gulli della classe 4 P scientifico, con una presentazione multimediale da loro preparata, narravano quanto si sa sull'invenzione e sull'utilizzo di questa ingegnosa macchina, sia in epoca ellenistica che precedentemente, alla luce delle testimonianze storiche che ci sono pervenute. Poi, attraverso l'uso di un modellino in cartone da loro ideato e costruito, ne spiegavano il funzionamento scientifico. La spiegazione era supportata dalla possibilità che davano ai visitatori di provare essi stessi lo strumento e di verificare come il modellino didattico a disposizione riusciva a tirare su delle biglie di vetro.





Successivamente venivano illustrate le moderne applicazioni della vite di Archimede e ai più giovani venivano presentati alcuni video, reperiti dalle stesse alunne in rete, con la vite in azione su un modellino di macchina giocattolo e su uno snowboard.



## Spiralografo.



Viviana Tomaino, della classe 4 P scientifico, con una presentazione multimediale da lei stessa preparata, illustrava la spirale di Archimede, facendo riferimento al trattato sulle Spirali scritto dallo scienziato. La spiegazione era suffragata dall'utilizzo di

uno spiralografo che permetteva di tracciare la curva. I visitatori erano invitati essi stessi a provare lo spiralografo per comprendere meglio quale composizione di moti dava origine a questa curva.



La spirale veniva inquadrata all'interno delle ricerche del periodo ellenistico, insieme agli altri classici problemi dell'antichità.

Veniva poi presentata la proposizione 24 del trattato sulle spirali con il calcolo dell'area della prima spira della curva. Infine, venivano rapidamente passati in rassegna altri tipi di spirali matematiche e, a partire da queste, se ne presentavano alcune presenti in natura e nell'arte, con il riferimento al famoso quadro di Van Gogh.

## Seconda sala

### Planetario

Gli alunni Silvia De Angelis, Dario De Angelis, Maria Dello Russo, Martina Genovese, Teodora Leon e Paola Rosati, 4 F scientifico, raccontavano la storia del planetario di Archimede tra fonti storiche e leggenda. Aiutati dalle immagini riprodotte su un cartellone da loro stessi preparato, gli alunni narravano del ritrovamento nel 2006 ad Olbia di un frammento di ingranaggio databile fra il II e il III secolo a.C. e spiegavano le motivazioni per cui tale frammento potrebbe essere attribuito al leggendario planetario di Archimede.



La teoria eliocentrica di Aristarco di Samo, riportata nelle prime pagine dell’Arenario di Archimede, forniva lo spunto per restituire una collocazione appropriata alle prime ipotesi note sull’eliocentrismo. In questo modo scienza, storia e archeologia si fondevano in una avvincente intreccio che si concludeva con l’illustrazione e la prova del modellino didattico di planetario presente nel museo.



## Baricentri

Gli studenti Simone Abdelsayed, Leonardo Federici, Michela Giampaolo, Martina Rocchetti, Giordana Petruzzella della classe 2 H scientifico presentavano un exhibit relativo ai baricentri, da un progetto laboratoriale delle proff. Santucci e Vardaro.

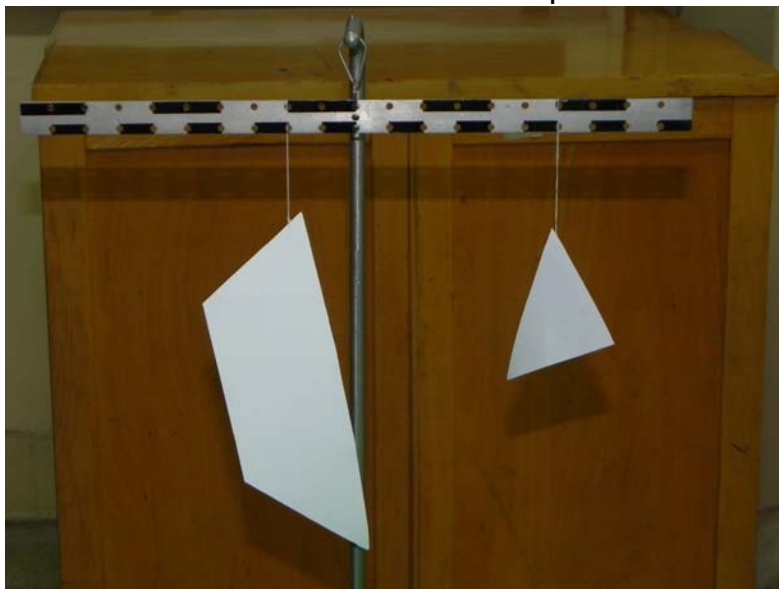
Gli alunni proponevano il problema concreto di porre in equilibrio su un'asta metallica un trapezio di cartoncino. Il visitatore veniva invitato a provare a mettere in equilibrio la figura ma, chi provava, difficilmente riusciva a raggiungere lo scopo.



Gli alunni risolvevano il problema facendo riferimento alla proposizione 8 del trattato Sull'equilibrio dei piani di Archimede, in cui si determina il baricentro di una figura, ad esempio trapezoidale, riguardandola come differenza tra due altre figure, ad esempio due triangoli.

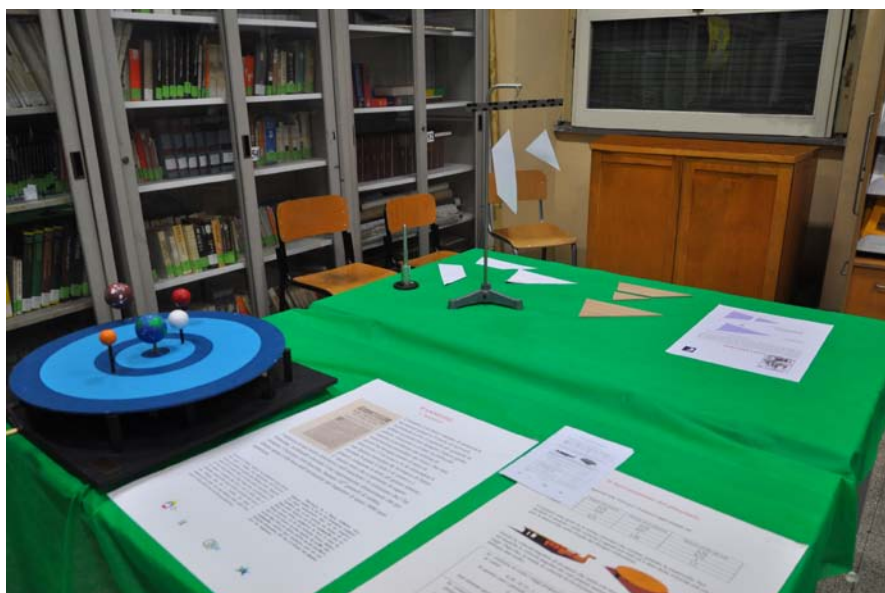


Archimede riconduce il calcolo geometrico del baricentro del trapezio al calcolo del rapporto fra i pesi delle figure, utilizzando cioè un metodo meccanico. Con l'utilizzo di modelli in cartoncino e di una leva per il calcolo del rapporto tra i pesi, gli alunni determinavano il baricentro del trapezio.



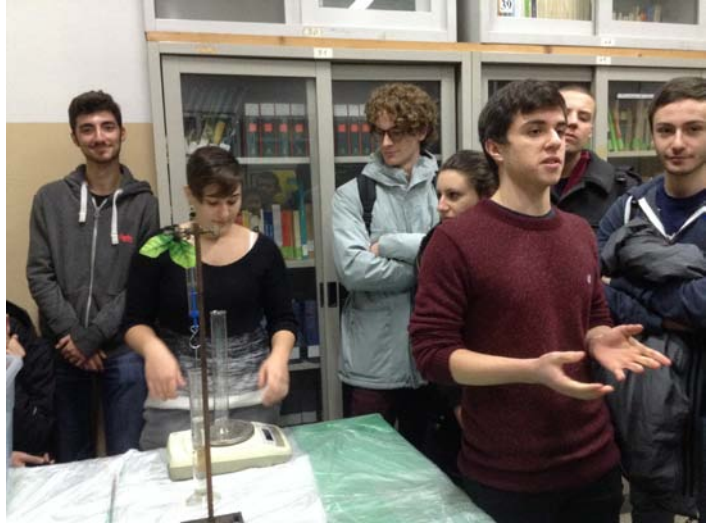
Poi verificavano che il calcolo fosse corretto, poggiando il trapezio sull'asta metallica proprio su quel punto e provando che restava in equilibrio.

Anche in questo caso gli studenti hanno provveduto, in prima persona, a realizzare un modello in legno delle figure proposte.



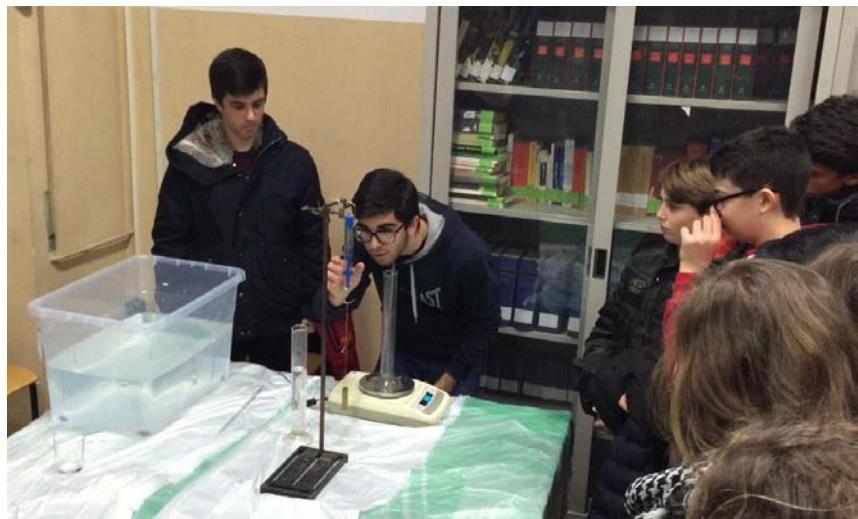
## Fluidi

Gli alunni di indirizzo scientifico Valentina Cafforio, Lucrezia Di Marzio, Raffaele Giuliano, Leonardo Salustri e Sofia Santucci, 2 P con Alessio Carnovale, Lorenzo Massimiani, Damiano Salaris, Valerio Tati, Adriano Whittle e Enrico Zavagnini, 5 P, con Davide Mascioli e Giorgia Verdiglione, 4E hanno coinvolto i visitatori nella teoria e negli esperimenti relativi alla spinta di Archimede. Nella prima parte del loro intervento veniva spiegato come, nel trattato sui Galleggianti di Archimede, il principio, noto a scuola come la spinta di Archimede, è in realtà un teorema dimostrato in virtù di un principio molto più generale, dal quale lo scienziato ricava risultati apparentemente lontani tra loro, come la sfericità degli oceani o il galleggiamenti dei corpi.



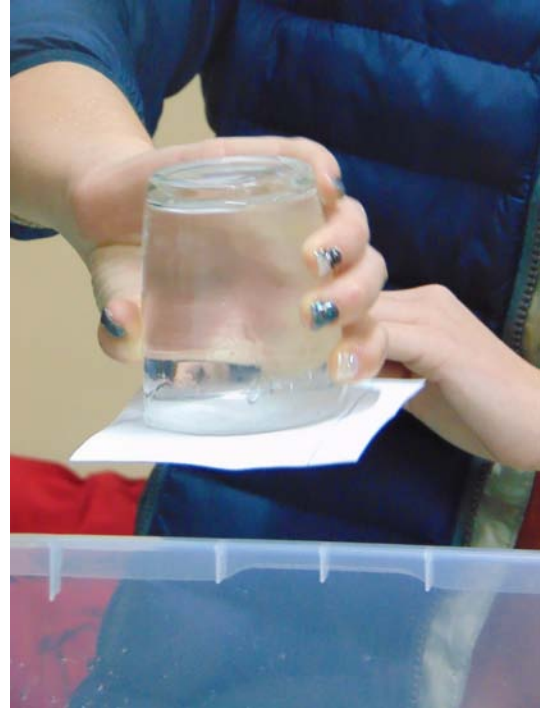
Poi, dopo aver condotto i visitatori in un viaggio immaginario sulla Siracusana, una delle più grandi navi dell'antichità progettata e costruita sotto la supervisione di Archimede, si appro-

dava all'angolo degli esperimenti, dove con materiale povero, si poteva vedere la teoria applicata ad alcuni sorprendenti comportamenti dei fluidi.





Ai visitatori più piccoli lo stesso Archimede raccontava la leggenda della corona, e gli alunni riproponevano l'esperimento rivelatore della disonestà dell'orafo.



## Corridoio antistante le sale

### Specchi ustori

Gli alunni di indirizzo scientifico Andrea Calamida e Davide Lione, 4 E, Erica Debbi e Claudia Tempesta, V P e Cristiano Meli e Andrea Meta, 4 F illustravano le proprietà dello specchio ustorio attraverso un modellino didattico illuminato dai raggi di un faro, nel tentativo di rispondere alla domanda se fosse stato davvero possibile che Archimede avesse bruciato le navi romane con gli specchi ustori.



In un viaggio tra leggenda e realtà il visitatore veniva accompagnato attraverso ipotesi scientifiche, testimonianze e fonti storiche, fino ai giorni nostri con gli esperimenti del MIT del 2006. Successivamente, i visitatori potevano salire sulla scaletta dove era montato lo specchio ustorio e, dopo aver posto la mano nel suo fuoco, sperimentare in prima persona quanto fosse evidente l'aumento di temperatura in quel punto.

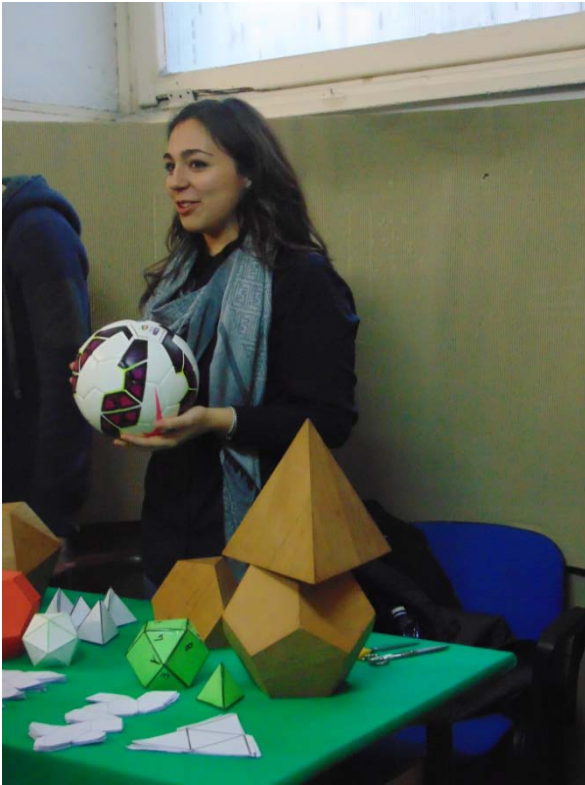






## Poliedri

Gli alunni della classe 5 P scientifico Carlotta Cantalupo, Davide D'Onofrio, Ilaria Giuliano, Andrea Lucidi, Arianna Moretti e Martina Varricchio presentavano ai visitatori un icosaedro troncato nelle vesti di un comune pallone da calcio.



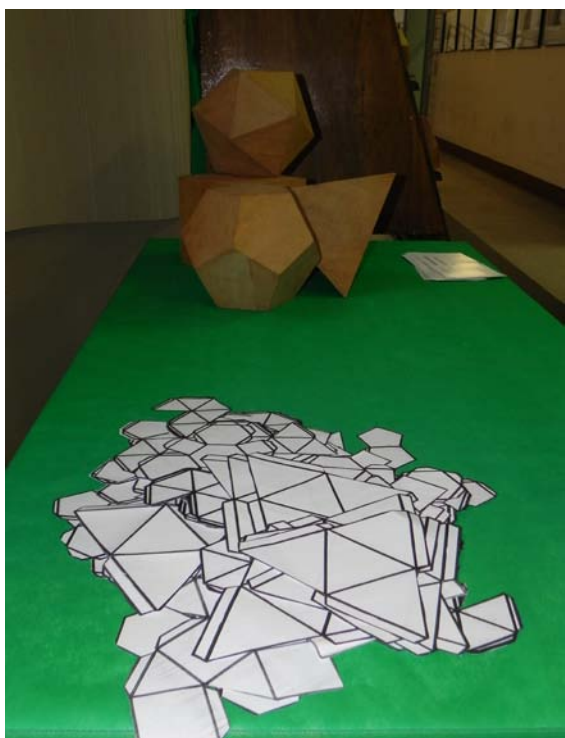
A partire da questo spunto, che catturava l'attenzione del visitatore, venivano presentati i 5 solidi platonici, utilizzando i modelli in legno dell'Università di Tor Vergata.



La definizione dei solidi archimedeei era ricavata da quella dei solidi platonici e illustrata utilizzando dei modellini in carta preparati dagli alunni.

Si chiariva poi la terminologia e alcune proprietà dei solidi platonici e archimedeei.

Si invitavano dunque i visitatori a osservare effettivamente come il pallone da calcio ricalchi la forma dell'icosaedro troncato e ne rispetti le caratteristiche.



I più piccoli venivano invitati a costruire con forbici e colla un solido platonico o archimedeo, utilizzando il suo sviluppo su carta, preparato in precedenza dagli alunni oppure a prendere con sé gli sviluppi, o i “gadget” come qualche visitatore li ha chiamati, per poi costruirli a casa.



Infine venivano distribuiti ai visitatori alcuni modellini in carta e cartoncino dei più semplici solidi platonici e archimedei per invitarli a fare il conteggio degli spigoli, delle facce e dei vertici, con lo scopo di trovare una relazione fra essi. Si giungeva così ad enunciare il teorema di Eulero.





## Orologio ad acqua

Gli studenti di indirizzo scientifico Lorenzo Agostinelli e Stefano Dominici, 5P, Andrea Anzivino, Stefano Gabriellini, Francesco Pedullà, Giorgio Urbani e Dario Zanoboni, 4 E e Andrea Felici e Rida Amjad, 4 F, illustravano il modello didattico di un orologio ad acqua che il prof. Felice Ragazzo dell'Università La Sapienza di Roma, con il coordinamento scientifico del prof. Franco Ghione, ha progettato, basandosi su un manoscritto arabo dell'XI secolo.



Anticamente la durata delle ore cambiava con l'alternarsi delle stagioni. Infatti per misurare lo scorrere del tempo si divideva in dodici parti uguali l'intervallo tra l'alba e il tramonto di ogni giornata. Utilizzando la corrispondenza tra i diversi tempi di



svuotamento della colonna d'acqua e la durata dell'ora di luce si ottenevano le diverse durate dell'ora nei vari periodi dell'anno. Le "cosiddette" ore disuguali erano dovute alle diverse posizioni di una leva zodiacale.



## Riflessioni didattiche e metodologiche

Il principale punto di forza di questa esperienza è stato il porre al centro del percorso di apprendimento lo studente. Gli alunni, mossi dalla consapevolezza di dover essere loro stessi in prima persona ad illustrare il funzionamento dello strumento, hanno affrontato lo studio con una motivazione e un'accuratezza spesso inaspettata e non usuale nello studio curricolare. Prova di ciò è stato il fatto che alcuni studenti hanno sottoposto alla supervisione delle insegnanti materiale esplicativo da loro autonomamente prodotto, per arricchire le loro spiegazioni. Inoltre gli alunni, coscienti che le prenotazioni in orario curricolare erano per classi di fasce d'età molto diverse e aiutati dalle insegnanti, sono stati in grado di modificare il proprio modo di esporre a seconda del tipo di destinatario e di utilizzare in maniera sorprendente espedienti didattici originali per semplificare la comprensione dei concetti scientifici proposti.

Un ulteriore segno di quanto gli studenti si siano sentiti protagonisti di questa esperienza è il fatto che alcuni abbiano deciso di costruire loro stessi gli strumenti che avrebbero poi illustrato, nonostante alcuni di questi fossero già presenti nel patrimonio del museo; ciò dimostra quanto profondo sia stato l'interesse e il coinvolgimento degli studenti, ed anche quanto si sia sviluppato un senso di attaccamento e di appartenenza al museo.

Il museo si è rivelato un'occasione di apprendimento non formale significativo anche alla luce di quanto affermano le neuro-scienze. Sappiamo bene infatti dalla nostra esperienza professionale che i concetti e gli oggetti matematici sono per gli alunni inesorabilmente astratti e difficilmente essi riescono a fare su questi inferenze di carattere predittivo. A questo proposito la prof.ssa Laura Catastini<sup>2</sup> si è interrogata sul significato del termine "astratto", e ha introdotto alcune definizioni:

**Definizione 1** - Un ente mentale, o un insieme di enti mentali, è simulabile se permette inferenze con carattere predittivo.

**Definizione 2** - Chiamasi alone inferenziale, l'insieme delle inferenze, conscie o inconscie, rese possibili dal grado di simulabilità di un ente mentale o di un insieme di enti mentali.

**Definizione 3** – Un ente mentale è "tanto più concreto" quanto più è simulabile. Per converso sarà "tanto più astratto" quanto meno è simulabile.

---

<sup>2</sup> L. Catastini, Concretamente astratto anzi...simulabile, La matematica nella Società e nella Cultura, Rivista dell'UMI, II, Aprile 2009, pp. 31-69

Dunque nell'apprendimento della matematica gioca un ruolo cruciale la concretezza dell'oggetto di studio: quanto più riusciamo a rendere concreto un ente matematico nella mente dell'alunno tanto più profonda sarà per lui la conoscenza di quell'ente e delle sue caratteristiche. In virtù delle definizioni date, un ente diventa tanto più concreto quanto più ampio è l'alone inferenziale che siamo riusciti a costruire intorno a esso, ovvero quanto maggiori sono le esperienze che abbiamo accumulato su quell'oggetto o su quel concetto. In questo senso il museo ha dato modo agli alunni e ai visitatori di ampliare in maniera significativa l'alone inferenziale dei concetti matematici illustrati dagli exhibit. Un esempio per tutti: il concetto di baricentro. Stando alla definizione che si trova sui libri di fisica, è difficile per un alunno comprendere a fondo tale concetto. L'exhibit dei baricentri rendeva più concreta la definizione, permettendo agli alunni e ai visitatori di farne diretta esperienza nel tentativo di tenere in equilibrio un cartoncino poggiato su un'asta metallica per un unico punto. Quel punto particolare sul quale l'intera figura di cartone poteva poggiarsi restando in equilibrio era proprio il baricentro. Non erano solo le parole che spiegavano il concetto ma più potente ancora per l'apprendimento era il tatto, la vista, l'esperienza intera costruita intorno a quel punto di equilibrio.

L'esperienza del museo si è rivelata importante anche per la crescita personale degli alunni, poiché ha permesso loro di acquisire sicurezza nell'esposizione stimolandoli a superare alcune timidezze. Tutto questo è avvenuto anche grazie al sostegno reciproco con il quale hanno affrontato le stesse paure e difficoltà. Da un punto di vista relazionale l'esperienza del museo, come testimoniato dalle risposte al questionario, ha permesso agli studenti di stringere amicizie tra ragazzi di classi diverse e di creare un clima festoso di collaborazione che ha coinvolto tutti i partecipanti.

Il progetto infine ha suscitato negli alunni emozioni profonde riconoscibili sia nei loro comportamenti che nei messaggi lasciati nel questionario e nel libro delle firme. Riteniamo che questo sia un aspetto importante perché un'esperienza che crea emozione non si dimentica e diventa motore di nuove risorse, curiosità e desiderio di apprendere.

Dal punto di vista dei docenti, questo progetto, che nasce nella prospettiva della continuità tra scuole di ordini diversi (scuole di I, II grado e università) ha permesso di costruire le basi per entrare in contatto con gli insegnanti delle scuole medie nell'ottica della progettazione di un curriculum verticale, che aiuti gli studenti nel passaggio da un ordine di studi a un altro.



### La parola agli studenti:

Gli alunni che hanno consegnato il questionario sono stati 57 e i risultati sono i seguenti:

	Poco	Abbastanza	Molto
Il progetto è stato coerente con quanto ti è stato proposto in fase iniziale?	7%	46%	47%
In termini di tempo la partecipazione al progetto quanto ti ha impegnato?	7%	44%	49%
Sei stato soddisfatto della tua partecipazione?	0%	12%	88%
Le insegnanti sono state disponibili e chiare nel fornirti quanto necessario per realizzare il progetto?	0%	16%	72%
Pensi che dal punto di vista didattico questo progetto abbia migliorato le tue conoscenze e competenze?	1%	67%	32%

Dalle risposte si evince che il grado di soddisfazione degli alunni per la partecipazione al progetto è stato estremamente elevato. Inoltre l'esperienza ha lasciato negli studenti la percezione che siano migliorate le loro conoscenze e competenze.

Ma le riflessioni maggiormente interessanti, che sono state già esplicitate nei paragrafi precedenti, sono state elaborate a partire dai commenti liberi che gli alunni hanno lasciato. Riportiamo le parti più rappresentative di alcuni commenti, tralasciando il resto per brevità, ma vogliamo ribadire che abbiamo apprezzato le osservazioni di tutti gli studenti.



Per completezza facciamo presente che solo in due casi ci sono stati dei commenti negativi con riferimento alla gestione dei turni, poiché chi è stato assente avrebbe desiderato recuperare il turno che aveva saltato e non sempre questo è stato possibile. Quindi l'appuntamento nasce dal desiderio di essere comunque presente il più possibile nello svolgimento del proprio ruolo.



I restanti commenti sono stati tutti positivi. Lasciamo quindi la parola agli studenti e infine alle immagini di vita del museo, senza aggiungere altro:

“E' stata un'esperienza molto bella e interessante anche al di sopra delle mie aspettative. Mi ha aiutato a capire meglio delle cose, soprattutto di fisica.” Simone 2 H

“E' stato piacevole vivere la scuola diversamente dalla consuetudine” Lorenzo 5 P

“E' stato bello confrontarci con altri ragazzi e fare da guide a persone di diverse età” Martina 2 H



“Esperienza interessante in quanto innovativa rispetto ai classici schemi scolastici proposti” Davide 5 P

“Per me è stata un’esperienza davvero bella, in quanto persona timida, mi ha permesso di “esercitarmi” a parlare davanti a sconosciuti” Anonimo 2 H

“Un’esperienza formativa che ha inoltre permesso la formazione di un gruppo molto unito” Cristiano 4 F

“Ciò che mi preoccupava di più era esporre davanti a persone che non conoscevo, ma alla fine ci siamo tutti fatti coraggio a vicenda ed è andata bene” Arianna 2 H

“... mi ha permesso di vivere il divario tra lo spettatore e colui che dà lo spettacolo.” Lorenzo 4 P

“... Mi ha aiutato ad esporre meglio e a essere più sicura nel parlare” Anonima 2 H

“... un’esperienza assolutamente da rifare!” Teodora 4 F



“E’ stata una bella esperienza perché abbiamo avuto la possibilità, per una volta, di stare dalla parte del professore” Anonimo 2 H



“Il progetto ha impegnato molto del mio tempo, eppure questo non è stato assolutamente un problema, perché l’esperienza che mi hanno offerto è stata veramente fantastica e gratificante” Gabriele 4F

“Interessante, utile e divertente allo stesso tempo” Damiano 5 P

“... ho avuto la possibilità di conoscere persone meravigliose della mia scuola, che senza questa occasione probabilmente non avrei mai incontrato.” Maria 4 F

“Con questa esperienza ho affrontato la mia timidezza” Carola 2 H

“Questa esperienza è stata costruttiva perché ha permesso a noi studenti di poterci relazionare con professori universitari, compagni, studenti di scuola media e elementare” Stefano 5 P

“... ho compreso il vero valore del lavoro di squadra” Giorgio 4 E



“... è stato incredibile vedere che i bambini capivano le nostre spiegazioni, ci facevano domande, rispondevano alle nostre ed erano interessati a provare le macchine esposte. .... Una delle migliori soddisfazioni è stata rincontrare i miei professori delle medie che sono venuti con le loro nuove classi e si sono congratulati con noi ... Per tutto questo sarà difficile dimenticare questa esperienza” Giulia 4 P



“E’stata un’esperienza straordinaria, divertente e che ha aumentato la mia sicurezza e autostima ... Spero vivamente che questo progetto possa essere riproposto anche negli anni successivi. Le professoressse organizzatrici hanno svolto un fantastico lavoro.” Giordana 2 H





“Sono soddisfatta di aver partecipato a questo progetto e aver applicato concetti matematici a oggetti concreti” Carlotta 5 P

“... ho imparato anche a esporre di fronte a persone che erano lì per capire il funzionamento di quegli strani macchinari che si trovavano davanti” Stefano 4 E

“... è stata una settimana che ci ha insegnato il lavoro di gruppo, a superare i nostri limiti, imparandoci in questo modo una lezione importante, una lezione di vita!” Alessia 4 P

“ la disponibilità dei professori, la simpatia dei ragazzi e la soddisfazione di esporre qualcosa di

così importante hanno reso questa un’esperienza per me unica e indimenticabile” Silvia 4 F

“... ho compreso quanto significhi apprendere attraverso l’esperienza” Viviana



4 P

“E’ stato emozionante scoprire che anche noi ragazzi riusciamo a coinvolgere altri ragazzi facendo le guide ad una mostra che abbiamo contribuito noi stessi ad allestire e preparare” Giulia 2 A

“Questa è stata un’esperienza utile, perché mi ha permesso di migliorare le mie capacità di esposizione sia in italiano che in inglese” Alessandra 2 H

“Questa esperienza è stata molto costruttiva, non solo per me ma anche per tutti i ragazzi che sono venuti alla mostra” Daniele 4 F



“Il progetto Archimede è stato divertente, impegnativo e istruttivo. Senza dubbio un’esperienza molto positiva” Marcello 4 P

“Grazie al progetto Archimede ho imparato a relazionarmi meglio con persone anche molto più grandi di me. Mi ha interessato molto e ho migliorato le mie conoscenze” Giorgia 4 E





“E’ stata una bella esperienza perché mi sono rapportato con studenti di medie e elementari ansiosi di sapere ogni cosa”  
Damiano 2 A

“E’ stato magnifico, tutto, a partire dalla mostra agli strumenti, dall’ “assedio” del primo giorno di inaugurazione al viaggio in cui abbiamo guidato scuola per scuola ... accompagnati dal dolce sciacquettio di un orologio le cui acque hanno condotto noi guide a conoscerci, ad incontrarci, a comporre insieme una serie di competenze come in un accordo musicale ...” Dario 4 F

