

**La cassetta degli attrezzi**  
Strumenti matematici e non solo

RESEARCH IN ACTION - RiA  
dal 1985/86 al 2015/16

Nelle cassette degli attrezzi un artigiano ripone tutti gli strumenti che possono aiutare nell'atto lavorativo: alcuni di questi attrezzi sono usati più spesso, altri solo eccezionalmente, ma senza di essi non si potrebbe possibile affrontare il problema.

Questo fascicolo vuole essere a sua volta una raccolta di strumenti matematici capaci di aiutare il lettore ad organizzare, configurare, di mostrare, misurare, risolvere problemi e modellare situazioni reali.

Va tenuto a portata di mano mentre si esplorano i laboratori di Research in Action!

**Dinamica delle popolazioni**  
Una verifica del principio di Malthus

RESEARCH IN ACTION - RiA  
dal 1985/86 al 2015/16

La demografia è una scienza che studia l'aspetto quantitativo dell'andamento della popolazione, cercando di costruire un modello matematico ovvero di una semplificazione attuale della realtà che permetta l'analisi di un singolo aspetto del fenomeno studiato.

Seguendo il principio enunciato nel 1727 da Thomas Malthus, qui vorremmo proporre un laboratorio che verifichi la correttezza o meno del principio di popolazione di Malthus, confrontando il modello matematico, per quanto semplificato, con dati statistici reali.

**Rendimento elica isolata**  
Open Water Test

RESEARCH IN ACTION - RiA  
dal 1985/86 al 2015/16

L'elica è di gran lunga il più diffuso organo di propulsione marino. Durante la sua rotazione l'elica spinge dietro di sé l'acqua ricreando un effetto di sovrappressione e di sottopressione a cui l'elica stessa è sottoposta. L'efficienza di un'elica è ovviamente funzione del rapporto tra quanto lavoro compie e quanto se ne deve compiere per farlo riuscire.

In questo laboratorio si analizza un test di un'elica reale, eseguito nei laboratori del CNR-INDEN, alla ricerca delle migliori condizioni di funzionamento dell'elica stessa.

**Onde gravitazionali**  
Einstein aveva (un'altra volta) ragione

RESEARCH IN ACTION - RiA  
dal 1985/86 al 2015/16

Le recenti scoperte circa le onde gravitazionali provenienti dall'Osservatorio di Onde Gravitazionali di Interferometro Laser (LIGO) hanno portato alla prima prova diretta dell'esistenza di queste perturbazioni. Tali onde gravitazionali sono state prodotte nell'ultima frazione di secondo del processo di fusione di due buchi neri.

Lo scopo di questo laboratorio è quello di riprodurre e costruire un modello che approssimi adeguatamente uno dei potenziali gravitazionali che hanno determinato la tolleranza dei due buchi neri.

**Diffrazione di luce laser**  
La misura della lunghezza d'onda

RESEARCH IN ACTION - RiA  
dal 1985/86 al 2015/16

La diffrazione è un fenomeno fisico che si verifica ogni qual volta che un raggio di luce passa attraverso una fenditura, creando una particolare configurazione della appunto figura di diffrazione.

Lo scopo di questo laboratorio è quello di costruire un apparato capace di misurare la lunghezza d'onda di un particolare laser secondo la figura di diffrazione generata dalla luce dello stesso laser quando attraversa una fenditura. Per far questo dovremo inizialmente calcolare l'ampiezza della fenditura in un processo di lettura dello strumento costruito.

**Dilatazione lineare**  
Scopriamo insieme una legge fisica!

RESEARCH IN ACTION - RiA  
dal 1985/86 al 2015/16

I corpi modificano le proprie dimensioni quando cambia la loro temperatura o meglio, quando viene loro sottratto o ceduto calore.

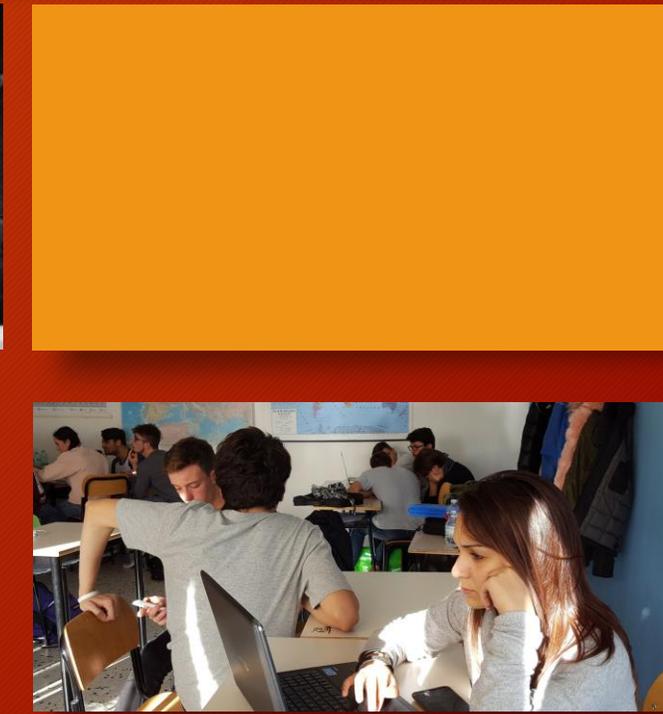
Se una delle dimensioni del corpo è molto maggiore delle altre, come nel caso di un filo elettrico, un binario o un metallo lungo e sottile, il punto di dilatazione lineare, perché l'aumento è apprezzabile solo per la dimensione maggiore.

In questo laboratorio cercheremo di determinare una legge che descriva la dilatazione lineare di un caso partendo dai dati sperimentali.

# RiA - Research in Action

Un'idea per l'alternanza scuola lavoro  
Liceo scientifico G.B. Grassi di Latina  
Gualtiero Grassucci

Vogliamo che il mondo sia fonte di osservazione, di scoperta, di analisi



# Partner

2

- Research in Action - RiA: Uno dei progetti di alternanza scuola-lavoro del liceo scientifico G.B. Grassi di Latina
- Partner principali:
  - Istituto per le Applicazioni del Calcolo *Mauro Picone* (CNR-IAC) di Roma
  - Istituto di Fotonica e Nanotecnologie (CNR-IFN) di Roma
  - Istituto Nazionale per Studi ed Esperienze di Architettura Navale (CNR-INSEAN)
- Altri partner:
  - Area di Ricerca di Tor Vergata (ARToV)
  - Comune di Latina
  - FabLab di Latina (a partire dall'anno scolastico 2017-2018)
  - Associazione Lu(ri)doteca di Latina

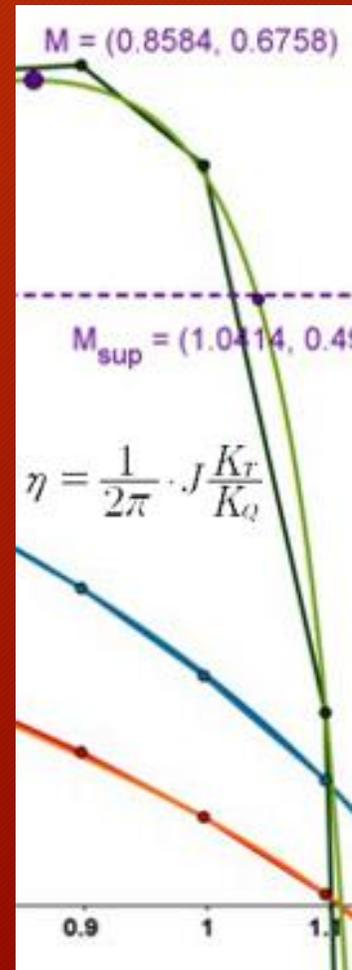


# La nostra idea



4

- L'obiettivo dell'alternanza scuola-lavoro nei licei è anche quello di **orientare gli studenti alla prosecuzione degli studi**.
- Il nostro progetto di alternanza scuola-lavoro parte proprio da questa considerazione, abbiamo quindi costruito un percorso in cui **gli studenti hanno sperimentato la vita del ricercatore**
- Gli studenti devono **analizzare fenomeni**, costruire strumenti di misura e **risolvere problemi lavorando su dati sperimentali** forniti da alcuni istituti del CNR di Roma
- Con l'idea che **la matematica può servire a costruire un modello per il problema proposto** e può fornire i metodi e gli strumenti per risolvere il problema stesso
- In accordo con le finalità del progetto



# Le fasi del progetto



6

Realizzazione del gioco da tavolo

- Ideazione e progettazione di un gioco da tavolo di ambientazione scientifica per partecipare al concorso *Fotonica in gioco*

70 ore

Risoluzione del problema

- Analisi dei dati, ricerca di strategie risolutive per il problema, ...
- Risoluzione del problema proposto

40 ore

Pubblicazione dei risultati

- Costruzione di un fascicolo/dispensa per condividere l'esperienza
- Pubblicazione del fascicolo

35 ore

# I laboratori (fascicoli/quaderni)



**La cassetta degli attrezzi**  
Strumenti matematici e non solo

RESEARCH IN ACTION - RiA  
RIA-GRASSI.LICEOPOI.IT

Nella cassetta degli attrezzi un artigiano ripone tutti gli strumenti che possono risultare utili alla sua attività: alcuni di questi attrezzi saranno usati più spesso, altri solo eccezionalmente, ma senza di essi non gli sarebbe possibile affrontare il problema.

**Dinamica delle popolazioni**  
Una verifica del principio di Malthus

RESEARCH IN ACTION - RiA  
RIA-GRASSI.LICEOPOI.IT

La demografia è una scienza che studia l'aspetto quantitativo dell'andamento della popolazione, cercando di costruire un modello matematico, ovvero di una semplificazione astratta della realtà che ne mostri l'andamento in un sistema.

**Rendimento elica isolata**  
Open Water Test

RESEARCH IN ACTION - RiA  
RIA-GRASSI.LICEOPOI.IT

L'elica è di gran lunga il più diffuso organo di propulsione navale. Durante la sua rotazione l'elica spinge dietro di sé l'acqua ricevendo da essa una spinta che si trasferisce all'imbarcazione o all'elica stessa a solidale. L'elica-torcia è un'elica a

**Onde gravitazionali**  
Einstein aveva (un'altra volta) ragione

RESEARCH IN ACTION - RiA  
RIA-GRASSI.LICEOPOI.IT

Le recenti scoperte circa le onde gravitazionali provenienti dall'Osservatorio di Onde Gravitazionali di Interferometro Laser (LIGO) hanno portato alla prima prova diretta dell'esistenza di queste perturbazioni. Tali onde gravitazionali sono

**Diffrazione di luce laser**  
La misura della lunghezza d'onda

RESEARCH IN ACTION - RiA  
RIA-GRASSI.LICEOPOI.IT

La diffrazione è un fenomeno fisico che si verifica ogni qual volta che un raggio di luce passa attraverso una fenditura, creando una particolare configurazione della appunto figura di diffrazione.

**Toolbox**  
Strumenti matematici e non solo  
[Vedi il fascicolo](#)

**Dinamica delle popolazioni**  
Una verifica del principio di Malthus  
[Vedi il fascicolo](#)

**Rendimento elica isolata**  
Open Water Test  
[Vedi il fascicolo](#)

**Onde gravitazionali**  
Einstein aveva (un'altra volta) ragione  
[Vedi il fascicolo](#)

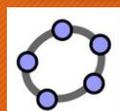
**Diffrazione di luce laser**  
La misura della lunghezza d'onda  
[Vedi il fascicolo](#)



# Rendimento elica libera (CNR-INSEAN)

8

- Analizzare le misure rilevate in un test di elica isolata allo scopo di:



- Determinare il rendimento massimo dell'elica stessa in funzione della *velocità di avanzo*
- Determinare un intervallo in cui il rendimento è superiore a una soglia assegnata
- Completare l'analisi fornendo una tabella che indichi le condizioni della prova e i risultati ottenuti

- Concretamente cosa hanno fatto gli studenti di questo gruppo:

- *Adimensionalizzare* le grandezze implicate (modello in scala)
- Approssimare alcune funzioni usando polinomi di grado diverso
- Determinare il massimo e l'intervallo che rispetta la soglia (usando derivate e risoluzione approssimata delle equazioni) della funzione rendimento



# Nel dettaglio (1): spunti e suggerimenti

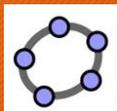
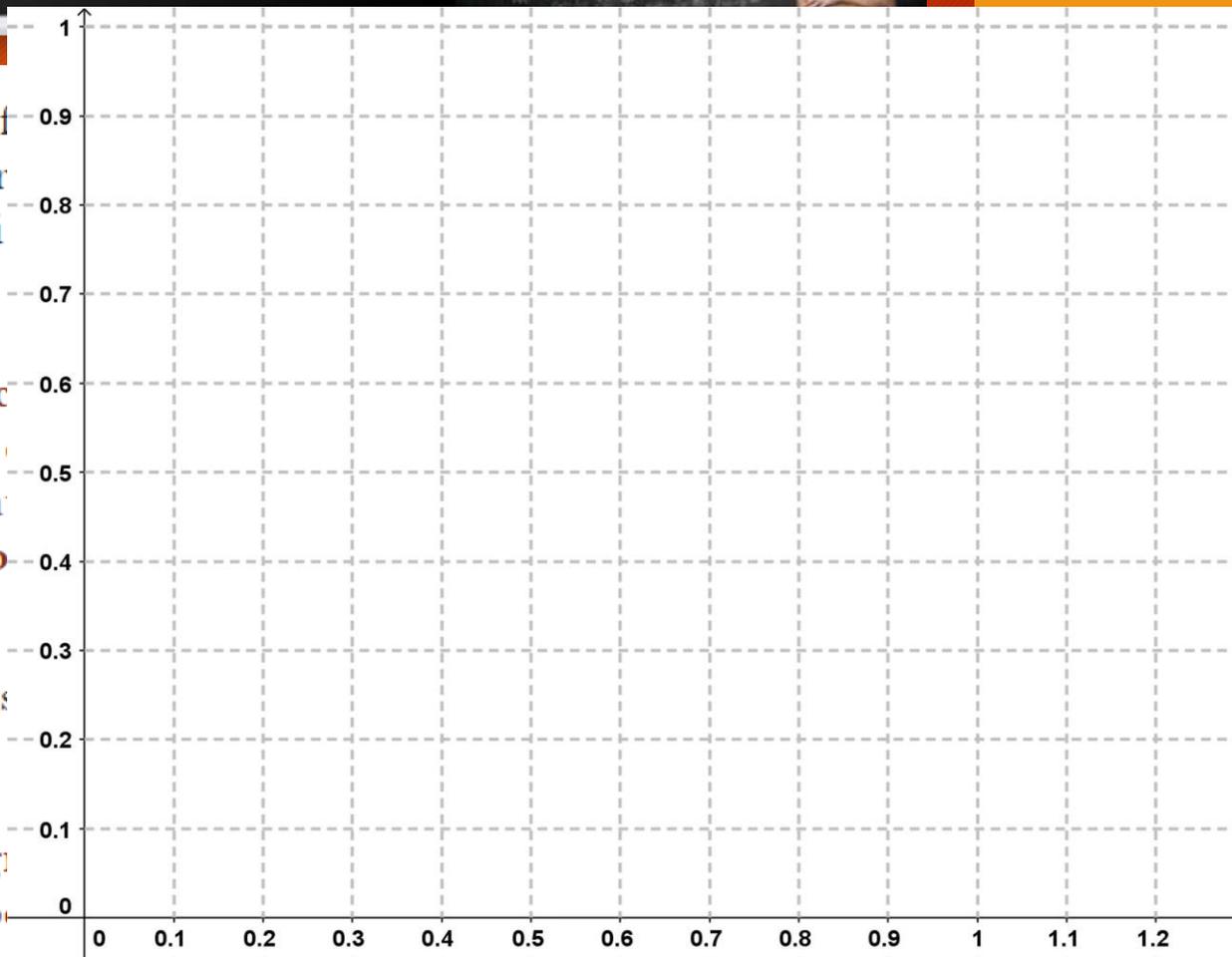
11

Lo scopo ora è quello di determinare una  $K_T$  appena calcolati (si dovrebbero trovar sempre che tu abbia usato la tabella per i **dati e la loro analisi**).

**Scegli un sistema di riferimento prec delle ascisse e quale sull'asse delle ascisse e per l'asse delle ordina assi abbiano la stessa scala), tieni co dalla velocità di avanzo.**

Riporta i dati su un piano cartesiano. Unis re una linea spezzata. Puoi usare il piano

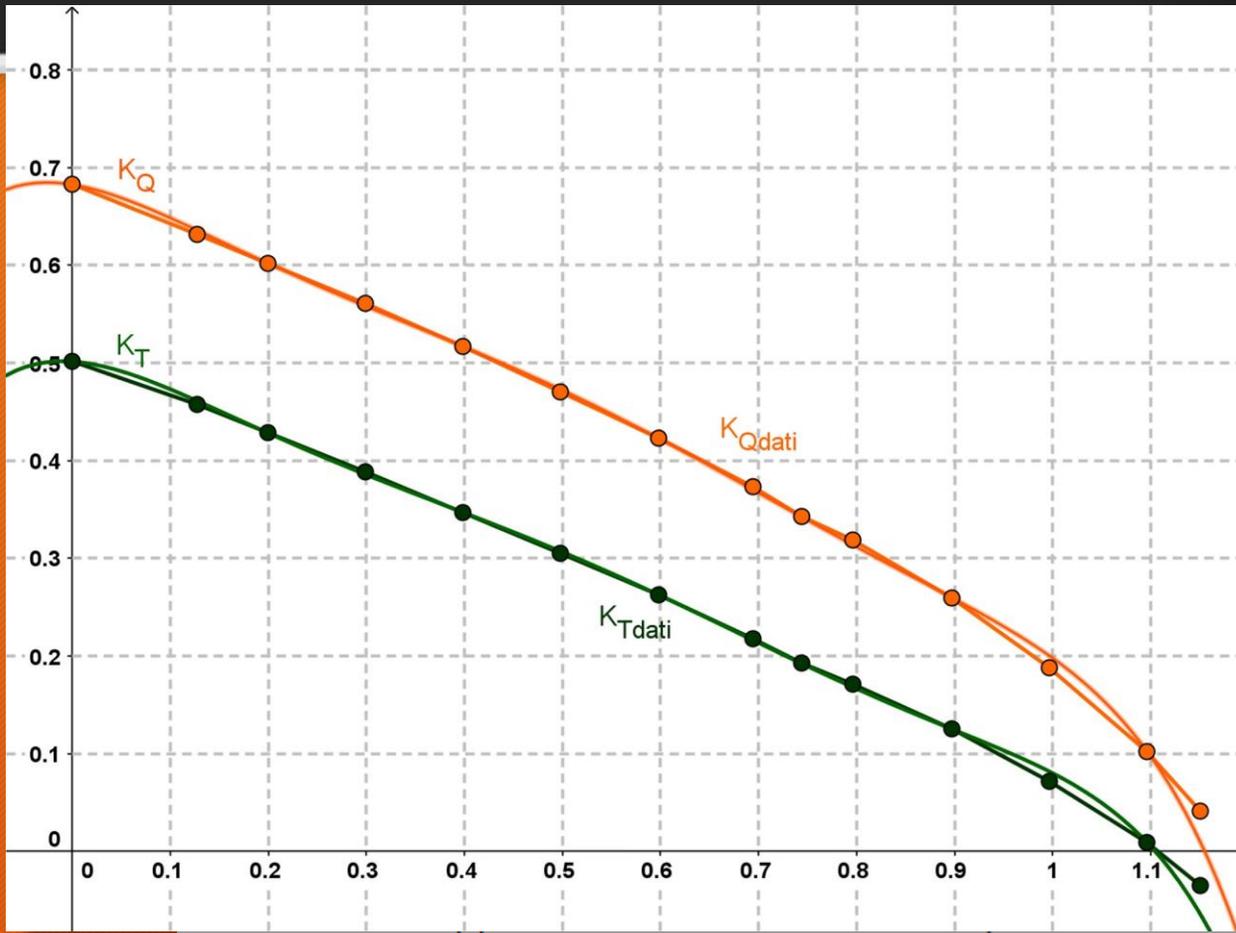
**La spezzata richiama alla mente il g mare la spezzata con una funzione p secondo te approssima al meglio i dati. Traccia il grafico di questa funzione.**



Il Toolbox:  
[drive.google.com/open?id=OBxr3OLTGqG7edXIMOXZrNO15MEk](https://drive.google.com/open?id=OBxr3OLTGqG7edXIMOXZrNO15MEk)  
 suggerisce alcuni metodi per l'approssimazione di dati sperimentali con un polinomio (cfr. 4 Approssimazione mediante polinomi a pagina 15)

# Nel dettaglio (2): soluzioni

12



informazione sarà riportata sull'asse  
 individua una scala comoda per l'asse  
 osservato, non è necessario che i due  
 che il coefficiente di spinta dipende

coefficiente di spinta  $K_T$  su un piano cartesiano:  
 coefficiente sulle ordinate. I dati sono mostrati  
 colore verde scuro, nello stesso colore è  
 successivi.

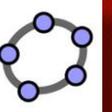
funzione nota? È possibile approssi-  
 ficava l'equazione della funzione che  
 grafico di questa funzione.

Questo grado imponendo che la funzione, il

Dal blog - [riaexplorer.blogspot.it](http://riaexplorer.blogspot.it) - è possibile scaricare l'esercizio svolto usando xMaxima: [drive.google.com/open?id=OBxr30LTGqG7eQkFZbEstZGZkNOU](https://drive.google.com/open?id=OBxr30LTGqG7eQkFZbEstZGZkNOU) xMaxima si può scaricare qui: [maxima.sourceforge.net/](http://maxima.sourceforge.net/)



Il Toolbox: [drive.google.com/open?id=OBxr30LTGqG7eQkFZbEstZGZkNOU](https://drive.google.com/open?id=OBxr30LTGqG7eQkFZbEstZGZkNOU) suggerisce alcuni metodi per l'approssimazione di dati sperimentali con un polinomio (cfr. 4 Approssimazione mediante polinomi a pagina 13)



polinomio per l'appunto, passi per 7 punti (infatti un polinomio di sesto grado ha sette parametri):

# Metodo di lavoro (1): libertà organizzativa

13

- Gruppi di 5-7 studenti, composizione flessibile nel corso dell'anno per rispettare le inclinazioni di ciascuno
- **Libertà** di scelta organizzativa:
  - gestire le dinamiche interne al gruppo
  - scelta nelle strategie risolutive
  - libertà nel percorso da affrontare
- **Vincoli** essenzialmente temporali:
  - per la soluzione del problema proposto,
  - per la realizzazione del materiale da consegnare ai committenti (grafici, relazioni, dati, tabelle, risultati)
  - per il completamento del fascicolo

**Scelta che all'inizio del percorso appariva piuttosto rischiosa, vista la complessità dei problemi da affrontare!**



# Metodo di lavoro (2): libertà di sbagliare

14

- L'ampia libertà organizzativa ha un aspetto che va sottolineato:
  - Il gruppo e gli alunni hanno avuto anche la **libertà di sbagliare**, di scegliere una strada senza uscita, di percorrere una via troppo complessa
- D'altra parte agli stessi alunni è stata richiesta:
  - L'accortezza di **valutare il proprio lavoro** e i risultati ottenuti
  - Il coraggio e l'abilità di **correggere gli errori**, di tornare indietro e rivalutare le scelte fatte
  - La forza di **modificare** anche radicalmente **la strategia** per tentare una strada completamente diversa
- In questi termini l'errore non è stato vissuto come un fallimento ma piuttosto come un **indicatore** della qualità del lavoro fatto

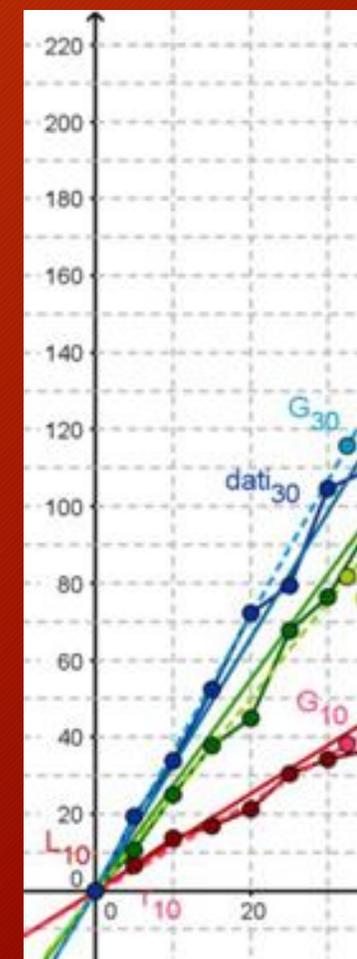


# Metodo di lavoro (3): IT



15

- Collaborazione *online*:
  - Intensivo uso del *cloud* e delle applicazioni *online* (Gsuite)
  - **Collaborazione** con i tutor esterni **a distanza**
- Software CAS:
  - **GeoGebra**, usato soprattutto per le capacità grafiche e in parte per le funzionalità di foglio di calcolo
  - **xMaxima**: per i calcoli, la risoluzione (anche approssimata), derivazione
- Software di *image processing* e *image analysis*: **ImageJ**
- Strumenti di editoria elettronica
- Strumenti di pubblicazione *online*
- Laboratorio *portatile*



# Materiale prodotto e pubblicato



16

- Un *blog* - [ria-grassi.blogspot.it/](http://ria-grassi.blogspot.it/) - che *racconta* tutto il progetto e dal quale è possibile scaricare i fascicoli e il materiale di supporto, in particolare:
  - La pagina [Download](#)
  - Il [progetto](#) per un laboratorio di matematica
  - Il racconto di [come tutto ebbe inizio](#)
- I calcoli svolti sotto forma di documenti *xMaxima* e i grafici prodotti con *GeoGebra*
- Alcuni [video-tutorial](#) su come utilizzare *xMaxima* e *GeoGebra* per affrontare i problemi proposti nei laboratori



# Valutazione del progetto



17

- Questionario somministrato agli studenti nel maggio del 2016, al termine della prima fase (dopo la valutazione di *Lampo di genio*)
- Questionario somministrato agli studenti nel maggio del 2017, al termine della terza fase (dopo il *workshop* conclusivo)
- Composto di 23 domande più uno spazio per commenti, suggerimenti o critiche
- Sul blog [ria-grassi.blogspot.it](http://ria-grassi.blogspot.it) sono disponibili entrambi i questionari
- Nel (nuovo) percorso iniziato quest'anno vorremmo inserire anche un questionario per i tutor esterni ...

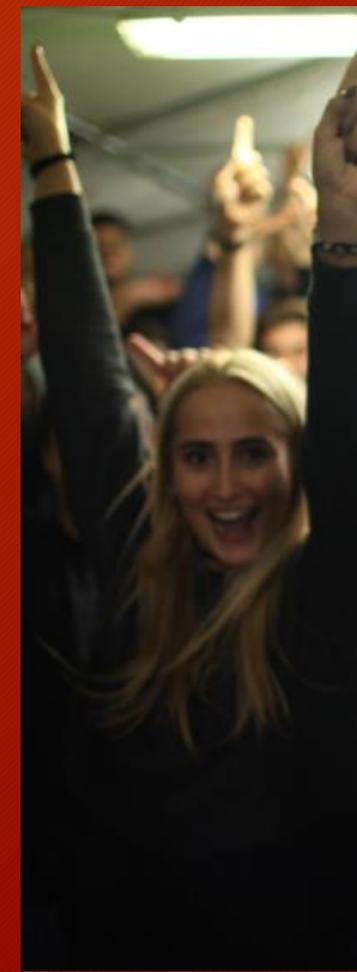


# Risultati

18

- La **dedizione** è l'aspetto (forse non dal punto di vista strettamente didattico ma sicuramente da quello umano) più appariscente ed esaltante
- Poi la **confidenza** che gli studenti hanno acquisito con il metodo sperimentale, con la ricerca, con le scienze in generale, nel pieno rispetto delle finalità che il consiglio di classe si era prefisso
- Il **coraggio**, la determinazione nell'affrontare i problemi, la capacità di trarsi d'impaccio davanti alle difficoltà, l'abilità di superare le incertezze

Tutte caratteristiche e prerogative che gli insegnanti del consiglio di classe hanno riconosciuto agli studenti, individuate anche in discipline non strettamente legate al progetto o all'ambito scientifico in cui esso è nato e maturato.



# Gli autori, i tutor, gli ospiti



20

