

# Formazione in rete degli insegnanti di fisica: un esempio

■ Lidia Borghi, Anna De Ambrosis, Paolo Mascheretti,  
Dipartimento di Fisica "A. Volta", Università di Pavia

## INTRODUZIONE

Il lavoro che presentiamo è parte di un progetto di ricerca che ha coinvolto sei Università italiane, finalizzato a sperimentare l'uso delle Nuove Tecnologie per la formazione in fisica degli insegnanti di scuola secondaria superiore.<sup>1</sup> Parte centrale del progetto è IMOFI (Introduzione alla MOdelizzazione in FISica), un corso rivolto agli insegnanti e diffuso attraverso la rete, la cui impostazione generale è descritta in [Sperandeo-Mineo, 2001].

Una prima sperimentazione di IMOFI è stata realizzata con 50 insegnanti di diverse regioni e si è svolta in tre fasi: un workshop iniziale, una discussione in rete, la sperimentazione in classe.

Nel workshop, condotto a livello locale dai ricercatori delle diverse sedi, gli insegnanti hanno avuto modo di acquistare sicurezza nell'uso della rete e di studiare le potenzialità didattiche di un laboratorio basato sull'uso di strumentazione MBL (Microcomputer-Based Laboratory) [Thornton e Sokoloff, 1990] e di programmi come Interactive Physics ed Excel impiegati soprattutto per la costruzione di modelli.

Nella discussione in rete gli insegnanti hanno analizzato tutto il materiale didattico preparato dai ricercatori delle diverse sedi e disponibile sul sito di IMOFI, scambiando osservazioni, domande e suggerimenti con i colleghi e con i ricercatori. Tale materiale comprendeva moduli dedicati ai temi seguenti: fenomeni in presenza di attrito, il rimbalzo di una pallina su un piano orizzontale, il raffreddamento e il riscaldamento di corpi costituiti da varie sostanze in diverse condizioni di interazione tra loro e con l'ambiente. Dopo aver così analizzato il materiale sia dal punto di vista del contenuto fisico, sia da quello dell'approccio didattico ogni insegnante ha scelto la proposta sulla quale progettare la sperimentazione in classe.

L'ultima fase del lavoro è consistita nella attuazione della sperimentazione in classe e nella raccolta di materiale per la valutazione.

Qui di seguito presentiamo la proposta realizzata dal gruppo di Pavia per lo studio dei fenomeni d'attrito tra solidi, illustrandone le caratteristiche principali e riportando i primi risultati della discussione in rete con gli insegnanti.

Obiettivo principale della proposta è di promuovere una riflessione approfondita sul tema scelto che favorisca lo sviluppo, da parte dell'insegnante, di strategie di insegnamento innovative. Del materiale fanno parte:

- una rassegna dei risultati della ricerca sulle difficoltà degli studenti nella comprensione dei fenomeni d'attrito;
- l'esame di "case studies" relativi a diverse fenomenologie di attrito tra solidi. In ognuno di tali casi si propongono inizialmente semplici esperimenti che mettono in evidenza aspetti rilevanti dei fenomeni che si vogliono studiare; si passa quindi ad un lavoro di modellizzazione con l'aiuto di Interactive Physics per giungere ad una prima formalizzazione delle situazioni considerate.

## IL TEMA DEL MODULO

I risultati di ricerche condotte sulle difficoltà degli studenti nella comprensione dei fenomeni d'attrito [Viennot, 1989; Salazar et al, 1990; Caldas H (1994); Caldas e Saliel, 1995; McClelland, 1991; Meningaux, 1994] suggeriscono la necessità di mettere in particolare evidenza con gli studenti l'idea che l'attrito tra corpi che strisciano l'uno sull'altro può essere descritto da forze che agiscono su ciascun corpo, secondo la terza legge di Newton. Sembra inoltre essenziale chiarire l'ambiguità di affermazioni (talvolta presenti anche nei libri di testo) quali "la forza d'attrito agente su un corpo

<sup>1</sup> Progetto TIDIFI (Tecnologie dell'Informazione nella Didattica della Fisica e nella formazione dei docenti), finanziato dal CNR - Responsabile: Guido Vegni. Il sottoprogetto IMOFI è stato coordinato da Rosa Maria Sperandeo.

è sempre opposta al moto del corpo” oppure “la forza di attrito agisce alla superficie di contatto tra due corpi”.

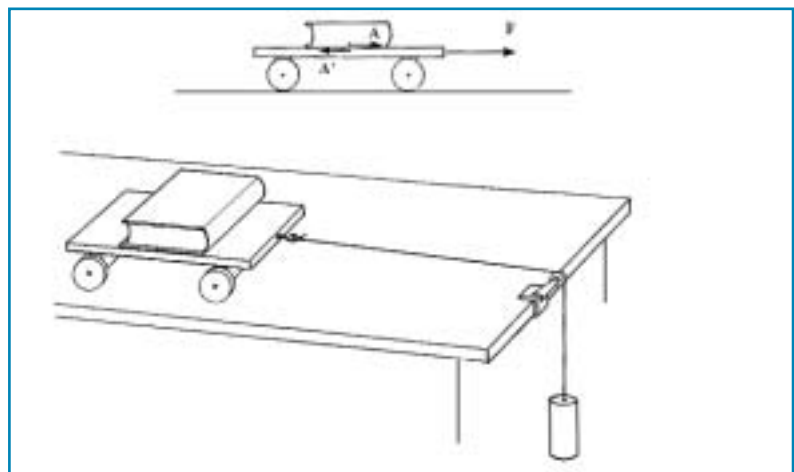
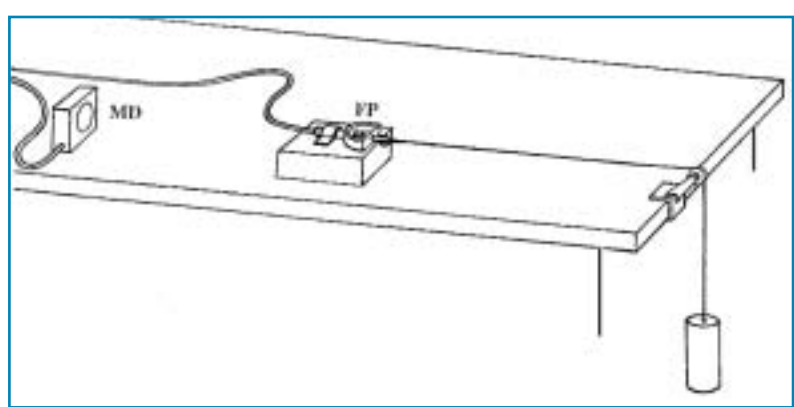
Per quanto riguarda le osservazioni iniziali, vengono suggerite esperienze molto semplici come ad esempio la seguente: un blocco è fermo su un piano orizzontale e ad esso viene applicata una forza orizzontale. Questa situazione è il punto di partenza per modellizzare l'attrito con una forza applicata al corpo (a cui si accompagna una forza di verso opposto applicata al piano) e per distinguere tra condizioni statiche e dinamiche.

L'osservazione consente di concludere che il blocco inizia a muoversi solo se la forza applicata raggiunge un certo valore, che dipende dal peso del blocco e dalle caratteristiche delle superfici di contatto. Vengono poi proposte simulazioni con Interactive Physics per approfondire il modello di forza d'attrito e individuare l'espressione formale di tale forza.

Per studiare le condizioni dinamiche viene suggerito l'uso contemporaneo di un sensore di moto (*Motion Detector*, indicato con MD) e di un sensore di forza (*Force Probe*: FP) collegati ad un personal computer [figura 1]. In questo modo è possibile misurare sia l'intensità della forza orizzontale applicata al blocco, sia l'accelerazione del blocco stesso e ottenere il grafico delle due grandezze in funzione del tempo. La forza di attrito può essere poi valutata applicando la seconda legge di Newton.

Per studiare il ruolo della forza d'attrito come causa del moto di un corpo e per sottolineare l'importanza del sistema di riferimento nel quale si descrive il moto di corpi messi in moto da forze di attrito, viene proposto l'esame di un sistema costituito da un carrello sul quale è appoggiato un libro [figura 2]. In questo caso è proprio la forza d'attrito esercitata dal carrello la causa del moto del libro rispetto al tavolo.

Una simulazione con Interactive Physics propone una schematizzazione del sistema libro-carrello-tavolo mediante due blocchi sovrapposti e collocati su un piano orizzontale. La condizione di attrito trascurabile tra carrello e tavolo è ottenuta imponendo un coefficiente di attrito nullo per il tavolo [figura 3]. La forza d'attrito sul blocco superiore è visualizzata dal programma insieme

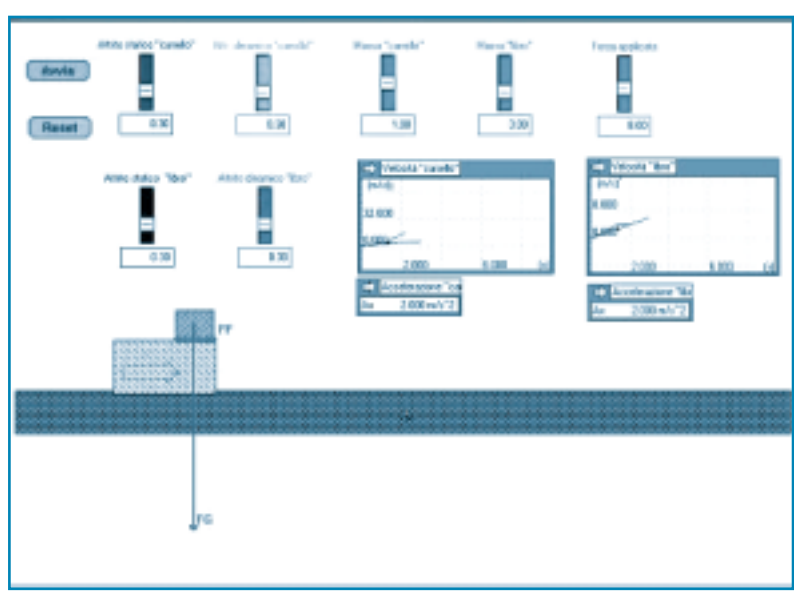


ai grafici della posizione, della velocità e dell'accelerazione in funzione del tempo per entrambi i blocchi.

**figura 1**  
Valutazione della forza d'attrito su un blocco.

La modellizzazione con Interactive Physics mostra che quando una forza  $F$  è applicata al blocco inferiore (che rappresenta il carrello) la velocità del blocco superiore (il libro) rispetto al piano (il tavolo) ha sempre

**figura 2**  
Importanza del sistema di riferimento per riconoscere che la forza di attrito può essere causa di movimenti.



**figura 3**  
Schematizzazione del sistema libro-carrello-tavolo: visualizzazione della forza di attrito agente sul libro.

lo stesso verso di **F**. Questo è vero sia quando il libro è fermo rispetto al carrello (attrito statico), sia quando il libro scivola sul carrello (attrito dinamico). In entrambi i casi il moto del libro rispetto al tavolo è dovuto proprio alla forza d'attrito, che ha, quindi, il ruolo di produrre il moto del libro.

Solo se si considera il moto del libro rispetto al carrello, si può riconoscere che la forza d'attrito ha verso opposto a quello della velocità del libro rispetto al carrello. Questa considerazione permette di capire che l'affermazione “la forza d'attrito su un corpo si oppone al suo moto” è vera solo se si considera il moto dell'oggetto rispetto alla superficie che esercita la forza d'attrito.

Lo studio della forza d'attrito tra solidi si completa con l'unità “Che cosa lo fa fermare?” nella quale viene analizzato il ruolo giocato dalla forza d'attrito nel rallentamento di un corpo fino al suo arresto.

## LA DISCUSSIONE IN RETE TRA GLI INSEGNANTI

Come già ricordato, dopo la fase iniziale di discussione del materiale, il lavoro degli insegnanti prevedeva la sperimentazione di un percorso ricavato dal materiale a disposizione e la condivisione in rete dei risultati ottenuti.

Per quanto riguarda la parte sui fenomeni d'attrito è risultato subito evidente che il tempo previsto per la discussione, due settimane, era troppo breve. Infatti l'analisi dei moduli proposti ha richiesto quasi 4 settimane, periodo nel quale gli insegnanti hanno scambiato 27 messaggi riguardanti:

- Suggerimenti per migliorare il materiale sull'attrito. In particolare, molti insegnanti propongono di considerare casi in cui la forza d'attrito su un corpo non dipende dal suo peso e di ampliare l'analisi all'attrito volvente che, in genere, non riceve molta attenzione sui libri di testo, nonostante il suo ruolo rilevante in molti fenomeni della vita quotidiana.
- Osservazioni sul contenuto fisico, riferite sia alle possibili difficoltà degli studenti, sia alle loro stesse difficoltà. È evidente dai messaggi il fatto che gli insegnanti si sentano profondamente coinvolti nella discussione e nella ricerca di risposte alle domande dei colleghi.
- Considerazioni sull'approccio didattico, in particolare sul ruolo delle simulazioni con Interactive Physics e delle esperienze reali. A questo proposito è stata sottoli-

neata l'opportunità di svolgere attività sperimentali sia prima, sia dopo l'analisi di simulazioni per mettere in evidenza l'importanza degli esperimenti per l'attività di modellizzazione e per distinguere con chiarezza tra realtà e modello.

- Valutazione del tempo richiesto per svolgere in classe ciascuna attività. Per esempio la maggior parte degli insegnanti propone di dedicare allo studio dell'attrito tra solidi 6-8 ore.

- Presentazione di esperimenti condotti in precedenti esperienze di insegnamento sullo stesso argomento.

La discussione ha consentito inoltre di evidenziare:

- la difficoltà di analizzare tutto il materiale nel tempo previsto e di contribuire quindi alla discussione iniziale. Tale difficoltà è aumentata durante la fase di sperimentazione in classe, come mostra il fatto che in questo periodo il numero dei messaggi è diminuito drasticamente (4 messaggi durante il lavoro in classe da confrontare con i 27 della discussione iniziale);
- grande interesse e attenzione per gli aspetti fenomenologici;
- l'utilità di esaminare con gli studenti l'attrito tra solidi fin dall'inizio dello studio della dinamica;
- necessità di lavorare più a lungo con Interactive Physics per acquisire la padronanza necessaria per usare in classe il programma in modo agevole.

## LA SPERIMENTAZIONE IN CLASSE

La discussione in rete ha consentito di ricavare solo informazioni generali sugli esiti della sperimentazione in classe. È stato però possibile ottenere risultati più precisi analizzando direttamente la sperimentazione locale effettuata dai quattro insegnanti che facevano capo al nostro gruppo di ricerca. Di tale sperimentazione si è riferito in dettaglio in un precedente lavoro pubblicato su questa rivista [Borghi et al., 2000]. Qui ci limitiamo a ricordare gli aspetti seguenti:

- l'inserimento nel curriculum di attività specifiche sull'attrito ha portato gli insegnanti a riorganizzare il loro abituale percorso per l'insegnamento della dinamica e a proporre la riflessione sull'attrito all'inizio del percorso. Essi hanno infatti ritenuto che la familiarità dei ragazzi con questo tipo di fenomeni, rafforzata dall'esperienza quotidiana, potesse svolgere un ruolo importante nello studio di forze e moto. L'esperienza condotta con IMOFI ha

contribuito quindi a una revisione in senso innovativo dell'approccio abitualmente seguito dall'insegnante;

- per quanto riguarda la valutazione dell'apprendimento degli studenti, un'analisi di tipo fenomenografico delle risposte a questionari proposti agli studenti prima e dopo l'attività in classe, ha consentito di rilevare sia l'evoluzione delle conoscenze dei singoli studenti, sia gli esiti complessivi delle quattro classi coinvolte. In particolare, si è potuto osservare una significativa evoluzione delle idee degli studenti nell'interpretazione, in termini di forze, dei fenomeni di attrito in situazioni che riguardano sia lo strisciamento tra superfici orizzontali, sia tra superfici verticali. Questo consente di ritenere che gli studenti abbiano compreso il ruolo della forza premente nel determinare il valore della forza di attrito statico e dinamico, indipendentemente dalla sua origine fisica. Maggiori difficoltà sono invece evidenti nell'interpretazione di situazioni che com-

portano l'individuazione di moti relativi di un corpo rispetto ad altri, come nell'esempio di figura 3.

### NOTA CONCLUSIVA

Ci sembra che i risultati della prima sperimentazione incoraggino a continuare il lavoro sulla base delle indicazioni e delle osservazioni degli insegnanti coinvolti. In particolare sembra necessario migliorare ed ampliare il materiale con l'aggiunta di esperimenti e simulazioni che consentano di studiare l'attrito volvente.

Ciò che ci si proponeva di ottenere con la condivisione in rete del materiale del progetto, e cioè lo sviluppo da parte degli insegnanti di percorsi di insegnamento autonomi, è un obiettivo a lungo termine, che richiede ulteriore lavoro. Per questo, pensiamo che gli ampliamenti delle proposte non debbano contenere schede per gli studenti già predisposte, ma solo suggerimenti per gli insegnanti in modo che essi stessi elaborino il materiale da usare in classe.

### riferimenti bibliografici

- Borghi L, A. De Ambrosis A., C. Invernizzi, E. Lunati, P. Mascheretti (2000), Analisi fenomenografica di una sperimentazione in didattica della fisica sui fenomeni di attrito, *TD Technologie Didattiche*, vol. 1, pp. 21-29.
- Caldas H. (1994), *Le frottement solid sec. Le frottement de glissement et de non glissement. Etude des difficultés des étudiants et analyse de manuels*, Thèse, Paris 7
- Caldas H. and Saltiel E. (1995), Le frottement cinétique: analyse des raisonnements des étudiants, *Didaskalia*, pp. 55-71
- McClelland J.A.G. (1991), Friction and related phenomena, *Phys. Educ.*, 26, pp. 232-237
- Meningaux, J. (1994), Students' reasoning in solid mechanics, *Phys. Educ.*, 29, pp. 242-246.
- Salazar, A., Sanchez-Lavega A., Arrandiaga M.A. (1990), Is the frictional force always opposite to the motion?, *Phys. Educ.*, 25, pp. 82-85.
- Sperandeo-Mineo R.M. (2001), I.MO.PHY. (Introduction to MOdelling in PHYsics-education): a netcourse supporting teachers in implementing tools and teaching strategies, in *Physics Teacher Education Beyond 2000 (Phytec2000)*, R.Pinto, S. Surinach Eds., Girep book - Selected contributions of the Phytec2000 International Conference, Elsevier, pp.615.
- Thornton R.K and Sokoloff D.R. (1990), Learning motion concepts using real-time, microcomputer-based laboratory tools, *Am. J. Phys.*, 58, pp. 858-867
- Viennot L. (1989), Bilan des forces et loi des actions réciproques. Analyse des difficultés des élèves et les enjeux didactiques, *BUP*, 716 ,pp 951-969