

Problemi di Ricerca relativi all'uso di ICT e Tecnologie Didattiche (TD) nella Ricerca in Didattica della Fisica (PER)

Elena Sassi

Università di Napoli « Federico II », Italy

sassi@na.infn.it

gruppo DF/ICT:

S. Lombardi, G. Monroy, E. Sassi, I. Testa

**PER
e sue aree maggiori**

**ICT/TD
In PER**

**Qualche
Problema di
Ricerca**

**Sfide
attuali e
future**

RICERCA IN DIDATTICA DELLA FISICA PHYSICS EDUCATION RESEARCH (PER)

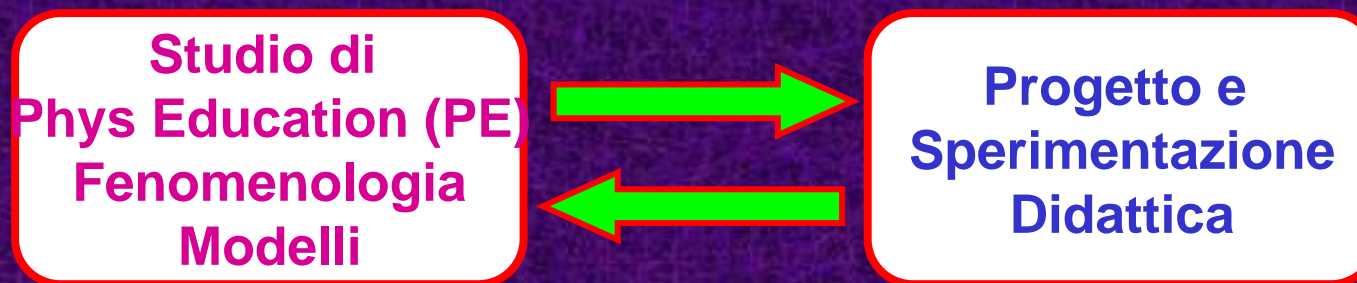
Da circa 50 anni

Rapida crescita recente

Ricerca Applicata su:

Insegnamento/Apprendimento
della Fisica

Processi Strategie Metodi
Strumenti

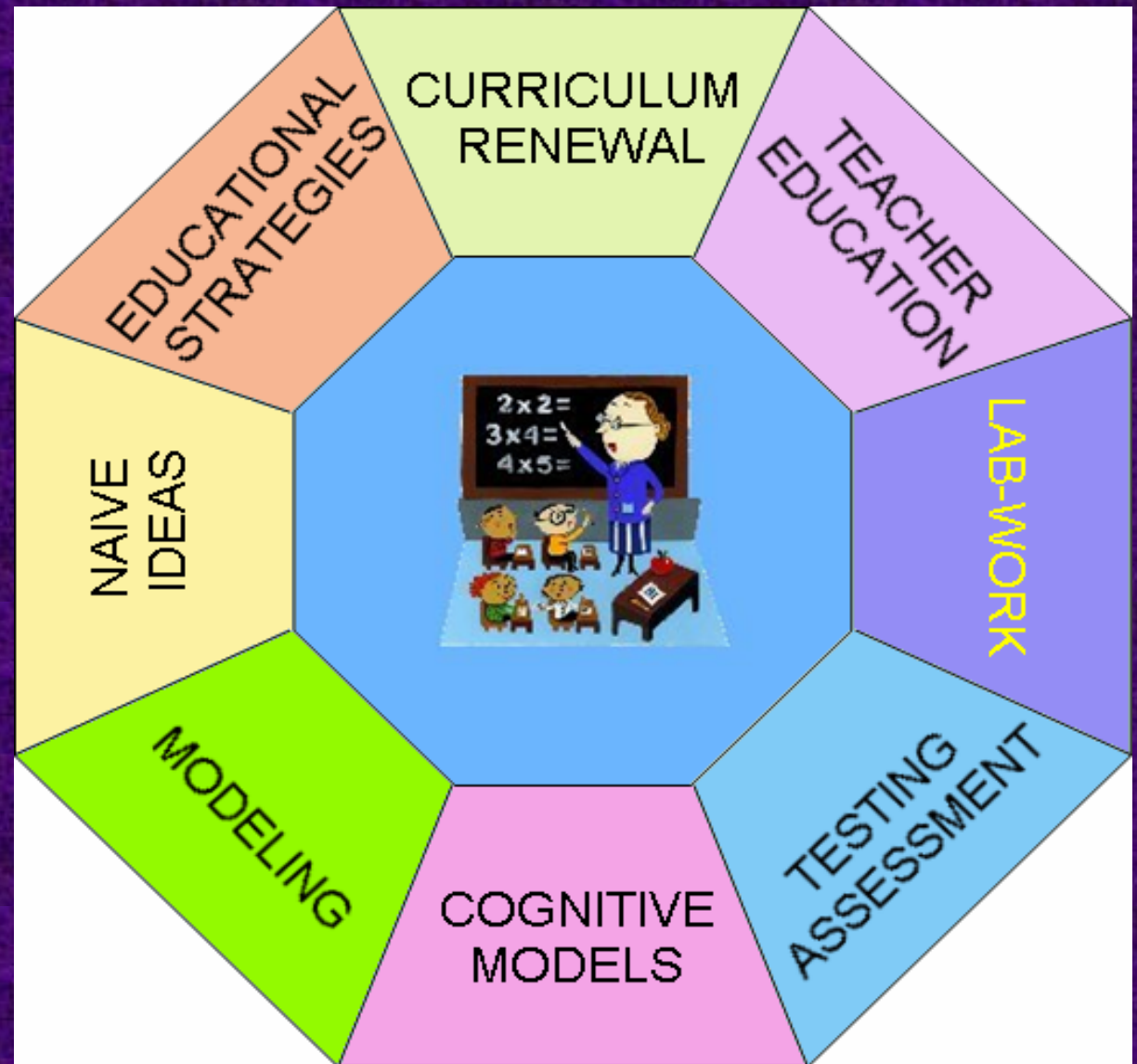


NO soluzione unica !!!

PER
Aree Maggiori

ICT/TD cruciali
quasi ovunque

Schemi di
Conoscenza Comune



Solidi, Coerenti, Attivati in Molti Contesti, Resistenti al cambio

Frammentari, Labili, Non sempre Attivati, Facilmente Modificabili

TIMSS, 1995, 1999, 2003 Third International Mathematics and Science Study
PISA, 2000 e seguito OECD Program for International Student Assessment

Insegnamento di fisica, matematica, scienze:

è **inefficace** per:

costruire conoscenza concettuale; favorire apprendimento duraturo;
fornire abilità di problem solving; contribuire a conoscenza scientifica di
base; fornire abilità trasversali e legami con altre materie; buon uso del
tempo scuola;

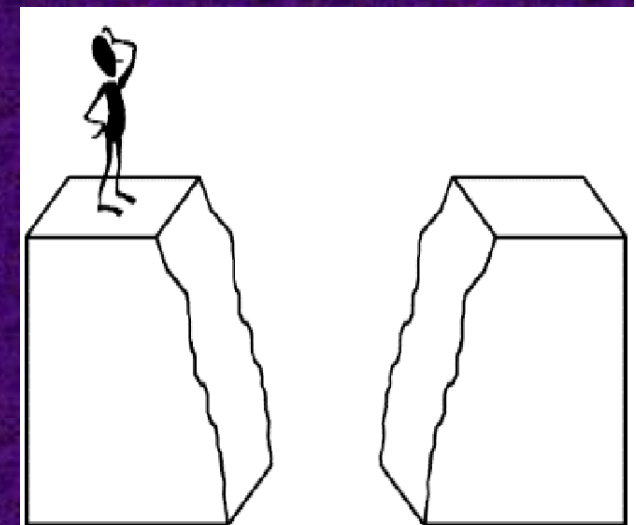
è **efficace** per:

impartire conoscenza di nozioni e fatti

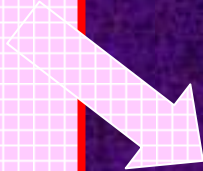
<http://timss.bc.edu/timss2003.html> <http://www.pisa.oecd.org>

I DIVARI

- l'appreso versus l'insegnato
- interesse studenti vs contenuto curriculum
- sviluppi in fisica vs la fisica a scuola
- comunicazione a scuola vs altrove



- **Rinnovamento Curriculum**
- **Formazione Insegnanti**
- **Qualità dell'apprendere**
- **Innovazione da ICT/TD**

- 
1. **MultiMedia**
 2. **Web risorse**
 3. **E-learning**

Problemi di ricerca:

Quali curricula?

Quali insegnanti?

Quali contributi ICT/TD nei curricula/materiali?

Come “misurare” la Qualità?

Come integrare 1, 2, 3 e presenza con e-learning?

Corso Advancing Physics UK focus su **Fisica in Azione**

Comunicazione: 1. Immagini 2. Sensori 3. Segnali

Materiali: 4. Provarne le caratteristiche 5 Guardarli dentro

Onde e Mecc. Quant. : 6. Comportamento ondoso 7. Comportamento Quantico

Spazio e Tempo 8. Farne mappe 9. La prossima mossa

Corso A2 Advanced Level

Modelli e regole (9 sett)

Materia in casi estremi (4 sett)

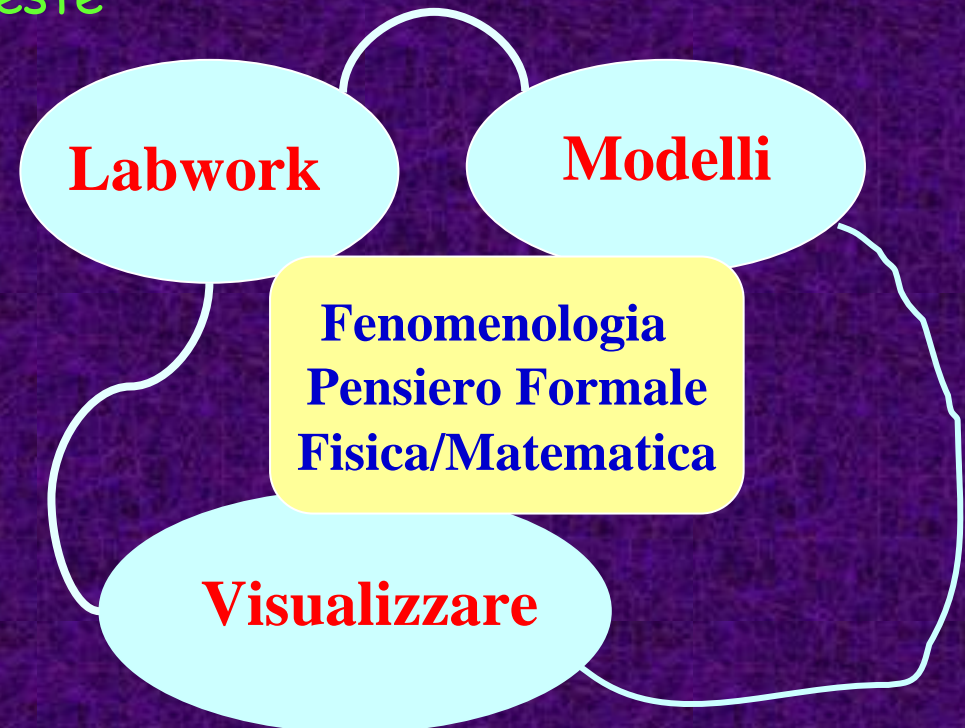
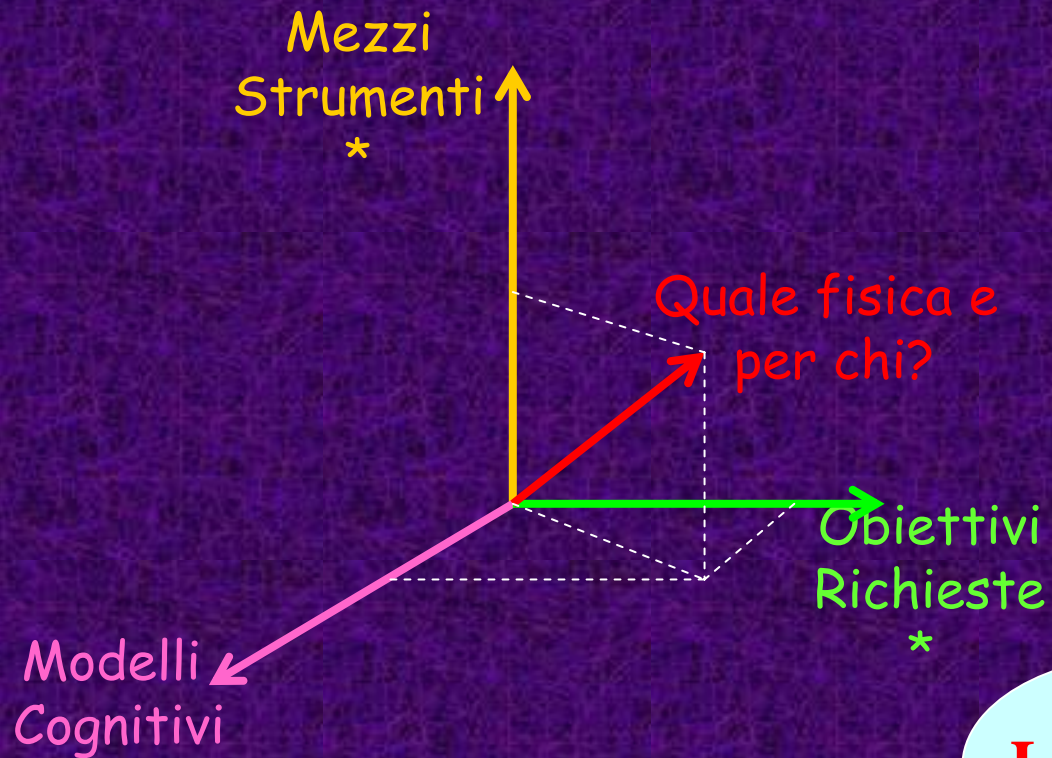
Campi (5 sett)

Particelle Fondamentali della materia (7 sett)

Avanzamenti in fisica (2 sett)

MODELLUS
Come ambiente
di modellizzazione

FATTORI CRITICI PER PROBLEMI DI RICERCA IN PER \leftrightarrow ICT/TD



Imparare con gli esperimenti

Opinioni Comuni sugli esperimenti in didattica:

- sono cruciali per apprendere
- fanno emergere le idee ingenue
- motivano
- aiutano a sviluppare abilità pratiche,

Ma quali tipi di esperimenti fanno questo?

Problemi di ricerca

Quali competenze si acquistano con il lavoro di laboratorio?

Quali requisiti sull'attività sperimentale?

guida/apertura

fenomeni reali/complessi vs "ideali"

esperimenti a distanza

esplorazione vs progetto,



Imparare in lab: da raccontare al fare

Spesso il lab non è efficace:

troppi esperimenti di verifica banale
esperimenti raccontati
esperimenti sostituiti da simulazioni

Interesse degli studenti vs aspettative degli insegnanti

A volte inadeguata esperienza sperimentale degli insegnanti

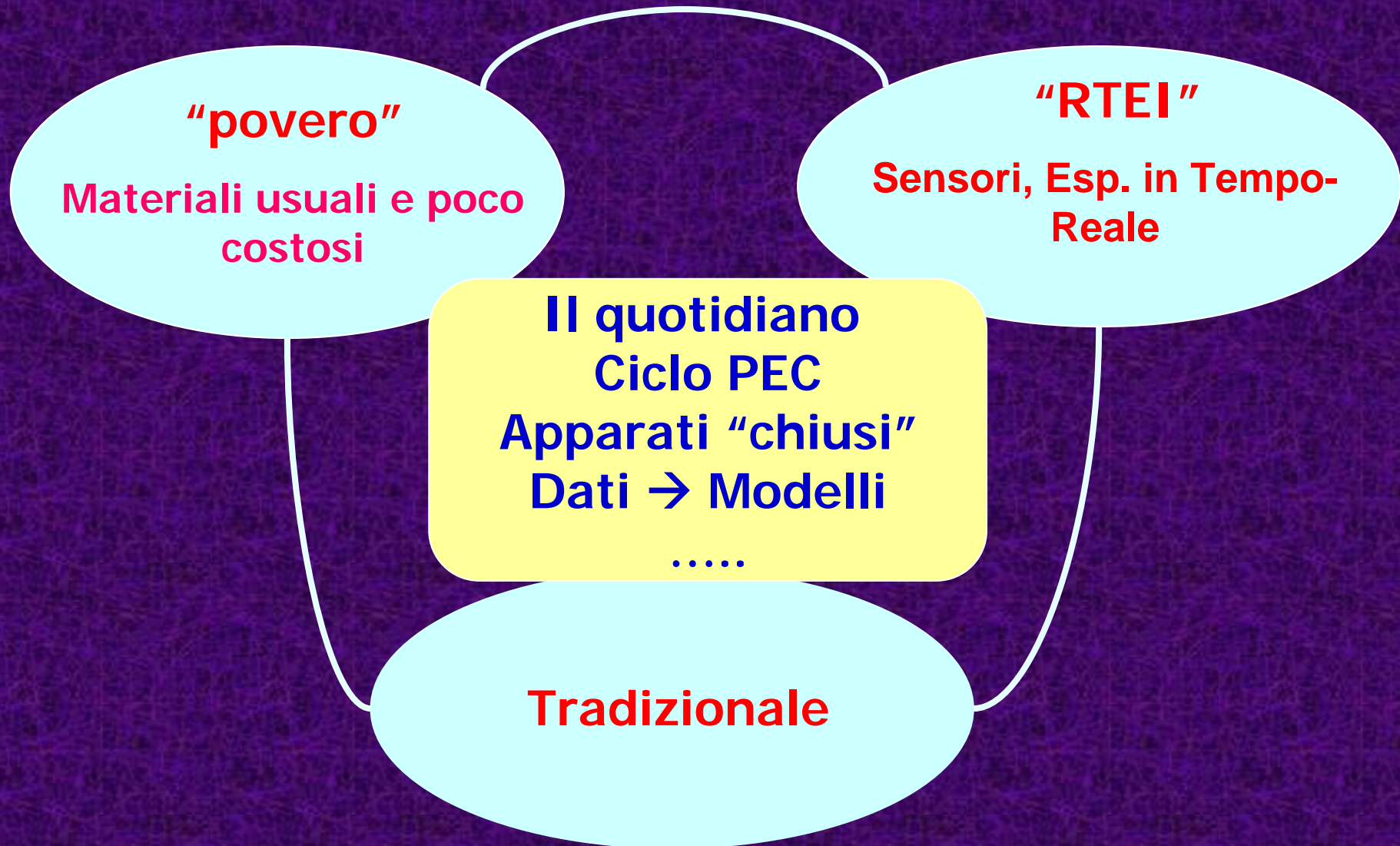
Negativo:

- Fenomeni “sterilizzati”
- Approccio a “ricetta”
- Guida passo-passo
- Limitarsi a prender dati
- Minimizzazione imprevisto
-

Positivo:

- Fenomeni realistici
- Approccio a “problema”
- Trasparenza di obiettivo/procedura
- Piano, setting, dati, analisi
- Imprevisto come risorsa
- Facilitare apprendimento tra pari
-

Laboratorio: sinergia tra i vari tipi



RTEI Real-Time Esperimenti/Immagini

Dai primi anni 80'

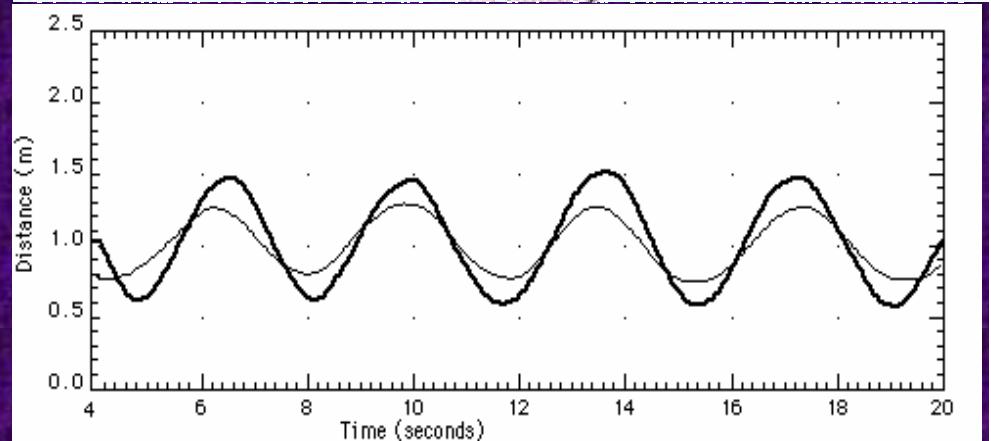
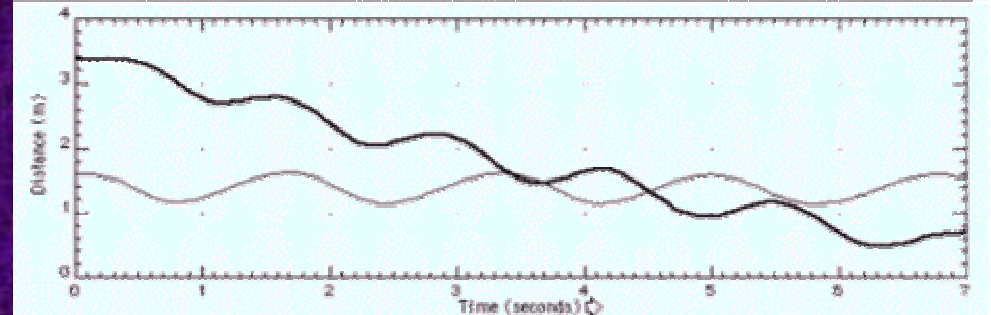
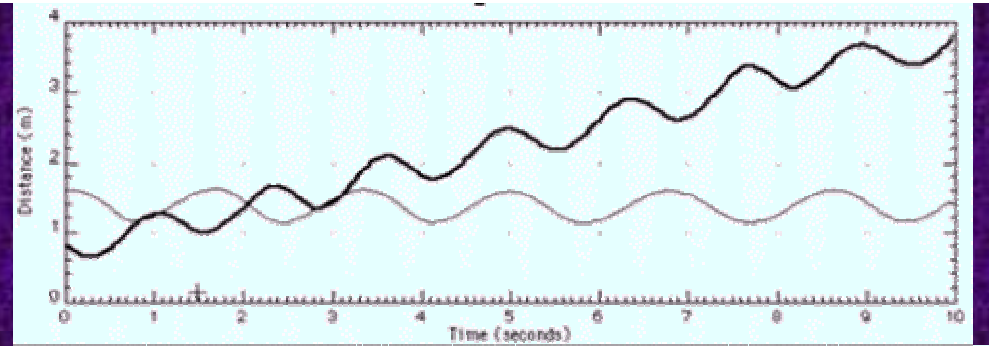
- grafici on-line
- globale vs locale
- approccio "Cosa... se?"
- fit \leftrightarrow primi modelli

diversi sistemi (EU, US)



Focus su:

- Integrazione di Conoscenze (es. percettiva - astratta)
- Ciclo **P**revisione **E**sp. **C**onfronto
- Coinvolgimento, Motivazione
- Nuovi approcci/temi (es. "dal Reale all' Ideale")

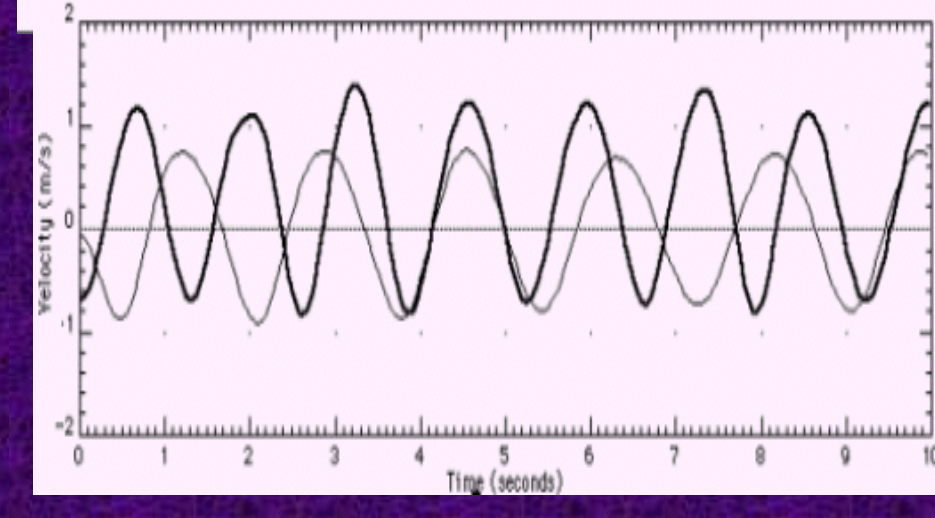
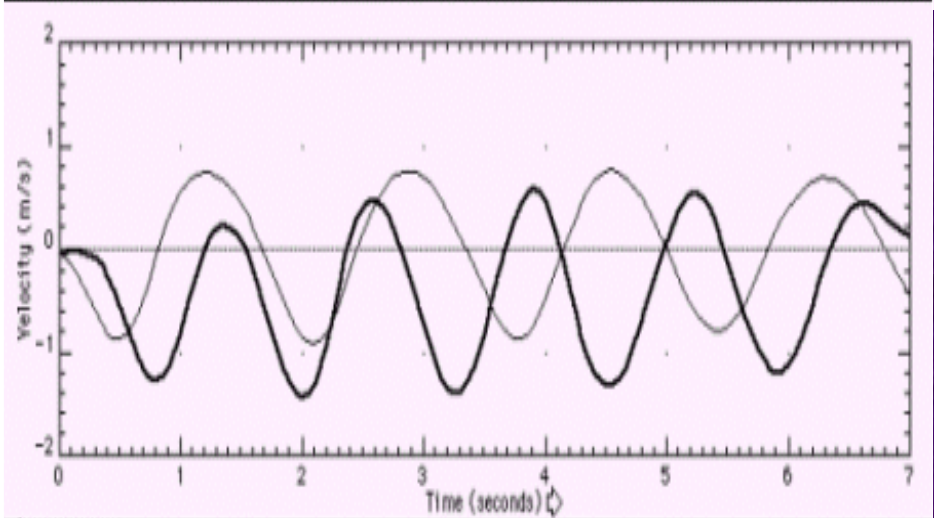
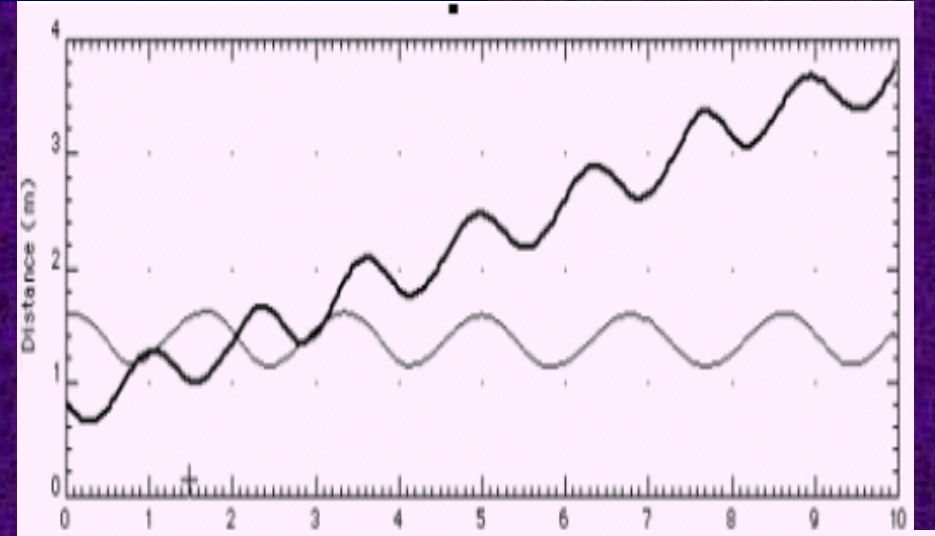
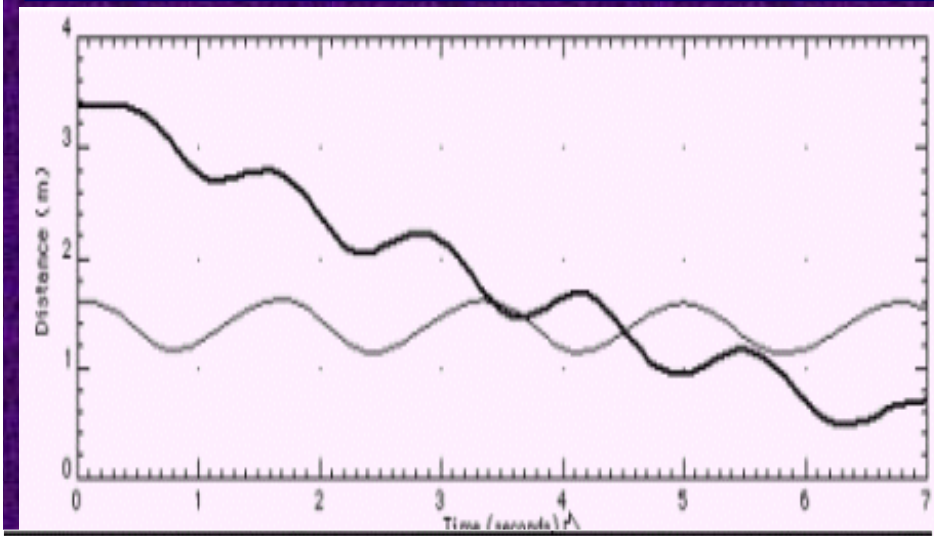


**Vpiatto quando cammina = Vpiatto
quando è ferma +/- V della
camminata**

**Vpiatto quando sedia si muove =
Vpiatto quando è ferma +/- V della
sedia**

“da Reale a Ideal” Composizione galileiana della velocità 1D

Plato mosso da alunno ferme y en moto verso (o via dal) sensore



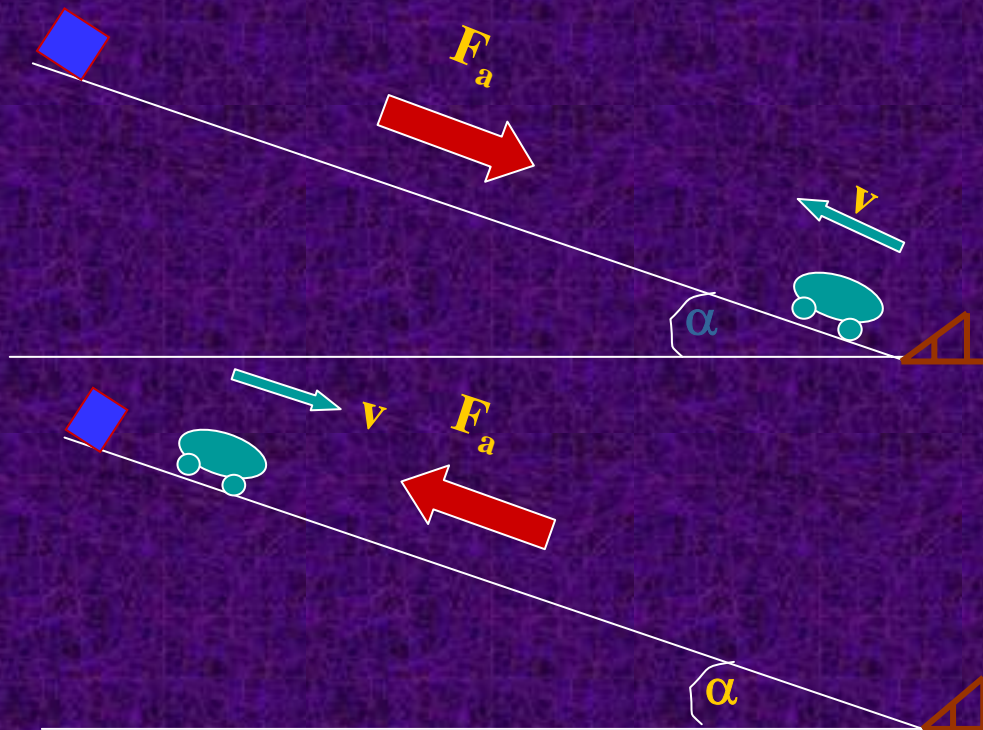
V_{piatto} quando alunno cammina = V_{piatto} quando alunno è fermo + o - Vel. della camminata

Legge oraria $s(t)$ di carrello su piano inclinato

Caso ideale: no attrito, accelerazione costante = $g \sin(\alpha)$

$V(t)$ è lineare in $t \rightarrow V(t) = V(0) + a t$

$S(t)$ è quadratica in $t \rightarrow s(t) = s(0) + v(0) t + \frac{1}{2} a t^2$



salita:

$$A_{tot} = A_g + A_a$$

Accelerazione da Attrito si somma

$$A_{tot} > \text{gravità efficace} \quad g \sin(\alpha)$$

Discesa

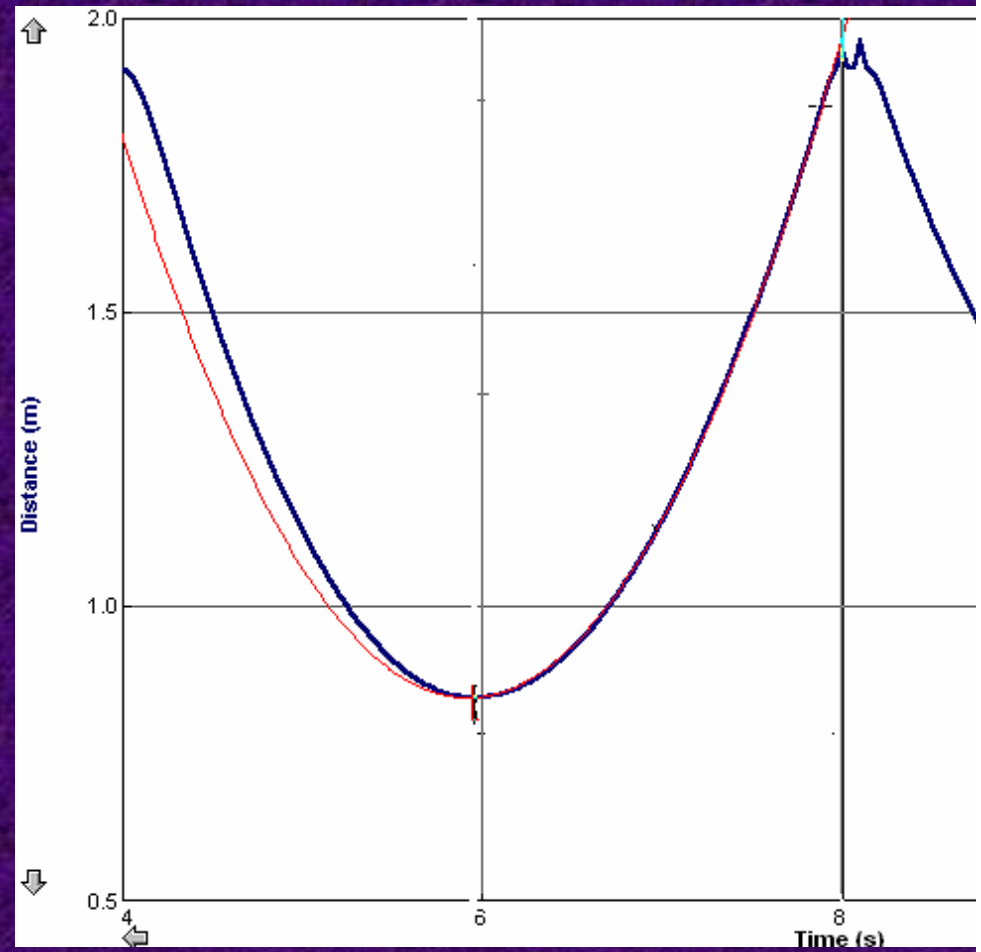
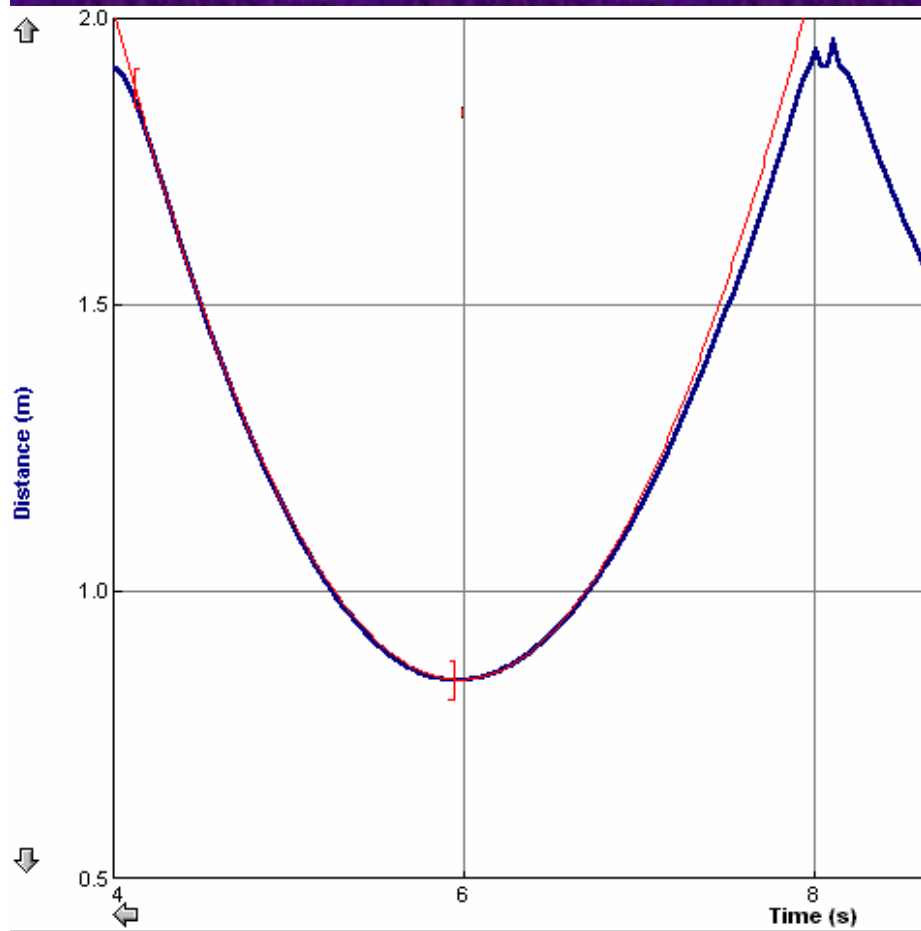
$$A_{tot} = A_g - A_a$$

Accelerazione da Attrito si sottrae

$$A_{tot} < \text{gravità efficace} \quad g \sin(\alpha)$$

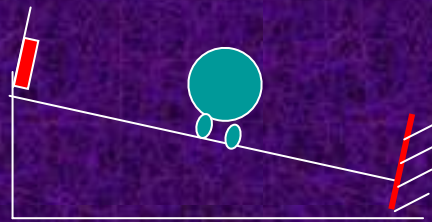
Visibilità matematica di effetto fisico, come?

s(t) CARRELLO su piano inclinato



$$y = A + Bx + Cx^2$$

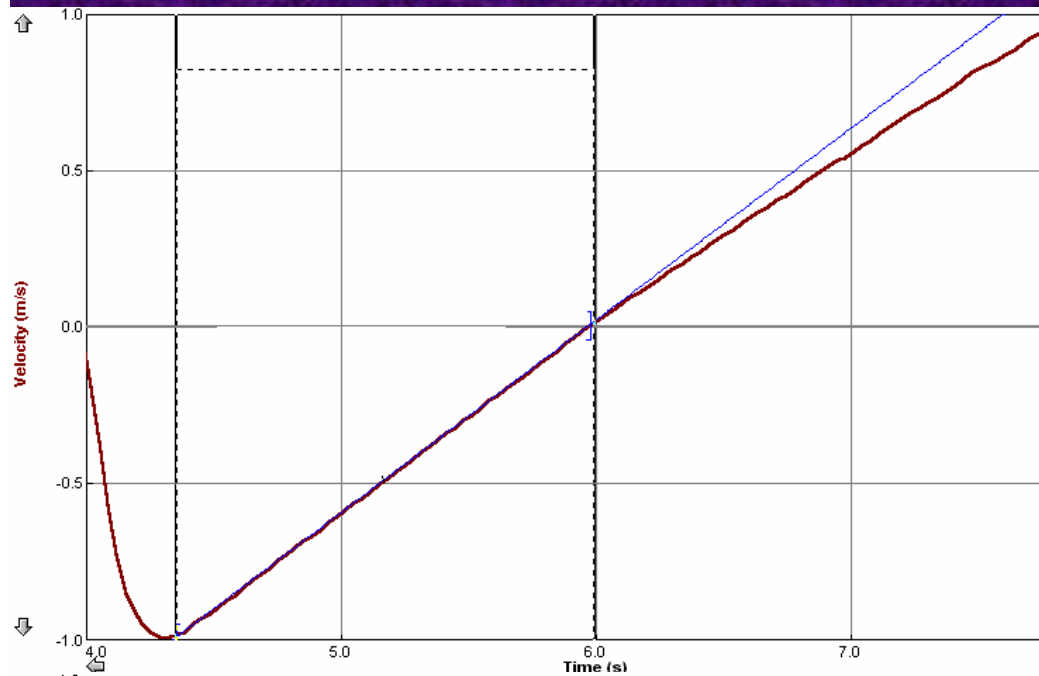
$$A = 11,56 \quad B = -3,58 \quad C = 0,30$$



$$y = A + Bx + Cx^2$$

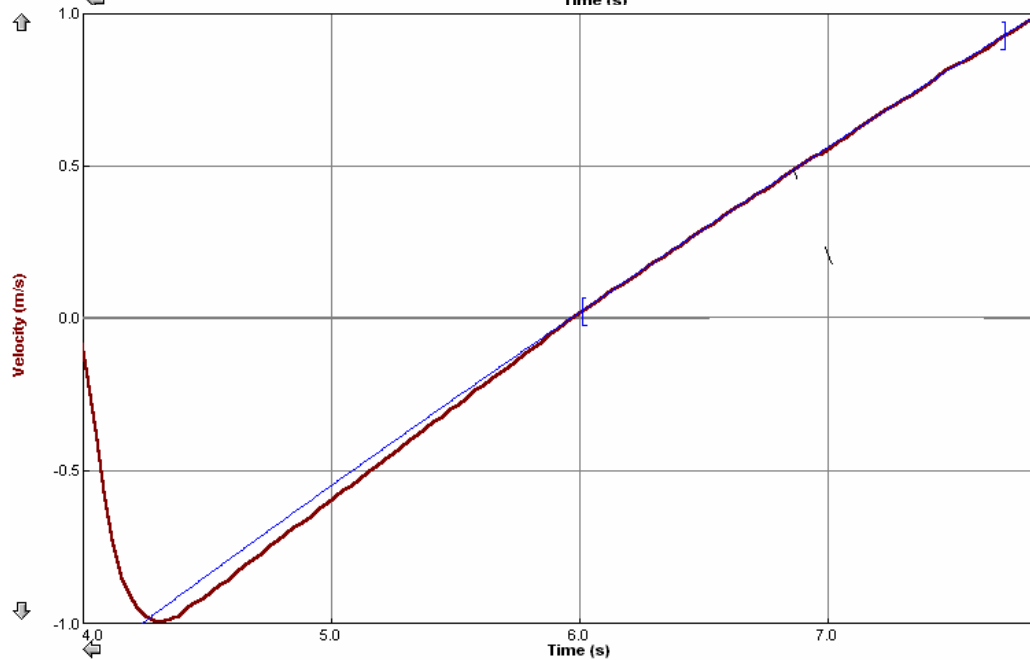
$$A = 9,91 \quad B = -3,06 \quad C = 0,26$$

v(t) CARRELLO su piano inclinato



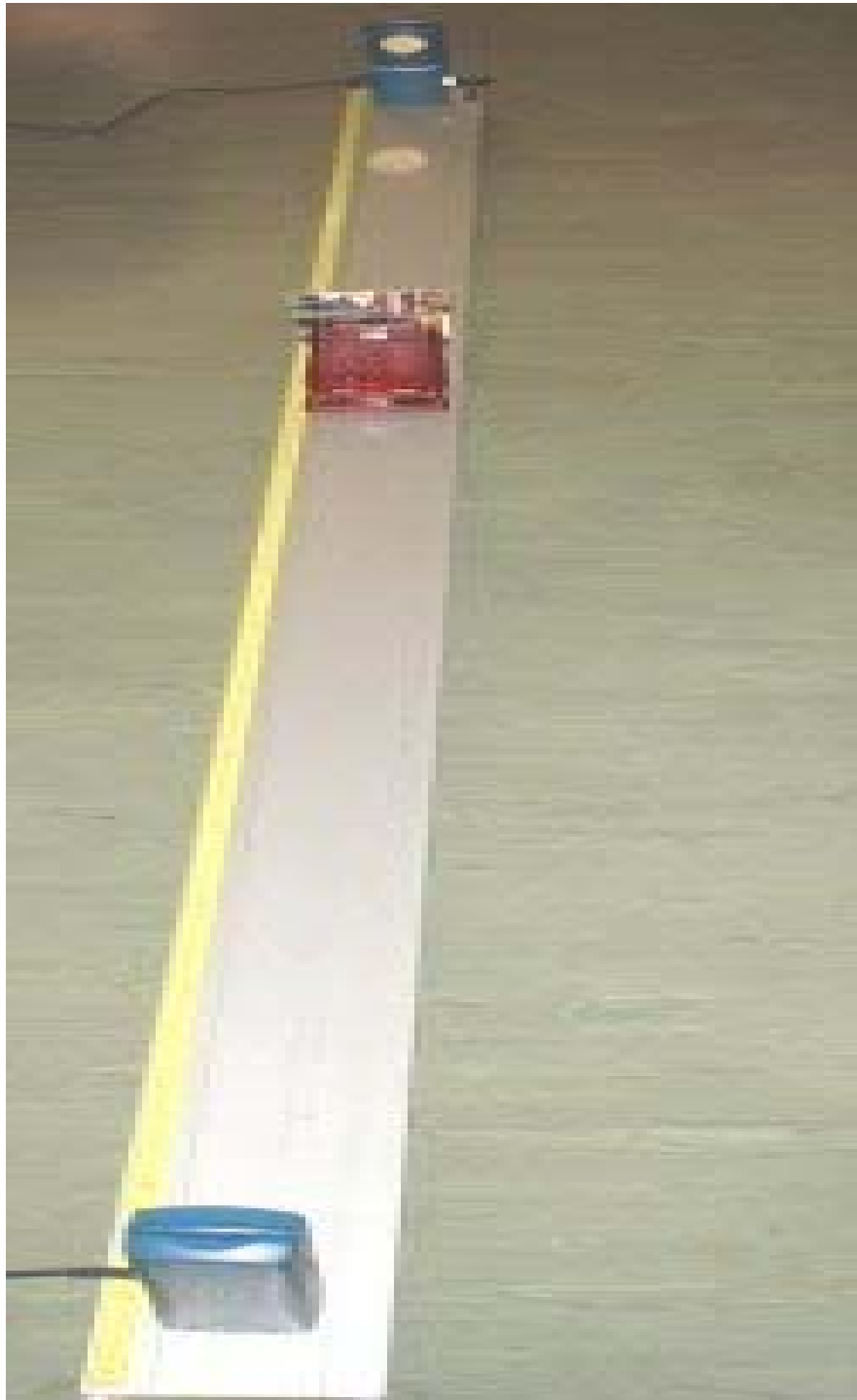
$$y = A + Bx$$

$$A = -3,691 \quad B = 0,624$$



$$y = A + Bx$$

$$A = -3,793 \quad B = 0,717$$

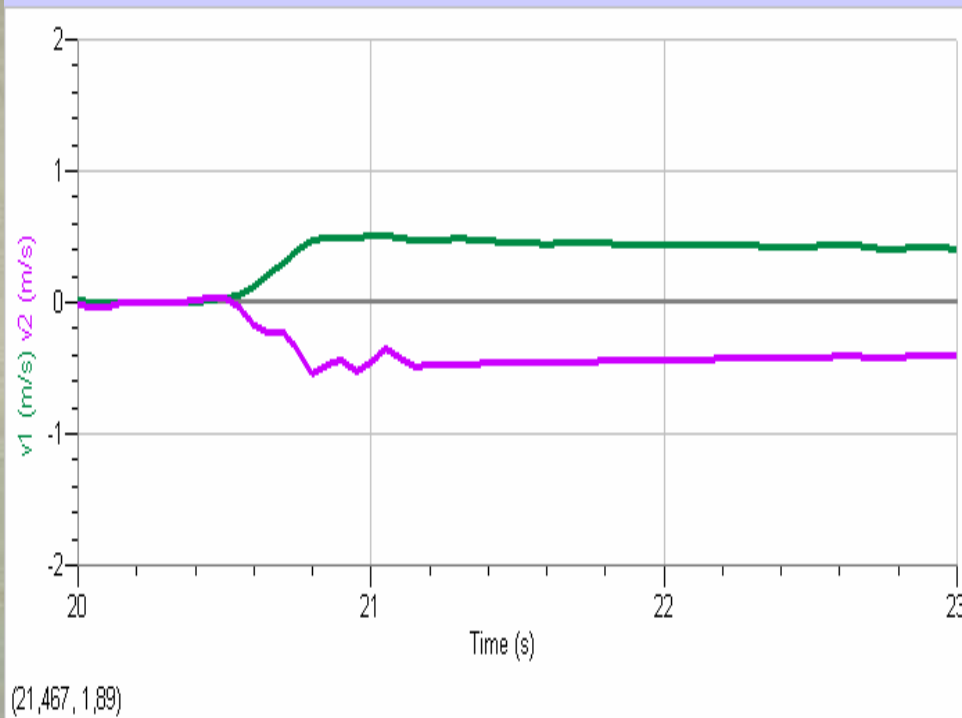
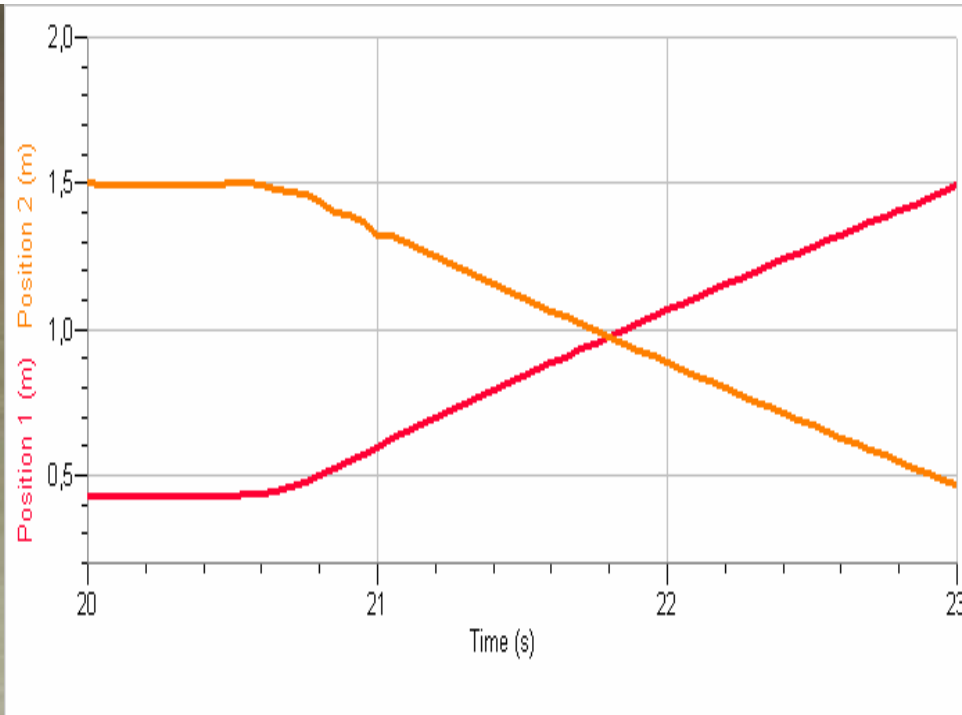


1 carrello tra 2 sensori

Il moto del carrello è misurato contemporaneamente da 2 sensori di posizione.

Nodi affrontati:

- influenza del sistema di riferimento sulla legge oraria $x(t)$
- legame tra idea intuitiva di velocità media e pendenza di $x(t)$
-
- significato del segno della velocità.

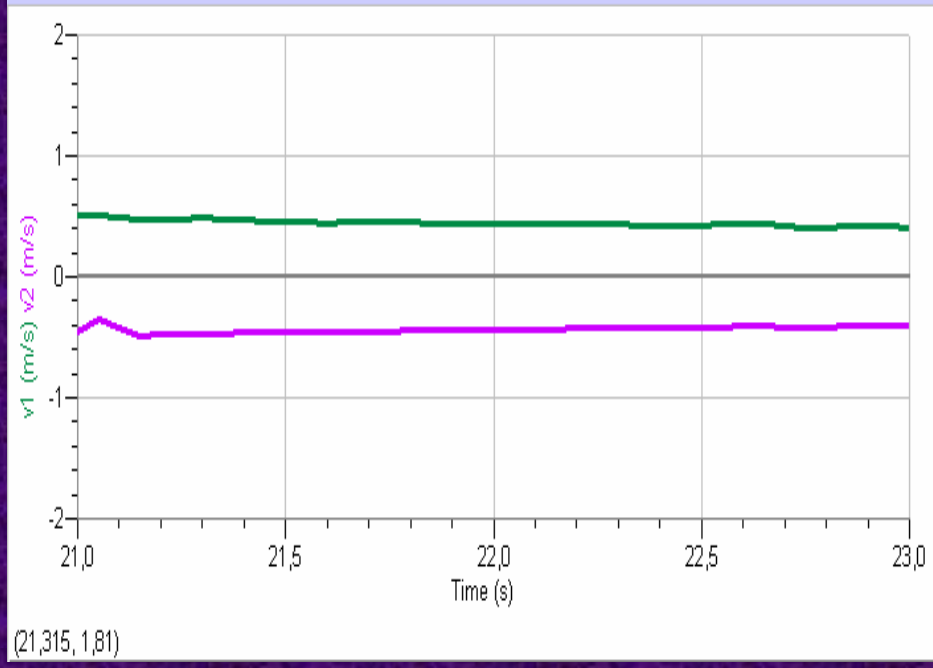
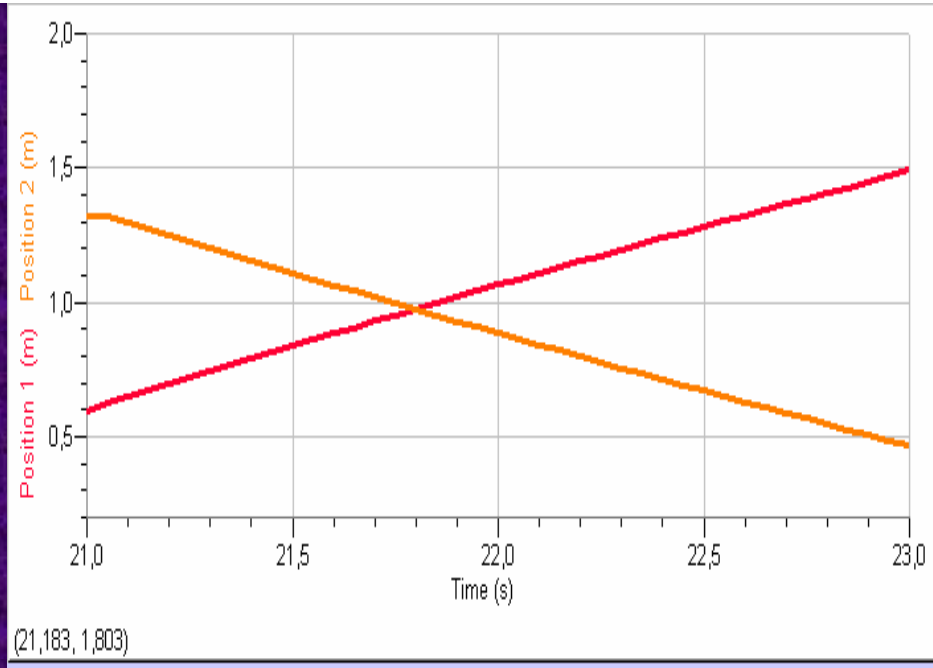
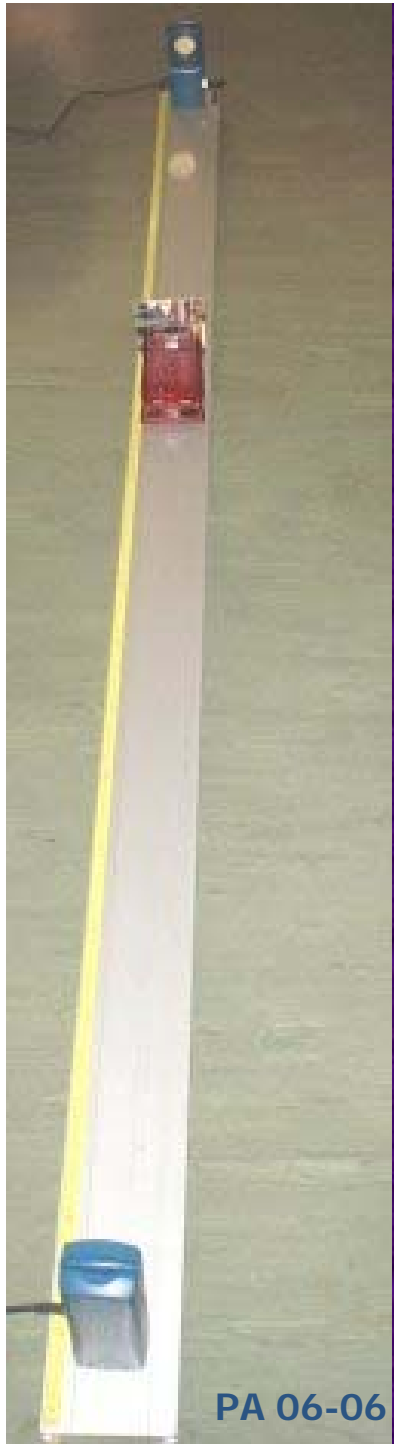


1 carrello tra 2 sensori

Il carrello si allontana dal sensore 1 ($x(t)$ in rosso, $v(t)$ in verde).

Si avvicina al sensore 2 ($x(t)$ arancione, $v(t)$ viola).

Le due $x(t)$ e $v(t)$ sono entrambe simmetriche



1 carrello tra 2 sensori

Analisi su un
intervallo di tempo
parziale



PA 06-06

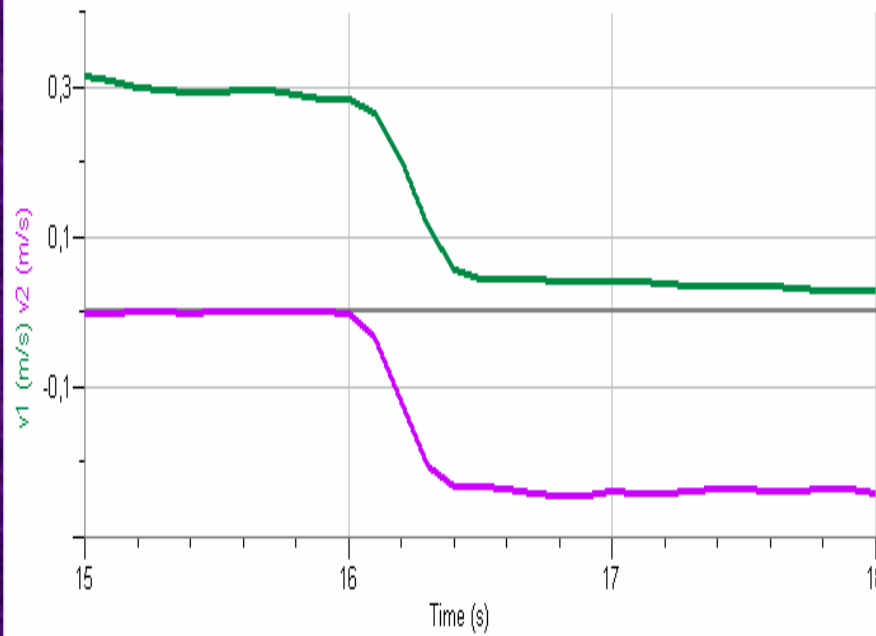
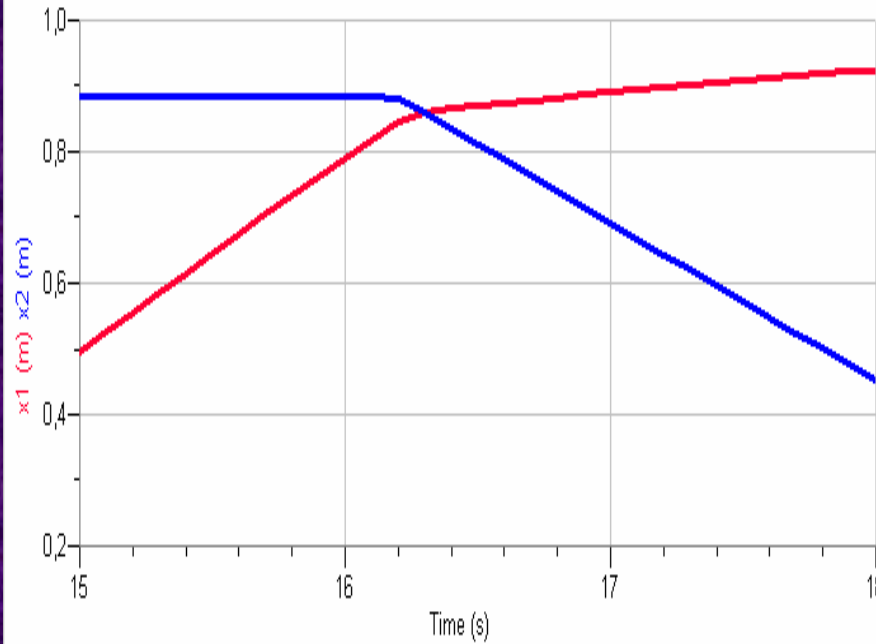
2 sensori e 2 carrelli
Urto quasi-elastico fra 2 carrelli
1 fermo, 1 in moto

Nodi affrontabili:

- comportamento di $(s(t), v(t))$ in urti quasi-elastici
- studiare l'andamento della quantità di moto
- il ruolo dei sistemi di riferimento e delle reciproche relazioni.



PA 06-06



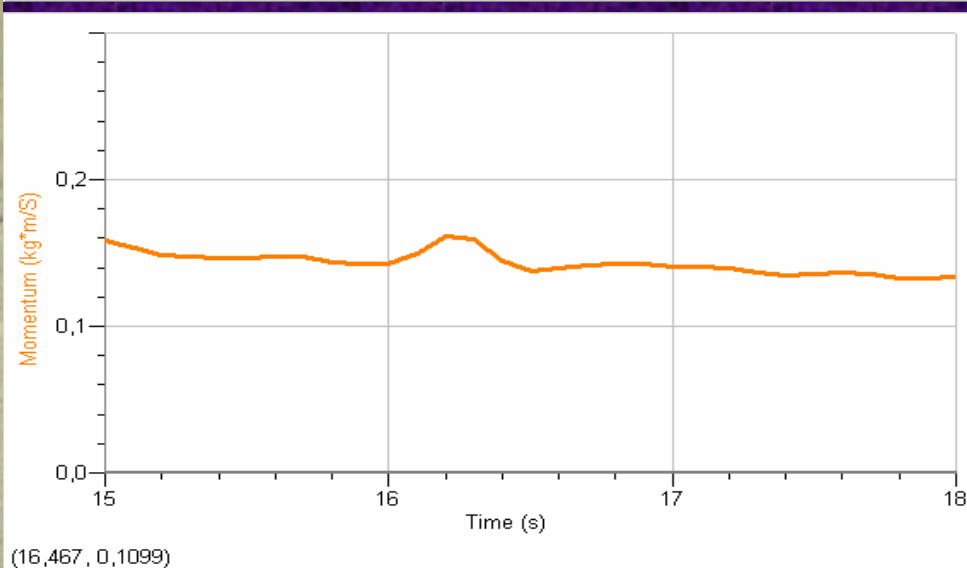
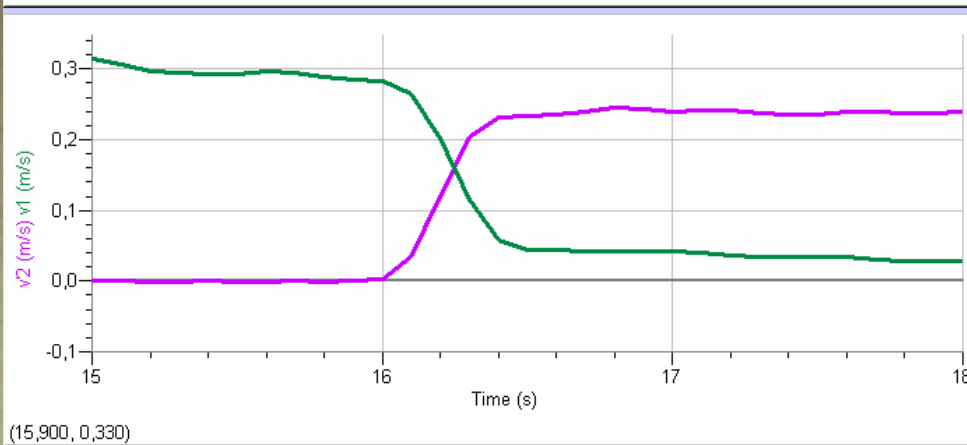
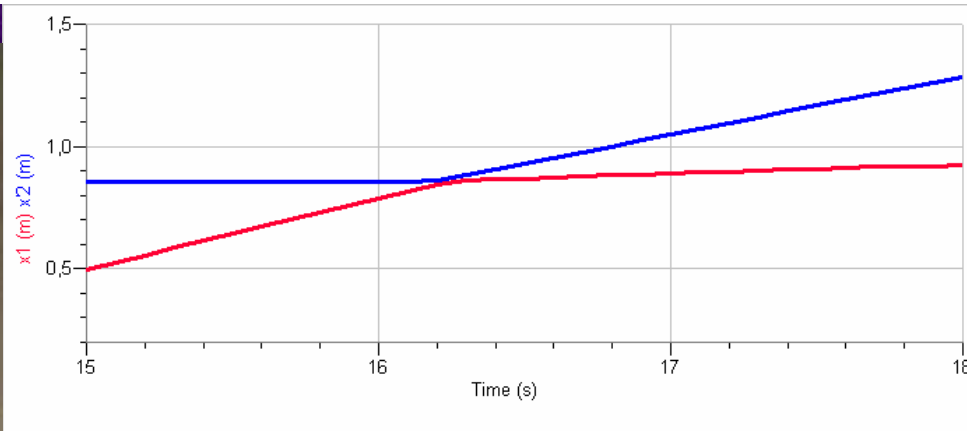
(15,597, 0,369)

2 sensori e 2 carrelli
Urto quasi-elastico
fra 2 carrelli di massa
uguale

1 fermo, 1 in moto

- comportamento di
(s(t), v(t)) in urti
quasi-elastici

- andamento della
quantità di moto



**2 sensori e 2
carrelli di massa
uguale**

**Urto quasi-
elastico fra 2
carrelli
1 fermo, 1 in
moto**

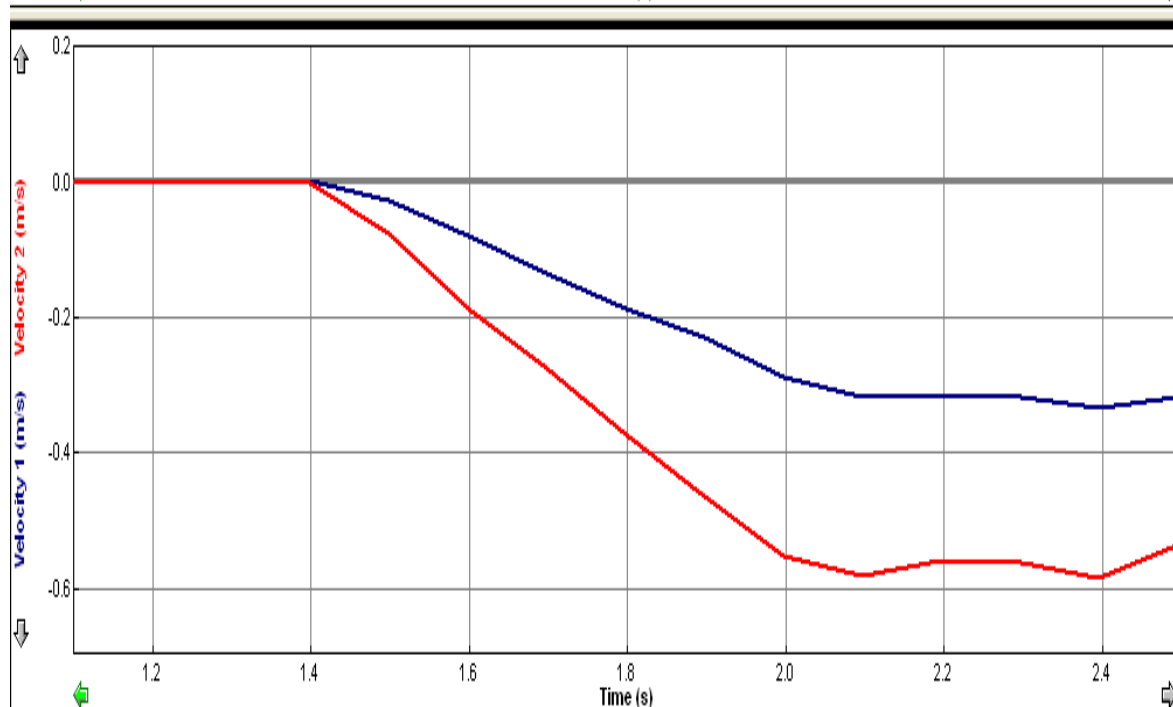
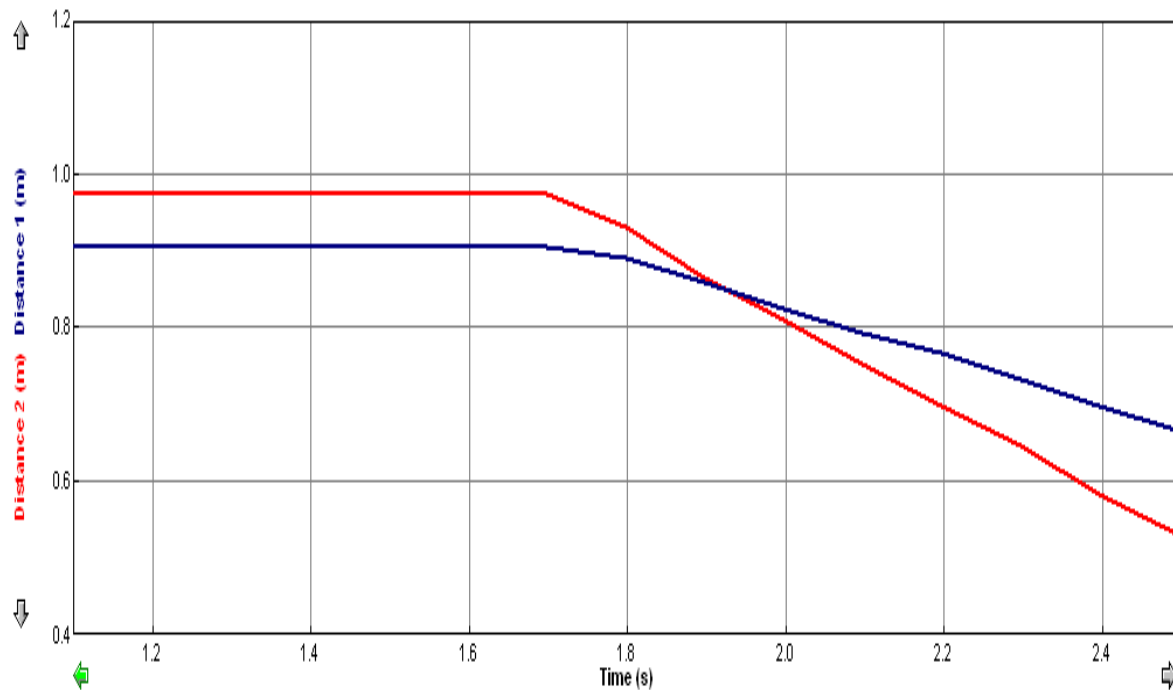
**Ruolo dei sistemi
di riferimento e
delle reciproche
relazioni.**

2 sensori e 2 carrelli

**Urto quasi-elastico
fra 2 carrelli di massa
diversa**

**- comportamento di
($s(t)$, $v(t)$) in urti
quasi-elastici**

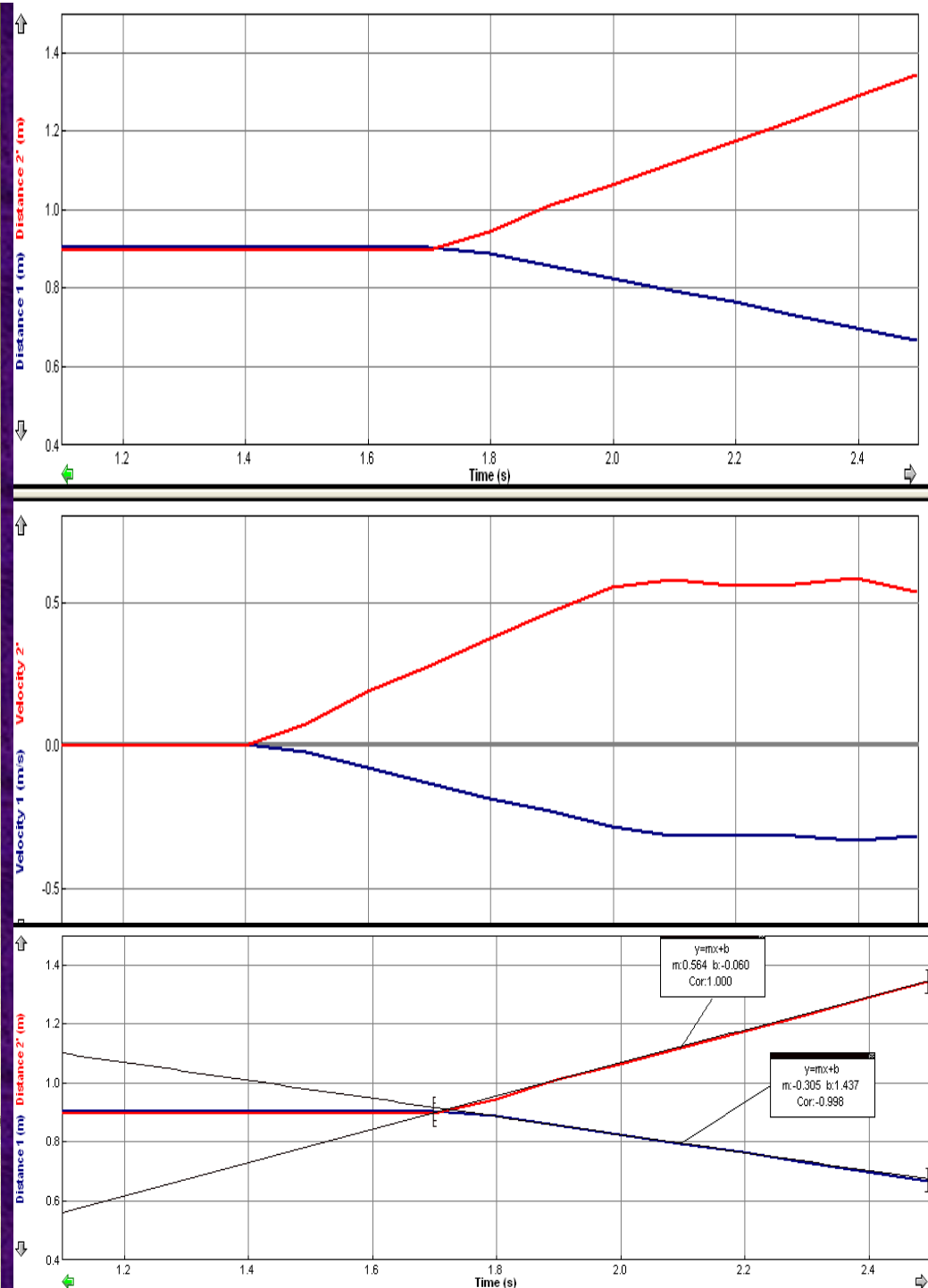
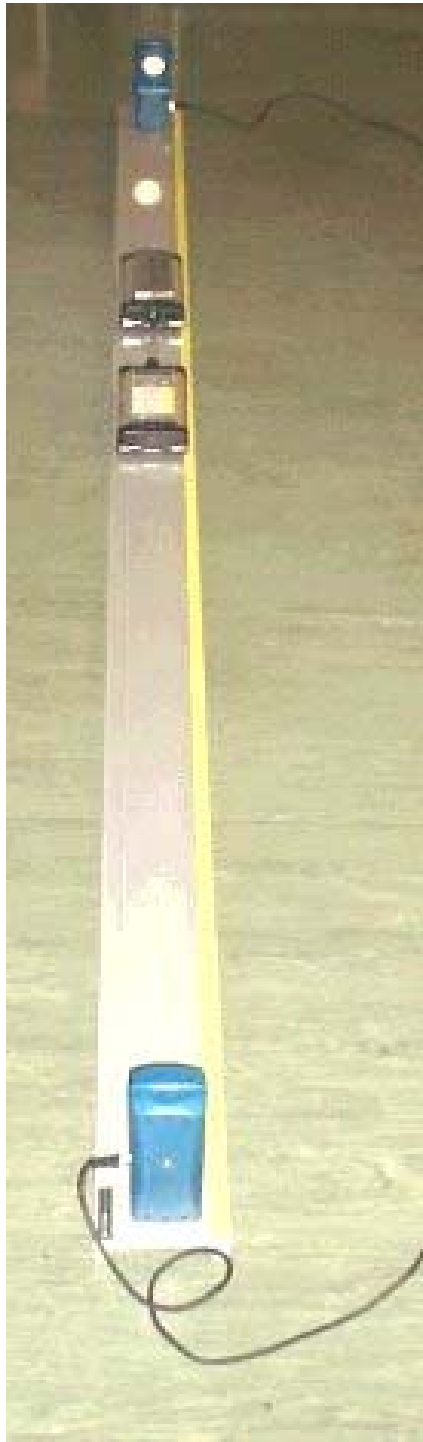
**- andamento della
quantità di moto**



2 sensori e 2 carrelli
Urto quasi-elastico fra 2
carrelli di massa diversa

- comportamento di $s(t)$,
 $v(t)$ in urti quasi-elastici

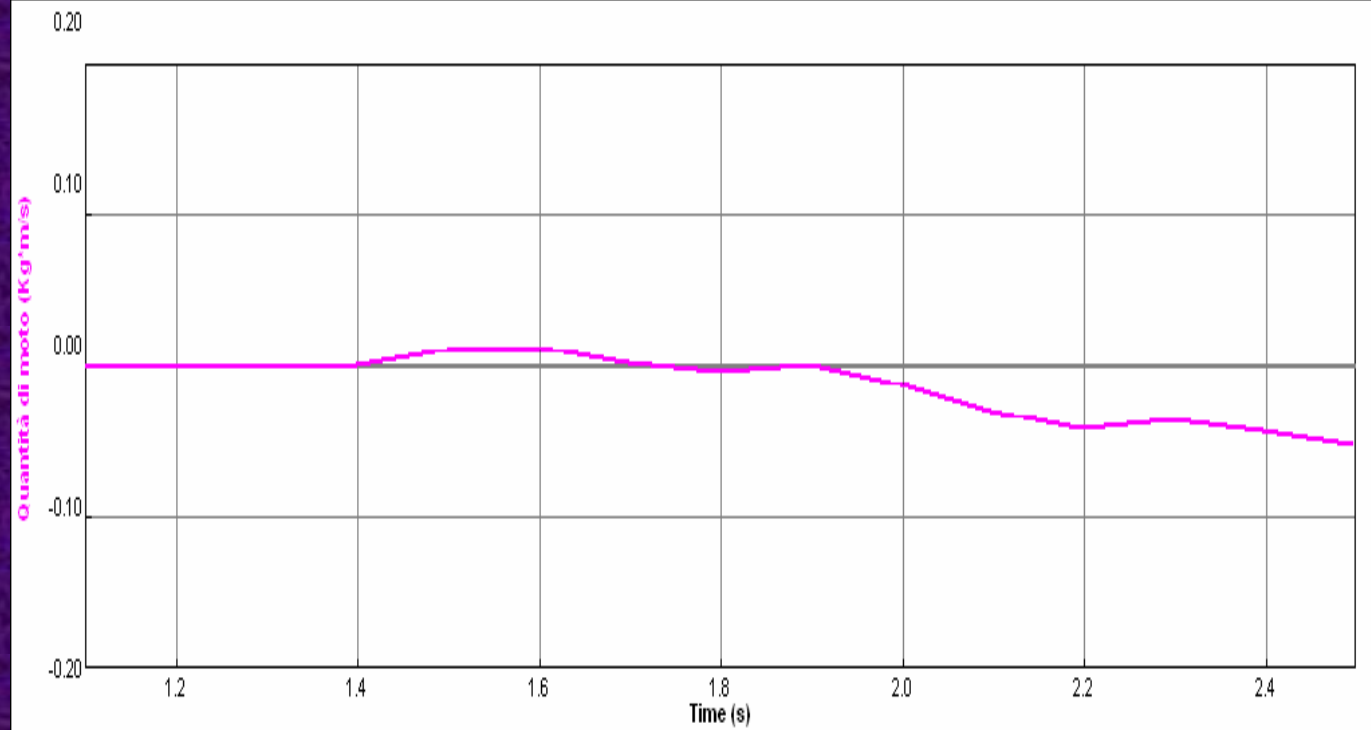
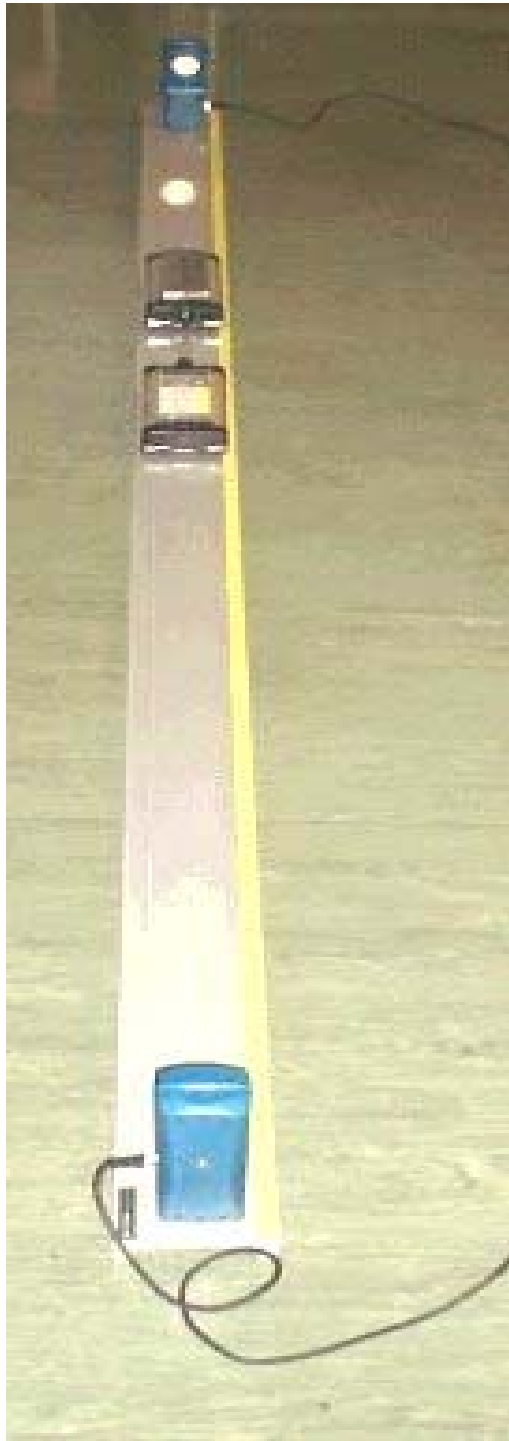
- Analisi nei 2 sistemi di
 riferimento



**2 sensori e 2
carrelli**

**Urto quasi-
elastico fra 2
carrelli di
massa
diversa**

**Analisi nello
stesso sistema
di riferimento**



Il valor medio della quantità di moto è - 0.11 Kg*m/s.

La collisione avviene a circa 1.7 s

**Plausibilità della conservazione della
quantità di moto totale**

Ambienti Modellizzazione - Simulazione

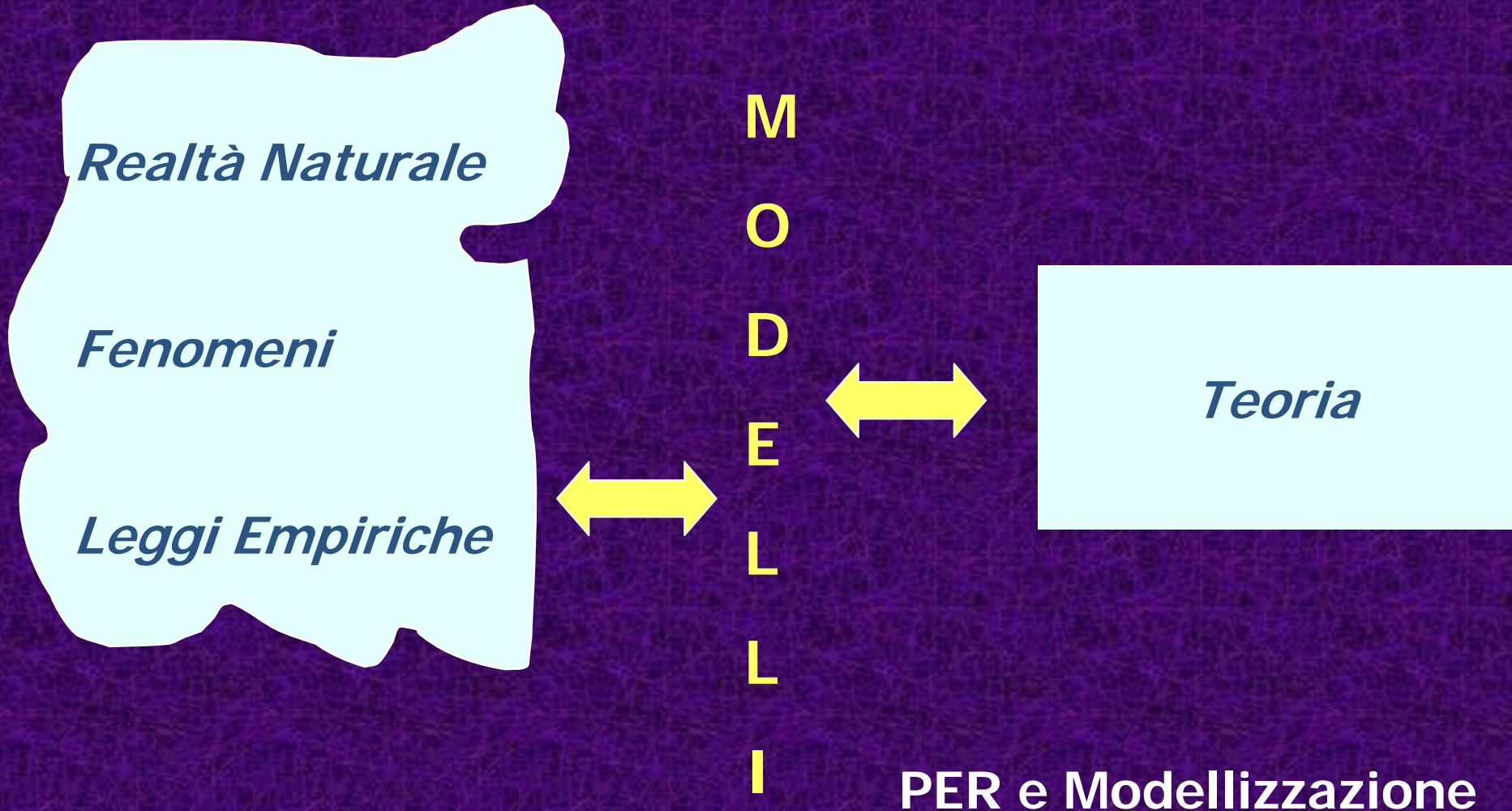
Equazioni (Programmare)

Linguaggio Visivo (Manipolare "oggetti")

Dai primi anni 80 Focus su:

- Ruolo Modelli in PE e Curriculum
- Intuizione Analisi Qualitativa/Quantitativa
- Ciclo **I**potesi **P**revisione **E**splorazione (**IPE**)
- Capacità Descrittiva/Predittiva, Limiti
- Usare versus Costruire Modelli
- Impatto su Difficoltà Apprendimento/Insegnamento
- *per es: Modellus, Stella*

Fisica: « Giocare con i Modelli? »



Teoria versus Modelli
Definizioni vs Linguaggio

Una ricerca sulle idee di futuri insegnanti su Modello Scientifico

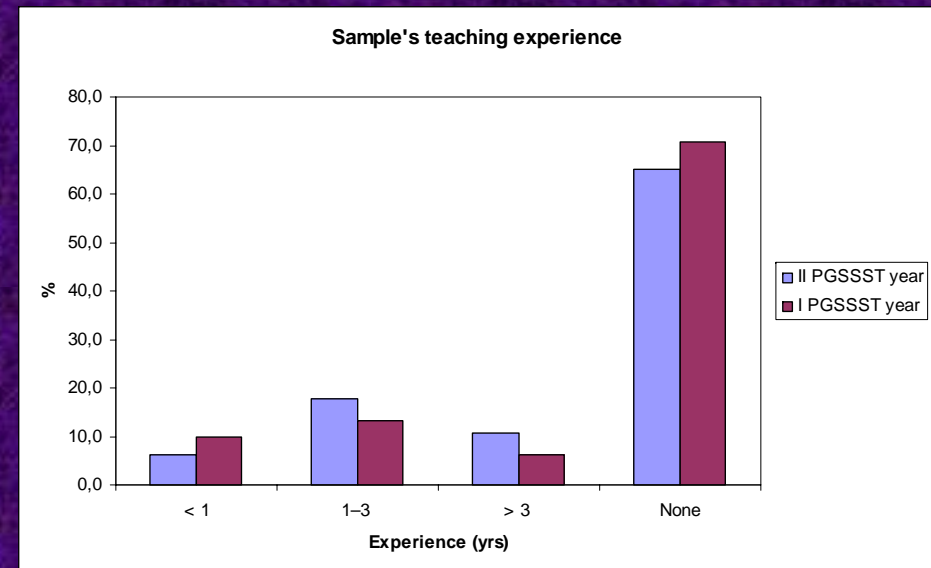
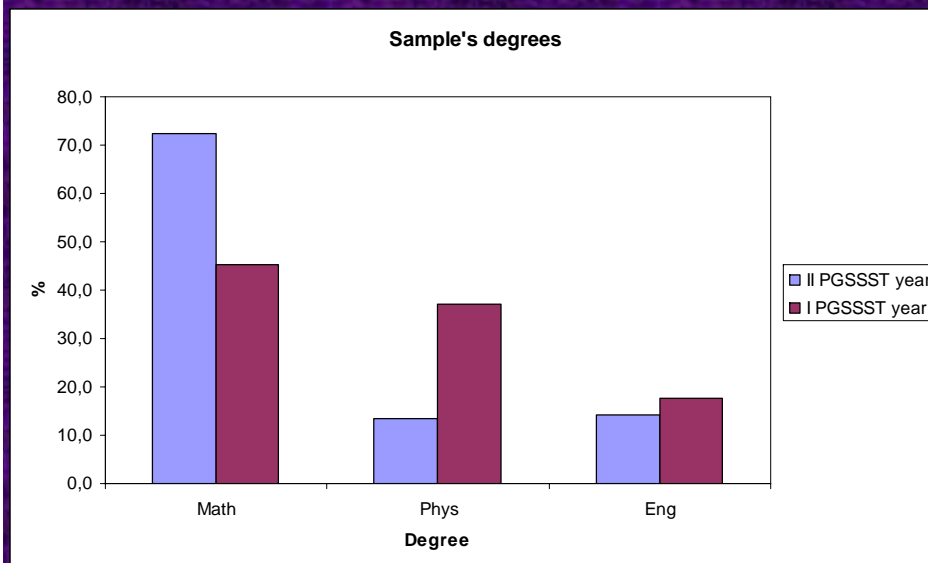
***Un modello scientifico
(MS) è una
rappresentazione di un
sistema reale o
congetturato***

***Un MS consiste in un set di
“oggetti”, delle loro proprietà
principali e di un set di leggi
che dichiarano il
comportamento di questi
“oggetti”***

***Le funzioni
essenziali di un MS
permettono di
fare previsioni e
spiegazioni***

Quali sono le concezioni circa il modello scientifico?

225 futuri insegnanti (L'Aquila, Napoli, Roma, Udine)



domande

Q1 cosa è un modello scientifico?

Q2 quali sono le sue principali componenti?

Q3 quali sono le sue funzioni principali?

Data Analysis

- due linee di analisi

- **LA1**: focus sulla singola risposta

- **LA2**: focus sulle 3 risposte di una persona e loro coerenza; individuate 5 macro-categorie

Mc1 Natura del Modello, componenti e funzioni ben capite e formulate

Mc2 Natura del Modello, componenti e funzioni capite in parte e formulate genericamente

Mc3 Confusione fra natura, componenti e funzioni

Mc4 Confusione con metodo scientifico, teoria, metodo d'insegnamento

Mc5 Scarsa comprensione di Modello

Problemi di ricerca

- Come integrare proposte in cui è esplicita la corrispondenza tra oggetti/sistemi del mondo reale con i loro modelli e attività didattiche in ambienti di modellizzazione (es. Stella, Modellus)?
- Come stimolare e sostenere la riflessione sul ruolo del pensiero formale ed astratto nella costruzione della conoscenza in fisica (in scienza)?
- Come elicitarne efficacemente le idee su Modello, sue componenti e funzioni?

Qualche esempio di costruzione di Modelli con Modellus e Stella

Modello con "Modellus" di un corpo in moto su traiettoria 1D. La forza applicata, inizialmente nulla, è variabile con cursore

The screenshot displays the Modellus software interface for a 1D motion model. The main window is titled 'MODELLUS - UNTITLED' and contains several panels:

- Model Panel:** Contains the following equations:

$$ax = \frac{Fx}{m}$$

$$\frac{dvx}{dt} = ax$$

$$\frac{dx}{dt} = vx$$
- Animation 1 Panel:** Shows a 1D coordinate system with a series of green circles representing the object's position over time. A blue arrow indicates the current position at $x = 444.68$. Below the axis is a force slider labeled $Fx = -6.25$, with a range from $Min = -10.00$ to $Max = 10.00$. An inset graph shows a curve of force versus time, with the current time $t = 15.90$ marked on the x-axis.
- Control Panel:** Shows the current time $t = 15.90$ and a slider from 0 to 20. It includes playback controls and an 'Options...' button.
- Initial Conditions Panel:** Contains two tables for 'case 1':

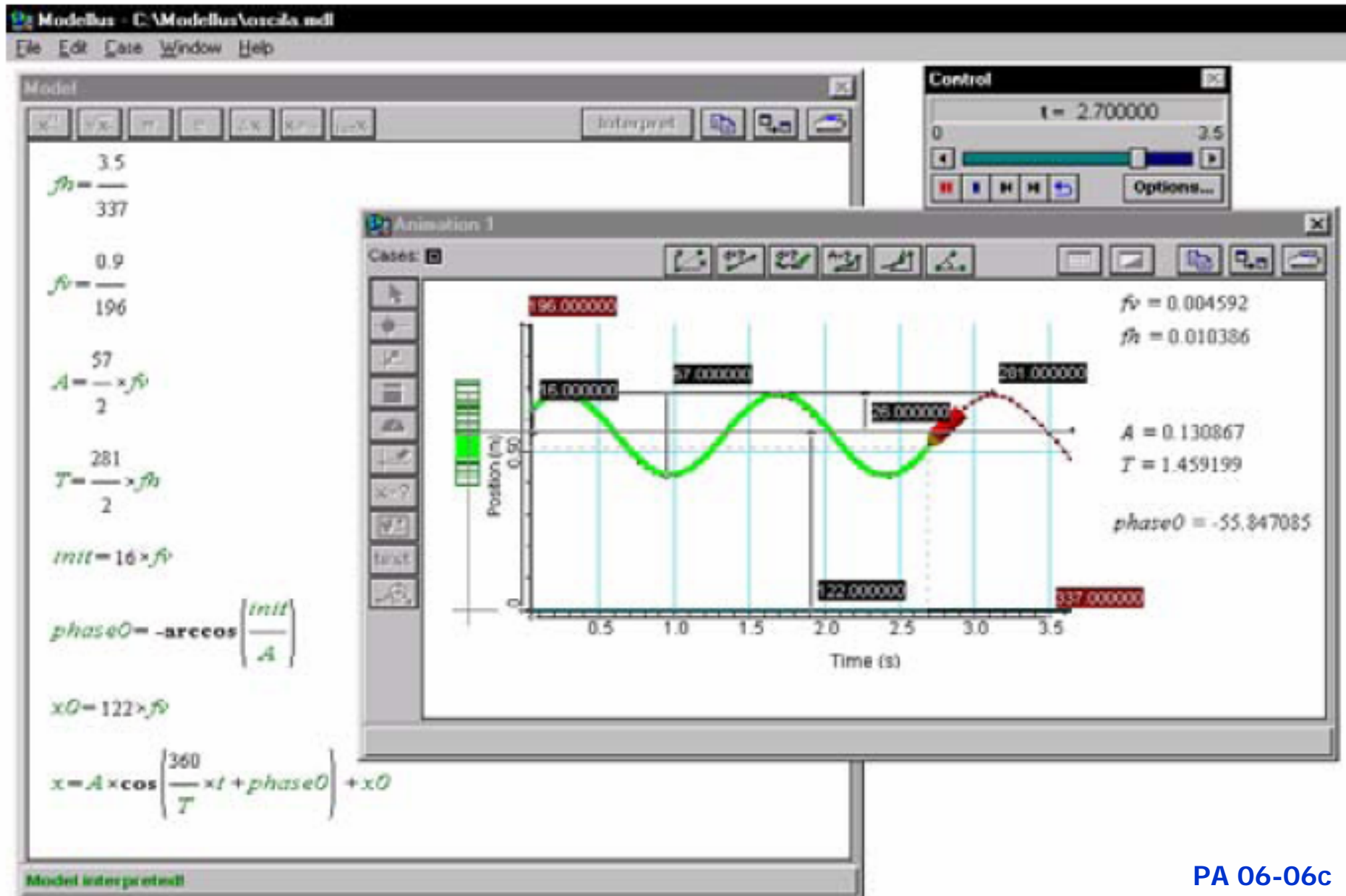
Parameters	
Fx	0.00
m	1.00

Initial values	
vx	0.00
x	20.00

ADVANCING
PHYSICS
propone
MODELLUS

Modello con “Modellus” di sistema massa-molla oscillante

Il cursore indica il tempo dell'integrazione numerica



Modello con "Modellus" di urto

Modellus - C:\Modellus\COLISION.MDL

File Edit Case Window Help

Model

$v1_{before} = \frac{109.18}{3}$

$v1_{after} = \frac{155.37}{10}$

$v2_{after} = \frac{125.23}{4}$

$ang1 = 360 - 351.12$

$ang2 = 360 - 336.96$

$ang3 = 72.01$

$p1_{before_x} = -m \times v1_{before} \times \sin(ang1)$

$p1_{before_y} = m \times v1_{before} \times \cos(ang1)$

$p1_{after_x} = -m \times v1_{after} \times \cos(ang2)$

$p1_{after_y} = m \times v1_{after} \times \sin(ang2)$

$p2_{after_x} = m \times v2_{after} \times \cos(ang3)$

$p2_{after_y} = m \times v2_{after} \times \sin(ang3)$

Control

t = 0.00

0 20

Options...

Animation 1

Cases

momentum after

momentum before

momentum after

momentum before

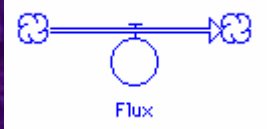
PA 06-06

Time and space units: arbitrary

Reservoir

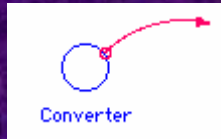


Reservoir: contiene una quantità di qualcosa (es: acqua, denaro, popolazione)



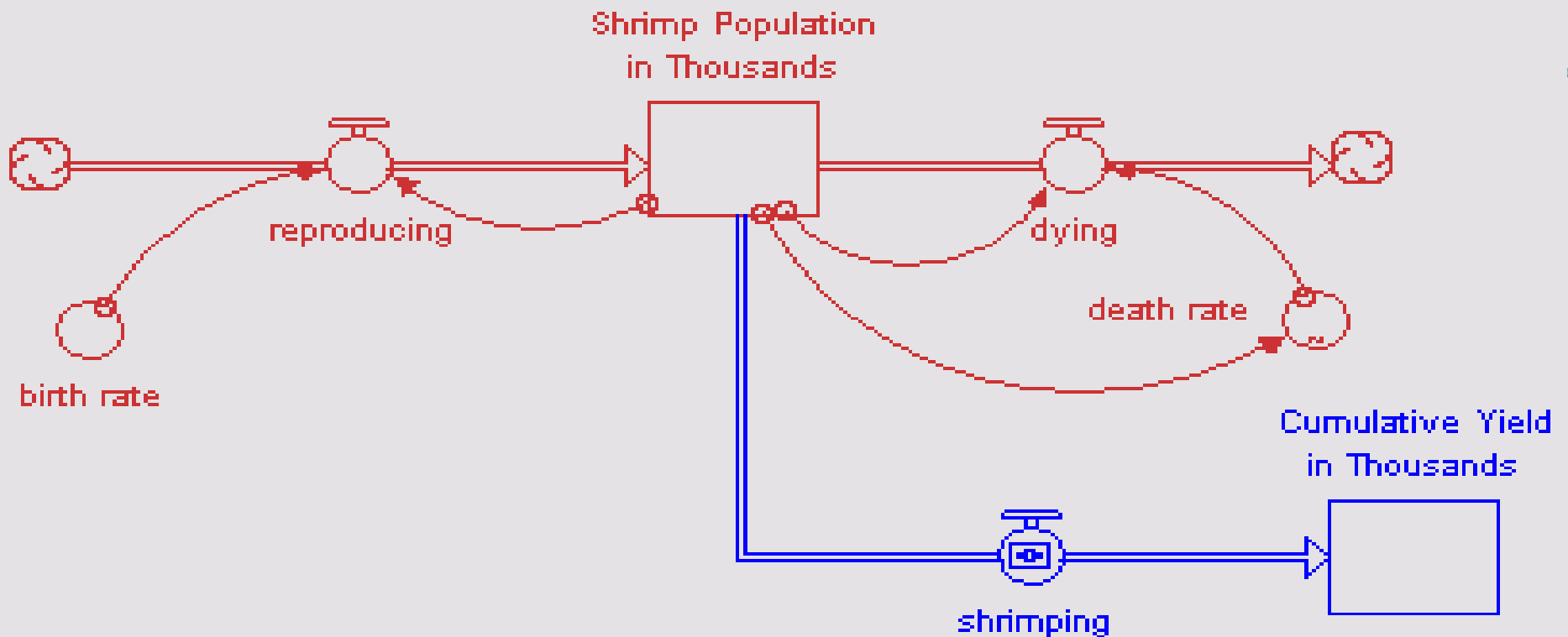
Flux

Flusso: mostra la variazione di qualcosa. Può andare da un Reservoir ad un altro o dentro/fuori del modello (es. flusso d'acqua; movimenti di denaro; immatricolazioni, diplomi, ritiri)



Converter

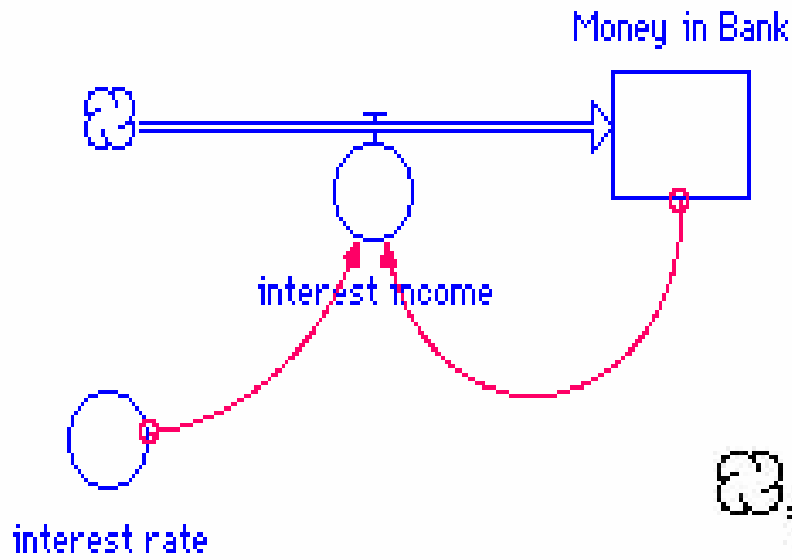
Convertitore: influenza, causa o è influenzato da un flusso o dalla quantità in un reservoir (es. falla; saldo minimo; criteri di ammissione)



Modello con Stella di pesca di gamberi sostenibile

PA 06-06

Example of reinforcing (positive) feedback loop



Modello di deposito bancario con feedback positivo

La quota interessi cresce perchè aumentano il tasso di interesse ed il capitale in deposito

Modello di moto

Il valore dell'accelerazione determina $v(t)$

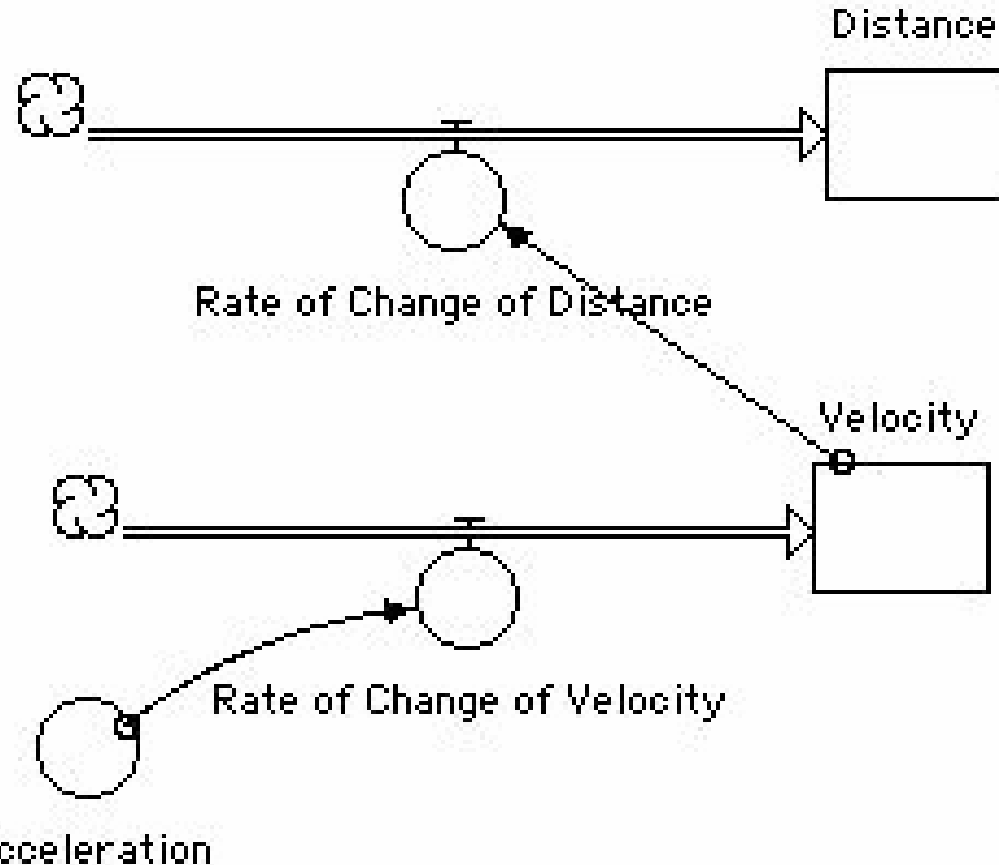
$v(t)$ determina $s(t)$

Es: $a = \text{costante} \rightarrow$

$v(t)$ lineare \rightarrow

$s(t)$ quadratica

PA 06-06



Modello con STELLA di Farmacocinetica: il peso determina la dose del farmaco

Il grafico visualizza nel tempo la concentrazione del farmaco nel sangue

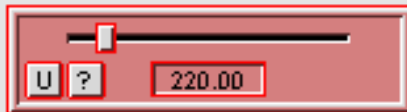
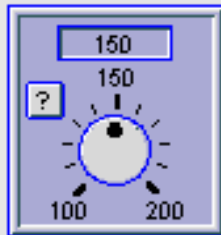
Notare l'intervallo <minimo di concentrazione terapeutica- inizio effetti tossici>

Pharmacokinetics Simulation Control Panel

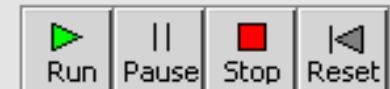
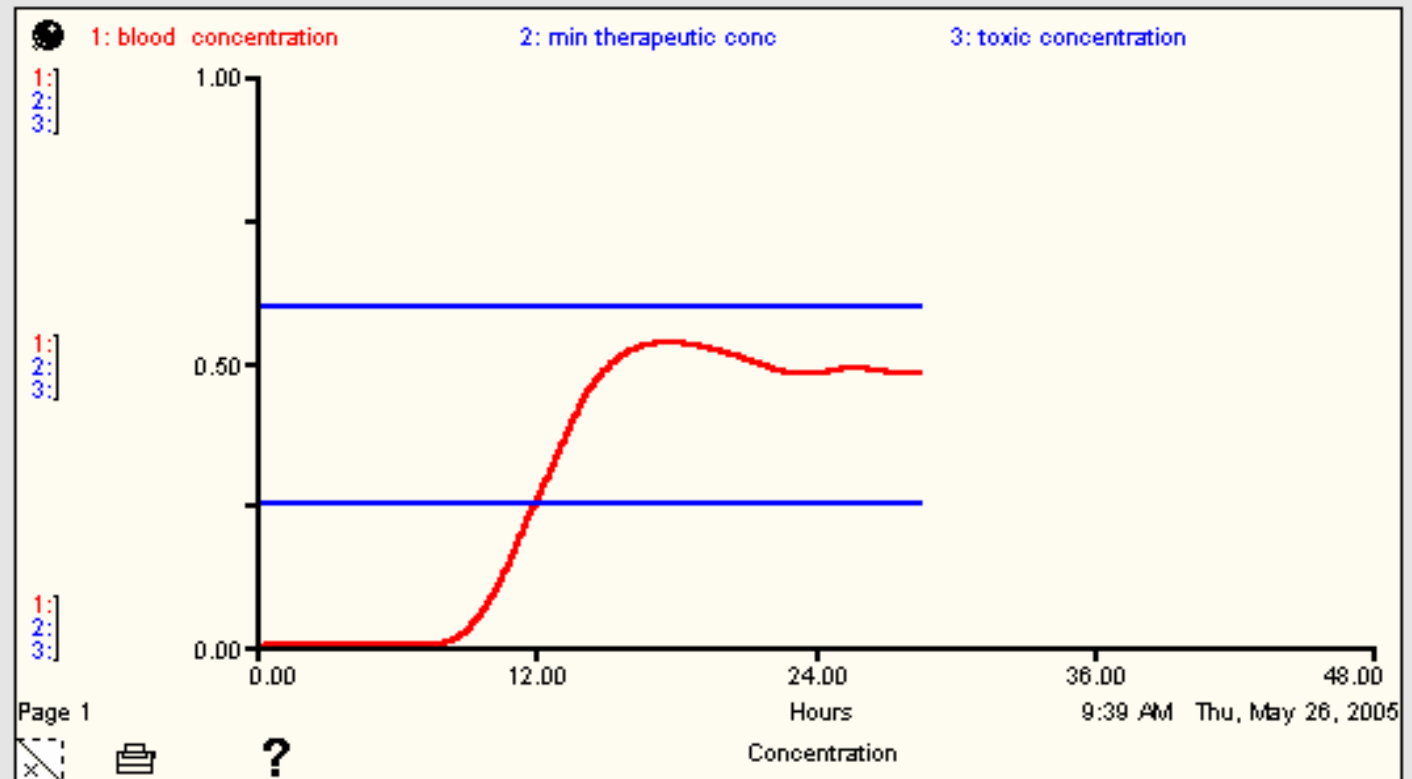


Instructions

Body Weight
in Pounds



dosage



Visualizzazione

Giacimenti Immagini su web

Es:

-impulsi su corda (fatto in casa)

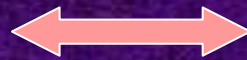
- MIT e.m.



Impulso su corda sottile $\rightarrow F(x, t)$

Cosa si propaga?

- Conoscenza percettiva
- Configurazione corda
 - “Foto” corda $y(x)$
a tempo fissato $t = t^*$
 - $V(x) =$ Velocità
della corda nel suo insieme

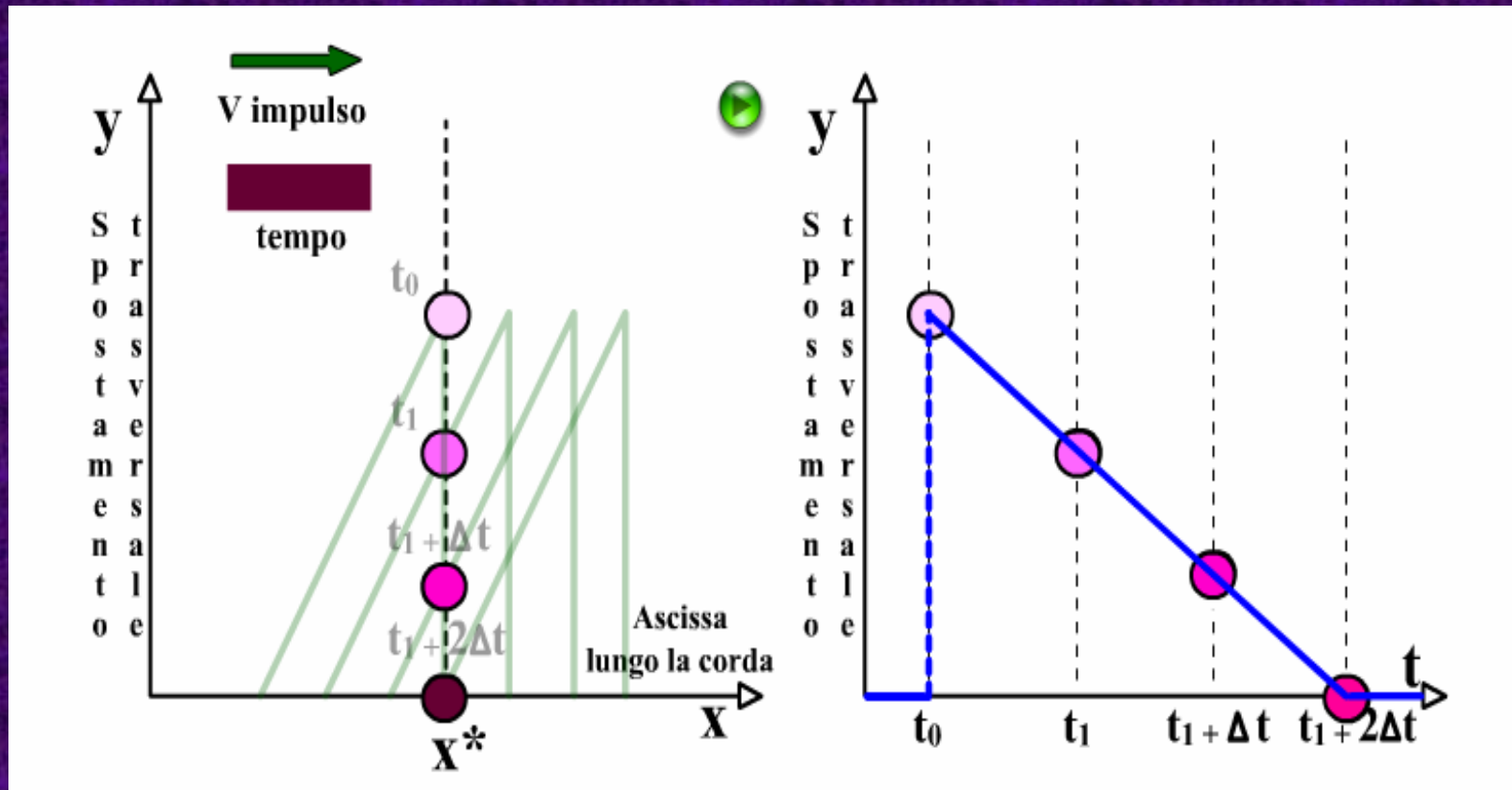


Cosa vibra/oscilla?

- Legge oraria
del “pezzetto” di corda
- Rappresentazione moto in
spazio astratto (x, y)
- Pezzetto (punto) fissato $x = x^*$
 - $V(t)$ del “pezzetto”

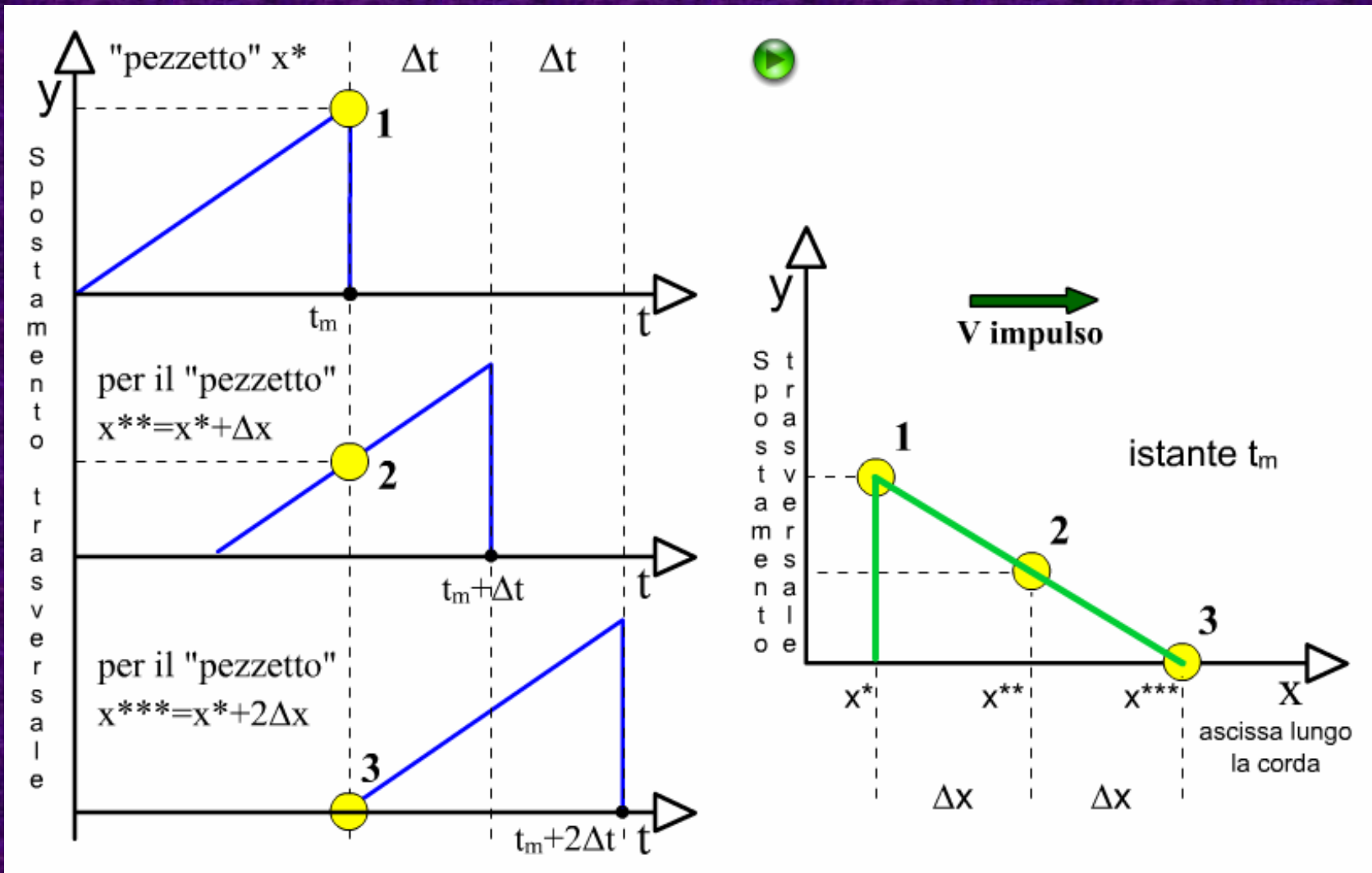
Dalla “foto” della corda alla legge oraria del “pezzetto” di corda

Impulso Triangolare Progressivo (viaggia verso destra)

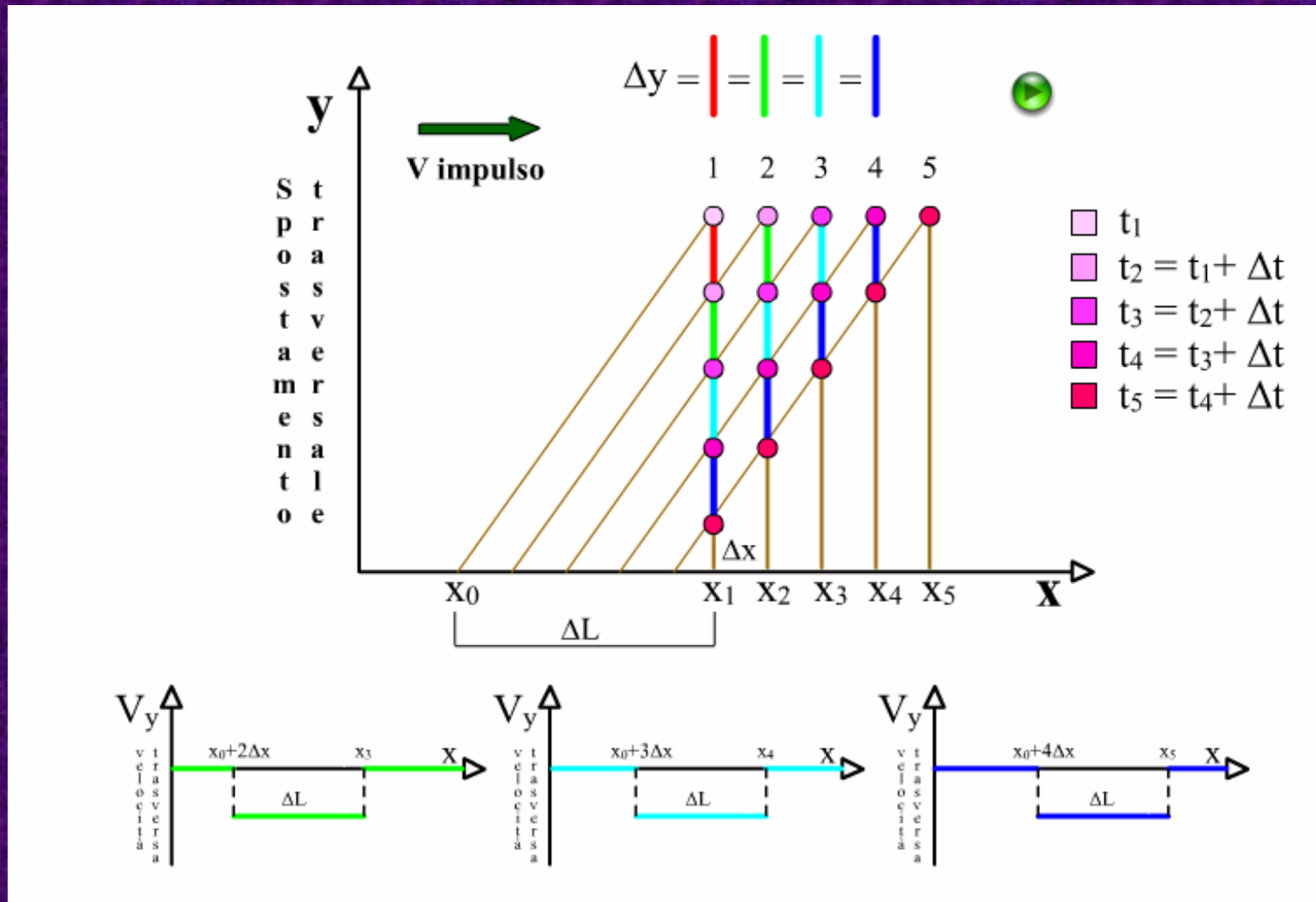


Dalla legge oraria del "pezzetto" di corda alla "foto" della corda

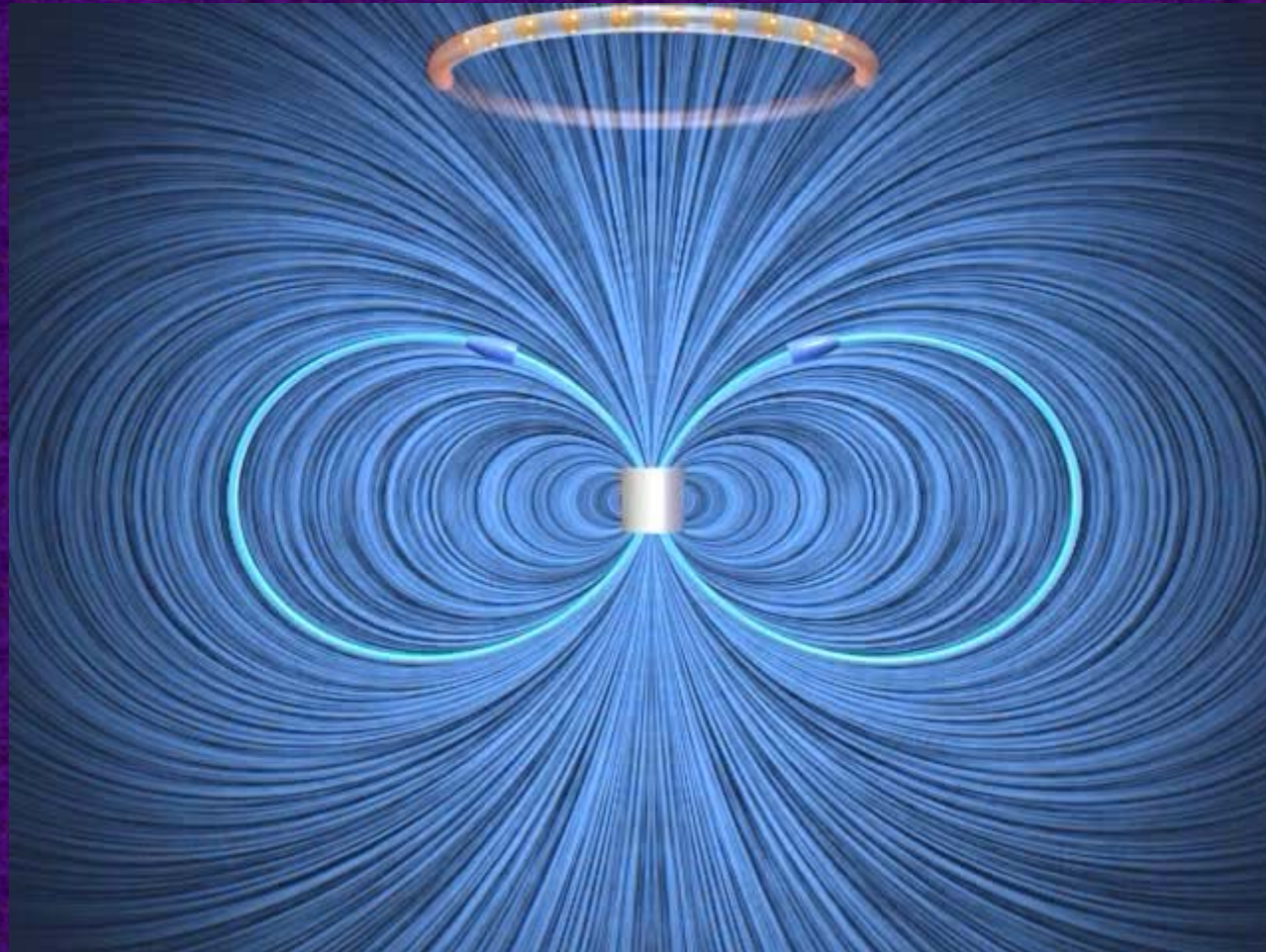
Impulso Triangolare Progressivo (viaggia verso destra)



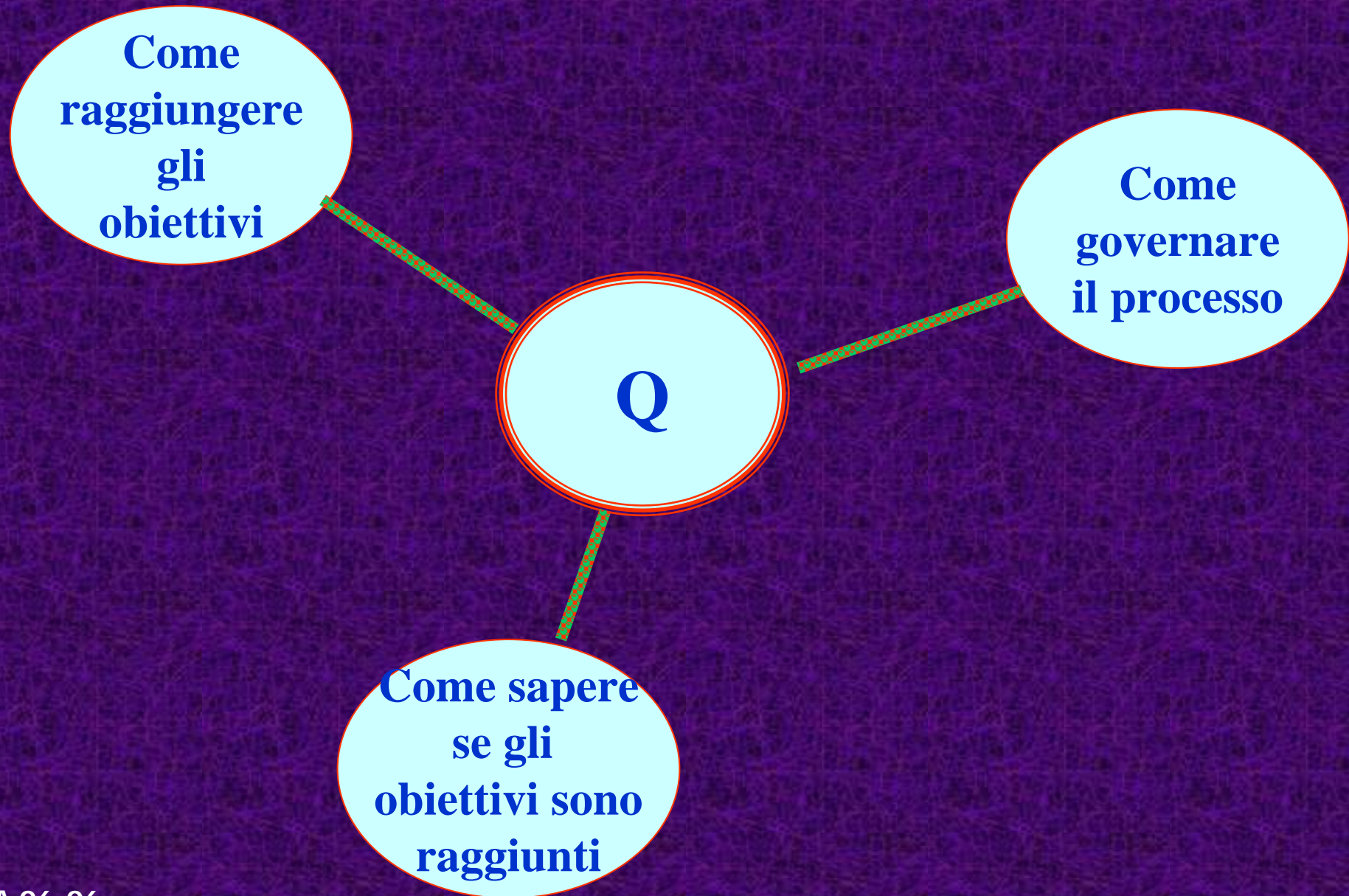
V(x) = Velocità di pezzi di corda visti nel loro insieme
Impulso Triangolare Progressivo



http://web.mit.edu/8.02/www/802TEAL3D/teal_tour.htm

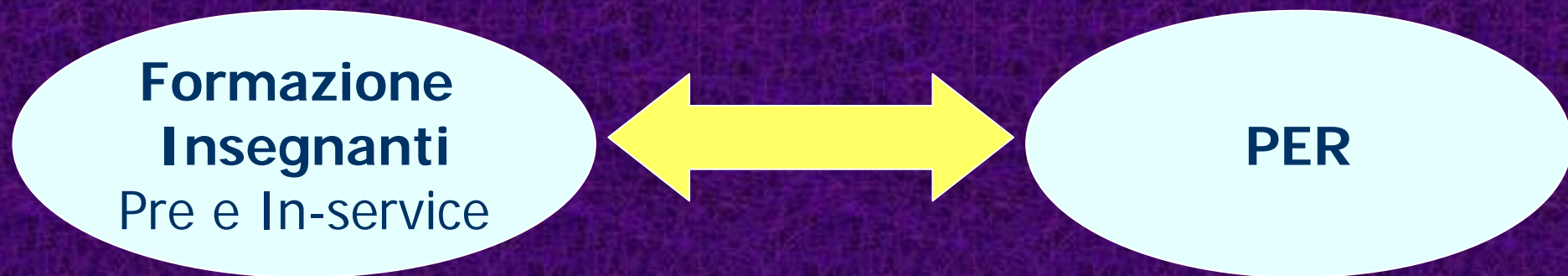


LA SFIDA DELLA QUALITA'



Insegnamento ottimale: è solo questione di doti naturali?

RISULTATI e PROPOSTE



TRANSFORMAZIONE, VALIDAZIONE

Fertilizzazione Mutua

Idee Ingenuie sull'Insegnare

Competenze Professionali

Ruolo delle Comunità

**Conoscenza
Disciplinare**

**Conoscenza
Pedagogica**

VALORE AGGIUNTO (es.)
Difficoltà apprendimento
Contributi da ICT/TD
Gestire un processo sociale
Rinnovo Valutazione



**Conoscenza
Pedagogica
del Contenuto**

Perchè discutere oggi di formazione in TIC/TD degli insegnanti?

- Interpretazioni/usi di qualità di TIC/TD nella scuola (non molti)
- Interpretazioni estreme: Ippopotamo e Topolino

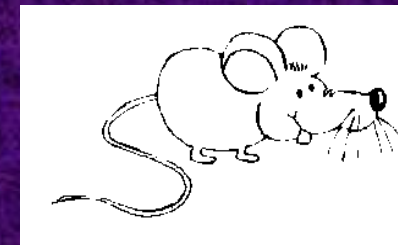


Approccio:

- Tecnocentrico
- pesante
- poco agile



**Maggiordomo
propositivo**



Approccio:

- di nicchia
- rimedio
- rivestire il vecchio

Un esempio di intreccio Scuola- Tecnologia- Società (Hong Kong 1993)

Obiettivo: combattere contagio di SARS e H5N1 Avian Flu virus

Procedura: misurare la T degli alunni prima dell'entrata a scuola per prevenire ingresso di febbricitanti

Requisiti: misure veloci e quotidiane in atrio scuola, strumenti disponibili, facili da usare, poco costosi → termometri a infrarosso (IR, senza contatto)

Dati: variazioni “strane” dei valori di T (normali, poi più basse dopo circa 20’)

Indagini/progetto d'apprendimento su: - calibrazione termometri; - pile di alimentazione; - radiazioni IR; - brezza, umidità e pioggia nell' atrio; - abilità dei misuratori; - rispetto delle specifiche degli IR; -....

Attori: studenti, insegnanti, staff laboratori, “prefetti d'igiene”, preside

Strategia: esplicitazione idee/ragionamenti degli studenti, apprendimento cooperativo, intreccio scienza-tecnologia-società, ...

Vantaggi uso ICT /TD

- **identificare variabili significative e scegliere cosa studiare (distinguere essenziale da accidentale)**
- **costruir modelli che descrivono i fenomeni di questo universo e altri che non sono compatibili con la fenomenologia**
- **visibilita' matematica di effetti fisici**
- **accesso a fonti storiche altrimenti non accessibili**
- **accesso ed uso critico della conoscenza distribuita nella rete (capacita' di accesso, selezione ed analisi critica)**
- **visualizzazione dinamica dell'evoluzione di processi**
- **simulazione vs modellizzazione**

**?? futuri studenti sempre più abituati ad usare ICT -->
innovazione basata su tecnologia li puo' motivare di più??**



La mia Visione

Scuola dell'Insegnamento



Laboratorio di Conoscenza

