

# Progetto Tecnologia e Scienza 3 - 2007

## La fisica

**Dalla ricerca  
didattica  
proposte di  
ricerca-azione  
per  
l'educazione  
scientifica**



**Marisa Michelini**  
***Unità di Ricerca***  
***in Didattica della Fisica***  
***dell'Università di Udine***



Riflessioni generali.....di contesto

Una preoccupante

**riduzione d'interesse per la scienza e la fisica in particolare**

da parte degli studenti già a livello secondario

sta creando un  
**ciclo vizioso,**

che incide negativamente sulla  
rappresentazione, che i giovani  
e la società stessa hanno della  
fisica.

Le ragioni di tale situazione sono molte.

Hanno però una rilevanza non secondaria in tale contesto:

- la mancanza di una cultura scientifica di base dei cittadini e
- la modesta attenzione finora posta per la formazione degli insegnanti

Sono obiettivi propedeutici e principali rispetto alla valorizzazione della fisica

- Il riconoscimento del valore di una cultura scientifica per tutti i cittadini
- L'inserimento di un'adeguata formazione scientifica nei curricula scolastici.

***Essi sono perseguibili se si può contare su una buona preparazione professionale di insegnanti motivati a tutti i livelli scolari.***

Particolarmente importante e delicata è la formazione degli insegnanti per i più piccoli (età dei bambini 3-12 anni), che prelude all'introduzione di un valido insegnamento scientifico per tutti.

**I primi passi sono:**

- **migliorare come si insegna la fisica**
- **formare professionalmente gli insegnanti**

## Migliorare come si insegna la fisica

Stiamo pagando...

la scarsa attenzione prestata agli aspetti didattici nell'insegnamento della fisica.

Abbiamo fatto alcuni clamorosi errori, che gravano sull'immagine della disciplina:

- **L'abbiamo insegnata nello stesso modo in tutte le scuole e a tutti i livelli.**
- **Abbiamo privilegiato i risultati rispetto ai processi.**
- **Abbiamo utilizzato i modelli fisici in contesti astratti ideali, senza dare esperienza del modo in cui si rendono utili a partire dal reale.**
- **Il processo di formalizzazione non è quasi mai stato reso esplicito**
- **Le approssimazioni e le semplificazioni sono dichiarate, ma poco motivate.**

*La fisica è vissuta allora come una disciplina, che parla di cose che non esistono (il punto materiale, il gas perfetto, ...), mediante leggi difficili, che non si sa quando usare. La bellezza, l'utilità e il vasto impiego della disciplina non emergono nei corsi di fisica.*

- **La si è insegnata troppo tardi (dopo aver acquisito competenza matematica).**

*... incide ancora troppo poco il vasto ed impegnativo lavoro di innovazione didattica basato sulle ricerche didattiche per il superamento dei nodi concettuali.*

# L'EDUCAZIONE SCIENTIFICA

è una sfida

in cui ci si gioca

la possibilità di trasferire alle nuove generazioni

una cultura

in cui la scienza è parte integrante, non marginale

è una sfida che si gioca

sulla possibilità di dare agli studenti:

gli elementi fondamentali del sapere scientifico  
in una forma

che permetta loro di saperli gestire anche

-> nel gioco

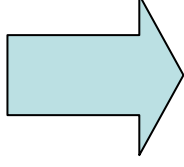
-> nelle favole

-> negli interrogativi curiosi dei bambini

-> nei momenti di analisi organizzati

## **La scienza ha come oggetto la natura**

- il suo insegnamento non può essere condotto  
senza attività sperimentali e di natura operativa**
- per il raccordo con l'oggetto di studio
  - per un'esemplificazione delle procedure sperimentali

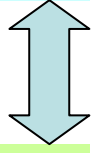


**È quindi oggetto di attenzione  
da parte della ricerca didattica  
ruolo dell'attività pratica e del laboratorio  
I modi di leggere ed interpretare il mondo**

# Le difficoltà di apprendimento

Legate al mancato raccordo tra

L'esperienza quotidiana



Gli apprendimenti scientifici

Hanno spostato l'attenzione di ricerca

dai curricula  ai problemi cognitivi e di apprendimento

- La conoscenza comune si pone come alternativa persistente e si distingue perchè:
  - Si costituisce sullo stato di evidenza
  - Non è aperta a confutazioni
  - Formulata in termini vaghi
  - Costituita da elementi divergenti e non correlati
  - È (sembra) frammentaria: a unità (bit) e pezzetti

è stato messo in evidenza

Sia dal filone interazionista

sia da quello culturale

sia da quello sociale

**Che vi è la necessità**

**• di continuità tra gli schemi concettuali**

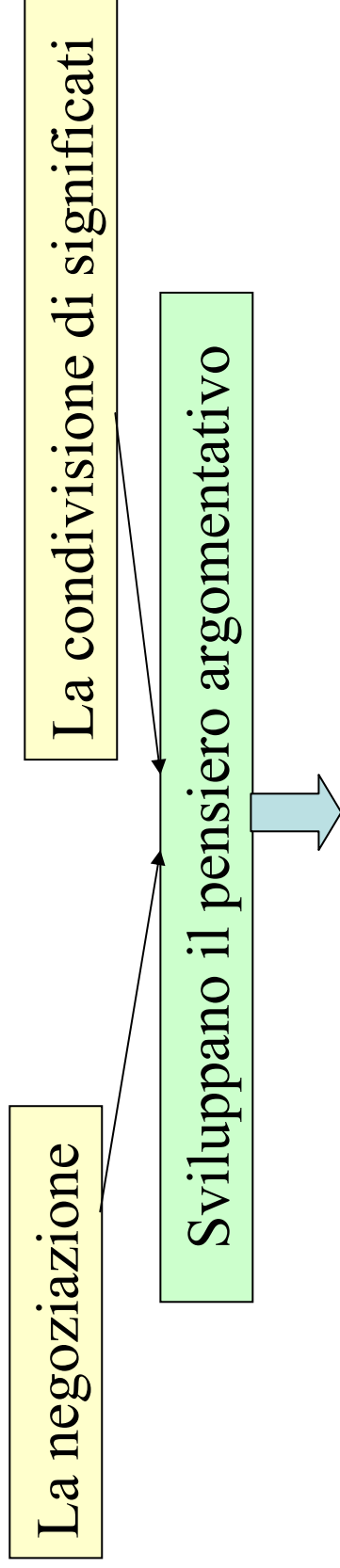
personali

della conoscenza da acquisire

**• di relazione della conoscenza con il contesto di  
impiego (situation - learning)**

**• di condivisione della stessa**

**inoltre**



**L'attività didattica deve dunque prevedere:**

- **momenti di coinvolgimento personale operativo**
  - **esplorazione di idee e realtà**
  - **applicazione di ipotesi**
  - **impiego e confronto di interpretazioni**
  - **attività individuali e collettive**
- dentro e fuori dalla classe**

# Focalizzazione della RES

- **Anni 1960: progetti didattici- tecnologia più che ricerca**
- **Anni 1970: valutazione degli esiti dei progetti, dell'apprendimento, prime misconcezioni**
- **Anni 1980: apprendimento degli studenti: misconcezioni, schemi di ragionamento, ragionamenti, modelli**
- **Anni 1990: visioni della natura delle scienze e fondazione epistemologica della ricerca su I/A dal costruttivismo radicale a quello sociale**
- **Anni 2000: migliorare la pratica, studi con video in classe sulla pratica didattica**
- **Millar 2003: per migliorare la pratica la ricerca non va ristretta a ciò che funziona nella pratica, ma deve comprendere quanto emerge dalla ricerca e diventare R&D**

# Sequenze di ragionamento

- A metà del XX secolo due pionieri Bachelard e Piaget sottolineano che la conoscenza non è adottata come si presenta in menti vuote e perfettamente malleabili
- **Bachelard 1938**: si impara **CONTRO** la conoscenza preesistente, distruggendo una forma di conoscenza, sovrapponendo a ciò che nella mente è un ostacolo alla *spiritualizzazione*
- La conoscenza comune: *basata sull'evidenza, non aperta a confutazioni, vaga, scorrelata, frammentaria*
- **Piaget**: apprendere è un processo di assimilazione e adattamento. Si deve coinvolgere il soggetto per attivare la negoziazione. Ci sono strutture intellettuali disponibili da attivare
- Per accedere al livello scientifico si devono superare ostacoli di varia natura, ad es.:
  - Attribuire natura materiale a grandezze fisiche

# Teoria di Norman e Rumelhart del processo dell'informazione 1978

- Distingue categorie simili
  - Accrescimento (accretion)
  - Passaggio (tuning)
  - Ristrutturazione (restructuring)
- La negoziazione di Piaget torna in forma molto diverse
- La conoscenza è costruita CON e CONTRO ciò che già si sa: il senso comune è importante
- Per definire cosa deve essere imparato serve:
  - Sapere le idee a priori
  - I percorsi di ragionamento di coloro a cui si intende insegnare
- Una buona conoscenza di 2 aspetti opposti è cruciale:
  - Teoria accettata da un lato
  - Ragionamenti familiari dall'altro lato

# cosa è essenziale, cosa è naturale in fisica?

- Essenziale: **astrazione e coerenza**
- **La definizione delle quantità fisiche** è il prodotto di un lungo processo di astrazione
- **Modelling**: processo di corrispondenza tra realtà e cosa si sceglie di estrarre da essa
- Il progresso scientifico è un **continuo aggiustamento tra teoria e risultati** per descrivere meglio i fenomeni e render conto degli eventi (**descrizione, interpretazione per previsione e controllo**)
- Render conto della complessità dei fenomeni usando poche grandezze e relazioni
- **La coerenza è indispensabile**: la fisica si basa su una semplificazione, astrazione e coerenza razionale

## le sequenze di ragionamento naturali

- Ci sono linee comuni di ragionamento a cui siamo attaccati
- Sono emerse zone di coerenza da quelli che sembravano errori scorrelati
- Il loro grado relativo di coerenza contribuisce alla loro resistenza
- **Conoscenza accademica e ragionamenti naturali coesistono nei loro territori**
- **Concetti di base in fisica:**
  - sono centrali per la comprensione
  - Producono ragionamenti naturali impliciti e spesso sono poco accessibili
- **La ricerca studia i modi di ragionare comuni per tenerne conto**
- Per accedere al livello scientifico si devono superare ostacoli legati a modi naturali di guardare al mondo, ad es.: Attribuire natura materiale a grandezze fisiche (campo-telo, oggetto-immagine)
- **La strutturazione ortodossa della disciplina non corrisponde con gli angoli strategici della conoscenza comune: non coincidono, servono approcci trasversali**

# Prendere seriamente le idee sbagliate

- Ragionamento Naturale non significa innato o universale, ma solo diffuso e tenace
- L'errore è un buon indicatore di conoscenza comune ed ha un valore intrinseco: evidenzia la logica interna che aiuta a comprenderne la resistenza
- Non è fertile, qualora fosse utile, sottolineare la scorrettezza di ragionamenti comuni
- È utile indagare la loro coerenza alternativa: le zone di coerenza nella conoscenza comune coincidono sempre con elementi di fisica che non sono stati ben affrontati
- Il prodotto delle ricerche è una descrizione di tendenze di ragionamento, che corrispondono a modi di pensare che emergono in relazione a dati problemi

# Punti indiscussi dalla ricerca

- **Ragionamenti in fisica:** dati sperimentali sui ragionamenti comuni permettono di **identificare aree sensibili di fisica di base da riconsiderare rispetto agli obiettivi di apprendimento**; scegliamo ciò che è essenziale!
- **Si deve lavorare su precise difficoltà piuttosto che stabilire come evitare in generale i ragionamenti comuni**
- **DETTAGLI CRITICI:** Lavorare su conoscenze **profonde e specifiche con grande coerenza** è più produttivo che cercare regole generali di errore o modelli pedagogici e standard (superficiali in fisica)
- **Il ragionamento sempre implica una risposta a una qualche questione. Va ricordato che:**
  - **Porre questioni non è neutrale, ma è importante sempre chiedere di spiegare, giustificare le risposte**
  - **Vanno evitati i due estremi:**
    - **Catalogo di errori parafrasati**
    - **Affermazioni vaghe per essere statisticamente sostenibili**
- **È importante definire i confini dei risultati di ricerca per evitare generalizzazioni arbitrarie o esiti vaghi**

# MER

## Model of Educational Reconstruction

Duit, Gropengiesser, Katmann, 2005

- Sviluppato come schema teorico per studi su come e se è possibile insegnare particolari aree scientifiche
- progettato sulla necessità di mettere in relazione i contenuti scientifici e quelli educativi in un bilancio tra sequenze di I/A e miglioramento dell'apprendimento
- È basato sulla tradizione educativa tedesca Bildung und Didaktik
- La struttura dei contenuti di un certo dominio deve essere trasformata in struttura per l'istruzione, con due fasi
  - **Elementarizzazione**
  - **Costruzione della struttura per l'istruzione**

# MER

## Model of Educational Reconstruction

Duit, Gropengiesser, Katmann, 2005

**un quadro di riferimento epistemologico costruttivista**  
(Philips, 2000; Duit&Treagust 2003; Widodo 2004)

- 2 elementi chiave di orientamento epistemologico:
  - **Apprendimento come costruzione della propria conoscenza a partire da quella preesistente**: le concezioni e le idee che lo studente ha pre-istruzione non sono viste come ostacoli di apprendimento, ma punti di partenza per promuovere conoscenza (Driver&Easley)
  - **Conoscenza scientifica come costruzione umana** (Abd-El-Khalick&Lederman): non c'è un vero nella struttura dei contenuti di una particolare area, ma un consenso di una particolare comunità di scienziati; ogni presentazione di questo consenso nei libri di testo è una ricostruzione idiosincratica degli scopi impliciti o espliciti degli autori (Kattmann, Duit, Gropengiesser & Komorek, 1995)
- Ne consegue che la struttura dei contenuti dell'istruzione:
  - non è data dalla struttura scientifica dei contenuti
  - La **struttura dei contenuti scientifici deve essere ricostruita con prospettiva educativa** (NB: non una riduzione a scopo didattico della struttura dei contenuti ritenuta riferimento scientifico, si deve tener conto della complessa struttura di esigenze di chi apprende)

# **MER: tre componenti strettamente legate alle scelte epistemologiche**

- 1. Analisi della struttura dei contenuti**
  - 1. Chiarificazione della materia:**
    - 1. libri di testo e pubblicazioni chiave**
    - Sviluppo storico delle idee
    - 3. Concezioni ed Idee pre-istruzione dei ragazzi**
  - 2. Analisi della significatività educativa**
- 2. Ricerca su Insegnamento e Apprendimento (I/A)**
  - 1. Ricerche sulle prospettive degli studenti:** concezioni pre-istruzione, variabili affettive come l'interesse, concezioni personali e attitudini
  - 2. Studi sui processi I/A**
  - 3. Ruolo dei metodi didattici, sperimentazioni, supporti didattici**
- 3. Sviluppo e valutazione dell'istruzione (R&D). Sono strettamente legati: lo sviluppo di materiali e attività e la ricerca I/A con i suoi metodi (Duit&Komorek, 2004)**

# Il gioco

Vi è un'enorme influenza del momento ludico nello sviluppo del soggetto  
Vygotskij

Il momento ludico ha natura transizionale tra  
la concretezza dell'azione e il pensiero totalmente svincolato dall'azione  
**la capacità di astrarre.**

Il contesto ludico del gioco  
(**play and not game**)

offre un'occasione di

**decontestualizzazione**

rispetto all'attività scolastica,

**la definalizzazione**

motiva ed attiva

*processi di apprendimento personali*

realizza

*la connessione con abilità ludico-simboliche.*

# Il gioco in letteratura

- Bateson : **gioco (game)** & **gioco (play)**
- Bondioli, 2002: **lavoro per l'apprendimento**  
per identificare nel lavoro quell'attività che:
  - coinvolge in modo profondo (non meccanico) il soggetto,
  - è rivolto ad un esito finale,
  - restano importanti
    - l'interesse,
    - le idee di base,
    - la creatività
    - le esperienze pregresse.

## Il gioco, le regole e l'astrazione

- Nell'attività ludica **ogni esperienza** riceve qualcosa da quelle che l'hanno preceduta e modifica in qualche modo quelle che seguiranno (Dewey),
- **le regole** del gioco, che non possono mancare si relazionano con la sfera affettiva, diventano una meta (lavoro) ed un apprendimento (Vygotskij).
- **La transizione** dall'azione all'astrazione è un processo interno al bambino, che gli permette:
  - di sviluppo della memoria logica ed
  - il pensiero astratto svincolandosi con spontaneità dal reale
- **la percezione** è la molla che spinge ad agire per questa transizione
- il giocare aumenta il **grado di consapevolezza** relativa alle proprie azioni,
- le regole rendono sempre più **attraente** il gioco.

## **La zona prossimale di sviluppo**

**Interiorizzando affettivamente la regola  
il bambino la trasforma e  
fa le più grandi conquiste in termini di  
apprendimento (Vygotskij).**

- I due paradossi che portano alla transizione ed al prevaricamento della zona prossimale di sviluppo:
- 1) bambino che gioca in contesto reale, ma impegnato in attività alla quale attribuisce un significato diverso,
  - 2) il gioco gli fa superare i vincoli della realtà e sperimentare ciò che gli piace, ma lo sottopone al vincolo delle regole.

## Il contesto e la comunicazione nel gioco

- Particolarmente in campo scientifico si realizza in modo significativo per l'apprendimento il legame tra
  - situazione immaginativa,
  - gioco e
  - regole.
- **Il contesto e la comunicazione** sono importanti, perché
  - si creano accordi tra protagonisti dell'atto comunicativo e
  - insieme ai messaggi diventa importante **come i messaggi vengono trasmessi** (metamessaggi) (Bateson).
- **L'insieme di metamessaggi crea una cornice.** Il cambio di cornice corrisponde ad un cambiamento di stile ed il soggetto modula il suo comportamento in funzione a questo.

# Metamessaggi ed educazione scientifica

- L'attività ludica permette di
  - sperimentare svariate **cornici** e/o condizioni di vita senza condizionamenti e
  - fare esperienza di diversi stili.

Il soggetto amplia così la sua visione del mondo e

**“sperimenta il modo di strutturarsi del pensiero nei confronti dell’universo”**

- Per l'educazione scientifica **il gioco di esplorare diversi mondi e diversi modi di guardarli** con ipotesi, che creano altri mondi (modelli) per interpretarli è fondamentale.
- È il vero modo di far capire cosa la fisica sia.
- È proprio ciò che la scuola non fa ancora e sta cominciando ad integrare con ciò che fa, con momenti di attività esterna alla scuola.

# Educazione informale

dalla nostra Unità di Ricerca  
una proposta operativa con

- **materiali poveri e facilmente riproducibili**
- **sensori on line con l'elaboratore**

Per realizzare

## **Giochi Esperimenti Idee (GEI)**

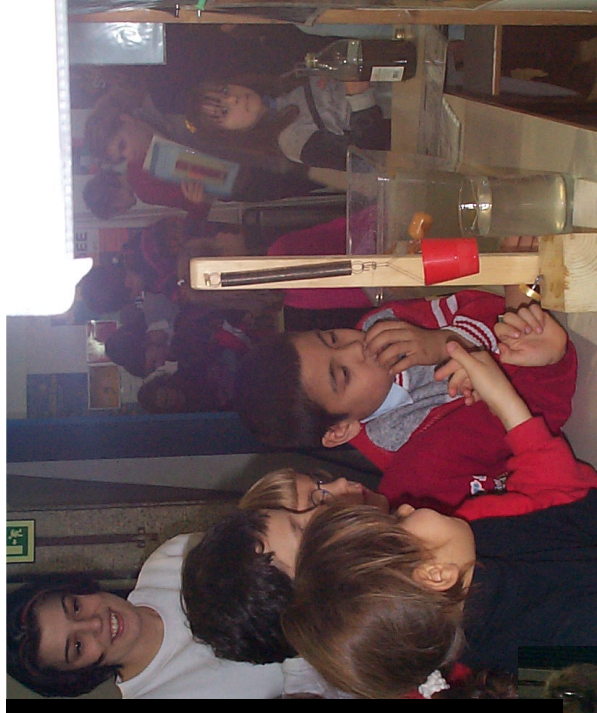
- **250 esperimenti da fare e non solo da guardare**
- **un ambiente aperto con cui giocare e fare esperimenti**



esplorando idee  
usando idee per esplorare fenomeni



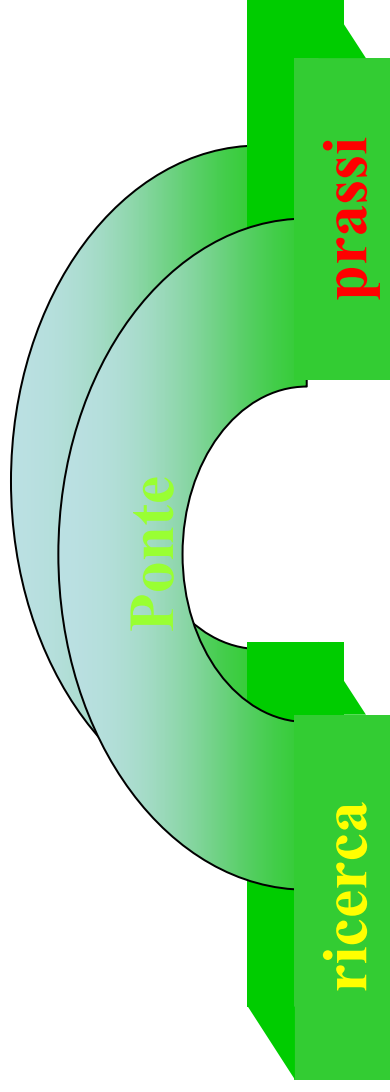
**GEI - un ambiente di apprendimento**  
- di materiali poveri  
- di esperimenti affidabili  
- di occasioni per esplorare  
**esplorare idee ... per capire fenomeni**  
esplorare fenomeni ... per interpretare  
**...giocare per imparare**



## Laboratori

### L1 –Laboratori Cognitivi

- A. Mappe
- B. CLOE
- C. Analisi di contesti



### L2 – Caccia al Tesoro

Suddivisa in 9 tappe (ogni gruppo ha visitato 3 tappe)



# Principali questioni di ricerca poste

- Atteggiamenti dei ragazzi rispetto all'operatività
- Ruolo che il contesto operativo gioca per i processi spontanei di apprendimento
- Ruolo della sperimentazione diretta per la costruzione di conoscenze
- Tipo e grado di formalizzazione espresso
- Autonomia nell'impiego consapevole dei piani descrittivo, rappresentativo, interpretativo nell'analisi di situazioni e fenomeni.
- Modelli interpretativi usati

## Modalità di documentazione

Audio-videoregistrazione

Documentazioni fotografiche

Annotazioni da parte di un ricercatore-osservatore su griglia

Annotazioni libere del conduttore

Riproduzione dei grafici previsti/osservati

Illustrazione delle situazioni osservate e commento

Che cosa abbiamo imparato

<b>Azioni</b>	<b>Osservazioni</b>	<b>Conclusioni</b>
	<b>fenomeno</b>	<b>Descrizione</b>
		<b>fisica</b>