



# 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



# Una curiosa coincidenza



3

La parola *ria* in inglese significa estuario, in particolare (dalla definizione che ne dà l'Oxford Living Dictionaries):

... A long, narrow inlet formed by the partial submergence of a river valley ... the rias or estuaries contain very peculiar ecosystems which often contain important amounts of fish ...

... Una lunga e stretta insenatura creata dall'erosione del letto del fiume ... a causa della loro natura, le *rias* o estuari formano ecosistemi molto particolari che spesso contengono grandi quantità di pesce ...



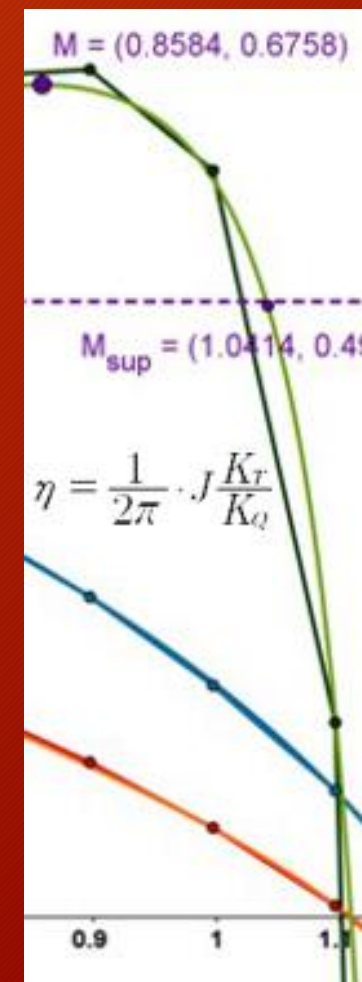


# La nostra idea



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 finalità: *fare* scienza



5

La scienza non è solo identificabile con la formula, il modello, la teoria. **La scienza è anche e fondamentalmente ricerca.**

Fare scienza si identifica con l'interrogarsi, con l'indagare ed esplorare fatti e cose.

L'intervento educativo deve fornire stimoli, occasioni e strumenti per far acquisire agli studenti capacità sempre più ampie e affinate per poter compiere questo lavoro di indagine mantenendo viva:

- la **curiosità cognitiva**,
- la **voglia di sapere e di scoprire**,
- la **fiducia di poter capire**.





# 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)

7



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

RESEARCH IN ACTION - RiA  
RIA@GRASSIULISCIOP1.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@GRASSIULISCIOP1.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 modifichi l'analisi di un sistema.

**Rendimento elica isolata**  
Open Water Test

RESEARCH IN ACTION - RiA  
RIA@GRASSIULISCIOP1.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 lavora in un fluido a

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

RESEARCH IN ACTION - RiA  
RIA@GRASSIULISCIOP1.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@GRASSIULISCIOP1.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](#)





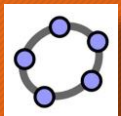
# Rendimento elica libera (CNR-INSEAN)

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



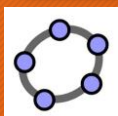


# Onde gravitazionali (CNR-IAC)



9

- Analizzare le misure degli interferometri Ligo nel 2015:
  - Proporre alcuni modelli per un potenziale gravitazionale (che contribuirà alla costruzione di un modello più complesso)
  - Stimare l'errore di ciascun modello
  - Confrontare i modelli tra loro e con altri proposti allo scopo di scegliere il modello migliore
- Concretamente cosa hanno fatto gli studenti di questo gruppo:
  - Rappresentare i dati, anche in forme diverse
  - Costruire alcuni modelli in base ai dati e alla rappresentazione scelta
  - Stimare l'errore di ciascun modello e scegliere il modello più adatto

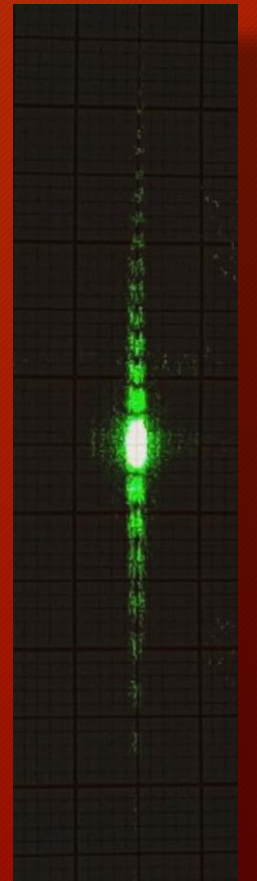
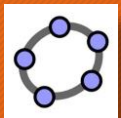


# Diffrazione di luce laser (CNR-IFN)



10

- Misurare la lunghezza d'onda di un laser commerciale (sfruttando la figura di diffrazione):
  - Costruire lo strumento per creare la figura di diffrazione
  - Tarare lo strumento utilizzando un proiettore laser di lunghezza nota
  - Utilizzare lo strumento per misurare la lunghezza d'onda di un proiettore laser commerciale
- Concretamente cosa hanno fatto gli studenti di questo gruppo:
  - Ideare e realizzare lo strumento
  - Analizzare la figura di diffrazione e costruire un modello per l'analisi della luminosità emessa
  - Determinare l'ampiezza della fenditura dello strumento a partire dall'analisi della figura di diffrazione
  - Determinare la lunghezza d'onda a partire dalla figura di diffrazione





# Nel dettaglio (1): spunti e suggerimenti

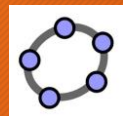
11

Lo scopo ora è quello di determinare una funzione che approssimi i valori del coefficiente di spinta  $K_T$  appena calcolati (si dovrebbero trovare nella sesta colonna della tabella che trovi a pagina 9, sempre che tu abbia usato la tabella per i calcoli e per riportare i risultati - **cfr. La tabella con i dati e la loro analisi**).

Scegli un sistema di riferimento precisando quale informazione sarà riportata sull'asse delle ascisse e quale sull'asse delle ordinate e individua una scala comoda per l'asse delle ascisse e per l'asse delle ordinate (come già osservato, non è necessario che i due assi abbiano la stessa scala), tieni conto del fatto che il coefficiente di spinta dipende dalla velocità di avanzo.

Riporta i dati su un piano cartesiano. Unisci punti successivi con un segmento in modo da ottenere una linea spezzata. Puoi usare il piano cartesiano che trovi in questa pagina.

La spezzata richiama alla mente il grafico di una funzione nota? È possibile approssimare la spezzata con una funzione polinomiale? Ricava l'equazione della funzione che 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

Scegli un sistema di riferimento precisando quale informazione sarà riportata sull'asse delle ascisse e quale sull'asse delle ordinate e individua una scala comoda per l'asse delle ascisse e per l'asse delle ordinate (come già osservato, non è necessario che i due assi abbiano la stessa scala), tieni conto del fatto che il coefficiente di spinta dipende dalla velocità di avanzo.

Rappresentiamo i dati che abbiamo calcolato per il coefficiente di spinta  $K_T$  su un piano cartesiano: sulla ascisse la velocità di avanzo  $J$  e i valori del coefficiente sulle ordinate. I dati sono mostrati nel grafico cartesiano che si trova in questa pagina in colore verde scuro, nello stesso colore è tracciata la spezzata ottenuta collegando coppie di punti successivi.

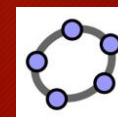
La spezzata richiama alla mente il grafico di una funzione nota? È possibile approssimare la spezzata con una funzione polinomiale? Ricava l'equazione della funzione che secondo te approssima al meglio i dati. Traccia il grafico di questa funzione.

Una buona approssimazione si ha con un polinomio di sesto grado imponendo che la funzione, il polinomio per l'appunto, passi per 7 punti (infatti un polinomio di sesto grado ha sette parametri):

Dal blog - [riaexplorer.blogspot.it](http://riaexplorer.blogspot.it) - è possibile scaricare l'esercizio svolto usando xMaxima:  
[drive.google.com/open?id=OBxr3OLTGqG7eQkFZbEstZGZkNOU](https://drive.google.com/open?id=OBxr3OLTGqG7eQkFZbEstZGZkNOU)  
 xMaxima si può scaricare qui:  
[maxima.sourceforge.net/](http://maxima.sourceforge.net/)



Il Toolbox:  
[drive.google.com/open?id=OBxr3OLTGqG7eQkFZbEstZGZkNOU](https://drive.google.com/open?id=OBxr3OLTGqG7eQkFZbEstZGZkNOU)  
 suggerisce alcuni metodi per l'approssimazione di dati sperimentali con un polinomio (cfr. 4 Approssimazione mediante polinomi a pagina 13)





# 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



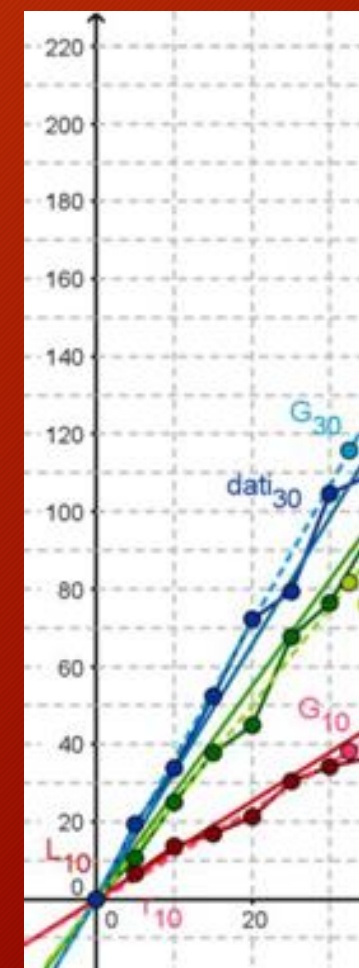


# Metodo di lavoro (3): IT



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 ...

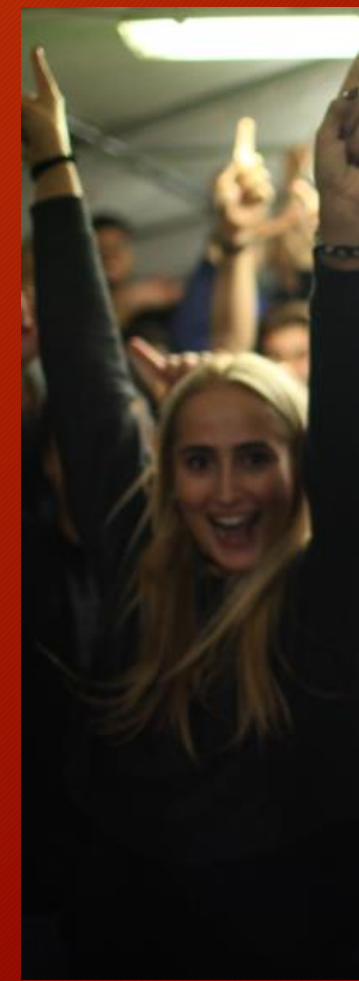


# Risultati

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.





# Altro *online*



19

- Il blog [ria-grassi.blogspot.it](http://ria-grassi.blogspot.it) contiene tutto il materiale prodotto (fascicoli, grafici, calcoli, video-tutorial, ...)
- [MADDMaths](#) (rivista *online*) ha pubblicato un articolo sul progetto: [Research in Action \(RiA\) - un'idea per l'alternanza scuola lavoro](#)
- Un articolo relativo al progetto è stato pubblicato anche [sulla rivista Archimede](#)





# Gli autori, i tutor, gli ospiti



20

