

Insegnare relatività: a chi, come e perché?

**Come far capire le idee di
Einstein ai giovani d'oggi**

Insegnare relatività: a chi ?

Nel liceo scientifico "G. Ulivi" (Parma) durante l'anno scolastico 2000/2001 è stato sperimentato questo modulo:

- in un corso opzionale, frequentato da alunni di tutte le classi e sezioni del triennio (ordinamento, sperimentazione bilingue, sperimentazione PNI)
- in orario normale in una classe quinta PNI

Insegnare relatività: come?



Progetto:

Elio Fabri

Insegnare relatività nel XXI secolo

lezioni alla Scuola Estiva A.I.F. 2000

<https://fabri.sagredo.eu/Q16/>

Insegnare relatività: perché?

- ha quasi un secolo di vita, è una teoria matura, consolidata, organica e completa
- ha innumerevoli conferme sperimentali
- ha importanti applicazioni tecnologiche, alcune di uso comune, ad esempio i sistemi di radionavigazione satellitare
- non è più incomprensibile dell'altra fisica

Questo modulo di relatività

- Durata prevista: 27 unità orarie da 50'
- Contesto curricolare: triennio
- Obiettivi: comprensione delle idee fondamentali della relatività, generale e ristretta integrate insieme, in forma semplificata ma del tutto corretta

1. Spazio, tempo, sistemi di riferimento

- Dal tempo solare al tempo atomico
- I limiti costruttivi degli orologi meccanici, al quarzo ed atomici
- Tempo assoluto e spazio assoluto
- Che cos'è un sistema di riferimento?

2. Il principio di relatività di Einstein

- Il principio di relatività di Galileo
- Il principio di relatività di Einstein
- Basi sperimentali del principio di relatività di Einstein

3. Il principio di equivalenza di Einstein

- Il principio di equivalenza di Einstein
- L'ascensore in caduta libera
- Basi sperimentali del principio di equivalenza di Einstein
- Le verifiche "classiche" della relatività generale

4. L'esperimento di Hafele e Keating ed il tempo proprio

- Gli esperimenti di Hafele e Keating e dell'orologio a luce
- Il tempo proprio come "lunghezza" nello spazio-tempo
- Il paradosso dei gemelli
- Le cosiddette "dilatazione dei tempi" e "contrazione delle lunghezze"

5. L'esperimento di Briatore Leschiutta e la curvatura dello spazio-tempo

- L'esperimento di Briatore e Leschiutta
- La curvatura della superficie terrestre e le mappe non fedeli
- Il redshift gravitazionale e l'effetto marea
- Le geodetiche e la curvatura di una superficie 2D
- La deviazione delle geodetiche e la curvatura dello spazio-tempo
- Il principio della geodetica

6. Dinamica relativistica

- La simultaneità è relativa
- La definizione relativistica della quantità di moto
- La formulazione relativistica del secondo principio
- La definizione relativistica dell'energia e dell'energia cinetica
- L'inerzia dell'energia
- La massa

I vantaggi del modulo...



- Completezza e correttezza dei contenuti
- Approccio intuitivo ma rigoroso
- Dati sperimentali e applicazioni recenti
- Assenza di calcoli algebrici complicati
- Notevole “appeal” su tutti gli studenti, e non solo sui migliori

... e le difficoltà



è innovativo, e costringe gli insegnanti a:

- cambiare i loro percorsi tradizionali d'insegnamento (ad esempio, niente trasformazioni di Lorentz)
- affrontare argomenti non facili (ad esempio, le equazioni della RG di Einstein)

Ma, in pratica, “funziona” ?

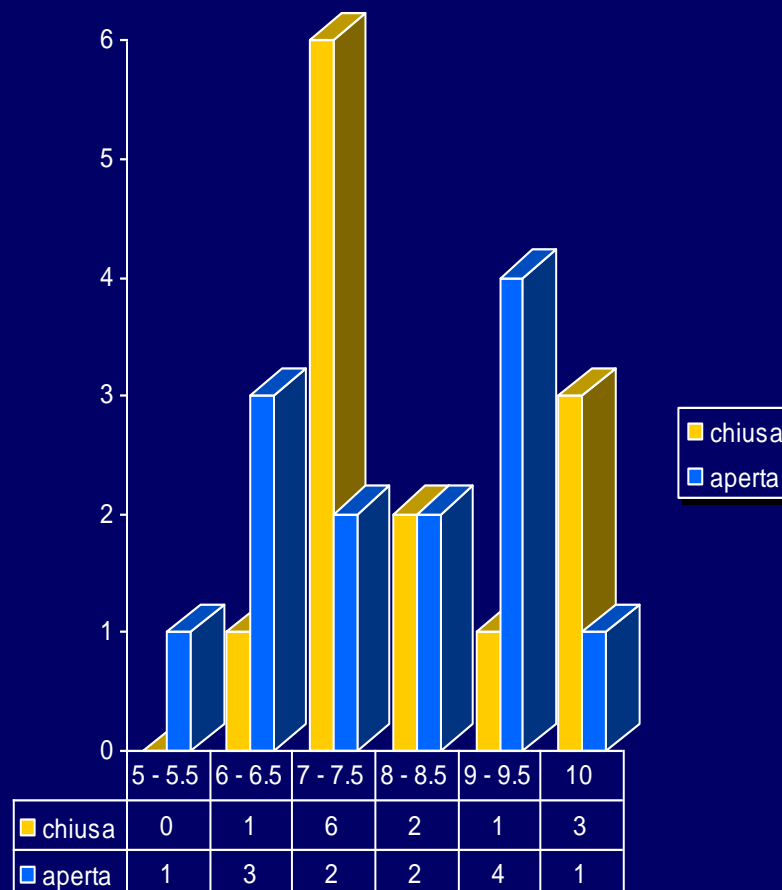
- Tutti gli studenti, anche i meno dotati, hanno dichiarato di aver particolarmente apprezzato il ricorso sistematico ai fatti sperimentali, spiegati con molta geometria e poca algebra
- Prove oggettive: i risultati sono stati soddisfacenti, in entrambi gli ambiti

Il corso opzionale ...

- 12 alunni, che l'avevano scelto, appartenenti a diverse classi e sezioni del triennio: 5 di terza, 3 di quarta, 4 di quinta
- 14 unità orarie da 75', una a settimana
- Niente voti
- Risultati del test finale, a scelta multipla:
media terza: 54% r. esatte, 9% mancanti
media quarta: 39% esatte, 19% mancanti
media quinta: 50% esatte, 12% mancanti

... ed il curriculum normale

- 13 alunni di quinta PNI
- 17 unità orarie da 50'
- svolte solo 5 delle 6 parti
- un test d'ingresso
- un test a risposta chiusa
- un test a risposta aperta



Proposta operativa

- Il progetto è assai valido, ma può essere migliorato e reso più flessibile
- è necessario il contributo di nuove idee e di esperienze diverse
- per chi desidera sperimentarlo nella propria scuola, è disponibile il materiale didattico fin qui utilizzato: 100 dispense per studenti, scansionate su CD

Postfazione



“Tutto ciò che spero ora di poter spiegare, su questi miracoli della natura, deriva dagli scritti di autori profondi, dalle discussioni con i colleghi dentro e fuori l’università, dagli insegnamenti ricevuti in tanti anni dai miei studenti, dai loro dubbi o dai loro sorrisi, dalle loro ricerche, dalle loro insofferenze o entusiasmi: giovani, studenti di lettere o di fisica, di economia o di chimica, di arte o di scienze politiche, di legge o di architettura. È per me una gioia pensare a tutti loro mentre mi accingo a questa impresa, pensare a ciò che mi hanno insegnato e a ciò che vorrebbero che io dicessi” (J. A. Wheeler, *Gravità e spazio-tempo*)