

I Programmi didattici 1985 per la Scuola elementare sono innovativi in quanto danno un posto eminente all'insegnamento delle scienze, ma nel contempo non forniscono indicazioni su come realizzare un investimento educativo a lungo termine, approfondito e soprattutto integrato. Il discorso vale anche per la Scuola materna e per la Scuola media inferiore.

La collana si propone principalmente di colmare questa lacuna e, insieme, di evitare l'indottrinamento disciplinare, di offrire un'alternativa alla disseminazione di unità didattiche preconfezionate e non coordinate, di contribuire fattivamente alla riconversione dei docenti della Scuola di base.

Dal progetto iniziale, alla realizzazione e alle operazioni di verifica, ogni itinerario di lavoro è frutto di una stretta collaborazione tra esperti universitari e docenti delle scuole materne, elementari e medie.

Gli Autori fanno parte di gruppi di ricerca didattica costituiti presso diversi istituti universitari di fisica e tutti hanno partecipato o partecipano, a diverso titolo, a ricerche e a sperimentazioni sotto l'egida del CNR (Progetto T.I.D.: Tecnologia e innovazione didattica).

Le linee di lavoro proposte dalle "Guide alla cultura scientifica di base" sono realizzabili nel contesto normale delle classi e con costi contenuti e comunque sempre sopportabili dai Consigli di Circolo e di Istituto.

PAOLO MAZZOLI è laureato in fisica, ha insegnato nelle Scuole Superiori ed attualmente docente nelle Scuole elementari. Autore di pubblicazioni sulla didattica delle Scienze, partecipa a progetti di ricerca in tale settore.

MARIA ARCÀ lavora a Roma presso il Centro di Studio degli Acidi Nucleici del CNR. Dalla ricerca in biologia molecolare ha rivolto i suoi interessi ad aspetti epistemologici della conoscenza scientifica. Attualmente è impegnata in progetti di ricerca sulla trasmissione culturale dei concetti strutturanti della biologia e sull'educazione scientifica di base.

PAOLO GUIDONI è Professore ordinario di Fisica generale all'Università di Napoli. Dopo un periodo di lavoro in fisica delle particelle elementari si è impegnato in una ricerca sulla dinamica dei processi di comprensione e conoscenza della fisica. È coordinatore di due progetti nazionali (MPI e CNR) sull'educazione scientifica nella Scuola di base e sull'insegnamento della fisica nel primo biennio universitario.

QL 51002

L. 12.000 (IVA INCLUSA)

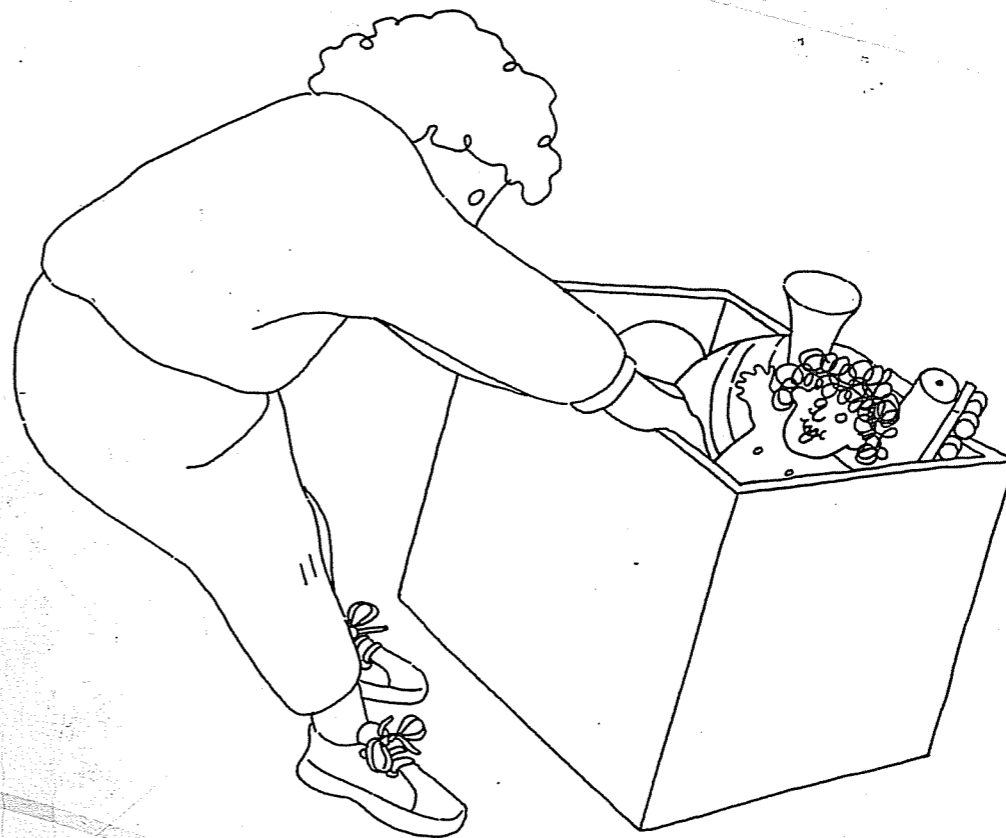
Questo volume sprovvisto del talloncino a fronte è da considerarsi copia di SAGGIO CAMPIONE GRATUITO, fuori commercio. Esente da:
— I.V.A. (D.P.R. 26/10/72 n. 633, art. 2 lett. d);
— bolla di accompagnamento (D.P.R. 6/10/78, art. 4, n. 6).

FORZE E PESI

P. Mazzoli, M. Arcà, P. Guidoni

FORZE E PESI

Itinerari di lavoro per fare scienze nella Scuola dell'infanzia e nella Scuola elementare



EMME EDIZIONI


EMME EDIZIONI

[http://www3.indire.it:8080/
set/capire_per_modelli/](http://www3.indire.it:8080/set/capire_per_modelli/) ed [edpire.it](http://www.edpire.it) -
strumenti
guida per la cultura
scientifica di base

P. Mazzoli, M. Arcà, P. Guidoni

FORZE E PESI

Itinerari di lavoro per fare scienze nella Scuola
dell'infanzia e nella Scuola elementare



EMME EDIZIONI

EMME EDIZIONI

della Petrini Junior S.p.A.
Via Bardonecchia, 63 - Torino

Direttore editoriale: Sergio Bosonetto
Coordinamento scientifico: Paolo Guidoni

Redazione: Sylvia Guglielmi
Ufficio Tecnico: Mario Anesi
Fotolito: Lithonova - Torino
Fotocomposizione: Due U Snc - Torino
Stampa: Istituto Grafico Bertello - Borgo San Dalmazzo (CN)

Progetto grafico di copertina: Anna Maria Talanti

Proprietà letteraria e scientifica riservata
© 1987 EMME EDIZIONI
Petrini Junior S.p.A. - Torino
1ª edizione: settembre 1987

TUTTI I DIRITTI RISERVATI

I diritti di traduzione, di riproduzione e di adattamento totale o parziale e con qualsiasi mezzo (compresi le copie fotostatiche, i film didattici e i microfilm) sono riservati per tutti i Paesi.

In questo «quaderno» sono raccolti e rielaborati alcuni dei risultati di una ricerca, frutto della collaborazione tra universitari, ricercatori e insegnanti, svolta tra il 1979 e il 1984.

Hanno partecipato e contribuito attivamente al lavoro:

- Alberto Manzi, scuola elementare «F.lli Bandiera», Roma.
- Maria Luisa D'Angiolino, scuola elementare «F.lli Bandiera», Roma.
- Daniela Bianchi, 125° Circolo, Roma.
- Coordinamento Pedagogico delle Scuole della Infanzia del Comune di Modena.
- Centro Educativo Italo-Svizzero, Rimini.

Presentazione

L'educazione scientifica di base, cioè la formazione e l'organizzazione delle conoscenze e dei modi di pensare sui fatti di realtà nell'ambito della scuola dell'obbligo, ha assunto nel corso degli ultimi anni un ruolo sempre più centrale nella progettazione e nella pratica educativa. Ci si rende sempre più conto, infatti, di quanto la capacità di mobilitare, coordinare e sviluppare le dimensioni cognitive necessarie alla comprensione dei fatti naturali di ogni tipo, costituisca da un lato una componente culturale autonoma e insostituibile; da un altro, un potente e continuo stimolo e supporto alla costruzione di conoscenza individuale; e, infine, un urgente obiettivo sociale nel rendere le persone più capaci di gestire operativamente, piuttosto che subire, la complessità e variabilità del mondo reale. Espressioni diverse di questa crescente consapevolezza non sono mancate in Italia: anche se, più volte, la carenza di una cultura scientifica di base nella maggioranza dei cittadini, e quindi degli insegnanti e dei legislatori, ha portato (e porta) a sviluppi e sbocchi ambigui e contraddittori.

I nuovi programmi della scuola elementare, per esempio, hanno posto l'Italia in una posizione che sulla carta è d'avanguardia, anche rispetto a molti paesi europei (basta fare un confronto con i quasi contemporanei programmi francesi): l'educazione "scientifica", cioè l'imparare a pensare e agire sui fatti del mondo, costituisce uno dei cinque poli, fondamentali e culturalmente autonomi, della formazione elementare. D'altra parte, si sente il bisogno di raccordare seriamente i nuovissimi programmi elementari con i pur recenti programmi della scuola media: anch'essi carichi, a loro tempo, di potenzialità innovative che ora vediamo generalmente disattese; anch'essi al loro interno mancanti di una "integrazione" (p. es. fra scienze e matematica) invocata solo a parole, e poi nella pratica demandata alla buona volontà di insegnanti che si trovano a dover risolvere problemi sproporzionati alle forze e progettualità individuali. Ma sia nei programmi della scuola elementare che in quelli della media sembra mancare l'indicazione forse più necessaria, emersa con evidenza crescente anche dalle ricerche dell'ultimo decennio: come realizzare un investimento educativo a lungo termine (progettato e programmato su scala di anni), approfondito (privilegiando alcuni argomenti, su cui capire anche "cosa vuol dire capire"), fortemente integrato (non si possono "applicare" competenze linguistiche, o matematiche, ad argomenti di scienze, né viceversa; conoscenze fenomenologiche diverse, conoscenze disciplinari e conoscenze formali possono solo formarsi, e precisarsi, in stretta interazione reciproca).

Di fatto, l'educazione scientifica di base è da tempo caratterizzata da una notevole quantità di sforzi sul piano sia della sperimentazione autonoma (da parte di insegnanti, singoli o a gruppi) sia della ricerca, per lo più appoggiata a piccoli gruppi di universitari. Molti di questi sforzi possono essere accomunati dalla ricchezza dei risultati ottenuti; dalla loro sostanziale episodicità (temporale, spaziale, di argomento); dalla mancanza di efficace comunicazione e scambio (aggiornamenti, incontri e convegni, di ogni tipo, non sono risultati adatti né sufficienti ad innescare processi di sviluppo coerente); da una sistematica ostilità da parte della struttura burocratico-organizzativa (scolastica e universitaria), che a lungo si è rifiutata sia di sostenere adeguatamente tali sforzi (selezionandoli, indirizzandoli, finanziandoli), sia di diffonderne le acquisizioni, e utilizzarne le indicazioni.

Contemporaneamente, si è venuta sempre più esplicitando la consapevolezza della difficoltà ed enormità di quel compito di "aggiornamento — riconversione" di buona parte degli insegnanti che sempre più appare come la principale strozzatura a monte di qualunque reale cambiamento.

Questa raccolta di "guide per la cultura scientifica di base" vuole mettere a disposizione degli insegnanti della scuola dell'obbligo alcune proposte di lavoro, sviluppate e sperimentate negli anni passati nell'ambito di vari gruppi di ricerca italiani. Si spera così di sollecitare e appoggiare un processo di rinnovamento che oltrepassi sia l'aggiornamento — indottrinamento disciplinare lontano dalla dinamica operativa e cognitiva che è necessario innescare in classe, sia la pura disseminazione di unità didattiche preconfezionate e reciprocamente non coordinate.

Come è facile verificare anche attraverso una superficiale esplorazione, le guide presentate sono fra loro molto diverse; prima di commentarne le differenze, e il loro significato, è tuttavia opportuno sottolineare alcuni caratteri comuni.

- La costruzione iniziale di ogni proposta di lavoro, la sua sperimentazione in classe, la sua riorganizzazione e presentazione finale è sempre appoggiata ad una stretta collaborazione fra "esperti" universitari di vari settori disciplinari ed insegnanti, gli uni e gli altri impegnati in un lavoro di ricerca sulla comprensione e la didattica di argomenti di scienze. Questo significa che, da un lato, le varie proposte sono state messe a punto attraverso un'interazione pluriennale — spesso difficile, sempre feconda — fra ragazzi, insegnanti e ricercatori; dall'altro, che si è cercato di renderne la presentazione il più possibile autonoma dal contesto particolare in cui esse si sono sviluppate, e quindi più facilmente utilizzabile da altri insegnanti impegnati nel cambiamento didattico.
- Tutte le proposte investono un'area di esperienza fenomenologica, conoscenza scientifica, rappresentazione ed espressione abbastanza vasta; tutte cercano di mostrare, al loro interno, tracce e modalità di percorsi possibili, con livelli di specificità e generalità assai diversi. In ogni caso, tuttavia, rimane la necessità che tali percorsi vengano specificamente definiti e concretizzati attraverso il lavoro quotidiano degli insegnanti, diventando così reali percorsi di crescita di conoscenza per ragazzi di condizioni culturali e ambientali differenti. Per questo motivo tutte le proposte sono rivolte agli insegnanti, e ne sollecitano e investono la professionalità di mediatori creativi di trasmissione culturale.
- In particolare, tutte le proposte sottolineano (ciascuna in modi diversi, più o meno diretti o impliciti) quattro aspetti dell'insegnamento la cui integrazione sembra indispensabile perché si possa insegnare, e si possa imparare, con significato:

Competenza pedagogica differenziata: è necessario non solo saper "stare" con i ragazzi — o, più banalmente, saperli "tenere" — è necessario imparare a farlo in modi che siano adatti a definire e chiarire cosa si sta facendo, e perché, e come lo si può fare. Non può esistere una pedagogia (né una programmazione, né una valutazione...) indifferenziata: servono modi di gestire l'interazione fra le persone, e fra le persone e le cose, adatti agli obiettivi che di volta in volta ci si propo-

ne di conseguire; non si può "fare" la biologia come la fisica, la fisica come la matematica, le scienze come la grammatica, e così via; non si può gestire allo stesso modo con i ragazzi un argomento da iniziare o un argomento da approfondire.

Competenza disciplinare differenziata e integrata: è necessario, per costruire nei ragazzi atteggiamenti positivi riguardo alla conoscenza del mondo (alle scienze), che l'insegnante abbia, e soprattutto sia disponibile ad acquisire, una "conoscenza del mondo" riguardo agli argomenti trattati che abbia spessore e significato culturale anche al di là delle immediate utilizzazioni in classe. Questo non implica (soltanto) conoscenza di schemi disciplinari garantiti da un manuale (spesso incapaci di presa su come di fatto "vanno le cose"); né (soltanto) padronanza di schemi di attività, garantiti da successo sul piano della motivazione (spesso incapaci di far vedere cosa c'è di generale "dietro" le sequenze di fatti e operazioni; né infine (soltanto) analisi statistica di test oggettivi (al posto di attività, discussioni, interpretazioni). Significa, nello spirito in cui queste guide sono scritte, porsi in posizione di mediazione attiva sostanzialmente unitaria nei modi e negli scopi per tutta la scuola di base — fra come vanno le cose, come le pensa e le vede il ragazzo, come le ristruttura operativamente e concettualmente la cultura adulta.

Competenza di programmazione e strutturazione dell'intervento didattico e dell'attività di classe: sulla base di quanto detto nei punti precedenti, i percorsi di crescita di conoscenza attraverso l'interazione { adulto — ragazzo — mondo dei fatti — mondo delle spiegazioni } devono materializzarsi in strutture e sequenze di cose da dire, da far succedere, da vedere ... da ricordare. Anche in questo caso, se vengono suggeriti vari modi possibili di organizzare l'iter didattico, resta ineliminabile la responsabilità dell'insegnante nel progettare, sulla base delle condizioni oggettive in cui si trova, cosa e come fare per realizzare il percorso suggerito; nell'aggiustare continuamente il progetto sulla base di quello che, di fatto, in classe succede.

Competenza di "ascolto" — in senso lato — nei confronti dei ragazzi: la ricerca, e l'esperienza, indicano questo aspetto come determinante per l'esito dell'intervento didattico. È infatti indispensabile per l'insegnante sapere quali sono le perplessità, i dubbi, le sicurezze evocate dall'argomento intorno a cui si lavora; sapere cosa i ragazzi pensano e sanno (ciascuno a suo modo) e come essi cambiano (o non cambiano — ciascuno a suo modo) il loro sapere nel corso del tempo. Ed è altrettanto indispensabile per i ragazzi poter constatare (ascoltare ... vedere ...) che gli altri ragazzi non "sanno" esattamente le stesse cose, e che la discussione e il cambiamento a partire dalle diversità sono possibili, e utili.

(Naturalmente, gli esempi più o meno ampi di cose dette e fatte dai ragazzi riportati nelle proposte non sono da intendersi come modelli da riprodurre, ma come suggerimenti per interpretare e valorizzare quello che normalmente accade in classe).

- Tutte le proposte di lavoro si riferiscono, deliberatamente, a tipi di fatti e fenomeni molto comuni nella vita quotidiana di ognuno: tutte concordano nel sottolineare che l'educazione scientifica, responsabile non solo di porre le basi della conoscenza del mondo ma anche di costruirne i significati, non può che partire da una analisi di evidenze dirette. D'altra parte è ovvio che non si può, a scuola, ri-costruire collettivamente e razionalmente la conoscenza su "tutto": perciò le proposte, tutte, possono acquistare nella loro realizzazione un valore emblematico — approdando, sostanzialmente, non solo a sapere meglio certe determinate cose, ma anche a sapere "cosa vuol dire sapere le cose". Se un approccio di questo genere ha successo, deve diventare possibile acquisire molte altre conoscenze in maniera assai più rapida (dalla semplice lettura e discussione di libri, per esempio) ma altrettanto significativa.

- Tutte le guide si riferiscono, nell'esemplificazione scelta, a una fascia di età-scolarità larga, ma abbastanza definita (grosso modo scuola materna/ primo ciclo elementare; secondo ciclo elementare/ inizio di scuola media; scuola media/ inizio biennio secondaria). Tuttavia, in quanto rivolte a formare una consapevolezza professionale su problemi di insegnamento che sono largamente indipendenti dall'età di chi apprende, e che comunque coinvolgono itinerari a lungo termine (da distendere, talvolta, nell'arco di più anni) tutte le proposte si ritengono rivolte ad insegnanti della scuola dell'obbligo, dalla materna alle medie. Come è naturale, ci si aspetta che questo possa provocare alcuni ostacoli, e sollevare alcuni problemi, prevalentemente di tipo disciplinare. La bibliografia citata al termine di ogni volume può forse aiutare a superarne alcuni; resta importante che, a ogni livello della scuola di base, non se ne perda di vista l'essenziale continuità di itinerario cognitivo (DAL PUNTO DI VISTA DEL RAGAZZO): riguardo a quello che si potrà/ dovrà imparare "dopo", come a quello che si sarebbe potuto/ dovuto imparare "prima".

Restano da dire alcune parole sulle differenze fra le varie proposte presentate in queste guide. Saranno evidenti a chi ne confronterà più di una: dal modo di "tagliare" e strutturare l'argomento, al modo di proporre l'organizzazione didattica, al modo di affrontarne i legami con il pensiero "formale" (linguaggio, matematica, rappresentazione ... ecc.) e con quello "concreto"; fino alle diverse interpretazioni — ideologiche, teoriche e pragmatiche — dei modi e degli scopi dello spiegare e del capire, implicite nelle diverse proposte.

Queste differenze corrispondono a un dato di fatto: gli itinerari di lavoro sono stati costruiti e verificati negli anni passati, all'interno di gruppi diversi, in condizioni e con ipotesi di ricerca diverse. Un reciproco confronto e coordinamento è avvenuto all'interno del Progetto T.I.D. del C.N.R. che ha condotto a un insieme più coerente di proposte. Ma, nell'offrire agli insegnanti questo materiale, non reso artificialmente omogeneo in un unico stile secondo un unico schema, pensiamo che indicazioni utili possano venire anche dalla constatazione, ed esemplificazione, che ci sono modi diversi per fare le cose: e che, probabilmente, da ciascuno di essi c'è qualcosa da imparare.

Resterebbe da affrontare il complesso problema della "valutazione": come giudicare la validità delle proposte, della loro gestione da parte dell'insegnante, delle sollecitazioni al lavoro di classe che ne possono derivare, della loro appropriazione e rielaborazione individuale. A questo aspetto gli insegnanti sono giustamente sensibili: e su di esso ricercatori con diversa competenza ed esperienza sono, non a caso, discordi. Sembra tuttavia che si possa trarre dall'insieme di queste proposte una indicazione comune: che la valutazione, in tutti i suoi aspetti, non può che essere strettamente intrecciata alla progettazione e allo sviluppo del lavoro: organizzata, nello scopo nel modo e nei mezzi, in connessione a quello che giorno per giorno, anno per anno, in classe si cerca di far succedere, e di fatto succede. Se però non può esistere una prassi universale di valutazione, buona per tutti i contenuti e metodi di lavoro didattico, certamente servono criteri per capire l'efficacia di quello che si fa, e si potrebbe fare: ed è possibile, determinando obiettivi complessivi da raggiungere attraverso percorsi a lungo termine, scandire obiettivi parziali di comprensione, di conoscenza, di attivazione di abilità che possono essere realizzati e verificati lungo il percorso: tenendo conto dei fatti come sono, e dei ragazzi come sono.

Forse, è troppo poco come indicazione concreta: ma anche questo, come tutti gli altri, è solo un discorso per cominciare.

Ottobre 1986

Paolo Guidoni

Indice

	Presentazione
1	Indice
3	Introduzione
7	Prima parte
9	Cos'è una situazione d'apprendimento
10	Lo scenario
10	Disposizione dei bambini
11	Ruolo dell'insegnante
12	L'attesa
15	Seconda parte
17	Schemi concettuali del fare forza
18	Come si fa forza
23	Simmetria delle forze
26	Configurazione chiusa dei sistemi di forze
27	Forze che producono movimento
28	Forze e Energia
30	Il peso è una forza
31	Terza parte
33	10 linee di lavoro
33	<i>Mappe cognitive e percorsi didattici: come si possono utilizzare le linee di lavoro</i>
	<i>Sezione A. Esperienze con forze esercitate dal corpo</i>
35	1. La forza
39	2. Elastici
45	3. Tiro alla fune
55	4. Elastico da mutande
	<i>Sezione B. Esperienze con forze e pesi</i>
61	5. Sacchi di patate
71	6. Forze, pesi e bilance pesa-persone
78	7. Altalene e bilance a 2 bracci
	<i>Sezione C. Esperienze con forze e movimenti</i>
89	8. Forze, movimenti, traiettorie
107	9. Caduta nella creta
114	10. Fionda da tavolo
	<i>Appendice</i>
121	1. Istruzioni per il montaggio della bilancia di legno a due bracci

Introduzione

Premessa - esempio

Perché un elastico si allunga?

Consideriamo per un momento questa breve domanda. E poniamocene subito anche un'altra: a che livello scolastico è giusto cercare una risposta? Nella scuola dell'infanzia, nella scuola elementare, nella scuola media, nella scuola superiore o nell'università? Proviamo a scorrere tutte queste possibilità. *Nella scuola dell'infanzia.* Tutti gli specialisti parlano di età dei mille perché (fra i tre e i sei anni) e danno consigli su come reagire quando si è bombardati da domande del tipo: papà, perché sogniamo? Oppure: maestra, perché la carta bagnata diventa morbida e si rompe subito?...

Possiamo addirittura considerare questo livello di età come il periodo in cui il bambino ha un rapporto con il mondo reale più stretto e coinvolgente, dal punto di vista cognitivo, nel senso che sono gli anni in cui vengono messi in forma i modelli base della sua conoscenza del mondo. L'età dei perché rappresenta probabilmente la facciata esterna di un periodo critico per la mente del bambino, nel quale si stabiliscono quelle grosse categorie di pensiero che costituiranno il supporto delle sue conoscenze future. Ciò non esclude, ovviamente, profondi sconvolgimenti, anche di queste basi concettuali di supporto, che possono avvenire in tutto il periodo del primo sviluppo (fino a 14 anni di età). D'altronde si tratta pur sempre della scuola dei piccoli, che non scrivono e non leggono, e hanno da poco imparato a parlare (attenzione però, che significa «imparare a parlare?»). È la scuola del non obbligo nella quale lavora personale quasi tutto femminile che ha avuto una preparazione culturale, quella della scuola magistrale o dell'istituto magistrale, del tutto insufficiente sul piano delle scienze.

Nella scuola elementare. Qui la preparazione degli insegnanti è grosso modo la stessa, eppure si pensa già che sia troppo dispersivo passare il tempo a dare risposte a domande così rozze e puerili. Ci

si sente già in una scuola «preparatoria», dove bisogna dare quei «rudimenti» che permettono al bambino di accostarsi alle discipline scientifiche in modo serio e rigoroso. Ma quali sono questi rudimenti?

Le parti del fiore, il ciclo dell'acqua, il problema dell'inquinamento, gli apparati del corpo umano, la classificazione degli animali, ecc. Certo, con lo studio di questi argomenti i bambini imparano una quantità di parole della scienza che danno loro l'impressione, e forse più che a loro ai loro genitori e ai loro insegnanti, di fare scienza a scuola. Ma il bambino continua a chiedersi: perché un elastico si allunga? E comincia a farsi l'idea che la scuola non è fatta per aiutare a trovare questo tipo di risposte.

Per una persona che sia interessata ai problemi di scienze e che abbia una preparazione universitaria in qualche disciplina scientifica, questo tipo di scienze che si fanno nella scuola elementare appaiono, in qualche modo, «false». Se infatti si considerano le scienze come una grossa struttura culturale che, in vario modo e a vari livelli, dà risposte alle più svariate domande di conoscenza dell'uomo, non si riesce a capire a che tipo di domande rispondono queste litanie di parole, così pulite ed organizzate. È paradossale ma non è affatto raro che un esperto botanico non ricordi la differenza tra il racemo, il corimbo, la spiga, lo spadice, l'ombrello e il capolino quando suo figlio impara queste cose a scuola. Così come può succedere che un genitore geologo si incanti a sentire sua figlia ripetere l'ordine delle ere geologiche: archeozoico, paleozoico, mesozoico, cenozoico e quaternario; chiedendosi cosa mai ci sarà dietro a quelle parole nella testa di una bambina di 10 anni. E contemporaneamente i grandi problemi di base della botanica o della geologia sembrano non essere affatto pertinenti all'istruzione scolastica elementare. Si arriva così a trovarsi in uno stato di imbarazzo, per

cui non si sa più se parlare veramente di scienze, perché ciò potrebbe confondere il bambino che sta diligentemente imparando «tante cose che gli saranno utili quando andrà alle scuole superiori».

Nella scuola media. Ecco che le prime grosse contraddizioni cominciano ad emergere. A questo livello di scuola ci sono un certo numero di insegnanti che hanno una preparazione culturale specifica nelle scienze sperimentali (Biologia, Fisica, Chimica, Scienze Naturali, ecc.). Alcuni di loro sono quei padri e quelle madri di cui si parlava poco fa. E allora, che fare? Fare scienze sui libri è deprimente, si ha proprio la sensazione di bluffare coi bambini, facendo loro imparare cose che appaiono sempre o troppo schematiche, o troppo astratte, quando non sembrano scorrette o del tutto superate. E poi resta il problema: l'elastico, perché si allunga? Qualche insegnante tenta, solo adesso, di dare un'impostazione tutta sperimentale che parta dall'osservazione in classe di cose che succedono, davanti agli occhi dei bambini. Ma non si può certo parlare di elastici, o perché sembra troppo «semplice», o perché sembra troppo «difficile». Inoltre i ragazzi ormai sono grandi e fin troppo scolarizzati; il tempo a disposizione è troppo poco (circa 2/3 ore alla settimana).

Nella scuola superiore. Ovviamente all'interno del corso di fisica.

Prima di tutto occorre osservare che la scuola superiore non è obbligatoria, per cui, in ogni caso, alcuni ragazzi non parleranno mai più di questi problemi a scuola. Mentre i loro compagni che frequenteranno la scuola possono stare certi che la fisica che faranno non avrà nulla a che vedere con gli elastici. Così come non avrà nulla a che vedere con milioni di altri «fatti normali» sui quali ogni giorno si interrogano. Gli studenti del Liceo Scientifico o dell'Istituto Tecnico Industriale saranno messi di fronte ad una materia completamente formalizzata, divisa secondo i capitoli classici della fisica, organizzata secondo leggi, principi, teoremi e formule.

Quello che potrebbe essere un tentativo di passaggio «al formalizzato e al generalizzato», viene in realtà visto come una nuova materia nella quale si allude continuamente ad una realtà complessa della quale la fisica dovrebbe essere una rappresentazione ed un'interpretazione, costruita lentamente dagli uomini. Ora tale interpretazione la si dovrebbe mettere a disposizione dei giovani uomini che stanno cercando di imparare a vivere e a lavorare; tentando di capire come è fatto il mondo e come

il mondo viene capito dagli altri uomini che hanno costruito la società nella quale devono adattarsi a stare.

Purtroppo questo non avviene, per il semplice fatto che il complicato raccordo tra mondo reale e scienza formalizzata non viene mai costruito. I ragazzi, all'età di 16 anni, hanno già interiorizzato questa scissione profonda tra quello che continuamente si deve capire del mondo così com'è e quello che va imparato a scuola per andare avanti negli studi.

Arriviamo all'università. Qui il discorso è molto diverso. Le poche centinaia di matricole che iniziano il corso di laurea in Fisica non hanno più scampo. Se si vuole andare avanti negli studi occorre ricostruirsi una cultura scientifica veramente padroneggiata in tutti i suoi aspetti. Man mano che si va avanti negli anni ci si rende conto che lo studio «distaccato», tutto svolto sui libri e finalizzato all'esame, non paga o paga sempre meno. Negli insegnamenti superiori i richiami alla fenomenologia sperimentale sono sempre più fitti e ineludibili. Si arriva a parlare di «viscosità», di «aberrazioni ottiche», di «teoria delle piccole oscillazioni», etc. Tutti argomenti collegati strettamente ad una certa gamma di fenomeni «normali», analizzati non in astratto, ma con tutte le complicazioni che normalmente vi sono nella realtà. In alcuni corsi specialistici si può arrivare a studiare la «teoria dell'elasticità» per dar conto degli intricatissimi fenomeni che avvengono quando si flette una sbarra rigida, o quando si esercita una qualsiasi deformazione su un corpo solido. Ecco allora che il fortunato fisico, specialista in elasticità, saprà forse trovare una risposta alla nostra domanda: perché un elastico s'allunga?

Ora è chiaro che questo non ci può consolare.

Se pensiamo poi che qualsiasi domanda inerente ad un qualunque campo delle scienze sperimentali potrebbe portare alle stesse considerazioni fatte a proposito degli elastici, c'è da interrogarsi sul senso dell'insegnamento delle scienze a qualsiasi livello di scuola preuniversitaria; mentre, per quanto riguarda l'università, c'è da chiedersi come sia possibile cominciare un qualsiasi corso di laurea in scienze, senza avere alle spalle nulla, se non quattro formulette mal digerite, di cui si ignora il contesto nel quale hanno senso e nel quale riescono a dirci qualcosa di significativo su come è fatto il mondo. Probabilmente vi è qualcosa di sbagliato a livello di impostazione generale dei curricoli scolastici. Non si può accettare l'idea che i bambini

piccoli e i ragazzi che hanno le loro domande di conoscenza, restino totalmente frustrati e insoddisfatti, e che, contemporaneamente, si proponga loro di imparare delle cose «perché poi sono importanti per andare avanti nella scuola». Perché se servono solo per andare avanti nella scuola, ma restano totalmente sconnesse con i loro problemi di interpretazione del reale, vanno, con coraggio, riviste e, se è il caso, eliminate, semplificate, ridotte ad un vestito terminologico che può essere acquisito solo se sono stati veramente sviluppati i problemi concettuali che ci sono sotto.

Dovremmo in qualche modo cercare risposte a queste domande a tutti i livelli di scuola, a cominciare dalla scuola dell'infanzia e dalle prime classi della scuola elementare. Se non vogliamo parlare di elastici, parliamo di patate, di muffa, di rane, delle gocce della pioggia, o di quello che si vuole. Cercando però di costruire conoscenze che stanno in piedi da sole, che si sa a cosa si attaccano e cosa vorrebbero spiegare, di far sì che un bambino di qualsiasi età possa dire fra sé e sé, vedendo un elastico di quelli che si usano per assicurare le valigie sul portabagagli della macchina: «io su questa cosa so un sacco di cose perché ci abbiamo lavorato in classe».

A proposito: perché la pioggia scende a gocce quasi sempre uguali? La domanda è di un bambino di cinque anni. Noi tentammo di rispondere fa-

A che serve la guida e com'è organizzata?

L'intento di questo lavoro è di suggerire un approccio all'educazione scientifica molto diverso da quelli che si vedono usualmente a scuola. Ovviamente un insegnante ha i suoi modi di fare scuola che non possono (e non debbono) essere sconvolti dalla lettura di un libro, ma è chiaro che l'unico modo per cambiare - in meglio - il proprio lavoro è quello di provare a modificare intenzionalmente qualcosa, tenendo il più possibile sotto controllo questa «area sperimentale» del proprio lavoro per vedere cosa succede.

Per molti aspetti l'area delle scienze è quella ideale per azzardare delle sperimentazioni, che possono essere condotte in gruppo o dal singolo insegnante. E questo per almeno tre motivi: 1) è un'area disciplinare nuova: quasi inesistente nei vecchi programmi Ermini per la scuola elementare, e vaga-

ciendogli vedere il rubinetto che gocciolava (quando l'acqua ha un certo peso si stacca e cade perché la coesione interna non ce la fa più a trattenerla...). Dopo qualche mese abbiamo trovato un articolo su Scientific American dal titolo «perché le gocce sono così».

In questo volume di proposte vorremmo presentare dieci linee di lavoro attraverso le quali si è tentato di realizzare l'obiettivo suddetto. Non sono tante ma sono molto discusse e documentate. Abbiamo cercato così di andare dietro al maggior numero di domande del genere di quella sugli elastici. Nello stesso tempo abbiamo tentato di inquadrare i vari argomenti in un quadro teorico credibile e consistente che non sia una versione volgarizzata (e quindi ancor meno comprensibile) di un manuale di fisica, ma che rappresenti un modo serio e costruibile in classe per organizzare i concetti e le osservazioni senza banalizzazioni e senza arbitrarie generalizzazioni.

Vorremmo che gli insegnanti e i genitori che proveranno a leggerlo lo considerassero come un diverso libro di studio, attraverso il quale fosse possibile abbozzare una cultura scientifica sensata anche per chi non è specialista e soprattutto per chi, come i bambini, si sta facendo oggi un'idea del mondo e dei modi che noi grandi usiamo per capirlo.

mente accennata all'interno della «educazione intellettuale» degli Orientamenti per la scuola materna statale del 1969; 2) è un'area definita, anche nei Nuovi Programmi della scuola elementare, con un'indicazione non rigida dei contenuti; 3) è senz'altro l'area della minima competenza: sia nella scuola dell'infanzia che nella scuola elementare, per unanime parere, si considerano infatti le discipline scientifiche sperimentali quelle in cui gli insegnanti ne fanno meno. C'è poi una ragione in più che riguarda proprio il tipo di discipline che compongono quest'area. Si tratta di discipline non tecniche, che impongono ben poco un'acquisizione strumentale obbligatoria (quale quella del leggere e dello scrivere per la lingua), ma che costituiscono una parte essenziale del patrimonio culturale umano. Si può così sperare che lavorando con le

scienze in classe si possa seguire da vicino la crescita di conoscenze dei bambini e la loro capacità generale di inquadrare problemi e di cercare modi per capirli e risolverli. Si possono creare, nell'arco della settimana scolastica, uno o più momenti che sotto l'etichetta di «educazione scientifica», divengano l'ora in cui si può ragionare e parlare su cose senza l'assillo di una rigida sequenza di obiettivi minimali da raggiungere.

Dunque si può pensare di ritagliare una parte del tempo scolastico (mediamente possono bastare 2/3 ore alla settimana, distribuite però in modi molto diversi a seconda dell'argomento o dell'interesse dei bambini), e tentare una sperimentazione didattica vera e propria su alcuni argomenti di scienze da scegliere opportunamente.

Una sperimentazione richiede un'attenta definizione di metodologie didattiche, di tempi, di materiali, e di argomenti e un continuo sondaggio dell'andamento del lavoro. In questo piccolo libro di lavoro cercheremo di evidenziare il più chiaramente possibile tutti questi aspetti.

Le varie parti in cui è articolato il quaderno riguardano per l'appunto questi vari aspetti, che concorrono alla realizzazione di un valido progetto di insegnamento scientifico.

La guida è così composta:

Prima parte:

Cos'è una situazione di apprendimento?

Seconda parte:

Schemi concettuali del fare forza.

Terza parte:

10 linee di lavoro.

Appendice.

La prima parte riguarda gli aspetti più strettamente metodologici. Vengono affrontati problemi importanti e generali, come il ruolo dell'insegnante nella discussione di scienze, così come cose apparentemente minute e marginali, come i tempi di attesa delle risposte del bambino e le tecniche di discussione collettiva con il registratore.

La seconda parte, che potrebbe essere anche l'ultima nell'ordine della lettura, riguarda gli aspetti teorici disciplinari dei temi che vengono proposti nelle linee di lavoro. Non si tratta, come si è già detto, di un riassunto della fisica elementare, ma di un tentativo di ricostruzione delle strutture base della dinamica e della statica adatte al livello di età che ci interessa. Si cerca di rispondere a domande del tipo: «perché un elastico s'allunga?» senza aspettare l'università, e utilizzando i molti anni di lavoro svolti con bambini di varie classi e con insegnanti di vari livelli scolastici. Questa parte del lavoro offre delle possibili chiavi di interpretazione con le quali si può controllare il lavoro dei bambini.

La terza parte descrive nei dettagli dieci linee di lavoro, svolte effettivamente con bambini, che possono essere riproposte in classe così come sono, oppure modificate, ampliate e approfondite. La cosa più auspicabile sarebbe utilizzare una proposta a diversi livelli di età rispetto a quelli suggeriti nella scheda informativa, per verificare il consolidamento o meno di certe strutture di pensiero con il crescere dei bambini, o, viceversa, l'esistenza di una base intuitiva e percettiva primaria di una certa attività pensata per ragazzi di 8/9 anni, quando venga proposta a bambini molto più piccoli.

Ancora un'avvertenza. È essenziale, perché le proposte qui presentate diano qualche frutto, che gli insegnanti dedichino un po' di tempo a provare personalmente i lavori e le esperienze proposte *prima* di proporle in classe. Nel gruppo nel quale abbiamo lavorato si sono rivelati estremamente proficui tutti i momenti in cui, tra adulti, si è cercato di realizzare un'esperienza pratica e di parlare in gruppo, cercando di dire quello che succede. È solo così che si arriva a sentire l'esigenza di elaborare una rete di concetti e di relazioni tra concetti, con la quale successivamente si può lavorare coi bambini, avendo in mente come indirizzare e guidare il lavoro.

Prima parte

Cos'è una situazione di apprendimento?

Il maestro o la maestra sta parlando. Non sta parlando da solo, ma con i suoi alunni, almeno apparentemente. Può parlare di un argomento qualsiasi: di quando va messo l'accento sulle vocali o degli antichi Egizi, delle regole di un nuovo gioco o della sottrazione in colonna. È ovvio che vuole farsi capire, e infatti intervalla il suo discorso con domande e piccoli esempi. Se raccontasse una favola sarebbe completamente diverso. In un certo senso la favola non va capita, va vissuta. E come succede nella vita che non tutto quello che ci capita lo capiamo, così può succedere in una favola. Un famoso narratore di favole diceva che la cosa più bella che può succedere quando si racconta una favola ad un bambino, è che il bambino si addormenti. È segno che la sua mente è entrata nella favola, e ha deciso che era una favola comoda per addormentarsi...

Ma non è questo il nostro caso.

La maestra (pensiamo che sia una maestra, così il discorso vale anche per la scuola dell'infanzia, che di maestri ne ha davvero pochi) vuole comunicare qualcosa che «serve» ai bambini.

I bambini dovrebbero impossessarsi di un modo di ragionare o di vedere le cose che viene loro prospettato dall'insegnante, perché possano poi servirsi per fare qualcos'altro, o per capire altre cose simili. Tutti conveniamo che, se dobbiamo utilizzare una spiegazione che ci viene data da un altro per applicarla ad altri contesti o addirittura per agire in un certo modo, abbiamo assoluto bisogno di «far nostra» quella spiegazione e di capirne pienamente il senso che può avere per noi. Ce ne accorgiamo quando un amico ci spiega un gioco di carte. Lui parla come se tutto fosse chiaro, perché lui già sa il gioco. Mentre a noi può succedere di capire perfettamente tutto quello che dice, parola per parola, ma di non capire un accidente di come funziona il gioco. Alcune parole ci sembrano del tutto inutili, mentre mancano molte cose che colui che spiega considera sottintese.

Si raggiunge il massimo del comico quando qualcuno cerca di spiegarci un gioco per un quarto d'ora e noi non capiamo nulla, e ad un certo punto abbiamo come un'illuminazione e chiediamo: «ma questo è Whist!?» e lui risponde «sì», «ma allora me lo potevi dire subito, io lo conosco benissimo!».

Ora in classe la maestra è come se dovesse spie-

gare un nuovo gioco di carte. E forse è anche peggio. Dunque lei parla, fa vedere cose (fotografie, oggetti, cartine geografiche, ecc.) e ogni tanto fa domande e qualcuno risponde. Se la risposta è pienamente soddisfacente si va avanti, se no, si cerca di spiegare meglio. Noi crediamo che questa tipica situazione, che continuamente gli insegnanti creano in classe, costituisca una pessima situazione d'apprendimento. Crediamo che ben pochi bambini possano davvero appropriarsi di un discorso che procede così, e abbiamo il sospetto che quei 3 o 4 sui quali ci appoggiamo per andare avanti sono quelli che in qualche modo «il gioco già lo sanno», come nell'esempio del Whist.

Nell'insegnamento delle scienze l'importanza dell'impostazione metodologica della didattica è a nostro avviso enorme. Ma man mano che si va a fondo in una ricerca sull'efficacia didattica dell'insegnamento si scopre che in tutte le aree culturali questi aspetti sono essenziali. L'educazione scientifica può essere un punto di attacco del problema, a partire dal quale possiamo rivedere e riannalizzare tutto il nostro fare scuola.

Bene, lo scopo di un insegnamento delle scienze, a rigor di termini, dovrebbe essere di spiegare il mondo ai bambini. Altro che un nuovo gioco di carte. Cominciamo subito a metterci in pace con i tempi: possiamo lavorare intensamente sulle scienze per 5 o 6 anni di seguito con dei bambini, ma le scienze, tutte intere, non gliele potremo mai dare, e neanche un quadro completo di «conoscenze di base» come si trova scritto nei Nuovi Programmi per la scuola elementare.

In questa sede ci interessa però cercare di indicare, con molta semplicità, quali sono le condizioni indispensabili per costruire in classe una valida *situazione d'apprendimento*. Un contesto che almeno abbia un'efficacia maggiore della situazione in cui l'insegnante parla (o legge) e interloquisce debolmente con alcuni bambini.

A noi pare che vi siano quattro punti da mettere in luce:

- 1 - *Uno «scenario» di lavoro che i bambini devono guardare;*
- 2 - *il modo di disporre fisicamente i bambini;*
- 3 - *il ruolo dell'insegnante;*
- 4 - *l'attesa.*

1. Lo scenario

David Hawkins, un professore americano di filosofia delle scienze che da molti anni si occupa di educazione scientifica, in un suo bel libro (*Imparare a vedere*, Loescher 1979, pag. 76) sull'apprendimento parla del «principio del triangolo». Lui non è un maestro, ma sua moglie sì, e racconta di aver afferrato l'importanza di tale principio spiando sua moglie lavorare con i bambini. Il principio del triangolo consiste semplicemente nell'idea che la più valida comunicazione con un bambino si può avere solo avendo in gioco 3 termini: Io (l'adulto), tu (il bambino), ed «esso», qualcosa fuori da noi a cui io e te ci riferiamo. «Esso» può anche essere una cosa da fare, un'«impresa». Hawkins dice: «Nessun bambino (...) può acquisire competenza e conoscenza e riconoscersi competente e sapiente se non nella comunicazione con altri, coinvolti come lui nelle sue imprese» (ibidem p. 69). Questo principio non è valido solo o principalmente a scuola, ma ovunque. Ci sono adulti che non sanno stare con i bambini, anche se sono molto ben intenzionati, così come ci sono adulti che immediatamente sanno stare con bambini piccoli. La psicologia e la psicopedagogia possono ricamarci sopra le più complesse teorie, richiamandosi a dimensioni affettive, emozionali, istintive. Ma noi crediamo che una delle cause più semplici da riconoscere di questi strani comportamenti, sia proprio l'incapacità che hanno, alcuni adulti, di parlare col bambino di qualcosa, di coinvolgerlo in qualcosa da guardare, da fare... non possiamo avvicinarci ad un bambino e parlargli di lui o di noi o, peggio ancora, del rapporto tra lui e noi. E comunque non si può sperare di limitare l'interazione ad un parlare, è molto meglio chiedergli: «Ce l'ha le lancette dei secondi il tuo orologio?» oppure: «Secondo te, come si fa a farlo scrivere questo pennarello?». Per poi passare ad un discorso sugli orologi o sui pennarelli avendo tali oggetti tra le mani.

Allora in classe un'idea del genere è fondamentale e ben poco praticata, anche se molti insegnanti sono comunque convinti di portare in classe tanti materiali. Non è un problema di materiali, ma un problema di approccio iniziale. Se si vuole parlare in classe dei semi e della vita delle piante, è ovvio che potremmo arricchire e documentare il nostro discorso facendo vedere e toccare tanti tipi di semi e facendoli poi piantare in vari modi. Ma il discorso ormai l'abbiamo impostato noi, lo abbiamo già segnato e limitato con le nostre parole. Se invece apriamo sul pavimento dell'aula un grande fo-

glio bianco o colorato e ci poniamo sopra un peperone, un mucchietto di fagioli, una noce di cocco e una bustina di semi di basilico, e chiediamo semplicemente: «Che cos'è?» allora le cose possono andare diversamente.

Anzitutto i bambini parlano. Quasi tutti e quasi sempre. Non c'è affatto bisogno di «rompere il ghiaccio», perché il ghiaccio c'è solo nella comunicazione interpersonale. Non può esserci del ghiaccio tra i bambini e un peperone da guardare, da tagliare, da aprire e da descrivere a parole. Il bambino non parla specificamente al maestro, ma a tutti e soprattutto non sa cosa *deve* dire, ma può solo dire quello che gli viene da dire intorno a qualcosa che è sotto gli occhi di tutti. L'insegnante non può sapere dove porterà la discussione, ma può essere abbastanza sicuro che se si troverà nei guai vorrà dire che insieme, lui e i suoi alunni, ci si sono cacciati, e non che è stato progressivamente abbandonato dai bambini fino a perdere il senso di quello che sta dicendo. Si voleva parlare di semi e si scopre che per quasi nessuno i fagioli sono semi. Si voleva parlare di frutti e si scopre che nessuno pensa che il peperone sia un frutto, e tanto meno che il cocco sia un seme. Ma i bambini non sono d'accordo tra loro e la discussione va per le lunghe. Qualcuno chiede di alzarsi e di aprire un fagiolo per vedere se dentro c'è il seme. Lo apre e dice: «Ma non c'è il seme, c'è la piantina!». Altri bambini alzano la mano e vogliono dire la loro. Ecco cos'è *lo scenario*.

Si tratta ogni volta di definire qual è la situazione, l'oggetto o il fenomeno che va in qualche modo «incorniciato» e posto all'attenzione dei bambini.

Evidentemente non tutta la didattica può venire organizzata intorno ad uno scenario sul quale chiamare i bambini a discutere. Ci saranno dei momenti precisi in cui ciò avverrà e attraverso i quali si può cercare di sviluppare conoscenze ad un primo livello, vi saranno poi tante altre situazioni, magari meno creative dal punto di vista cognitivo, nelle quali le conoscenze vengono individualizzate, consolidate ed esercitate con attività dirette e rigorose (esercizi, resoconti scritti, compilazione di schede di osservazione, allestimento di cartelloni, ecc.).

2. Disposizione dei bambini

Vi sono trattati di pedagogia sperimentale sullo spazio educativo, le architetture scolastiche, e le configurazioni ottimali del mobilio scolastico; banchi, sedie, cattedra, armadi, lavagna, tavoli da lavoro, ecc.

Quello che interessa per un quaderno di proposte di scienze è un suggerimento specifico riferito al tipo di attività che si intende svolgere. Chiaramente uno scenario richiede una disposizione tale che tutti i bambini possano vedere, alzarsi per toccare e parlarsi. La configurazione ideale è quella del «cerchio» di bambini (o di un quadrato) che possano stare seduti e parlarsi tranquillamente. Con i bambini piccoli si può fare un cerchio facendo sedere i bambini per terra; e questo, pensiamo, può andare bene anche in 1^a elementare. Nelle classi elementari successive occorrerà farli sedere sulle sedie o sulle panche. E i banchi? Le soluzioni sono tutte un po' laboriose e richiedono comunque degli spostamenti più o meno fastidiosi. Dopo molti anni di esperienza ci pare che la soluzione migliore sia quella di disporre i banchi a quadrato, con tutte le sedie disposte all'esterno del quadrato e, quando si vogliono fare delle discussioni, bisognerà portare le sedie all'interno del quadrato. Per evitare il rumorosissimo trambusto del trasporto delle sedie consigliamo caldamente di procurarsi 4 vecchie panche (possono essere «trafugate» dal teatro della scuola, se ce ne è uno, o chieste in parrocchia o costruite insieme a qualche genitore volenteroso) da mettere stabilmente all'interno del quadrato. Ci si potrà sedere in qualsiasi momento e potranno essere usate per un'infinità di altre cose: come tavolo basso componibile su cui appoggiare qualcosa, come appoggio per lavori in creta o per acquerelli da asciugare, come platea per un piccolo teatrino da allestire in aula. Ma è importante che la disposizione fisica dei bambini richiami anche una loro disposizione mentale. Il momento del «cerchio delle discussioni» deve essere presentato fin dall'inizio come un momento tutt'altro che «facile» e «rilassante». È il momento in cui si deve imparare a parlare in tanti, riuscendo ad ascoltarsi e a risponderci. È un obiettivo ambiziosissimo, ma anche veramente importante per la crescita culturale dei bambini.

Le discussioni dovrebbero essere avviate nelle ore più produttive per i bambini: tra le 9 e le 10 e mezzo, oppure tra le 11 e mezzogiorno, subito dopo una lunga pausa ricreativa.

Dunque i bambini si dispongono in cerchio o in quadrato, si siedono, l'insegnante dispone al centro qualcosa e fa una breve domanda. A questo punto iniziano i discorsi dei bambini. Sarà difficilissimo abituarli a parlare. Si dovranno utilizzare gli espedienti più bizzarri. In una prima abbiamo spesso utilizzato il trucco del «microfono». Si fa finta

che un certo oggetto è il microfono (per esempio un piccolo flauto dolce, o la mazzetta del tamburello) e che ogni bambino può parlare solo se ha il microfono in mano. Il bambino che ha parlato lo può passare al compagno, oppure darlo a qualcun altro che l'ha chiesto.

Ogni insegnante dovrà dedicare molto tempo e molta pazienza in questo lungo ma utilissimo apprendistato.

3. Ruolo dell'insegnante

C'è una cosa che tutti gli insegnanti dovrebbero fare e che vale più di mille discorsi: registrare una loro giornata di lavoro in classe e poi riascoltarsi. Quello che colpisce non è tanto il tono della voce, sempre squillante e talvolta un po' ridicolo, o l'intensità, che il più delle volte è sistematicamente doppia di quella dei bambini; colpisce invece *quanto* il maestro parla.

Parla sempre tanto, seguendo dei fili di ragionamento suoi, che a malapena riesce a riidentificare lui stesso quando si riascolta.

Se il bambino sta per parlare, lui immancabilmente «lo aiuta» finendo la frase. I suoi lunghi discorsi sono intervallati da un'infinità di: «bravo», «adesso no, poi lo dici», «sì, ma questo non c'entra», «scommetto che Valentina lo sa», «ecco, era proprio quello che volevo sapere», «sì, però c'è una cosa ancora più importante di questa»...

È molto difficile trovare una normale conversazione su qualche cosa in cui l'insegnante, invece, chiede spiegazioni, ripete quello che ha detto un bambino e gli chiede se è così, argomenta con qualche bambino su quello che si sta dicendo, chiedendo agli altri di dire la loro. È difficile che un maestro raccolga più di 3 o 4 interventi prima di intervenire lui, è raro che riesca a mettere in comunicazione due bambini tra loro, invitando l'uno o l'altro a chiedere spiegazioni e ad esporre reciprocamente le loro ragioni.

Riascoltando una registrazione ci si accorge che un sacco di mezze parole e di mezzi interventi non sono stati nemmeno sentiti dall'insegnante, ma quello che è più grave è che traspare quasi sempre un affanno da parte del maestro a dire «bene» o «non bene, spiega meglio» a convalidare o a screditare le opinioni dei bambini più che capire quello che dicono, dimostrando di interessarsi realmente e seriamente dell'argomento e non solo del valore di quello che dicono i bambini. I bambini capiscono bene quando un argomento in realtà non interessa all'insegnante. E se non interessa a lui ben

presto non interessa nemmeno a loro, e si tende rapidamente ad arrivare a delle conclusioni standard su cui tutti sono d'accordo (è così facile dire «sì, ho capito, sono d'accordo») per passare ad un altro lavoro. Quando invece un argomento piace ed interessa davvero, che fretta c'è? Più ci si sta e meglio è.

Il ruolo di un insegnante che vuole lavorare sulle scienze coi suoi bambini dovrebbe essere principalmente quello di:

a) *sollecitatore di problemi* (provocatore) e b) *controllore di coerenza* (una specie di interlocutore un po' tonto e pedante che prende sempre alla lettera i discorsi, li fa a pezzetti e controlla se filano o se ci sono delle contraddizioni; e questo indipendentemente dalla giustezza del contenuto).

Ecco un esempio: (Ins = insegnante; A, B, C, ecc. = i bambini)

Ins: *Chi fa più forza, Luca che deve reggere un sacco di patate o il banco che regge due bambini seduti sopra? (Provocatore).*

A : *Luca, non lo vedi che suda?*

B : *No, il banco, perché regge di più.*

C : *Il banco non fa forza, Luca sì.*

D : *Luca deve fare sempre più forza, il banco deve fare sempre la stessa.*

Ins: *Allora le patate pesano sempre di più? (Controllore di coerenza).*

D : *No. Ma per Luca sì perché si stanca.*

B : *Ma la forza non la fanno solo le cose che si stancano.*

E : *Mio padre non si stanca mai.*

A : *Dipende, se deve spingere la macchina.*

E : *La metti in discesa, così va da sola.*

Ins: *Ma allora, così, tuo padre non la spinge affatto. Grazie che non si stanca.*

Sono sempre discussioni lunghe. Ma dovrebbero essere sempre condotte con estrema attenzione e neutralità. Bisogna fare molta attenzione ai tempi. Bisognerebbe fermare una conversazione tra bambini piccoli (4/5 anni) dopo 15 minuti al massimo. A 6 anni si può arrivare a 20/30 minuti e a 8/9 anni non si dovrebbero mai superare i 45 minuti. È invece molto consigliabile fare brevi intervalli e poi ricominciare, per un tempo sempre inferiore a quello del primo intervento.

Ovviamente questi due aspetti del ruolo dell'insegnante sono essenziali nella conduzione di una conversazione di scienze, così come in tutti i momenti in cui si voglia raccogliere idee e modi di capire dei bambini. Certamente l'insegnante non fa

solo questo, e la sua posizione non è neutrale come può apparire dalle cose dette finora. È chiaro che oltre a sollecitare problemi e a controllare coerenze, l'insegnante deve svolgere una funzione di guida, sistematica ed intenzionale. Ma quello che ho cercato di chiarire è che altro è esporre idee e spiegazioni ai bambini che ascoltano, altro è svolgere una continua opera di mediazione tra quello che i bambini fanno «da soli» e quello a cui noi insegnanti vorremmo che i bambini arrivassero. Più che fare la lezione si lavorerà in classe per proporre nuove coerenze, accanto a quelle dei bambini, che possono dar conto meglio di fatti che si sono studiati. E inoltre si potrà dar voce ai modi di capire dei bambini più impliciti e nascosti, che spesso cadono nel vuoto e non vengono recuperati.

Dunque non è vero che in questo modo l'insegnante «non insegna», o si limita a fornire ai bambini opportunità di crescita cognitiva, al contrario egli spinge continuamente verso una costruzione di conoscenze che partono dal capire dei bambini e si arricchiscono e si sviluppano diventando nuovi «capire» dei bambini stessi.

4. L'attesa

Chi ha fretta è meglio che cambi mestiere. E purtroppo il difetto più comune tra gli educatori è quello di avere fretta, di voler arrivare ad una risposta, ad una conclusione.

Rousseau diceva che l'insegnamento è l'arte di saper perdere tempo («coi bambini bisogna cercare non di guadagnare tempo, ma di perderne», poiché «ogni dilazione è un vantaggio»¹).

Ci sono molti «livelli di attesa» che giocano un ruolo importante nelle dinamiche scolastiche. In tutti i casi si dovrebbe arrivare a considerare l'attesa non come un prezzo da pagare per arrivare a qualcosa, ma come un *fine* dell'intervento educativo. Quando l'insegnante pone un problema e aspetta, è molto probabile che i bambini stiano ragionando e parlando per costruirsi, ciascuno secondo i suoi personali stili di conoscenza, una loro soluzione del problema. Nel momento dell'attesa è in atto uno sforzo creativo da parte dei bambini. Questo sforzo richiede i suoi tempi, per di più molto diversi da bambino a bambino. Ma allo stesso tempo è questo sforzo creativo il fine principale dell'educazione scientifica. Il problema è grosso e carico di implicazioni metodologiche. Per cercare di evidenziarne le tante dimensioni possiamo consi-

¹ Rousseau, *l'Emilio*, libro 2°.

derare almeno tre diversi livelli di attesa che riguardano l'insegnamento scolastico: l'attesa domanda/risposta, l'attesa del concetto centrale, l'attesa della maturazione a lungo termine.

La prima cosa da controllare è il tempo di attesa che un insegnante adotta quando pone una domanda. È inutile consigliare dei tempi: il tempo di attesa è giusto quando il bambino sente che l'insegnante sta attendendo e che è disposto ad attendere. I bambini, in genere, sanno benissimo quanto tempo hanno a disposizione per rispondere, e questo è molto deleterio. Perché dopo 2 o 3 secondi di tempo smettono di pensare alla risposta perché tanto non hanno più altro tempo. La cosa più bella sarebbe dare ai bambini l'impressione che l'attesa è piacevole per l'insegnante. In questo modo sarebbero spinti a non lanciare sempre risposte fulminee ma ad attendere, loro stessi, un po' di tempo per controllare il senso di quelle risposte. Vi è poi quella che potremmo chiamare l'attesa del «concetto centrale». L'insegnante ha in testa un ordine concettuale nel quale un concetto (o un'idea, una regola, un collegamento) è centrale e fondamentale. La discussione dei bambini invece ha le sue strade concettuali e sembra non arrivare mai al punto centrale. Attendere in questo caso è addirittura un segno di intelligenza e di freschezza mentale. L'insegnante è disposto a prendere in esame altre strutture concettuali e se ne interessa, proprio perché non le aveva previste a priori. I bambini sono portati a sviluppare il discorso senza salti, sempre sotto la spinta delle «provocazioni» e dei «controlli di coerenza» di cui si è parlato prima. I cosiddetti concetti centrali arriveranno, e se non arriveranno vuol dire che in quella situazione non c'era proprio verso di farli uscire. Ma nel frattempo si sono trovate altre cose e si sono evidenziati altri problemi ugualmente importanti.

Talvolta si scopre che il tipo di concettualizzazione che noi adulti avevamo in testa non è il più efficace e vi si rinuncia per sempre.

Per ultimo ci sono le attese «lunghe». Quelle che si riferiscono a dei veri e stabili cambiamenti dei bambini. Secondo noi su questo piano gli insegnanti fanno meno errori, per il semplice fatto che non hanno un'eccessiva fiducia nel cambiamento, nella crescita a lungo termine del bambino. Credo che molte preoccupazioni e molte ansie potrebbero essere superate, confidando nei tempi lunghi. Direi anzi che la didattica scolastica usuale è una didattica frettolosa e pessimista. Nel senso che tende a spremere il massimo dai bambini nel breve tempo, non confidando del benefico effetto, anche sul piano strettamente cognitivo, che può avere il passare del tempo. Avere il senso dell'attesa per tempi lunghi non vuol dire soltanto sperare che ciò che non siamo riusciti a fare in classe venga prima o poi fuori col tempo, ma significa piuttosto avere il coraggio e la saggezza di lavorare con insistenza su quei contenuti di base che magari danno poca soddisfazione nell'immediato, ma che speriamo possano favorire uno sviluppo più ricco e duraturo della cultura dei bambini. Chi ha questo atteggiamento non si preoccupa troppo se su un certo argomento non si arriva a concludere niente di preciso, ma resta in attesa appunto di vederne dei riscontri più indiretti e profondi.

Abbiamo cercato di rendere chiare queste condizioni per l'apprendimento perché non consideriamo scindibili determinate proposte di lavoro dal tipo di ambiente educativo che si crea in classe. In realtà la sensatezza e validità delle attività che vengono descritte più avanti discende in gran parte dalla possibilità di utilizzarle per costruire in classe, con bambini ancora poco scolarizzati, delle ricche situazioni di apprendimento che contribuiscano ad avvicinarli alla cultura scientifica nel modo più efficace e promettente per il futuro.

Seconda parte

Schemi concettuali del fare forza

Spesso i bambini chiedono «perché»; ma siamo sicuri che vogliono davvero sapere *perché*?

Ritorniamo alla domanda della premessa: perché un elastico s'allunga? Che cosa si vuole sapere con una domanda del genere? Proviamo a dare delle risposte.

— *Prima risposta*: s'allunga perché lo tiri. Non va bene. Forse potremmo dire: s'allunga *quando* lo tiri; ma questo è ovvio. Qualcuno potrebbe già obiettare che si può allungare anche senza doverlo tirare, basta metterlo intorno ad un libro e l'elastico resta allungato. Ma in quel caso è il libro che tira?...

— *Seconda risposta*: s'allunga perché è elastico. Un bel capolavoro di ambiguità! Siccome un elastico è elastico allora si allunga. Peccato che si allungano anche le stoffe e gli spaghetti. Senza contare che non abbiamo ancora spiegato nulla. È come dire: «s'allunga perché s'allunga».

— *Terza risposta*: s'allunga perché è come una molla. Già, e una molla perché s'allunga? E poi, è vero che un elastico è come una molla?

Tutte le risposte che possiamo trovare danno un certo imbarazzo. Potremmo anche fare un lungo discorso sulle particolari caratteristiche dei materiali gommosi con cui si fanno gli elastici, ma non credo che otterremmo risultati migliori.

Il problema di fondo è che vorremmo dare al bambino qualcosa di nuovo che lo aiuti a vedere più chiaramente, e non ci riusciamo. E infatti raramente è possibile con le sole parole dare ad un bambino piccolo (di 4 o di 10 anni non è molto diverso) questo aiuto a capire meglio che spesso ci chiede di dargli.

Ma allora che significa quel *perché*?

Probabilmente lui ci sta chiedendo semplicemente di guardare insieme come funzionano questi elastici. Potremmo allungarne tanti di tanti tipi diversi e vedere cosa succede. I piccoli diventano fini fini e duri, con i grossi si deve fare più forza e resistono di più; certe volte si screpolano e, se ci fai caso, si scaldano pure un po'. Si può toccare con la lingua mentre si tirano e sentire se l'elastico si scalda. L'elastico può essere tirato con due mani, ma può anche essere attaccato a qualcosa (una maniglia, una gamba di una sedia o un pupazzo) da una parte, e si può tirare solo dall'altra. Possiamo cominciare noi a fare al bambino delle domande: «Quando tiri di più? Tira di più di qua o di là? In

quale punto tira? Se facciamo due segnetti con un pennarello sull'elastico, che succede quando lo allunghiamo?».

Abbiamo costruito un piccolo scenario sul quale parlare, e ci rendiamo conto che al bambino serve molto di più che noi gli facciamo domande, piuttosto che dargli una risposta. Lui può rispondere oppure può prendere un elastico in mano e farci vedere: ecco è così. Metà parole, metà azioni. Le domande ovviamente si moltiplicano a dismisura. Ma anche le osservazioni e le previsioni. Ecco, più lo allunghi e più diventa duro, perché tira. Se lo tagli diventa un elastico lungo e dritto e s'allunga di più. Lo devi attaccare ad una cosa dura, se no non puoi allungarlo perché ti viene tutto dietro. Quando è lungo lungo diventa come una corda e non s'allunga più.

Vediamo anche le molle. Sono diverse, ma sono anche uguali. Chissà se dentro un elastico c'è una molla? No, perché una molla la puoi anche spingere, mentre un elastico lo puoi solo tirare. Già, è vero, come mai? Ecco, una molla è dura però è tutta attorcigliata, mentre un elastico è morbido.

Potremmo andare avanti parecchio. E ovviamente i tanti problemi che si aprono e che vengono «attraversati» mentre si lavora in questo modo con dei bambini, non possono essere previsti. Dipende molto dalla situazione, dall'età, dal tempo, dai materiali che si hanno sotto mano. Ogni situazione d'apprendimento è in qualche modo unica, perché essendo un processo che coinvolge individualmente i bambini, porta comunque l'impronta particolare dei bambini che la stanno vivendo. Ciò non significa che non si possono rintracciare degli schemi concettuali ricorrenti e basilari, che costituiscono un fondo cognitivo comune che può essere costruito a partire da attività e con materiali molto diversi, ma che un insegnante dovrebbe avere in mente per poter indirizzare e padroneggiare l'evolversi dei percorsi d'apprendimento dei bambini. Così per l'elastico vengono fuori ripetutamente parole quali: tirare, deformarsi (allungarsi), forza, spingere, resistenza (della sedia che fino ad un certo punto non si muove), strusciare, pesantezza, ecc. Queste parole si usano quando servono per descrivere quello che succede, ma, man mano che si procede nel lavoro, si organizzano e si strutturano sempre meglio in schemi sufficientemente coerenti.

La costruzione di questi schemi è il punto cruciale dell'apprendimento scientifico, perché corrisponde ad un progressivo distacco da una certa particolare situazione che porta ad enucleare un modo di succedere delle cose sempre più generale ed astratto. Se un bambino dice: «Più tiro e più s'allunga, perché deve tirare di più», sta, per l'appunto, tentando questo *distacco* di uno schema particolare di comprensione da una situazione che è caratterizzata da infinite altre cose rispetto a quelle coinvolte nello schema.

Ora ci occuperemo di un certo numero di schemi concettuali molto generali, che intervengono in vario modo in tutte le linee di lavoro che vengono presentate nella terza parte del quaderno. Si tratta di cinque grosse chiavi di lettura concettuali che,

1. Come si fa forza

In tutti i lavori che presentiamo ci sono forze. Ma in nessun lavoro le forze si possono vedere; non si può mai dire: eccola lì la forza. Perché? Perché *forza* è una parola astratta, è più un modo di dire (o di vedere), che un qualcosa di oggettivamente.

Eppure i bambini dicono «forza» tranquillamente. Se facciamo un gioco in classe, chiedendo di dire una frase con la parola forza, escono, come da un vulcano, forze di tutti i tipi. Abbiamo provato a raccogliere frasi scritte in una classe elementare. (vedi esempi che seguono).

Lavorando e giocando coi bambini ci si accorge che la forza come tale vuol dire tante cose, forse troppe. Sono forze inconfondibili, incommensurabili; a tutti i livelli: linguistico, semantico, ope-

contrariamente alle risposte sull'elastico, non rispondono a nessun *perché*, ma offrono una struttura teorica di riferimento attraverso cui si può dar conto di una grande quantità di fatti concernenti le forze, le deformazioni, i pesi, ecc.

L'obiettivo che hanno questi discorsi è di tentare un raccordo sensato ed efficace tra i fondamenti disciplinari di una parte importante della fisica (statica e dinamica) e le strutture concettuali di base che il bambino si va costruendo, fin da quando è molto piccolo, su tutti i fenomeni che includono l'idea di forza.

È questo un primo tentativo che va nella direzione di quella ricostruzione di una educazione alla conoscenza valida anche per i primi livelli scolastici, di cui si è mostrata l'esigenza nella premessa.

Le cose cambiano completamente se si lavora intorno al *fare forza*.

Nel momento in cui si ragiona sul fare forza, entra in gioco l'esperienza corporea e percettiva ed anche le idee si strutturano in modo più coerente. In tutte e 10 le esperienze suggerite di seguito vi è un fare forza. È col fare forza che si impone una progressiva strutturazione, sempre controllata da continui riferimenti alla percezione corporea del bambino.

Se si parla di forze in generale, le possiamo immaginare ovunque senza problemi; quando un bambino parla del suo fare forza è come se descrivesse una mappa del suo corpo, in base alla sensazione del fare forza.

Guardiamo i primi due disegni (figure 1 e 2).

Quando diciamo forza - frasi di bambini

- Quel treno va a tutta forza.
- La forza di mio nonno è famosa in tutto il mondo.
- Il pugile mena a tutta forza.
- Io mangio la minestra a forza.
- La forza della bomba.
- Che forza quell'arco.
- Il cavallo è forte perché tiene molto peso.
- Il soldato è forte perché combatte.
- Ci vuole forza per fare le scale.

- La forza del cervello quando pensa.
- La forza dei nervi.
- La forza di sopportare la doccia fredda.
- Forza Roma!
- La forza è dentro di noi.
- La forza dell'energia elettrica.
- La forza di nuotare.
- La forza di andare fino a scuola la mattina.
- La forza del vino che ti ubriaca.
- La forza del terremoto.
- La forza di gravità.

- L'acqua ha una forza e spinge.
- La forza del vento.
- La forza di stare in piedi.
- La forza della voce del cantante.
- Il televisore è troppo forte.
- La forza di inventare le cose.
- La forza della molla che lancia.
- La forza dell'elastico, quando lo lasci.
- L'unione fa la forza.
- La forza del veleno.
- Il fuoco ha molta forza.
- La forza dell'elica.
- La forza del serpente.
- La forza del martello.
- La forza del trapano che buca.
- La forza della sega.
- La forza dei genitori.
- La forza di volontà.
- La forza dei soldi.
- La forza del pavimento che tiene.
- La forza del cassone dell'acqua.
- La forza dell'albero.
- Forzare la porta e entrare.
- La forza di immergersi sott'acqua.
- La forza di scrivere.

Fig. 1

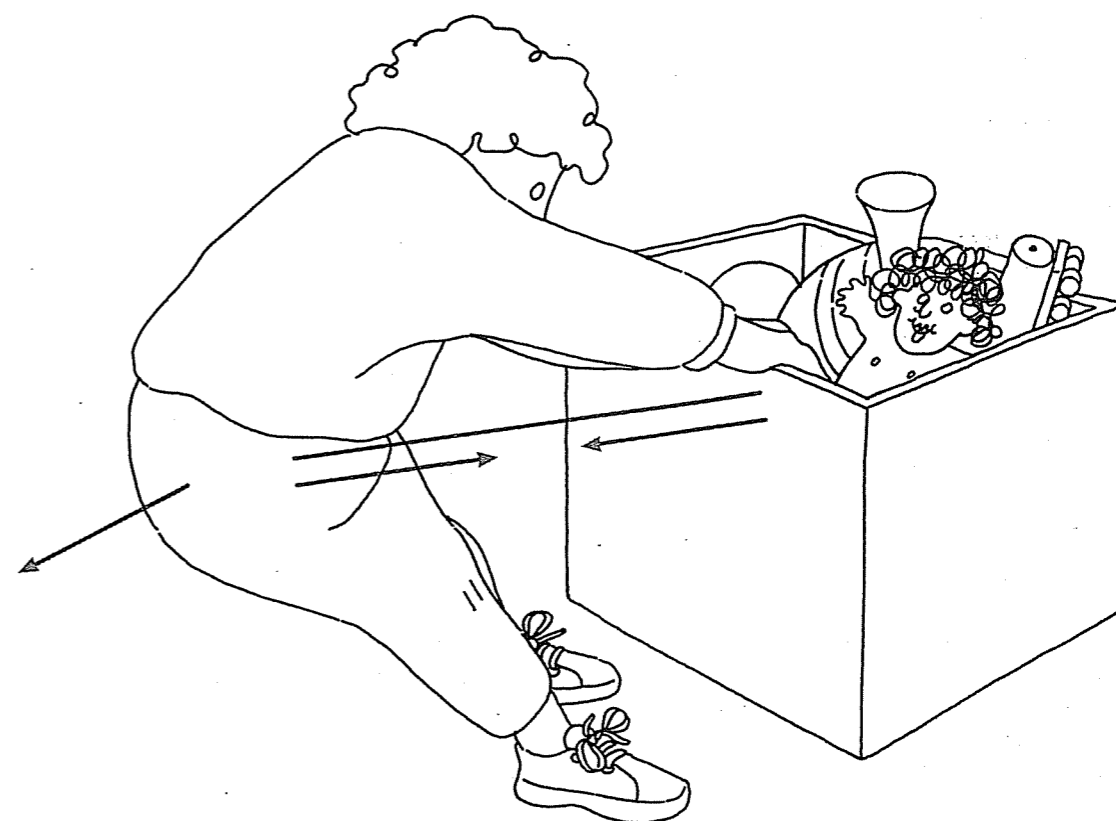
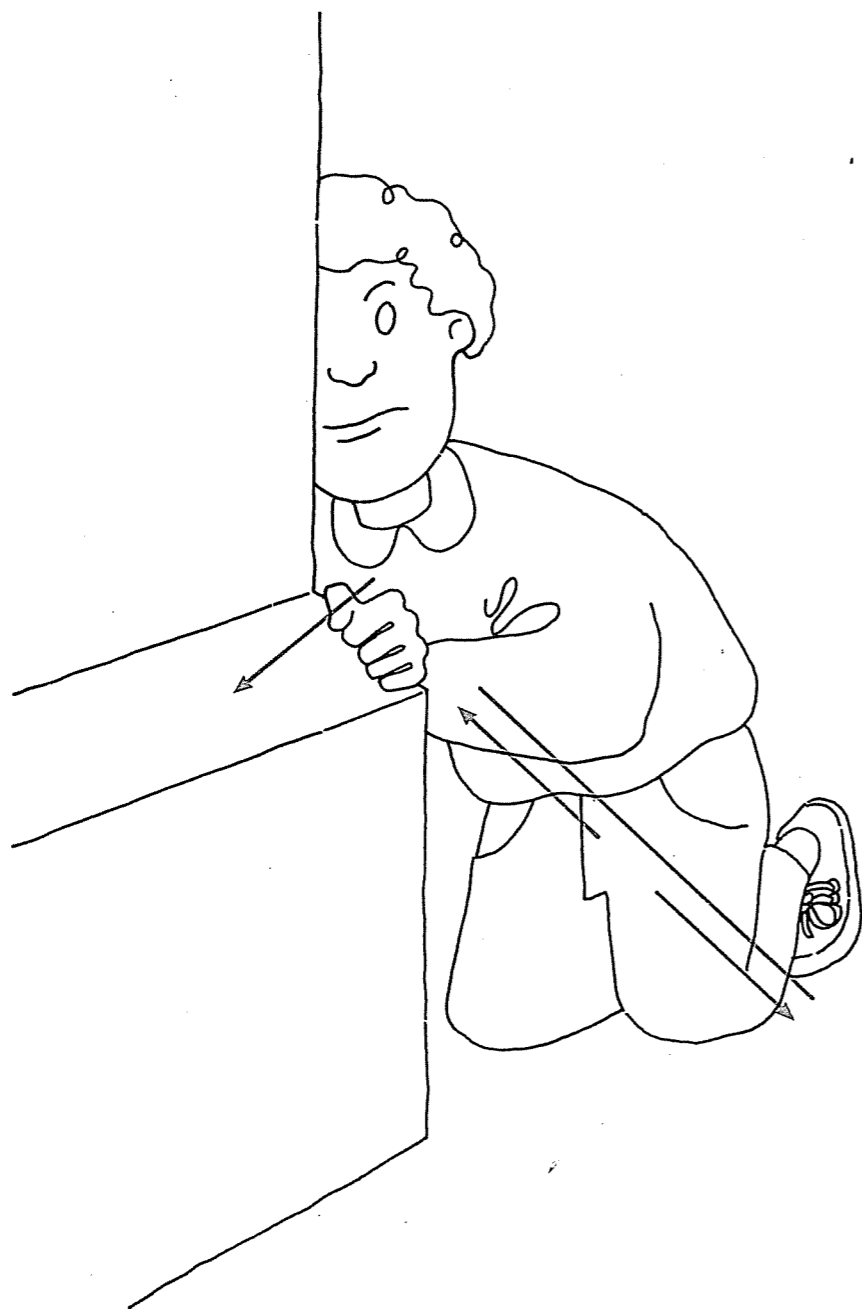


Fig. 2



I bambini si mettono in un certo modo per fare forza. Si aiutano col peso, ma se non basta devono mettersi nei modi in cui è più efficace la forza che vogliono fare.

Il bambino che spinge ha il corpo raccolto e compresso tra mani e piedi. Poi comincia a *espandersi*, mettendo in funzione i muscoli, in modo da costringere il corpo ad aprirsi, ad allungarsi.

Il bambino che tira, viceversa, tiene una parte del corpo allungata. Le braccia sono tutte stese e

stanno lontane dal busto. Le gambe invece stanno così per permettere al peso del corpo di agire nello stesso verso del sistema muscolare tronco-spalle-braccia-mani. Quando il bambino comincia a fare forza, tenta di chiudere, di *contrarre* quella specie di arco che ha formato con le braccia e col tronco.

C'è un altro modo di fare una forza. È quello di usare il corpo come un sistema torcente (figura 3).

Se un bambino vuole svitare un grosso lampadario, deve mettersi in modo da costringere una

Fig. 3



parte del corpo, per esempio le braccia, a girare in un verso, e un'altra parte, per esempio le gambe, a girare in un altro. La configurazione del corpo, in questo caso è simile a quella di un asciugamano che deve essere strizzato: si gira in un verso da una parte, e nell'altro dall'altra, e così l'asciugamano si torce e si strizza. Analogamente a quello che accade quando dobbiamo svitare il coperchio di un barattolo (figura 4).

Con la mano e il braccio destro creiamo un primo sistema muscolare torcente, facendo girare la mano destra in senso anti-orario ed in senso opposto il braccio e la spalla; e con la mano e il braccio sinistro creiamo un secondo sistema muscolare torcente, in cui la mano tenta di girare nel verso opposto.

Attenzione! Dal punto di vista della mano sinistra, anche lei sta girando in senso anti-orario, ma quello che conta è che, fissato *uno stesso* punto di vista, le due mani girano in senso opposto. Devono essere due torsioni antagoniste.

Tutto ciò potrebbe sembrare quasi inutile se questi modi di fare forza non risultassero del tutto generali. Qualsiasi sistema, sia esso in grado di *esercitare* una forza, sia esso in grado solo di *resistere* ad una forza, deve funzionare così.

L'aspetto cognitivo più interessante è che, lavorando coi bambini, a poco a poco si comincia ad individuare zone del corpo che non sembrava dovessero entrarci con un certo modo di fare forza, e che invece «fanno male», «si gonfiano» e «si induriscono» perché costituiscono una parte importante del sistema muscolare che fa forza. In particolare, risulta essenziale evidenziare che qualsiasi sistema che fa forza è in qualche modo «bifaccia».

Occorre sempre mettere il corpo in modo da incastrarsi tra *due* punti (o *due* versanti) e costringerli, con movimenti muscolari, a far forza simmetricamente *di qua e di là*.

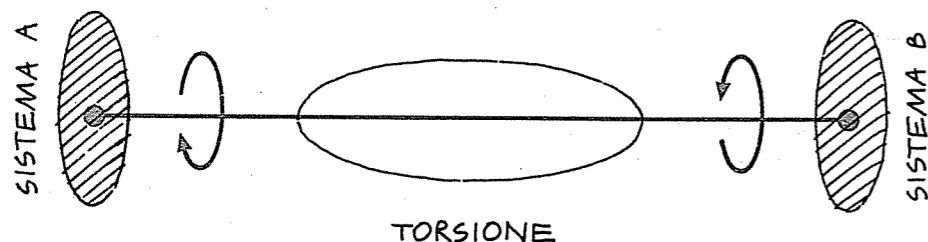
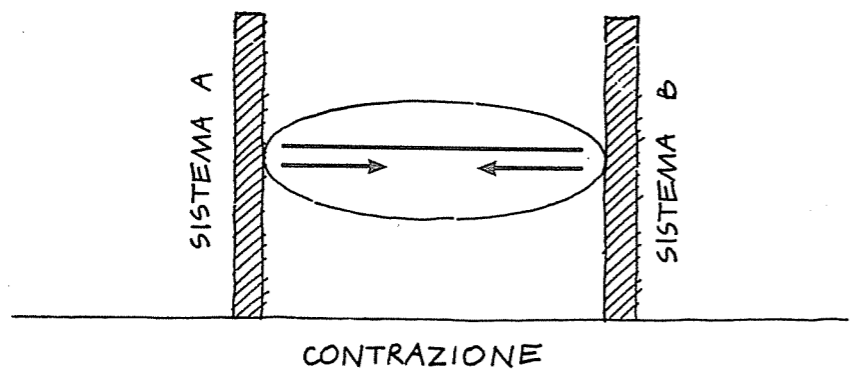
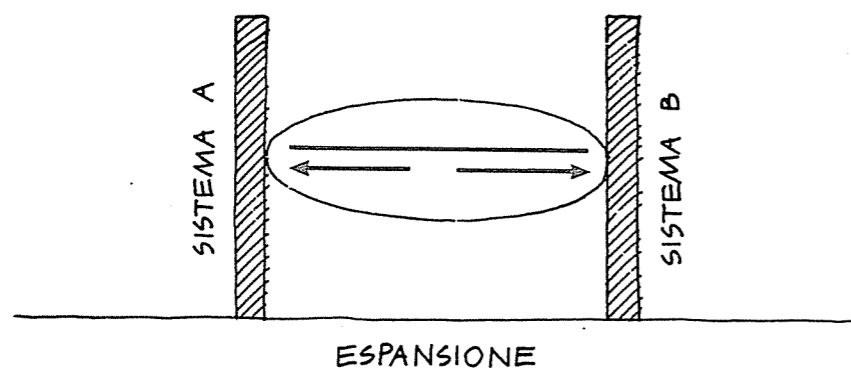
- Non si può espandersi da una parte sola;
- non si può contrarsi da una parte sola;
- non si può torcersi da una parte sola.

La bambina della figura 13, che sta facendo il tiro alla fune con la compagna, sente che il suo corpo deve espandersi, allargarsi, frapponendosi fra corda e pavimento. A nulla vale tirare con le mani se non si ha modo di spingere con i piedi contro il pavimento.

Fig. 4



Fig. 5



Dunque potremmo riassumere i tre modi fondamentali coi quali si può fare forza con gli schemi in figura (figura 5).

Gli schemi prendono in considerazione il sistema «uomo», ma il discorso vale per qualsiasi sistema (motore, macchina, elastico, molla, ammortizzatore, ecc.) che può fare forza.

In realtà, come si è già osservato, lo stesso schema vale per un corpo inanimato, un oggetto. Se si osserva ancora il tiro alla fune delle due bambine (figura 8), possiamo anche considerare la corda come il sistema principale che, in questo caso sta facendo una forza di tipo «contrazione», nel senso che resiste ad altre forze che vorrebbero allungarla con forze di rigidità che agiscono in senso opposto. Similmente nella spinta della panca, la panca resiste a forze che tenderebbero a farla contrarre con forze di rigidità che agiscono in senso espansivo.

Si parla spesso di «forze attive» (quelle esercitate da un organismo vivente, da un motore, ecc.) e «forze resistenti» (forze che si limitano ad intervenire contro altre forze: forze di rigidità, forze d'attrito, forze elastiche, resistenza aerodinamica dell'aria, ecc.). La distinzione che è così immediata per i bambini, in realtà non riguarda propriamente le forze. Quando un bambino fa forza con la mano per comprimere una molla tende a dire che *lui* fa forza, e non la molla. Ad un secondo livello di riflessione potrà riconoscere che anche la molla spinge contro di lui, ma manterrà sempre una netta distinzione. In realtà vi sono molte differenze tra il fare forza dei sistemi attivi, potremmo chiamarli «le sorgenti di forza», rispetto ai sistemi resistenti, che però non riguardano le forze. Accenniamo qui a due di queste caratterizzazioni delle forze attive rispetto a quelle resistenti, rimandando un maggiore approfondimento al paragrafo «forze e energia».

2. Simmetria delle forze

Per fare una forza, qualcos'altro deve fare una forza contro di noi. Questo è un nodo cruciale e per nulla banale dal punto di vista fisico. È abbastanza immediato, ma non altrettanto per i bambini, riconoscere che ogni volta che facciamo una forza, *dobbiamo* farla contro qualcosa che fa forza contro di noi (cioè in verso opposto). Se io tiro l'elastico, l'elastico tira contro di me. Quando l'elastico si spezza, lui smette di tirare e *simultaneamente* devo smettere anch'io di fare forza. Ma la cosa più sconcertante concettualmente è che le due forze che si contrastano *sono sempre uguali*. Se io spingo la macchina e la macchina non si muove, posso ammettere che la macchina fa contro di me tutta la forza che io faccio contro la macchina. Ma quando comincia a muoversi, le forze sono ancora uguali? La risposta è: SI. E allora perché sono io a far muovere la macchina e non viceversa? Questo è un punto difficile.

1. Possiamo chiamare attiva una forza che è fatta da un sistema in grado di esercitare un controllo. Un bambino che spinge può decidere se fare più o meno forza, se smettere di farla o se aumentarla all'improvviso, controllando non solo l'intensità della forza ma anche la rapidità con cui viene aumentata o diminuita. Nei limiti, ovviamente, delle sue possibilità fisiche.

2. Inoltre una forza attiva è in grado di dare energia al sistema che fa forza contro di lei. Si pensi al lanciatore del peso che è in grado di far forza contro la sfera pesante e di imprimerle un'alta velocità, facendole acquistare così una notevole energia di movimento. In realtà anche le molle e gli elastici sono in grado di fornire energia. La fionda non è altro che un elastico in grado di fornire rapidamente una grossa energia di movimento al proiettile. Però, in questo caso, l'elastico è stato precedentemente caricato da un sistema attivo che gli ha fornito l'energia che la fionda è poi in grado di «restituire» alla pallina che viene lanciata.

Questi aspetti potranno venir discussi in più punti all'interno delle linee di lavoro, ma occorre sempre tener presente che non riguardano tanto le forze quanto le caratteristiche dei sistemi in grado di farle.

Un'ultima osservazione su come si fa forza.

Quando si fa forza, indipendentemente da altri effetti come quello del movimento di cui si parlerà più avanti, si producono delle deformazioni. È chiaro che un lungo elastico si deforma di più di una corda dura, così come spingendo una spugna si deforma di più di un mattone di argilla. Tuttavia, il fatto stesso di poter essere sede di forze, richiede ai materiali di potersi deformare, in misura maggiore o minore a seconda della loro struttura interna. Alcune osservazioni a questo proposito possono venire lavorando su molti degli oggetti utilizzati per fare forze nelle varie proposte operative.

tantamente concettualmente è che le due forze che si contrastano *sono sempre uguali*. Se io spingo la macchina e la macchina non si muove, posso ammettere che la macchina fa contro di me tutta la forza che io faccio contro la macchina. Ma quando comincia a muoversi, le forze sono ancora uguali? La risposta è: SI. E allora perché sono io a far muovere la macchina e non viceversa? Questo è un punto difficile.

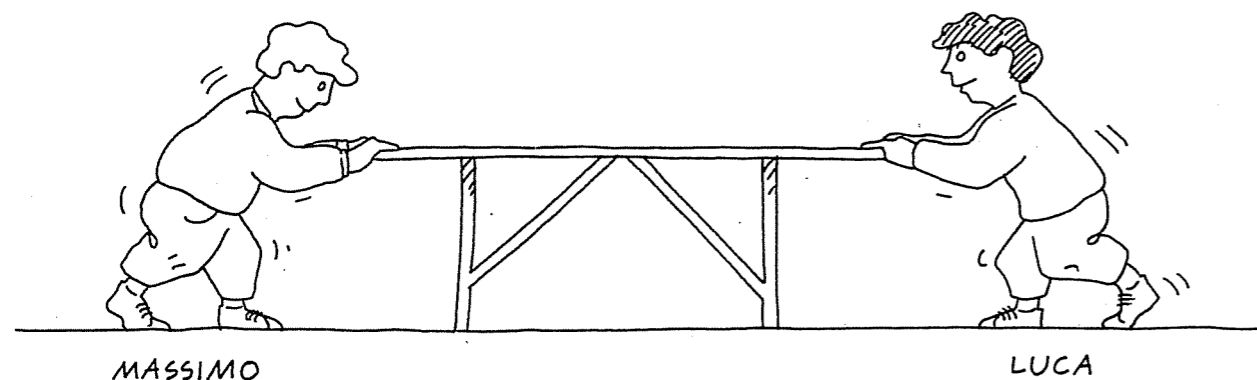
Anzitutto non dobbiamo fare confusione tra una vera difficoltà concettuale e un problema linguistico.

stico. Spesso a scuola insistiamo molto nel sostenere che una certa cosa va in una certa maniera, e costringiamo in qualche modo anche i bambini ad ammetterlo. Ma se andassimo a scavare, sotto molte delle incomprensioni troveremmo spesso un mero problema di parole. I bambini intendono cose diverse da quelle che intendiamo noi quando dicono delle parole. L'esempio più classico è dato dalle esperienze sulla conservazione del volume d'acqua realizzate con i test piagetiani di travaso di una certa quantità d'acqua da un bicchiere largo in un bicchiere stretto. I bambini dicono: «C'è più acqua nel secondo caso». E noi ci sentiamo autorizzati a concludere che «non hanno il concetto della

conservazione dell'acqua». In realtà succede che chiedendo ulteriori spiegazioni ai bambini qualcuno dice: «Certo, l'acqua è la stessa, però lì arriva più in alto!». Dimostrando così di intendere tranquillamente quel «ce n'è di più» come «arriva più in alto»... (e questa confusione deriva ovviamente dal fatto che in genere se l'acqua arriva più in alto allora ce n'è di più).

Ora parliamo invece di forze. Consideriamo una situazione analoga a quella dell'uomo che spinge la macchina che però può essere realizzata in classe: un bambino spinge una panca di legno da una parte e un altro bambino la spinge dall'altra parte. Una specie di gara a chi spinge di più (figura 6).

Fig. 6



I due bambini incominciano a fare forza. Nessuno dei due si muove. Ad un certo punto uno dei due comincia a cedere, arretra un po', si fa spingere suo malgrado e alla fine molla la presa e si arrende. L'attività è descritta più avanti dettagliatamente; ora però ci interessa solo cercare di fare un po' di chiarezza tra problemi di tipo linguistico e problemi cognitivi veri e propri.

I bambini possono dire: «Quando Luca fa più forza, allora Massimo viene spinto indietro e perde».

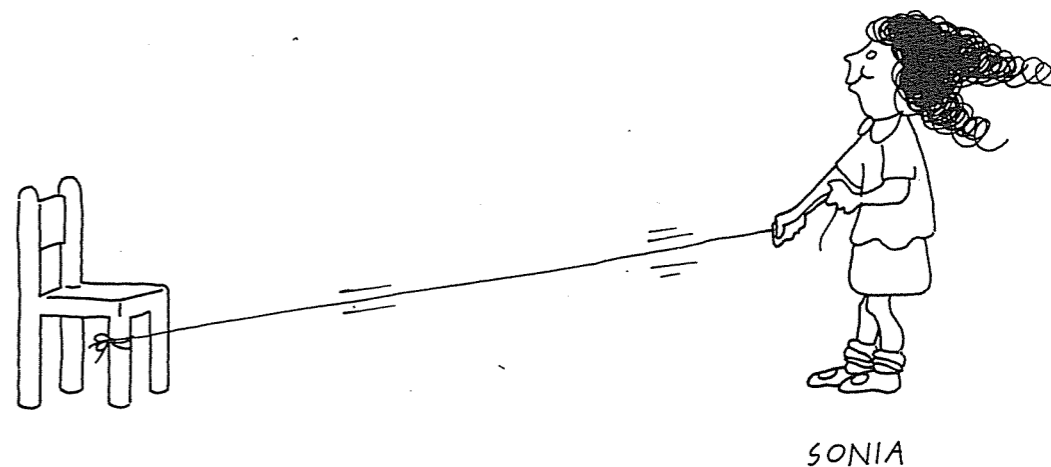
Ora il problema è questo: è evidente che non c'è simmetria tra Luca e Massimo: Luca riesce a far fare qualcosa a Massimo contro la sua volontà; Luca riesce a spingere avanti la panca mentre Massimo è costretto a farla avvicinare a lui; Luca vince e Massimo perde; ma siamo sicuri che ciò comporti necessariamente che facciano due forze diverse? O meglio: tutto questo non potrebbe avvenire anche ammettendo che, nonostante tutto, Luca e Massimo continuano a fare la stessa forza? Probabilmente dipende da cosa intendiamo per forza.

Da un punto di vista strettamente fisico le cose possono essere spiegate nel modo seguente. Luca e Massimo stanno facendo forza, uno contro l'altro, con uno schema muscolare del tipo «espansione» come nel caso del primo bambino che spinge l'armadio. Il loro corpo cerca di espandersi il più possibile essendo incastrato tra panca e pavimento. I due bambini fanno sempre più forza in modo tale che, nel momento in cui uno dei due aumenta, anche l'altro aumenta la forza che fa. Arriva un momento in cui Luca, benché faccia la stessa forza di Massimo, comincia ad espandersi progressivamente mentre Massimo per poter continuare a fare la stessa forza di Luca è costretto a contrarsi, non ce la fa a fare tutta quella forza restando con le braccia distese e i piedi fermi. Il fatto che Luca riesce a fare quello che fa è connesso certamente col fatto che lui potrebbe fare più forza, ma ciò non significa che faccia più forza di Massimo. Luca è in grado di continuare a fare quella forza e nello stesso tempo riesce ad espandersi ed infine ad avan-

zare coi piedi, spingendo Massimo; Massimo invece, non ce la fa a fare la forza che fa (che per lui è la massima possibile) tenendo le braccia e le gambe distese, è costretto a piegarsi ed infine ad arretrare. Ogni volta che smette di fare forza, Luca avanza e lo costringe ad arretrare, fino a che non si arrende. Il fatto sconcertante è che noi diciamo che Luca è più forte oppure, come più spesso dicono i bambini, che Luca ha più forza; ma questo non dovrebbe implicare che Luca ne faccia di più di Massimo.

Lo schema fisico a cui si vorrebbe arrivare piano piano è che fare forza è un'interazione simmetrica e simultanea di due corpi, in qualunque caso, con qualunque corpo, siano essi fermi o in movimento. Si tratta di uno schema molto difficile da costruire, non tanto perché sia di per sé antintuitivo, quanto perché in un qualsiasi fenomeno meccanico, oltre ad esservi forze, ci sono molte altre

Fig. 7



Nel disegno si vede che la bambina tira l'elastico. L'elastico è in grado di fare da rivelatore di forza, nel senso che più fa forza e più si allunga. Osservando e discutendo su queste esperienze, i bambini cominciano a ragionare sulle forze in termini più coerenti, anche se un po' più astratti. Poiché l'elastico si allunga sempre di più, vuol dire che Sonia (la bambina che tira) tira sempre di più, ma anche che la sedia riesce a fare la forza che fa Sonia (perché pesa ed è «incastrata» al pavimento).

Quando la sedia comincia a muoversi, l'elastico si accorcia immediatamente; ciò vuol dire che sente due forze minori. Quando infine Sonia si trascina la sedia appresso camminando per l'aula, l'elastico resta più o meno allungato in un certo modo e quindi vorrà dire che è tirato da due forze uguali: Sonia che tira camminando e la sedia che ... cam-

minando tira, nel senso che fa forza perché col suo peso struscia contro il pavimento.

Tutto questo insieme di problemi, che non sono per nulla semplici e banali, costituisce una base fondamentale sulla quale in seguito è possibile giungere ad uno dei grandi principi della dinamica: il cosiddetto 3° principio di Newton. Normalmente viene enunciato in questo modo: ad ogni azione corrisponde una reazione, uguale e contraria. Normalmente viene citato per spiegare il fatto che quando un bambino dà uno schiaffetto al fratello piccolo, questi gliene rifila subito un altro. Oppure per spiegare «scientificamente» la vendetta. Se invece si prova ad interpretare le azioni e le reazioni come forze contrapposte, dovrebbe risultare chiara la connessione con i discorsi fatti finora. Questo principio viene usato in fisica nel caso in cui le varie for-

ze che succedono che non sono affatto simmetriche. Risulta così particolarmente arduo tentare di staccare dai più vari contesti la configurazione delle sole forze in gioco, senza prendere in considerazione molti altri aspetti percettivamente più evidenti.

Per portare i bambini ad evidenziare questi aspetti sono essenziali le esperienze che utilizzano oggetti che siano «rivelatori di forze». Ad esempio: molle, elastici, spugne, bilance, ecc.

Nella terza parte viene descritta un'esperienza nella quale un bambino tira sempre di più un lungo elastico da mutande che è annodato alla gamba di una sedia (figura 7).

ze contrapposte (le azioni e le reazioni) diano luogo a loro volta a un movimento. Così quando avviene la deflagrazione nel cannone, la carica che esplode non può che fare la stessa forza sia in direzione del proiettile (che viene lanciato) sia verso la parte opposta, e quindi contro l'affusto del cannone che deve rinculare. Chiaramente la stessa forza che agisce contro masse così diverse darà luogo ad

3. Configurazione chiusa dei sistemi di forze

Ricapitoliamo. Per fare una forza dobbiamo tentare di espanderci, di contrarci o di torcerci con i muscoli mettendoli «in contrasto» con dei «sistemi» che possono «reagire» alle nostre forze o alle nostre torsioni opponendo simultaneamente delle forze o delle torsioni.

Dunque riconsideriamo le due bambine che giocano al tiro alla fune. Emanuela tira forte facendo forza con le mani che tengono la fune e con i piedi, puntati contro il pavimento. I due sistemi che le permettono di fare forza sono la corda tesa e il pavimento rigido. Se la corda cedesse, oppure se il pavimento non «tenesse» (un pavimento di ghiaccio, per esempio, potrebbe rompersi), Emanuela non potrebbe più fare forza in alcun modo.

Ora procediamo e consideriamo in sequenza tutti i sistemi che partecipano a questo fare forza del tiro alla fune. Passiamo alla corda. La corda si sente tirata da entrambi gli estremi e lei può reagire grazie alla sua rigidità (rispetto alla trazione), opponendo uguali ed opposte forze sia contro Ema-

effetti molto diversi. In particolare il proiettile acquisterà una velocità che è tante volte maggiore di quella del cannone quanto la massa del cannone è maggiore di quella del proiettile.

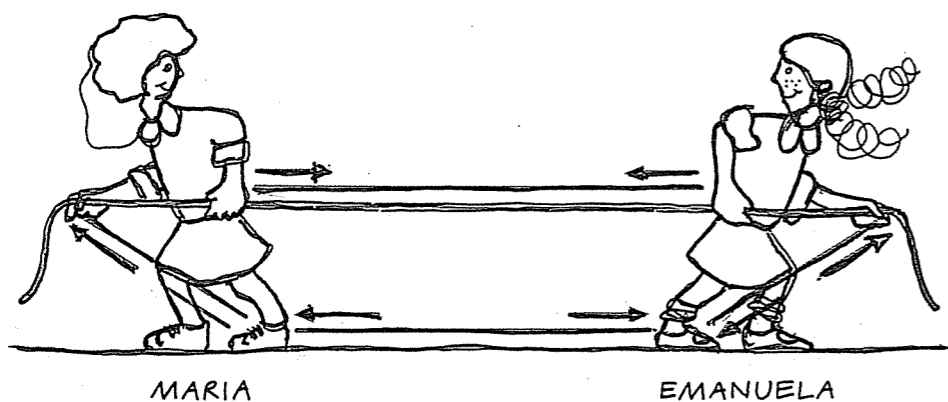
Questo legame della forza con la velocità è un altro punto importante che verrà discusso nel 4° paragrafo.

nuela che contro Maria, l'altra bambina. All'altro capo della corda c'è Maria che fa forza a suo modo contro la corda e contro il pavimento. Quello stesso pavimento che faceva forza contro i piedi di Emanuela. E così il cerchio si chiude. L'intero sistema Emanuela, corda, Maria, pavimento è coinvolto in un giro di forze, punto per punto simmetriche ed opposte, che si chiude (figura 8).

Per evidenziare il ruolo del pavimento si potrebbe fare il tiro alla fune su un tappeto che può facilmente scivolare sul pavimento. In questo modo le bambine, non potendo puntare i piedi contro un pavimento in grado di contrastare le loro forze, non potrebbero fare la minima forza, e il gioco sarebbe impossibile.

Abbiamo provato a fare il tiro alla fune nei modi più impensati: con i pattini a rotelle ai piedi, seduti per terra con i piedi puntati direttamente gli uni contro gli altri e, persino in piscina cercando di sostituire l'attrito del pavimento con una continua e vigorosa nuotata.

Fig. 8



Ecco allora che prende forma uno schema generale più ampio del fare forza, nel quale si possono distinguere, a seconda di quello che si vuole evidenziare, un singolo sistema che fa forza (ad esempio una delle due bambine) ed un intero sistema di riferimento, più o meno grande e articolato, che è in grado di riempirsi di forze grazie alla sua rigidità. Così gli schemetti della espansione, della contrazione e della torsione (pag. 26) rappresentano qualcosa che è possibile perché l'uomo che fa forza può farla contro un sistema di riferimento rigido che può contrastarlo, dando luogo ad una cate-

4. Forze che producono movimento

Certe volte le forze non producono alcun movimento, altre volte sì. Nei diversi lavori che vengono presentati vi sono situazioni molto diverse, nelle quali le forze, compreso il peso di cui parleremo più avanti, producono effetti diversi. È già molto importante focalizzare con i bambini queste diverse possibilità.

Vi sono forze che producono allungamenti o compressioni (elastico, molla, corda, creta, e la stessa bilancia pesa-persone). Altre forze che fanno spostare le cose (l'armadio da spostare, la sedia tirata, ecc.). Alcune forze agendo anche solo per un istante danno una grande velocità agli oggetti che vengono lanciati lontano (fionda da tavolo, la balestra, o i colpetti ben assestati che fanno partire le palline, le palle e i cerchi da ginnastica).

La forza peso può fare cose molto diverse; se un oggetto è appoggiato su un tavolo sembra che non faccia niente ma se lo si lascia cadere il risultato è evidente.

Infine vi sono dei casi in cui le forze non sembrano fare proprio nulla (la spinta della panca, la spinta di un bastone contro un muro e tutte le situazioni di equilibrio in cui non si riescono ad osservare né movimenti né deformazioni).

Ora è il caso di occuparci più da vicino del complesso legame fra forza e movimento. I bambini spesso dicono: «La macchinetta si muove perché la spingo, è la mia forza che la fa muovere». Come si fa a contestare un'affermazione simile? Possiamo però problematizzare la faccenda con altre esperienze da guardare. Un bambino lancia un cerchio di legno da ginnastica e quello va da solo percorrendo una lunga distanza. Come fa a muoversi se non ha più la forza del bambino che lo spinge? Dobbiamo far rispondere i bambini, farli parlare, far

na di forze che si chiudono attraverso chissà quanti e quali sistemi.

Lo schema del sistema di forze che si chiudono è del tutto generale, anche se non è sempre facile rintracciare tutti i pezzi che lo compongono. Le cose si complicano notevolmente quando intervengono dei pesi o vi sono dei movimenti, ma resta ferma l'importanza che ha, lavorando con i bambini piccoli sul fare forza, andare a rintracciare «dove vanno a finire le forze», «dove passano» ed eventualmente, quando è possibile, «come è che si chiude una lunga concatenazione di forze».

loro vedere e costruire molte situazioni diverse. Ai livelli di età ai quali ci rivolgiamo non è certo possibile arrivare ad una coerente concettualizzazione del complesso legame tra forza e movimento.

La fisica dei manuali poco ci aiuta, perché è strutturata a partire da semplificazioni estremamente artificiali ed irrealizzabili in una classe di scuola.

È invece essenziale affrontare il problema nella sua complessità onde arrivare a degli schemi, sia pure molto qualitativi, che effettivamente diano conto di quello che si vede.

Già, ma cosa si vede? Cosa è importante evidenziare per dare ai bambini l'opportunità di cogliere i vari aspetti del problema? Ecco alcuni esempi.

La sedia, quando viene trascinata, striscia sul pavimento. Se striscia di meno si fa meno forza per farla camminare. Può nascere il sospetto che buona parte della nostra forza è impiegata proprio contro questi attriti.

Si fa rotolare una palla. Basta una piccola forza a metterla in movimento per molto tempo. Ma se la palla deve rotolare su un folto tappeto di lana o su un prato, la palla si ferma quasi subito.

Si fanno cadere degli oggetti, ad esempio una pallina di vetro. La pallina parte da ferma e va sempre più veloce (è possibile accorgersene?) e arriva rapidamente a terra. Se la pallina viene attaccata dentro un vassoietto di polistirolo (quelli per la frutta dei supermercati), la caduta è più lenta e regolare.

Infine si può lavorare con vari tipi di fionde che in un attimo possono dare una grande velocità al proiettile.

Si dovrebbe a poco a poco intravedere uno schema concettuale di base nel quale l'intervento della forza provoca un cambiamento della velocità, vi sono forze che accelerano e forze che frenano. Men-

tre se vi sono attriti, struscii, contropinte dell'aria o di altri fluidi, bisogna continuare ad esercitare delle forze per evitare che questi fattori annullino il movimento. Vi sono così forze che servono per contrastare gli attriti e le frizioni varie e forze che intervengono proprio per aumentare o diminuire la velocità.

È classico l'esempio del treno. La motrice tira il primo vagone ed il primo vagone tira il secondo e così via. Concentriamoci ora sul gancio tra motrice e primo vagone. Vi è una forza della motrice che tira e una forza contrapposta del vagone che a sua volta tira la motrice. Quando il treno va ad una certa velocità costante, il gancio deve sopportare questa forza costante che è dovuta agli attriti e alle alte resistenze aerodinamiche (questo non è dimostrabile con evidenza, ma per il nostro discorso non importa).

Quando il locomotore vuol fare aumentare all'improvviso la velocità al treno si avverte uno «strappo» (un forte aumento di forza tra motrice e vagone). Perché tutta questa forza? Dire che il vagone pesa, risponde solo in parte al problema, in quanto il vagone pesava anche quando andava a velocità costante. Evidentemente il gancio deve sopportare questo aumento di forza tra motrice e vagone. Abbiamo così, da parte della motrice una «forza per far aumentare la velocità» e da parte del vagone una «forza di resistenza ad aumentare la ve-

5. Forze ed energia

Abbiamo visto finora alcuni schemi concettuali che danno conto di come si stabilisce un sistema di forze. Abbiamo evidenziato il carattere di simmetria e di chiusura di questi sistemi di forze nel caso in cui non si producano movimenti. Nell'ultimo paragrafo si è cercato di assimilare anche il caso in cui vi siano dei movimenti ad una situazione di equilibrio di forze; solo che, quando si producono movimenti, la forza che spinge (o che tira) è contrastata da una forza particolare che abbiamo chiamato «forza d'inerzia». Per cui se immaginiamo di «fotografare» il piede del calciatore nell'attimo in cui sferra il calcio contro il pallone, potremmo interpretare la situazione con una situazione di equilibrio tra due forze: quella del piede dell'atleta contro il pallone e quella del pallone che per acquistare tanta velocità in poco tempo fa un'uguale forza contro il giocatore. Inoltre, poiché queste forze, come si è detto precedentemente, producono delle

locità». Quest'ultima forza, che viene spesso chiamata «forza d'inerzia», non ha nulla a che vedere con gli attriti. Essa è tanto maggiore quanto più rapidamente vogliamo aumentare o diminuire la velocità (se l'aumento di velocità è molto lento e graduale serve meno forza), ed inoltre è tanto maggiore quanto più pesante l'oggetto. In fisica si parla di massa e non di peso, ma una tale distinzione non è evidenziabile con l'esperienza.

Possiamo pensare alla fionda. È evidente che l'elastico della fionda fa una certa forza. Se sono io a tenere l'elastico teso, la forza dell'elastico viene equilibrata dalla mia forza muscolare; ma un attimo dopo che ho lasciato, l'elastico contro chi fa forza? (figura 9).

Se è vero che le forze sono sempre simmetriche, quale forza contrasta la forza di tensione dell'elastico che sta scagliando via il proiettile?

Dovremmo ammettere che la pallina per essere messa così rapidamente in movimento fa una forza contro l'elastico. Presupporre l'esistenza di una tale forza vuol dire ristabilire il principio delle simmetrie delle forze anche in un caso in cui tale simmetria sembrava rotta.

Le linee di lavoro che vengono proposte non vogliono certo spingere i bambini verso un'analisi così astratta. È conveniente invece lavorare con i movimenti considerando più gli aspetti di energia che quelli di forza.

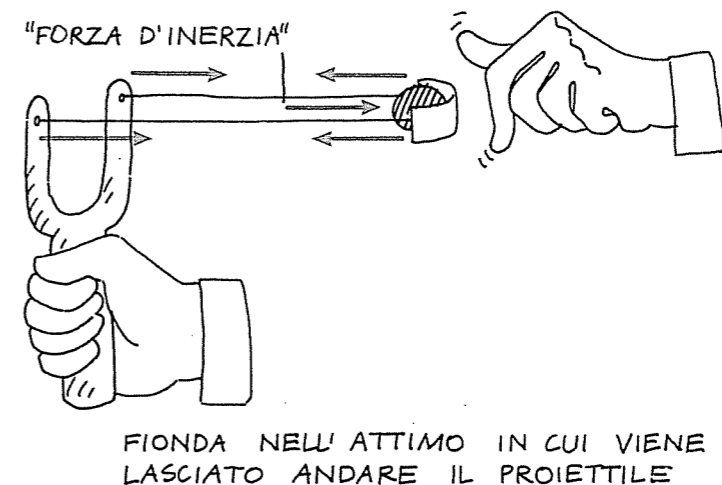
deformazioni, potremmo vedere il pallone schiacciato e compresso così come (in misura minore) dovrebbe risultare deformata la punta dello scarpino del giocatore (se il colpo è stato inferto con la punta, naturalmente).

Ora però è evidente che c'è una bella differenza tra il ruolo del giocatore e quello del pallone.

Una chiave concettuale particolarmente efficace per interpretare questi fatti è quella dell'energia. Potremmo subito dire che, nel caso della pedata data al pallone, è ovviamente l'uomo che trasferisce energia al pallone, e non viceversa!

Ma dov'è che entra in gioco l'energia, quando si fanno delle forze? Principalmente in tre casi: 1) un sistema attivo che fa forza *nel tempo* deve consumare energia («più a lungo faccio forza, più mi stanco»); 2) un sistema resistente, per arrivare a fare una certa forza, ci mette sempre un certo tempo e in quel tempo assorbe una certa energia (per far

Fig. 9



fare forza ad una spugna, occorre comprimerla per qualche istante; durante la compressione la spugna assorbe energia); 3) in alcuni casi un sistema che fa forza dà energia ad un altro sistema che lo contrasta (mentre l'elastico della fionda scaglia via il proiettile facendogli forza, gli dà anche una certa energia). Quest'ultimo caso include anche il caso n. 2 nel senso che in quel breve istante in cui la spugna viene compressa, chi comprime dà una certa energia alla spugna. Solo che, dal momento in cui la spugna ha raggiunto la voluta compressione, smette di assorbire energia e il sistema che fa forza contro di essa continua a consumare energia, che però va perduta invece di essere assorbita dalla spugna.

Inoltre quando avviene che un sistema dà una certa energia ad un altro sistema, può succedere che il sistema che assorbe si «carichi» di energia e che riesca a conservarla nel tempo; oppure che il sistema assorba e dissipi nell'ambiente continuamente l'energia che gli viene fornita. Ad esempio quan-

do si tende la corda dell'arco, l'arco si carica di energia e resta lì, pronto a «scaricarla» quando l'arciere lascia andare la freccia. Al contrario quando premiamo con un bastone contro un mucchio di sabbia, l'energia che forniamo alla sabbia non viene caricata da nessuna parte, e non può essere successivamente scaricata. La maggior parte delle forze si comportano così. Pensiamo a quando diamo una martellata, o a quando tagliamo una stoffa, o a quando stappiamo una bottiglia col cavatappi: sono tutte forze attraverso le quali diamo ad un sistema una certa energia che immediatamente viene dispersa. Non c'è un sistema in grado di accumularla da qualche parte.

Nelle linee di lavoro n. 4, 9 e 10 vengono discusse in particolare alcune situazioni dal punto di vista dell'energia. Preme qui sottolineare ancora che ogni sistema ha bisogno di caricarsi diversamente per fare una certa forza. Nel lavoro sul tiro della sedia con un elastico da mutande oppure con una

corda si ha un esempio lampante di questo punto. L'elastico morbido, per fare la forza necessaria a far muovere la sedia, ha bisogno di tempo, e in questo tempo si carica di molta energia. Dopo di che, quando la sedia comincia a muoversi, l'elastico è in grado di continuare a far forza e a muovere la sedia (*anche se il bambino che tirava si è fermato*) perché può scaricare la sua energia sulla sedia che si muove, facendo una forza via via sempre minore ma ancora sufficiente per mantenere in movimento la sedia (si veda a questo proposito il disegno e la relativa discussione di pagg. 59-61). Viceversa una corda dura per fare la forza necessaria a smuovere la sedia, ha bisogno di pochissimo tempo (è un tempo impercettibile) e praticamente non si carica di energia, per cui quando la sedia inizia a muoversi, se il bambino s'è fermato, si ferma subito dopo perché la corda non ha energia da scaricare sulla sedia.

Attraverso questo meccanismo di carica e scarica dell'energia, si possono descrivere le situazioni in cui si producono dei movimenti scandendo in fasi ben definite quello che succede. A proposito della fionda da tavolo si potrà dire: prima si tira l'elastico il più possibile, poi l'elastico si «scarica» mettendo però in movimento la biglia, la biglia

6. Il peso è una forza

L'ultimo schema concettuale che vorremmo evidenziare riguarda il peso.

Anzitutto molte delle attività dovrebbero mettere in luce i molteplici significati concettuali che ha per i bambini il peso delle cose. Il peso è una proprietà che indica la quantità di qualcosa, oppure la grossezza, oppure la sua inerzia, etc... Si dice pesante anche per dire solido, massiccio, caldo, e ovviamente per tutte le cose gravose da trasportare o da sorreggere. Non di rado il peso è legato ad un'idea di densità o di compattezza dei diversi materiali: «la paglia è leggera, la terra è pesante».

Tutto ciò deriva da una reale multiconnessione che vi è tra il peso e un'infinità di altre proprietà e di caratteristiche che, pur non identificandosi col peso, in qualche modo ne dipendono. È inutile dire che i bambini confondono il peso con il volume o con la densità o con la presenza di attriti, perché se è vero che tutte queste caratteristiche sono strettamente correlate con il peso, dal punto di vista esperienziale si tratta effettivamente di proprietà intercambiabili.

Non è un caso che nel linguaggio degli adulti tali ambiguità sono tutte presenti. Noi diciamo che il cancello non si apre perché è pesante, e che è pe-

va a sbattere contro il blocco di creta e il suo movimento si scarica contro la creta facendo un buco. Più l'elastico viene teso, più la biglia va veloce più il buco è profondo. Analogamente quando si lascia cadere una palla di creta per terra. Più alta è la quota da cui la lascio cadere, più andrà veloce la pallina, più si deformerà quando arriverà per terra.

Questo modo di descrivere è spesso il più semplice e potente dal punto di vista cognitivo.

Certamente anche questi abbozzi di discorsi sull'energia restano ad un livello non coerente e formalizzato, ma, come abbiamo più volte cercato di dire nella parte introduttiva della guida, nella scuola di base si ha soprattutto bisogno di situazioni di apprendimento nelle quali diversi modi di guardare e di parlare sulle cose che succedono vengono evidenziati e sviluppati sempre meglio. I bambini, tentando di adattare i loro ragionamenti alle tante cose che vedono, possono costruirsi delle reti concettuali sempre più articolate. È questo continuo processo di costruzione concettuale, verbalizzazione e di acquisizione di esperienze che dovrebbe avere il massimo valore per chi vuole occuparsi di educazione scientifica nella scuola.

sante camminare nella neve. Parliamo di litri e di chili con un alto grado di intercambiabilità e consideriamo equivalente controllare la quantità delle cose, misurandone il volume e il peso. E inoltre diciamo pesante riferendoci a tessuti, tratti di matite, terreni da gioco, quadri di pittori barocchi, battute di spirito, multe, linee d'automobili e da ultimo abbiamo inventato la lira pesante.

Eppure nei bambini piccoli la percezione più immediata è proprio quella più vicina al peso inteso in senso fisico: il peso come forza.

In tutte le attività che riguardano anche il peso vi è una continua evidenza di questa percezione primaria del peso come forza. Ci sono lavori in cui si può sostituire la forza con un peso o viceversa. In altre situazioni ci si accorge che lì dove pareva esserci un «buco di forze» in realtà vi è un peso. Così non è difficile approdare ad un'idea di peso come «forza sempre presente» che può aiutarci od ostacolarci, ma di cui occorre comunque tener conto.

A questo proposito sono significative le esperienze con i sacchi di patate, con le bilance e con i bastoni che vengono proposte nella seconda sezione delle linee di lavoro.

Terza parte

10 linee di lavoro

Mappe cognitive e percorsi didattici: come si possono utilizzare le linee di lavoro

Nella seconda parte abbiamo cercato di tracciare una rete di concetti basilari, una specie di «mappa cognitiva», degli argomenti che vengono proposti per il lavoro in classe. C'è un grosso equivoco che vorremmo evitare. Si potrebbe infatti credere che una o l'altra delle dieci proposte che vengono descritte serva per far acquisire un certo schema. Si potrebbe, ad esempio, pensare che attraverso le attività della linea n. 3 («tiro alla fune») i bambini si impossessino dello schema concettuale del fare forza; oppure che la linea n. 10 («la fionda da tavolo») serva per portare i ragazzi ad utilizzare lo schema riguardante la forza e l'energia. Non è così. Gli schemi concettuali che abbiamo illustrato sono il risultato di un'elaborazione a posteriori di molti anni di lavoro con bambini ed adulti non specialisti su argomenti variamente collegati alla meccanica elementare (forze, peso, principi di Newton, equilibrio, energia, ecc.). Ognuna delle linee di lavoro va interpretata come un itinerario complesso e aperto col quale si può lavorare su questi temi in una classe di scuola. Attraverso le descrizioni e le sbobinate originali che sono riportate, ogni insegnante si può fare un'idea di un certo numero di problemi che emergono, ma non troverà mai che una certa attività, o una certa frase detta dai bambini, garantisce che si è realizzato un certo schema di conoscenze.

Ma allora, come scegliere una o più linee per realizzare un percorso didattico con la propria classe?

Anzitutto proponiamo di leggere per esteso sia la parte riguardante gli schemi (seconda parte) sia quella con le linee di lavoro (terza parte). Dopo di che si può decidere di dedicare un certo numero di settimane o di mesi alla realizzazione di questo tipo di attività in classe. A questo punto, indipendentemente dal livello scolastico (infanzia o elementari) e dalla classe in cui si lavora, si può scegliere di partire da una delle linee per poi proseguire il lavoro, a seconda dei problemi che emergono, con una serie di varianti e di approfondimenti (ne vengono dati alcuni per ogni linea), oppure con un'altra linea di attività che ben si raccorda con quella già sperimentata in classe. Può succedere che si in-

cominci a lavorare coi sacchi di patate e la bilancia pesa-persone e si decida di allungare e di articolare i lavori proposti per uno o due mesi, rinunciando per il momento a mettere troppa carne al fuoco con altre proposte. Al contrario, una linea di lavoro può risolversi con poche ore di attività in classe e portare direttamente ad affrontare problemi ed esperienze che fanno parte di un'altra proposta. Questo perché ogni linea di lavoro non è tanto significativa di per sé, quanto per le dinamiche di apprendimento che sviluppa, per cui il parametro per giudicare la bontà del lavoro che i ragazzi fanno non è il numero di argomenti che si affrontano (o il numero di linee che si realizzano) ma, appunto, la ricchezza dei discorsi, delle spiegazioni e delle acquisizioni cognitive che si osserva in classe.

Quello che conta veramente, come si è accennato a proposito del ruolo dell'insegnante, è di creare situazioni di apprendimento stimolanti, saper lavorare nel tempo, anche a più riprese, sugli stessi argomenti con molta pazienza; preoccuparsi non tanto di svolgere un certo argomento, quanto di fornire ai bambini la massima ricchezza di situazioni sulle quali costruire il loro sapere.

I discorsi teorici sul fare forza servono esclusivamente come orientamento per l'insegnante, che potrà così disporre di una chiave di interpretazione complessiva di quello che i ragazzi fanno e dicono. Sarà compito personale dell'insegnante riuscire a guidare i ragazzi verso una conoscenza via via più coerente e padroneggiata delle realtà fisiche prese in esame. Così come solo l'insegnante saprà valutare l'opportunità di usare determinati strumenti di sintesi e di documentazione, per avere una continua verifica di come procede il lavoro. Talvolta è più indicato scrivere dei cartelloni con alcune frasi emblematiche dette dai bambini oppure far loro scrivere individualmente alcune piccole relazioni su quello che hanno visto e su come loro se lo spiegano. Si può intervallare il lavoro con disegni e schemetti da far fare agli alunni, oppure con discussioni da fare mostrando loro, a distanza di tempo, alcune diapositive sui giochi che avevano fatto. Sono tutte scelte che devono essere incluse

in un piano di lavoro didattico progettato dall'insegnante per il suo particolare contesto scolastico. È ormai noto e condiviso da tutti, d'altronde, che le ricette didattiche o i programmi di lavoro mensili che si trovano su libri e riviste non funzionano, se non come semplici suggerimenti di lavoro da inserire nella propria pratica didattica.

Un'ultima considerazione. Le attività didattiche si scelgono o perché se ne apprezza il valore cultu-

rale irrinunciabile o perché si ritengono particolarmente interessanti e, perché no, divertenti. Credo che siano sempre necessari entrambi gli aspetti. Se non si è convinti che gli argomenti proposti hanno un profondo valore culturale e che possono creare situazioni di apprendimento vive e divertenti, è senz'altro meglio lasciarli perdere piuttosto che svolgerli come una delle tante cose da fare.

Avvertenze per la lettura delle schede informative

- ARGOMENTO** : indica il tema prevalente del lavoro o il tipo di attività che vengono svolte.
- DURATA** : dà un ordine di grandezza del numero di interventi che è ragionevole fare in classe sull'esperienza proposta e indica anche l'arco di tempo complessivo nel quale può essere realizzato il lavoro.
- LIVELLO** : è il livello scolastico dei bambini con cui l'attività è stata effettivamente realizzata dal gruppo di ricerca da cui nascono queste proposte. È possibile e consigliabile provare a proporre lo stesso tipo di esperienze anche a livelli scolastici diversi. Viene inoltre indicata la scuola e gli insegnanti in cui è stata svolta l'esperienza, e da cui sono tratti i materiali originali presentati.
- MATERIALE** : si fa un elenco del materiale necessario che non sia di immediata e sicura reperibilità in un'aula di scuola.

AVVERTENZA: Tutti i dialoghi sono stati trascritti integralmente dalla registrazione. Pertanto sono state conservate sia la tipica struttura della comunicazione verbale, sia le espressioni più spontanee, con le relative "imperfezioni" di ordine grammaticale, sintattico, concettuale.

Sezione A. Esperienze con forze esercitate dal corpo

Linea di lavoro n. 1. La forza

Scheda informativa

Argomento : La forza (aspetti percettivi e di prima concettualizzazione).

Durata : 3 o 4 interventi in 2 settimane.

Livello : Scuola dell'infanzia. Scuole dell'infanzia del comune di Modena. Insegnante: Daniela Guerzoni.

Materiale : Qualcosa di pesante da spostare. Oggetti vari: blocchi di creta, spugna, ecc.

Descrizione della linea di lavoro n. 1

Questa linea di lavoro è la più aperta e generale di tutte. Ci sono un'infinità di occasioni per parlare delle forze del corpo umano che possono essere sfruttate con scopi diversi in tutto l'arco di età che ci interessa.

Si deve comunque partire da una situazione in cui si può convenire che serve della forza. Ecco alcune idee: 1) spostare uno scatolone pieno di oggetti; 2) alzare una sedia con una (o due) mani; 3) alzare un pesante blocco di creta e portarlo sopra un tavolo; 4) piegare un pezzo di fil di ferro abbastanza grosso (5 mm di sezione).

Il lavoro dovrebbe essere avviato con un momento di conversazione *senza gioco* a partire da una domanda del tipo: come si fa a spostarlo? (o ad alzarlo o a piegarlo).

La conversazione che viene qui riportata è la prima condotta con bambini di 4 anni divisi in piccoli gruppi. Le idee dei bambini sulla forza sono già tante e molto diverse. Andrea dice che sono i muscoli. Jody dice che dipende da quanto mangi. Marco sostiene che più uno è pesante più è forte. Marcello ha le scarpe da uomo-orso che rendono forte chi le ha. Enrico è forte perché ha la faccia seria ed arrabbiata. Giulio confida nel potere degli spinaci.

Poi i bambini si mettono a fare forza per spostare uno scatolone. Dicono che è *duro*, che c'è qualcosa che impedisce il movimento. Silvana, Elena, Annalaura e Cecilia provano insieme, ma tirano in direzioni diverse. Elena dice che mentre spingeva diventava tutta rossa. Si prova a svuotare lo scatolone. Qualcuno pensa di costruire una ruspa. Ci vogliono: due ganci, un rotolo di carta e una catena, ma non funziona. Giulio va a prendere la maschera da uomo-tigre così diventa più forte. È vero: vi sono modi per fare la forza coi muscoli, però

la forza bisogna anche *averla*. Con le maschere i bambini cercano di avere le sembianze di chi la forza ce l'ha, vogliono impadronirsi del potere della tigre, dell'elefante o del leone. La forza non solo è una questione di muscoli, è anche qualcos'altro: una volontà, un atteggiamento (essere arrabbiati), una disposizione, una energia.

È straordinario come si ritrovi, in nuce, quell'ampio ventaglio di significati che abbiamo riportato nelle frasi dei bambini più grandi. Ci sono schemi anatomici e posturali del fare forza che dipendono grosso modo dalla «quantità di muscoli» e dalla buona tecnica per esercitare le forze. Ci sono inoltre attitudini al fare forza che vengono evocate dagli animali e dagli attrezzi, dalla gru e dalla ruspa, che non dipendono dal fatto che hanno tanti muscoli o che hanno parti meccaniche corrispondenti ai muscoli, ma dal fatto di essere fatti per avere forza, di essere ricchi di un'energia particolare che conferisce loro una forza senza limiti e senza vincoli di nessun tipo.

Così come la «forza di sopportare la doccia fredda» e la «forza del cervello» indicano un potere o una resistenza più che una forza, così le maschere degli animali feroci danno un potere che non ha bisogno dei muscoli, o meglio, che non è proporzionato ai muscoli.

Gli spinaci di Braccio di Ferro hanno aperto un filone, un discorso, di cui qui non si riferisce, sul ruolo dell'alimentazione nell'acquisto di forza. È un discorso lungo e difficile che andrebbe ripreso a parte, in un ambito di problemi più biologici.

Una cosa che non è stata chiesta e che andrebbe sempre chiesta è di dire a parole, mentre si fa forza, dov'è che si sente dolore, dove si sente duro, gonfio, rosso, ecc. Andrebbero ben esplicitati

verbalmente i posti di indurimento muscolare onde cercare di tratteggiare, ad un primo livello, uno schema ad espansione o a contrazione del tipo di quelli discussi all'inizio della seconda parte. In effetti quasi tutto il corpo prende parte ad un fare forza, mentre molto spesso i bambini tendono ad evidenziare solo alcuni punti particolari: le mani, le braccia, i piedi, il collo.

Aperture, approfondimenti, varianti

Molti altri lavori possono intrecciarsi ad un primo approccio alle forze come quello ora descritto. È abbastanza naturale passare a lavori con forze contrapposte (vedi linea di lavoro n. 3), oppure ad un lavoro approfondito sulla forza per alzare un oggetto pesante. Ecco un suggerimento. Si invita un

bambino ad alzare lentamente una sedia con le mani. Il bambino deve dire cosa sente e gli altri ascoltano e discutono. Si può chiedere perché si induriscono pure la pancia e le gambe. Se il peso è più pesante quando è vicino al pavimento o quando sta in alto e perché, tenendo la sedia sopra la testa stando dritti si fa molto meno fatica che tenendola sollevata con le braccia distese ad angolo retto rispetto al corpo.

È inoltre particolarmente consigliabile realizzare una attività così aperta e flessibile anche nelle prime classi elementari. Coi bambini di sei-sette anni si potrà fare uso di foglietti con disegni e di brevi frasi per fare evidenziare meglio ai bambini il loro modo di schematizzare il fare forza rispetto agli schemi discussi nella seconda parte.

DISCUSSIONE DI BAMBINI - SCUOLA INFANZIA - MODENA

Insegnante: Daniela Guerzoni - Sez. 4 anni

Un mobile da spostare

Ins.: C'è un mobile molto pesante in sezione che dobbiamo spostare. Come si può fare?

Stefano: Provo io con questa forza.

Andrea: Io ho molta forza, ti faccio vedere (*si slaccia la camicia*).

Stefano: Simone senti che forza ho! (*mostra il braccio*).

Paolo: Senti il mio.

Giulio: È piccolo il tuo. Guarda il mio è grande.

Francesco: Io, qui nel braccio.

Stefano: Per me il più forte è Jody.

Giulio: Io dico che è Marcello, perché ci ha i muscoli qua nel braccio.

Marcello: È Stefano, perché ci ha la faccia arrabbiata.

Enrico B.: Io ho molta forza nelle mani.

Jody: Nelle braccia dirai?

Enrico B.: Io ce l'ho qui nella mano.

Ins.: Cosa è la forza?

Andrea: Sono i muscoli.

Jody: Daniela lo sai che l'uomo verde ha molta forza? Sì perché prende su i sassi, dei sassi pesanti e anche le macchine prende in mano. Ha molta forza che mangia tanto.

Marcello: Perché viene molto ciccione.

Marco: Per sapere il più forte bisogna pesarli. Si deve prendere la bilancia.

Andrea: Bisogna fare le capriole per saper i forti. Io sono il più forte, perché ci ho le scarpe da uomo-orso con gli orsi sotto.

Enrico B.: Io sono molto forte, perché ho la faccia seria e arrabbiata.

Stefano: Anche se uno ride ci ha la forza!

Ins.: Come facciamo a spostare il mobile?

Marco: Con le mani, spingerlo!

Giulio: Ci vogliono gli spinaci.

Simone: Come Braccio di Ferro.

PROVIAMO

Enrico B.: Tiro, ma non viene, perché c'è questo (*creta*). Non ce la faccio perché c'è questo.

Stefano: Io tiro fortissimo, ma non viene, perché questo coso è pesante. Secondo me c'è un chiodo sotto. È pesante perché c'è questo (*creta*), vedi? Vedi non viene neanche su.

(*Andrea spinge sul fianco e dal dietro*).

Stefano: Si è spostato.

(*Guardiamo ma non ne siamo certi*).

Ins.: Come facciamo a vedere se si sposta un po'?

Stefano: Si sposta pian pianino.

Andrea: Ecco, quasi quasi...

(*Decidiamo di contornare il mobile con un pennarello rosso. Se si sposta in avanti, si copre la riga rossa*).

Stefano: Andrea ti do una mano io così lo tiriamo via.

Andrea: Andiamo.

Marco: Vedi che non si sposta? Bisogna vuotarlo.

Stefano: No, bisogna subito comprare degli spinaci.

Giulio: Non si sposta perché c'è questo duro.
Stefano: Ecco, quello duro è pongo.
Marcello: Io ci riesco, spingo forte guarda, si sposta quasi!
Stefano: La riga rossa non è coperta, no, no, no!
Marcello: Stefano mi dai una spinta?
Stefano: Sì, fatti in là se no non riesco.
Marcello: Si sta spostando.
Stefano: No, la riga rossa è sempre qui.
Marco: Sì, si è spostato un pochino forse c'è qualcosa qua sotto che lo tiene stretto.
Paolo: No, forse c'è tanta roba!
Serena: Perché ci sono queste robe qui sopra e non si sposta.
Stefano: Se ce ne erano poche si spostava.
Francesco: (si mette a tirare) Non viene, vedi la riga? È sempre lì.
Jody: C'è troppa roba.
Stefano: Ho capito, si fa così, ti faccio vedere (gira intorno al mobile). Vedi? Ci passo, possiamo anche lasciarlo lì!
Ins.: E il cavalletto per pitturare? Proviamo ancora.
Fabio: Io no, non ci riesco; c'è troppa roba.
Simone: Ci riesco io.
(Silvana, Elena, Annalaura, Cecilia decidono di provare insieme. Tirano in direzioni diverse).
Silvana: Quanto pesa!
Elena: C'è troppa roba.
Cecilia: Perché quando c'è tanta roba si mette qua (sul tavolo) e si sposta (il mobile) dopo quando lo avete messo fuori, si prende la roba e si mette dentro.
Annalaura: È pesante.
Elena: Mentre spingevo il mobile sentivo queste robe qui (indica il contenuto del mobile). A spingere il mobile sono diventata tutta rossa, perché facevo fatica.
Giulio: Io sono diventato giallo.
Simone: Io sono diventato bianco.
Silvana: Anch'io gialla.
(Il mobile non si muove. Cecilia e Jody continuano a provare coi rotoli di carta, Elena insiste con la creta).
Cecilia: Uffa, se mangiavo gli spinaci di Braccio di Ferro, ci riuscivo.
Jody: Sai cosa ci vuole? Una ruspa vera.
Cecilia: Se viene un vigile, lo può spostare?
Elena: Anche i papà forse riescono a spostare il mobile.
Jody: Per prendere in mano questi sassi ci vuole un muscolo grande così.
Cecilia: E costruiamo una ruspina. Ci vuole un gancio, poi un altro gancio.
Jody: Una corda lunga con un gancio che viene giù, si attacca alla creta e viene via.
(Prendiamo un gancio, lo avviamo al rotolo di carta, vi attacchiamo una catena).
(I bambini tirano tramite la catena).
Jody: Non va perché bisogna attaccarlo là (indica il soffitto) (...).
Giulio: Bisogna tirare fuori tutto (prova ma non riesce). Bisogna andarci dentro (va dentro al mobile). Mi devi aiutare Alex a spostare i sassi maledetti. Dai ci dobbiamo riuscire che siamo dei cavalieri! Aspetta che vado a prendere la maschera almeno! (torna con la maschera dell'uomo-tigre). Ecco, adesso sono più forte. Tiro questo sasso maledetto (creta).
Giulio: Non si vede più il segno. Guarda si è coperta la riga rossa! Fabio aiutami, dai, spingi!
Francesco: Bisogna prendere una calamita. (...).

Francesco: Perché sei troppo in alto, ma te lo avevo detto che ci voleva una calamita. Ho un'idea, lo tiriamo su in tanti quando tornano tutti quelli ammalati.
(Miriam va a chiamare altri bimbi e ricominciamo da capo a tirare con la corda).
(La corda si rompe. Cosa facciamo?)
Miriam: Lo leghiamo ancora (con la stessa corda) però bisogna metterci lo scotch dove si è rotta (lo mette sulla corda intera, più o meno nel punto in cui si era rotta la corda precedentemente).

Linea di lavoro n. 2. Elastici

Scheda informativa

Argomento : Elastici che fanno forza e che suonano.
Durata : Due o tre interventi in due settimane.
Livello : Scuola dell'infanzia. Scuola dell'infanzia del comune di Modena. Insegnante: Nives Garuti.
Materiale : Un sacchetto di elastici molto diversi. Elastici da mutande ed elastici per fermare i bagagli (attenzione perché sono pericolosi!). Elastici per fare le fionde.

Descrizione della linea di lavoro n. 2

È un tentativo ambizioso per fare un discorso sulla natura delle forze che si possono fare con gli elastici.

Riprendendo il discorso della premessa sul «perché gli elastici si allungano», vediamo qui come si può organizzare uno scenario di lavoro per osservare più da vicino come funzionano gli elastici. Si può disporre il gruppo di bambini in cerchio e aprire su un foglio steso per terra un sacco pieno di elastici diversi, di tutti i tipi possibili, insieme ad alcuni spaghi e cordicelle. I bambini toccano e parlano (vedere sbobinatura riportata a fianco). Si possono porre queste domande: chi fa forza, la mano destra o la sinistra (o tutte e due)? l'elastico fa forza? da che parte? come è fatto un elastico per poter tirare?

È evidente come lo scopo di queste domande non sia certo quello di avere delle particolari risposte, ma quello di provocare dei discorsi e mettere i bambini nella necessità di controllare concettualmente quello che succede quando si mettono a tirare un elastico.

Anzitutto dovrebbe risultare che l'elastico fa sempre forza di qua e di là (schema del fare forza in contrazione). I bambini possono anche dire che fanno più forza con una delle due mani, ma in questo caso vengono messi in crisi dagli stessi compagni che non sono d'accordo (vedi disegno). Inoltre è essen-

ziale dire che l'elastico fa forza, e ne fa tanta di più quanta più ne facciamo noi (schema della simmetria delle forze). Alcuni bambini possono rendere esplicito il legame tra il progressivo allungamento e l'aumento della forza che bisogna fare. Inoltre l'elastico cambia man mano che si allunga (Davide, Gabriele). L'elastico cambia colore. L'intervento di Mirko è esemplare. In una sola frase vi sono molte osservazioni legate insieme ed interpretate con straordinaria coerenza: «se prendi un elastico nero e lo tiri diventa grigio, perché il colore deve andare da più parti».

Nella conversazione che abbiamo riportato ci sono tutte le risposte che abbiamo provato a dare alla domanda: perché un elastico si allunga? Insieme a molte altre cose. Elisabetta dice: con la forza si allunga, devi tirare. Davide fa il paragone con la molla e Gabriele batte la strada dell'elasticità come caratteristica del materiale: dentro ci sono delle strisce rosa che sono degli elastici. Il lavoro con i bambini di Modena è proseguito con un discorso sul suono prodotto dall'elastico pizzicato. Anche qui si aprono tanti problemi, ma intanto i bambini osservano e si scambiano le loro spiegazioni e le interpretazioni di quello che vedono succedere. Come fa l'elastico a suonare? È importante l'aria? Il suono dipende solo dall'elastico?

Fig. 10 - Bambina che tira l'elastico

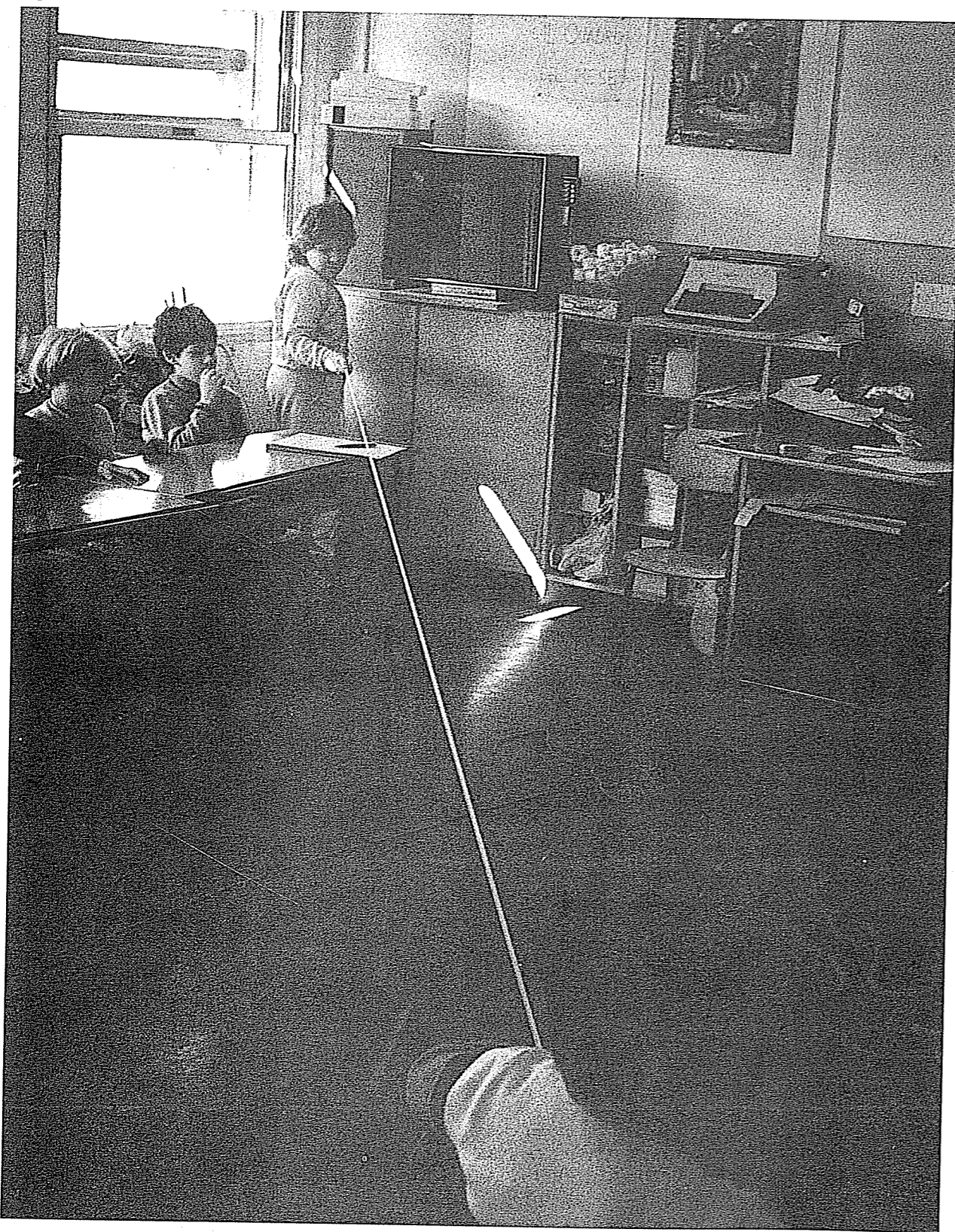
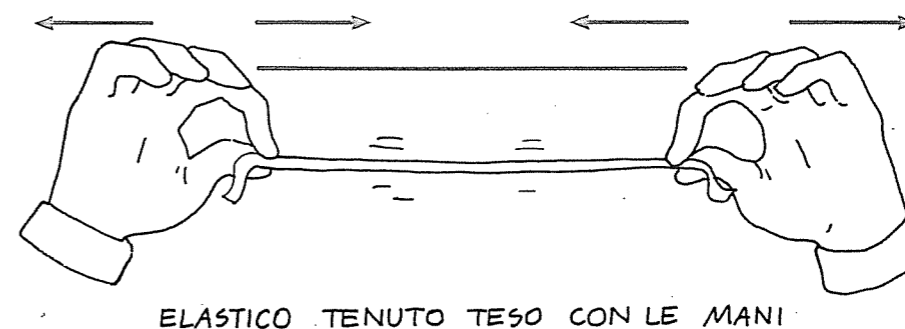


Fig. 11



Anche in questo caso siamo di fronte a tanti problemi mescolati insieme. Vorrei dire che è tipico dei lavori ben fatti e degli approcci più validi di aprire molti discorsi contemporaneamente. Vuol dire che si è scelto un campo di realtà stimolante e ricco. Dovremmo a poco a poco convincerci che queste prime discussioni, così aderenti ad uno scenario di oggetti concreti che i bambini hanno davanti a sé, hanno un'importanza capitale nello sviluppo dell'intelligenza del bambino, ed in modo particolare nella percezione che si forma di quello che si fa a scuola. I bambini iniziano la loro carriera scolastica ragionando su cose difficili ed affascinanti, accostandosi così immediatamente ad una pratica culturale vivace e significativa: guardare, parlare, cercare strade per capire, ridiscutere alla luce di cose nuove, confrontare le idee degli uni con quelle degli altri, chiedere ai grandi, cercare nella propria mente altri fatti simili a quelli visti, creare associazioni e contrasti, e così via.

Adesso è forse più chiaro cosa si è voluto intendere per «situazione d'apprendimento». I bambini che lavorano sugli elastici non convergono mai su un'unica conclusione per tutti o su una frase ricapitolativa. Ma tutto il tempo speso per parlare, per toccare e per «costruire idee su» è veramente *tempo per l'apprendimento* nel senso che ha dato la possibilità a tutti i bambini presenti di arricchire

un campo di conoscenza e di mettere continuamente alla prova le conoscenze già presenti dentro di loro.

Aperture, approfondimenti, varianti

Si può andare avanti, anche per molto tempo, sul discorso dell'acustica e delle corde vibranti. Non è difficile costruire degli strumenti musicali in cui si possa aumentare a piacere la tensione dell'elastico che suona.

Un proseguimento naturale di questa linea è quella proposta come linea n. 4 e realizzato in 2^a elementare. L'elastico viene fissato da qualche parte e si osserva quello che succede man mano che si tira sempre di più (foto 10). Un altro campo vastissimo ed interessante è quello dell'allungamento delle molle che, per la sua ampiezza, verrà trattato in un quaderno a parte che si riferisce all'attività di fisica per il 2^o ciclo elementare (vedi Piscitelli). Uno dei bambini, Nicola, suggerisce fin dall'inizio di fare allungare l'elastico con un peso. Questo è un altro approfondimento che potrebbe sfociare in un discorso allargato di forze e pesi, come quello proposto nelle linee di lavoro n. 5 e 6. Mentre alcune conversazioni aggiuntive potrebbero nascere sull'analisi dei materiali elastici che non sono proprio degli elastici: stoffe, pelli, naylon, tulle, etc.

DISCUSSIONE DI BAMBINI - SCUOLA INFANZIA - MODENA

Insegnante: Nives Garuti - Sez. 5 anni

Gli elastici

Gabriele: Le corde sottili si spezzano quelle grosse no.

Vincenzo: Se tiri la corda si allunga.

Davide: Si allunga perché se uno tira una corda diventa dura.

Jonathan: Si spezza.

Simona: Rimane così se si tira.

Gabriele: Succede che ritorna su e quando rivà indietro ritorna giù. Sembra un braccio che va su e giù.

Davide: Se tiriamo l'elastico si allunga perché è come una molla che si allunga e si accorcia perché è una specie di corda che si allunga perché ci ha delle corde sottili sottili che la fanno allungare.

Elisabetta: L'elastico quando tu lo tiri si allunga e se lo lasci andare ritorna come prima. Non è più lungo perché lo hai mollato. Se uno si siede sull'elastico si allunga, se lo tiri in su o in giù lo devi tirare forte.

Alice C.: Per tirarlo ci vuole una forza.

Nicola: Un peso.

Elisabetta: Con la forza si allunga devi tirare. Se si allunga rimane della stessa forma.

Jonathan: Se ti siedi in fretta e tiri su l'elastico va giù, se lo molli torna come prima. Se lo tiri diventa più lungo se non lo tiri ritorna come prima.

Mirko: Se prendi un elastico nero e lo tiri diventa grigio perché il colore deve andare da più parti (*tiriamo l'elastico e guardiamo le righe rosa*). Si vedono di più, è filo.

TIRIAMO L'ELASTICO IL PIÙ POSSIBILE

Davide: Puoi arrivare fin dove l'elastico ti fa allungare.

Christian: Si spezza se arrivi da Gabriele.

Gabriele: Adesso sembra un filo. L'elastico può fare più della corda, è più molle può andare su e giù su e giù.

PIZZICHIAMO L'ELASTICO

Davide: Traballa un po'.

Stefano C.: Se tiriamo molto si sente qualcosa.

Davide: Sembra il rumore di un tamburo.

Ins.: Perché fa un rumore?

Gabriele: La corda la tiri di più e il vento è su che sta fermo, la corda va giù il vento sta fermo e la corda lo butta in su; il vento va sul soffitto e fa rumore.

Elisabetta: È la corda che va su e giù a fare il vento, l'aria è qui è trasparente non si vede.

Paola: Come il ventaglio.

Elisabetta: Perché tu quando la tiri, dato che la corda è elastica, fa il rumore, quando la tiri giù e la molli.

Nicola: Più come gli uccellini: cip, cip, cip.

Stefano S.: Il suono è diverso.

Ins.: Tiriamo la corda, si comporta come l'elastico?

Paola: No, perché la corda non è molla come l'elastico si allunga e la corda no.

Elisabetta: Si è rotta perché hai tirato forte e la corda è più tenera, l'elastico è più duro è fatto con altre specie di cose.

Ins.: Mettiamo un elastico sopra a una scatola e ascoltiamo il suono che produce.

Simona: Perché l'elastico è piccolo l'hai tirato su una cosa più grande e tira molto e fa quel rumore lì. Perché non ci vuole vuoto tutto, solo un pezzettino di vuoto.

Gabriele: Perché devi avere un peso (*il peso della scatola*) con le mani non si riesce.

Niccolò: Perché la scatola è di ferro.

Ins.: Prendiamo una scatola chiusa - Poi senza fondo.

Mirko: Secondo me perché prima c'era un po' di spazio perché ci era il buco, invece senza spazio non suona.

Stefano C.: Senza il fondo la scatola non suona.

Gabriele: L'aria che muovi se non c'è il sotto non può suonare altrimenti l'aria vola via, e se c'è il fondo l'aria suona.

Jonathan: Il barattolo è di ferro e fa il suono lo scotch è qualche cosa che si appiccica e non fa il suono (*il rotolo di scotch è usato al posto della scatola senza coperchio né fondo*).

Simona: Lo scotch non suona perché è bucato da due parti e deve essere bucata da una sola, perché se tiri su l'elastico l'aria non va dentro ma va fuori è per questo che non suona.

Ins.: Costruiamo tanti piccoli strumenti con coperchi, scatole ed elastici.

VASO DI TERRACOTTA

Alice: Se chiudi il buco piccolo sotto l'aria non esce e fa rumore.

BICCHIERE DI PLASTICA

Stefano: Il bicchiere secondo me suona peggio.

Elisabetta: Perché fa più rumore perché non ci ha neanche un buco e poi perché è fatto di plastica.

CILINDRO DI LEGNO

Nicola: Non suona perché non ha neanche un buco.

Daniele: Suona pochissimo.

Elena: Perché è di legno.

SCATOLA DI LEGNO

Elisabetta: Suona come una chitarra più si tira più suona meglio.

Ins.: Il suono dipende dall'elastico?

Mirko: No, dalla scatola.

Elisabetta: Dall'elastico più è fonda suona meglio.

Mirko: Non è vero che l'elastico più grosso diventa più lungo perché quello sottile diventa più lungo.

Gabriele: Perché quello è sottile, perché quello grosso si allunga poco.

Jonathan: Se tu non tagliavi quello più grande diventava più lungo, perché l'elastico non è come tutte le corde, quello giallo si allunga di più.

Mirko: Secondo me l'elastico grosso non si allunga come quello sottile perché quello grosso è più duro e si allunga meno.

Massimiliano: Per me gli elastici, se li allunghi diventano più lunghi, se li lasci come prima non si allungano, ma si allunga di più perché secondo me allungarli sembrano una molla.

Paola: Secondo me perché gli elastici ci sono dei tipi che sono di plastica e altri tipi sembrano di stoffa. Quelli di plastica si allungano di più.

Betta: Quelli di stoffa si allungano poco, quello grosso diventa più corto perché ci sono degli elastici diversi.

Davide: Perché gli elastici per quelli più larghi si allungano poco, se sono più larghi sono più duri.

Mirko: Questo più largo si allunga ancora di meno, quello corto se si tira tanto si spezza.

Ins.: Come fa un elastico a diventare lungo o corto?

Stefano: È fatto di gomma, questo quando s'allunga, diventa più stretto (*elastico grosso*).

Gabriele: Dentro ci sono delle strisce rosa che sono degli elastici.

Stefano: Si restringe e si allunga e ci sono dei buchi.

Mirko: Ci vengono dei buchi perché è stoffa sottile.

Ins.: Cosa succede dentro all'elastico?

GUARDIAMO LE COSE ELASTICHE

Jonathan: Il maglione è fatto di lana, è un po' elastico; le calze diventano un po' elastiche.

Mirko: Quelle corte lì non tornano come prima, rimane come la tiri. La stoffa ritorna come prima.

Fig. 12



Fig. 13

Linea di lavoro n. 3. Tiro alla fune

Scheda informativa

Argomento : Forza contro forza.

Durata : Cinque o sei interventi in un mese.

Livello : Primo e secondo ciclo elementare. Scuola elementare «F.lli Bandiera», Roma. Insegnante: Alberto Manzi. 125° Circolo, Roma. Insegnanti: Daniela Bianchi, Paolo Mazzoli, CEIS, Rimini.

Materiale : Una fune robusta da due centimetri di diametro lunga dieci metri, una panca di legno, pattini a rotelle, una grossa carrucola.

Descrizione della linea di lavoro n. 3

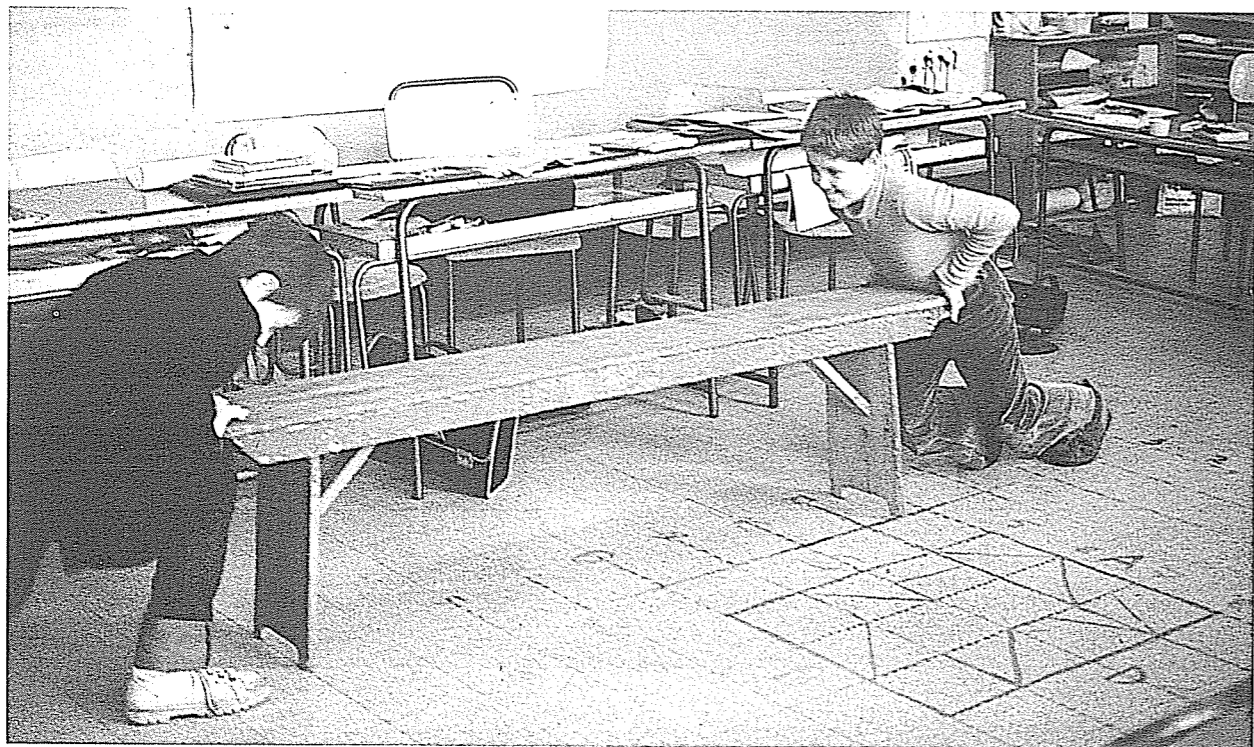
I lavori, le descrizioni e le interpretazioni che nascono a partire dal tiro alla fune sono interessanti e quasi inesauribili. In un'aula di scuola elementare non dovrebbe mancare una corda robusta che può essere usata frequentemente per fare giochi e lavori di vario tipo, dalla prima alla quinta.

Un altro gioco, per qualche verso gemellato al tiro alla fune, è quello della spinta della panca. I due bambini spingono uno contro l'altro, più forte che possono, ai due estremi di una panca (vedi foto). La panca può essere sostituita da un bastone lungo (manico di scopa) oppure da una tavola di legno. Bisogna però organizzare un filo di di-

scorso e di sollecitazioni attraverso cui svolgere le varie esperienze. Possiamo indirizzare il lavoro con una serie di problemi-chiave.

1° Problema: come si fa a confrontare due forze? La domanda ha senso se non si comincia il lavoro direttamente coi giochi della fune e la panca. Uno degli approcci migliori consiste nel passare per uno o due giorni un po' di tempo a far fare una specie di gara ai bambini a chi dice più cose in cui c'entra la parola forza per arrivare ad un repertorio del tipo di quello presentato nella seconda parte (pagg. 22-23) («la forza del cervello», «la forza del vino che ti ubriaca»).

Fig. 14



Chiaramente se si lavora con bambini di seconda o con i più grandi si potranno raccogliere materialmente tanti foglietti scritti dai bambini stessi. In prima elementare o alla scuola dell'infanzia dovrà essere l'insegnante a raccogliere le varie frasi e gli esempi fatti dai bambini. Ad un certo punto sorge il problema del confronto. Come si fa a dire se è più forte la bomba che scoppia o il pavimento che tiene la casa? E tra la luce e il motore chi è più forte? È più forte il cervello o la motocicletta?... I bambini danno le loro risposte richiamandosi alle loro gerarchie di importanza delle forze,

più che ad una possibilità di confronto diretto, che in questi casi è chiaramente impossibile. Per poter confrontare due forze è infatti necessario che *si possano fare* per vederne l'effetto conseguente, ed anche che le due forze siano dello stesso tipo. Questo è un punto importante. In questo modo molte forze, quasi tutte, debbono essere scartate perché non si possono confrontare. Nasce così l'esigenza di costruire situazioni in cui vi siano due forze contrapposte. Si propongono così le gare di forza tra due bambini, con la panca, a spingere, o con la fune, a tirare.

2° Problema: come e dove si fa forza quando si spinge la panca? Devono parlare sia i bambini che guardano che quelli che fanno realmente il gioco. È utile far dire esattamente al bambino dove sente di far forza sia quando sta vincendo sia quando sta perdendo.

I bambini possono fare dei disegni per tentare di spiegare com'è che si fa forza quando si spinge. Un sistema è quello di fare tante fotocopie dello schemetto riportato in figura 6 con due bambini che spingono la panca *ma senza le frecce*; chiedendo ai bambini di segnare *ciascuno a suo modo* (senza suggerire di usare le frecce) dove pensano che ci siano delle forze. Coi disegni davanti si può poi proseguire la discussione. Dovrebbe comunque emergere l'importanza dei piedi e delle scarpe. Facendo il gioco salta agli occhi una configurazione dei corpi dei bambini interposti tra panca e pavimento. Analogamente si può procedere considerando il tiro alla fune e proponendo di indicare su dei disegni dove sono le forze in questo caso.

Qui si apre il lungo discorso di far forza in espansione e in contrazione che è stato svolto nella seconda parte. Con i bambini si può arrivare più o meno avanti nell'approfondire questo aspetto; ma è invece essenziale analizzare bene la cosa a livello adulto per farsi un'idea del tipo di problemi implicati. Qui accanto viene presentata la discussione di un gruppo di insegnanti di scuola elementare e materna del Centro Educativo Italo-Svizzero di Rimini, avvenuta all'interno di un corso su «Psicomotricità ed educazione scientifica» svolto nel luglio 1980. Gli interventi di Pierre-Michel («Pim») sono appunto quelli dell'esperto in educazione corporea mentre quelli di Maria A., Paolo G. e Paolo M., sono quelli dei componenti del gruppo di ricerca sull'educazione scientifica. La discussione è tutta incentrata sull'osservazione di una diapositiva in cui si vedono tanti bambini che giocano al tiro alla fune. Si tratta di capire dove siano le contrazioni e le espansioni e come si possa riconoscerle vedendo la posizione del corpo. Il problema è molto serio e complesso. Se un corpo è tutto raccolto e punta le mani e i piedi contro due muri contrapposti è chiaro che sta lavorando in *espansione*, anche se ha, per l'appunto, le mani e le gambe raccolte.

Così se immaginiamo, come dice Paolo Guidoni, di vedere un uomo che sta sotto un ascensore e che ha le mani contro la base della cabina e i piedi appoggiati al pavimento del pozzo dell'ascensore, possiamo anche vederlo schiacciarsi sempre di più, ma sappiamo che lui sta facendo disperatamen-

te forza per espandersi. Dunque paradossalmente la forza per espandersi e per contrarsi non ha nulla a che vedere con il fatto che il corpo si espanda o si contragga effettivamente.

Nel tiro alla fune si sa che si deve tirare, dalla foto non può apparire quello che i bambini stanno cercando di fare con le forze, ma appaiono invece le posizioni effettive dei loro corpi. Tuttavia per chi conosce il gioco le cose sono abbastanza chiare. *Ma come si fa a tirare una corda?* Può essere che, come nel caso del bambino Luca (di cui parlano gli insegnanti), vi siano implicate delle forze in espansione e in contrazione contemporaneamente in diverse parti del corpo, ed inoltre in tutti i casi vi è coinvolto il peso del corpo che può agire come una dei due termini dell'espansione o della contrazione. Queste difficoltà sono presenti anche a livello di insegnanti, ma non dovrebbero scoraggiare un lavoro con bambini, col quale si possono bene avviare a ricercare schemi e soluzioni varie del problema del fare forza che altrimenti resterebbero sempre al livello implicito e non sviluppabile al quale si trovano comunque nelle menti dei bambini.

3° Problema: la panca fa forza? La corda fa forza?

Tentiamo di indirizzare i ragionamenti verso una schematizzazione di forze simmetriche e contrapposte. È vero che la corda non può né decidere né iniziare lei a fare forza, ma è anche vero che il bambino fa forza contro una panca che deve fare forza anche lei contro di lui. Facendo più volte il gioco con bambini che a turno provano personalmente a gareggiare, si arriva a poco a poco a dare più importanza alle altre forze rispetto a quelle che fa il bambino interessato. Ad esempio se l'avversario smette all'improvviso di fare forza, il bambino cassa in avanti o indietro, a seconda che stesse facendo una forza verso avanti o verso dietro. Se si fa il tiro alla fune con uno spago molto debole o con un filo di lana, ci si accorge che *non si riesce a fare forza perché il filo non riesce a farla contro di noi*. Si può inoltre fare il tiro alla fune con un elastico a fettuccia (da mutande) per avere una corda che *più fa forza e più si allunga* che è in grado di evidenziare l'intensità delle forze e soprattutto la loro simmetria (l'elastico si allunga di qua e di là e non distingue tra la forza da una parte e quella dall'altra che, per l'appunto, sono sempre uguali).

4° Problema: quanto è importante il pavimento? I bambini dicono quasi subito: non ce la faccio perché scivolo; ma non sempre hanno chiaro in mente che scivolano perché non riescono a fare ab-

bastanza forza contro il pavimento. In realtà rendersi conto che il pavimento fa forza non è banale e richiede uno sforzo concettuale da parte dei bambini che vogliono rendere più pulito e coerente uno schema della configurazione delle forze. Infatti, se risulta evidente e chiaro che il corpo sta facendo forza *tra corda e pavimento* e se è percettivamente evidente la forza della corda (che viene rilevata tramite una tensione ed un indurimento), nasce l'esigenza logica di simmetrizzare tutto vedendo *anche il pavimento* come una specie di corda che invece di resistere allo stiramento, resiste alla compressione. Dunque il pavimento non serve solo per sostenere i bambini che giocano, insieme agli armadi, i banchi e tutto il resto, ma serve anche come oggetto rigido che si interpone tra i piedi di uno e i piedi dell'altro. È particolarmente illuminante a

questo punto proporre il tiro alla fune con i pattini. In tal caso il pavimento continua a sostenere il peso dei bambini, ma non è in grado di funzionare anche come incastro per i piedi che dovrebbero far forza. I bambini, con i pattini ai piedi, riescono a fare solo una debolissima forza e poi cascano. E i compagni se la ridono di gusto.

Abbiamo anche provato a far fare ai bambini il tiro alla fune stando seduti con le gambe puntate l'uno contro l'altro. Il pavimento è così eliminato e i due contendenti sentono le forze dei loro piedi contrapporsi direttamente. Tutte queste varianti andrebbero decise sul momento per cercare di far esplicitare ai bambini la necessità di una chiusura di quello che potremmo chiamare il «giro delle forze» che vengono fatte quando si fa il gioco.

Fig. 15 - Tiro alla fune a 3 squadre

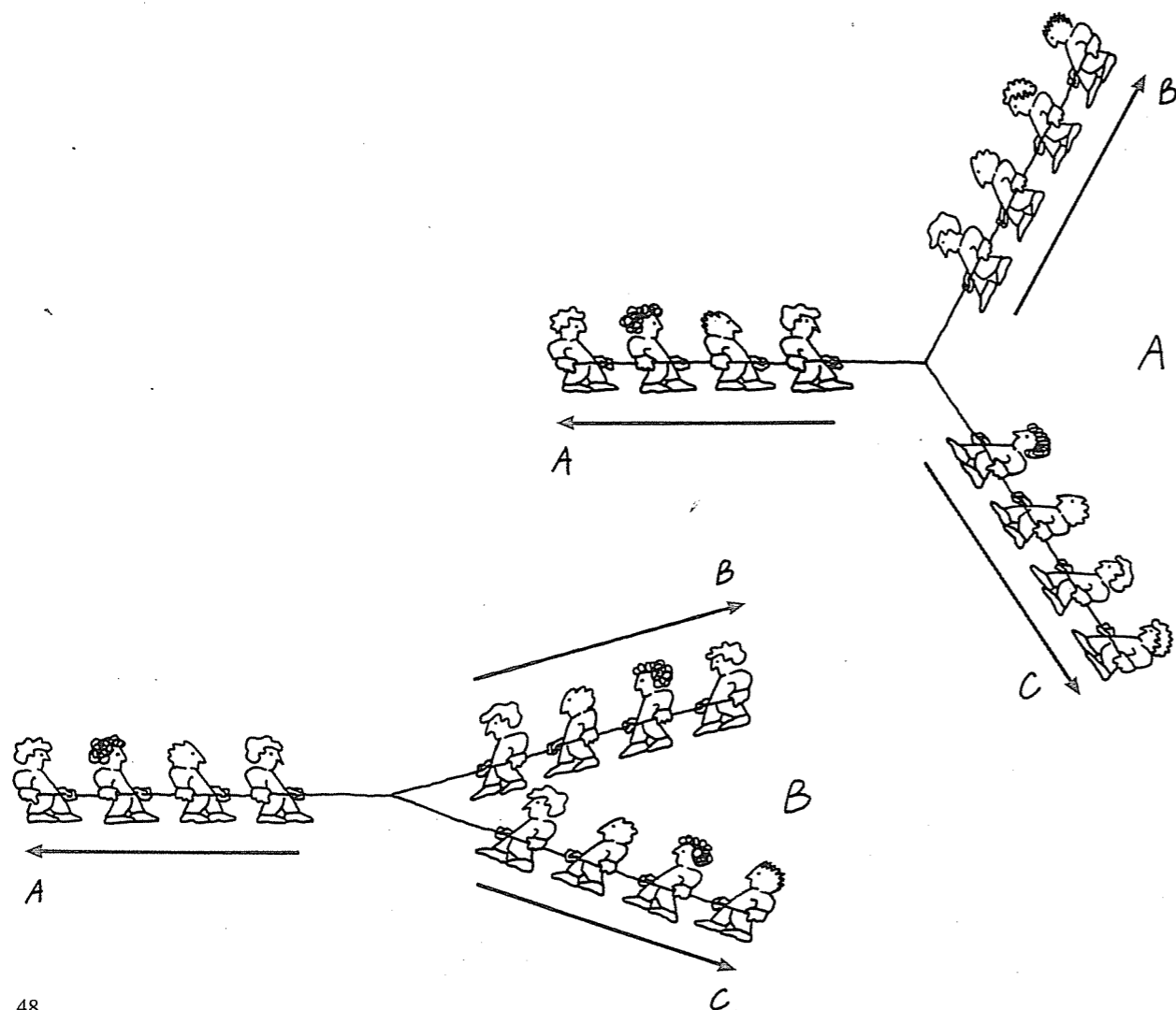
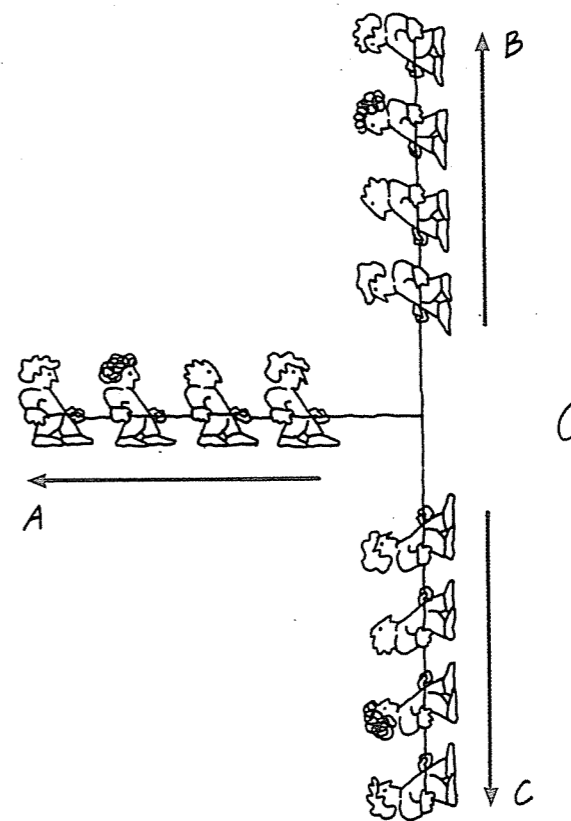


Fig. 16 - Tiro alla fune a 3 squadre



Aperture, approfondimenti, varianti

Sono tante le aperture che si possono progettare a partire da questi lavori. Ne proponiamo due che sembrano le più stimolanti.

Tiro alla fune a tre squadre. È un gioco veramente complicato e malignetto. I bambini vengono divisi in tre squadre per fare un tiro alla fune di una corda che ha tre capi. Si può usare un pezzo di corda da giuntare a metà della corda che si usa per il tiro alla fune normale, oppure annodare insieme tre pezzi di corda. Ovviamente il gioco è un imbroglio. È addirittura impossibile stabilire qual è la squadra che ha vinto. Va osservato che due squadre si possono alleare contro la terza, semplicemente avvicinandosi in modo da sommare le loro forze (vedi schemino «B» della figura) oppure due squadre si possono neutralizzare a vicenda e la terza deve far forza contro nessuno (schemino «C»). È veramente bello ed interessante far discutere i bambini su questi trucchi ed avvicinarli così ad una pri-

ma approssimazione del modo particolare in cui si «sommano» le forze che agiscono nello stesso punto.

Nello schema «A» le tre squadre possono mantenere il nodo centrale in equilibrio facendo la stessa forza; nello schema «B» la squadra «A» dovrebbe fare una forza quasi doppia rispetto alle altre due squadre, mentre nello schema «C» anche se la squadra A non tira affatto, il nodo resta ugualmente fermo (sempre che le squadre B e C facciano la stessa forza).

Tiro alla fune con carrucola. È una variante molto più onesta della precedente. Qui il gioco procede come nel caso normale, ma c'è la particolare circostanza che le due squadre possono fare forza nello stesso verso. I bambini, anche qui, dovrebbero discutere sulla collocazione delle forze, arrivando ad indicare il ruolo della carrucola. Il fatto logicamente sconcertante è che la carrucola, benché sia in grado di mettere in contrapposizione la forza di una squadra con quella dell'altra, *deve allo stesso tempo sopportare la forza di entrambe.*

Il gancio della carrucola deve così reggere una forza che è la somma delle forze di tutti i bambini. Abbiamo così *due equilibri*: il primo tra le due squadre che tirano una contro l'altra, e il secondo tra la forza congiunta delle due squadre e il sostegno al quale è fissata la carrucola (vedi disegno). Questa particolare circostanza è un piccolo indizio di un fatto molto più profondo che riguarda la forza come variabile fisica.

Essa, al contrario di altre variabili come il volume e l'energia, non è una variabile che si conserva (o che si consuma passando da un sistema ad un altro). Le forze possono essere moltiplicate, trasmes-

se, amplificate senza andare a discapito di nulla, semplicemente cambiando la configurazione del sistema nel quale vi sono tali forze. Ad esempio se una grossa molla preme contro un muro oppure tramite un sistema in cui ci siano tante piccole molle, dal punto di vista della grossa molla e del muro non vi è alcuna differenza; non si deve fare in alcun modo più forza per darla anche alle altre molle che vengono schiacciate (vedi disegno). Tutti questi discorsi, certamente molto più «avanzati» rispetto agli altri, verranno ripresi compiutamente in un altro libretto sulle forze (vedi Piscitelli).

Fig. 17

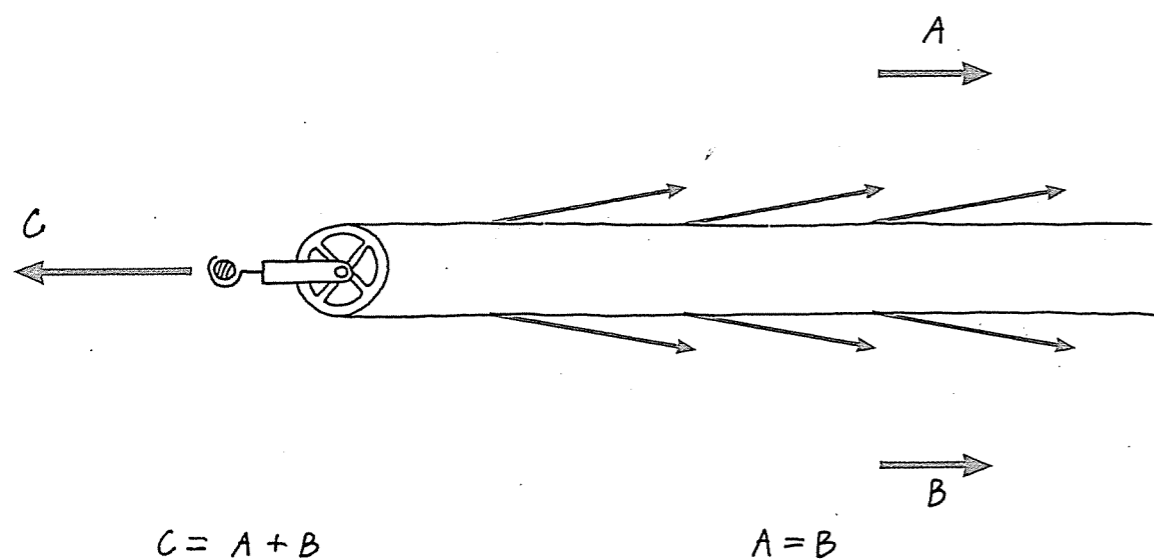
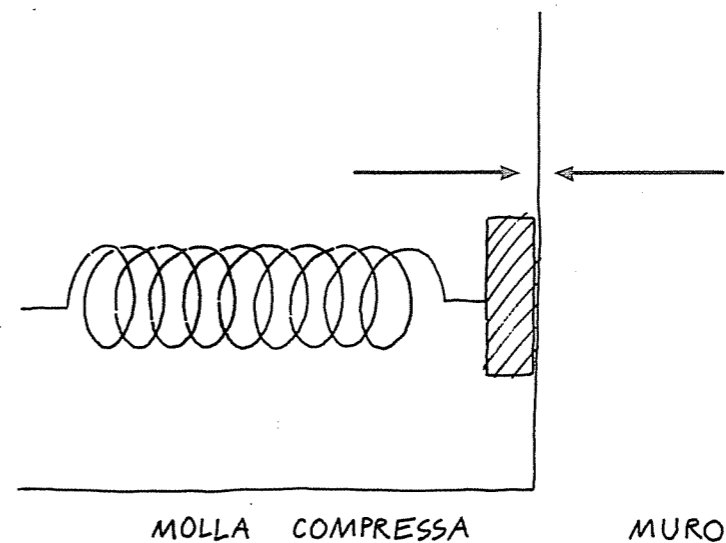
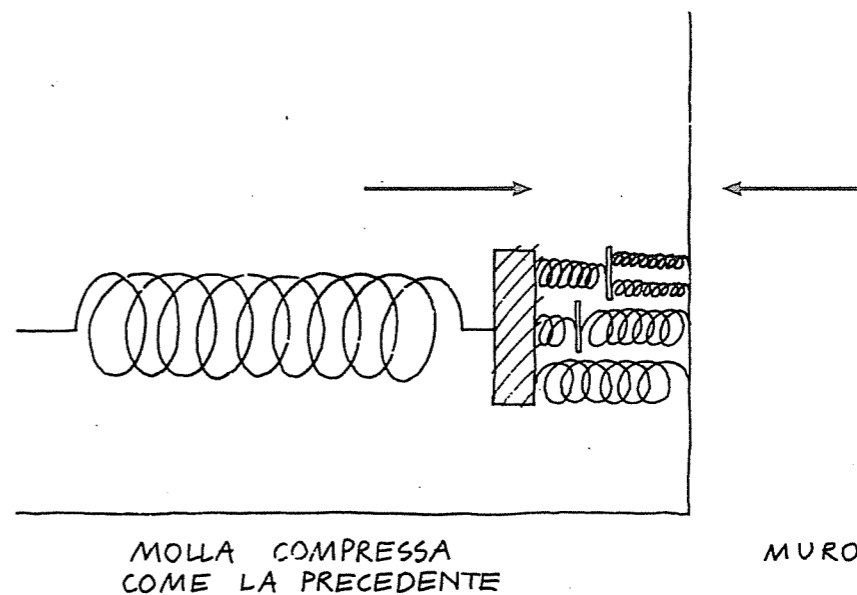


Fig. 18

A



B



La molla grossa fa la stessa forza, sia nel caso A che nel caso B

Analisi di una diapositiva sul tiro alla fune (figura 19)

Paolo M.: C'è stato anche un problema di bambini più forti e meno forti... a proposito delle squadre di tiro alla fune.

Anna: C'è il corpo di Donata, è abbastanza perpendicolare al terreno, non ce la fa a fare forza.

Paolo M.: Secondo voi i corpi dei bambini in che posizione sono, in espansione o in contrazione?

— : In espansione.

Lando: Pierre-Michel, sono corrette quelle posizioni?

— : Sono naturali.

— : C'è una contrazione e una espansione.

Paolo M.: Prendiamo un singolo bambino, il terzo della squadra di destra per esempio, Luca, si sta espandendo o contraendo lui?

— : Espandendo.

— : Contraendo.

— : Si espande verso destra, però si contrae anche!

Paolo M.: La domanda è: la forza che fa, la fa per espandersi, cioè per opporsi ad uno schiacciamento, oppure è per contrarsi, cioè per opporsi ad uno stiramento?

— : Si espande... forza di espansione...

Anna: A me sembra che tra contrazione ed espansione c'è molta confusione rispetto a dei problemi di corpo, di muscoli.

Paolo M.: Certe volte le posizioni sono identiche, questo è il problema!

Paolo G.: Guardate cosa fa con le gambe e cosa fa con le braccia.

— : Con le gambe si sta espandendo, perché sta buttando il corpo indietro rispetto ai piedi e con le braccia si sta contraendo...

Anna: Allora non si può parlare di corpo che si espande o che si contrae...

Paolo M.: Allora dite che le gambe si stanno estendendo; può anche darsi che non ce la facciamo, però stanno tentando di aprirsi, di allungarsi; cerchiamo di fare il discorso atto per atto.

Letizia: Di allungarsi, non di allargarsi!

Paolo M.: Di allungarsi, va bene; quindi i piedi stanno facendo forza sul pavimento verso fuori o verso il corpo?

— : verso fuori, in qua!

Paolo M.: Qui le braccia di Luca si stanno estendendo o flettendo?

— : Si stanno flettendo!

Paolo M.: Quindi le gambe si stanno estendendo e le braccia flettendo. E verso dove stanno facendo forza? Le mani, con questa flessione del braccio, questi due punti (credo braccio e avambraccio) stanno allargandosi o avvicinandosi? In questo senso volevo sapere se era una forza per estendersi o per contrarsi. Quando si fa una analisi del corpo pezzo per pezzo, può essere che una forza per estendersi sia realizzata magari con delle flessioni, o con delle estensioni a seconda di come si è messo il corpo. Qui è importante fare lo schema, i due punti in cui io realizzo questa estensione o questa contrazione, stanno andando in fuori, cioè stanno facendo forza per estendersi, o stanno facendo forza per avvicinarsi, per contrarsi, al di là di come poi viene realizzato il movimento reale.

Letizia: Ma è lo stesso discorso di prima, quando dicevamo che una persona si schiaccia anche se sta facendo forza e se le braccia stanno così tese, e invece si stavano piegando.

Paolo M.: In effetti le braccia gli si stanno avvicinando perché non ce la fa, Luca tenta di flettere, ma gli altri stanno tirando più forte, e lo spostamento complessivo è quello dell'allargamento.

Maurizio: Se Luca volesse contrarsi, ragionando per contrari, dovrebbe puntare le braccia in avanti.

— : Se volesse spingere contro la forza!

Paolo M.: No, dovrebbe tirare le mani e i piedi verso l'interno, e in questo caso non lo può fare perché i piedi come li attacca da qualche parte? Dovrebbe attaccarsi alla corda.

Lando: E l'ultima bambina in fondo che fa?

— : Si espande dalla parte contraria.

— : Si espande completamente.

— : No, si espande dalla stessa parte...

Paolo M.: Prendiamo adesso la squadra avversaria, che è un po' un macello, veramente — prendiamo Raffaella la terza dal centro: sta facendo una forza per espandersi o per contrarsi?

— : Per espandersi...

Anna: Prendiamo la bambina in fondo, quella in tuta azzurra: quando noi diciamo che le gambe si stanno espandendo e le braccia si stanno estendendo, noi ipotizziamo che lei si stia dando una spinta verso il pavimento e una spinta contraria, perché nella figura non è così: io vedo le braccia stese e le gambe flesse.

Paolo M.: È proprio questo il punto, infatti, la gamba può essere flessa e/o stesa, la forza che lei fa può essere per espansione o per contrazione e le due cose sono diverse (per estensione e per compressione).

Anna: Noi quindi introduciamo nell'interpretazione della figura, le cose che siamo andati vedendo in questi giorni, perché dalla figura non sembra proprio!

Lando: Ma le vediamo inserite in un contesto in cui non mi sembra che ci sia una possibilità di dubbio!

Paolo M.: Per chi conosce bene il gioco!

Anna: Le gambe sono flesse però, e io dico che la forza che sta facendo è una forza delle gambe per espansione, ma in realtà per ora io vedo solo che le gambe sono flesse.

Lando: Sono flesse come sono flesse le gambe di quell'altro.

Anna: Io vedo una contrazione però.

Francesco: Ma è una contrazione contrastata.

Anna: Ma a proposito del vocabolario, io non è che posso dire che le gambe si stanno espandendo o estendendo, io dico che la forza che le gambe stanno facendo è una forza che tende all'espansione.

Paolo G.: Prima avevamo detto per espandersi; tu fai per, ma può essere che non ce la fai, può essere che perdi! che non ce la fai!

Lando: Anche Paolo, quando era stretto tra l'uscio e il muro faceva forza per espandersi ma stava flesso; cercava, di estendersi, ma non ci riusciva

— : Ma, dati due punti a cui mi posso appoggiare, o faccio forza per estendermi o faccio forza per contrarmi, non è che posso fare le due forze contemporaneamente...

Paolo G.: Supponiamo che ci sia qualcuno che mi tiene completamente inchiodato al muro, e io tiro, sto facendo una contrazione, che, se fossi attaccato al muro, sarebbe una forza per tirare la corda in qua, però non ce la faccio, ma è per contrarmi. Adesso se voi tirate, faccio una forza per espandermi, se faccio un vero tiro alla fune, faccio col corpo un movimento: se il mio di sopra fosse rigido, con le gambe farei per espandermi, se tutto il resto fosse rigido, con le braccia farei per contrarmi, in realtà questo movimento è doppio: se pensate il mio corpo inchiodato al muro, allora sarebbe solo contrazione, oppure se immaginate me senza mani sarebbe solo espansione.

Anna: Io ho detto che non si può dire, globalmente, se il corpo si espande o si contrae: io devo dare una descrizione delle diverse parti del corpo: se venisse una persona qui, e sentisse dire queste cose direbbe che non è vero.

Lando: Che vuol dire globalmente?

— : È una questione di vocabolario.

Paolo G.: Se io stessi sotto un ascensore che scende, io sarei schiacciato come un verme, però faccio forza per espandermi.

Anna: Ma hai il corpo in contrazione.

Paolo M.: E se uno ti fotografa, e dice: guarda come è forte che sta buttando per aria un ascensore. Non si può dire che cosa sta succedendo, ma qui è un tiro alla fune, che tutti sanno come si fa, e si dice che questo bambino sta cercando di allontanare la corda dal pavimento.

— : Se vedessimo il bambino separato, senza corda, senza niente, non sapremmo che dire.

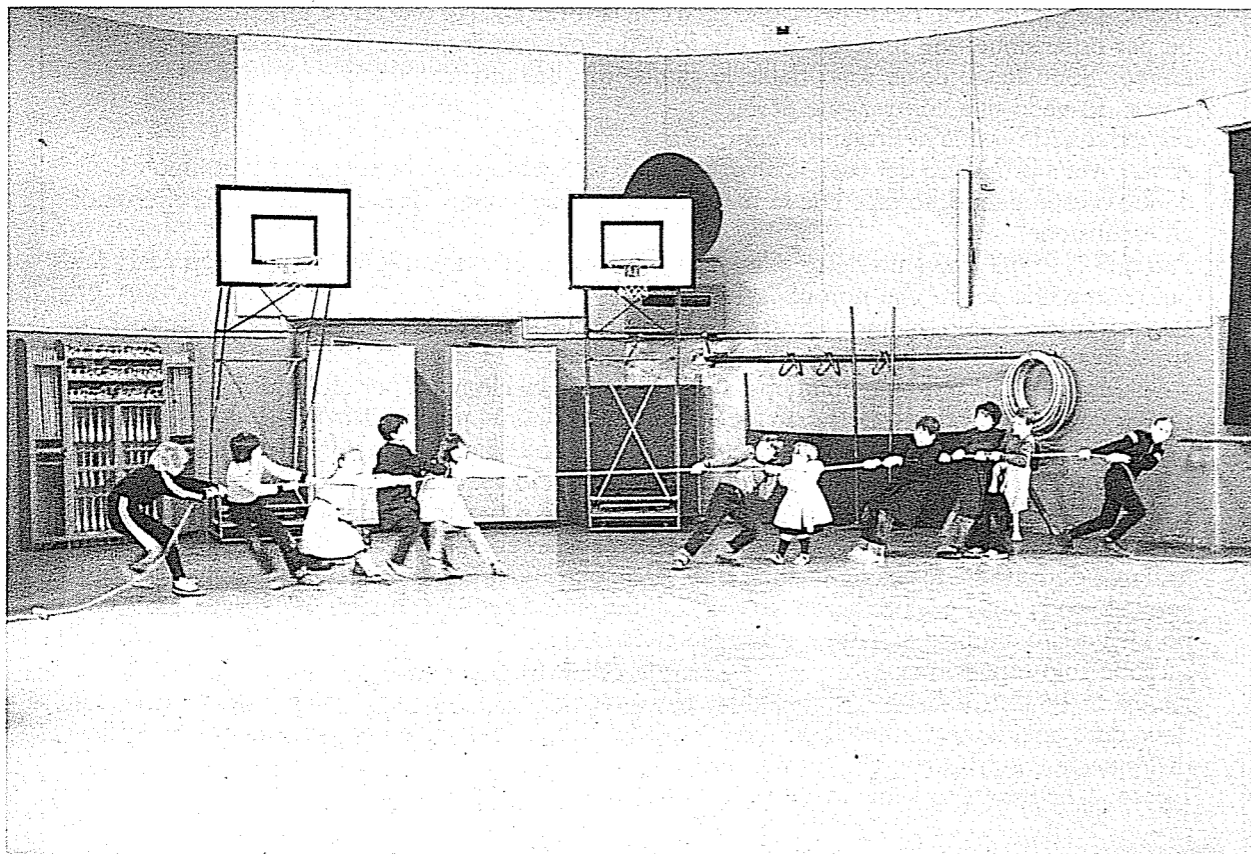
Paolo M.: In genere si può capire dalla presa delle mani, per contrarti in genere prendi, è come se ti attacchi, per espanderti invece premi; può darsi che se elimini pure questa cosa prendendo e spingendo...

Anna: Se uno è molto basso, come nel caso di prima (Donata) per spingere avevano la stessa posizione che avrebbero avuta per tirare.

Maria: Dalle discussioni dei bambini, quando descrivono ad esempio il tiro alla fune nell'acqua, si capisce benissimo quali sono le descrizioni di quelli che stanno perdendo e di quelli che stanno vincendo, perché anche a livello verbale usano parole diverse per esprimere il rapporto tra le diverse parti del corpo e quello che stanno facendo.

Paolo G.: Perché tu fai sempre la stessa forza, poniamo per espanderti, solo in un caso, se vinci, è una forza che ha successo, se perdi, è la stessa forza, ma ha insuccesso, e non si riesce a fare quello che uno vorrebbe.

Fig. 19



Linea di lavoro n. 4. Elastico da mutande

Scheda informativa

Argomento : Tirare una sedia con un lungo elastico.

Durata : 2 interventi nell'arco di una settimana.

Livello : 2^a elementare. 125° Circolo - Roma - Insegnanti: Daniela Bianchi, Paolo Mazzoli.

Materiale : 3-4 metri di elastico a fettuccia da mutande, un pezzo di spago lungo quanto l'elastico.

Descrizione della linea di lavoro n. 4

Questo lavoro che viene proposto è una piccola attività da svolgere anche nell'arco di una settimana, che può essere pensata come il proseguimento di una delle linee precedenti oppure essere realizzata separatamente. È una situazione stimolante e ricca di spunti per 2 o 3 discussioni da fare in classe coi bambini di età compresa tra i 4 e gli 8 anni.

Ci si propone di lavorare, con un certo approfondimento, intorno ad una certa situazione in cui c'è una specie di «evidenziatore delle forze»: l'elastico. Il materiale è molto semplice da montare. Si annoda un lungo elastico da mutande (bastano un paio di metri) alla gamba di una sedia. Si chiama poi un bambino che dovrà tirare lentamente l'elastico (vedi foto 10 e 20). I bambini discutono, fanno piccoli disegni e scrivono piccole spiegazioni, sia prima di fare l'esperienza che dopo averla fatta. Le questioni da sollevare sono sempre collegate con

gli schemi del fare forza della 2^a parte. Tira di più la bambina o l'elastico? L'elastico tira? L'elastico tira dalla parte della bambina o della sedia? La sedia tira? Il pavimento è importante? Perché?

C'è un punto particolarmente complesso in questa esperienza. I bambini vedono che Sonia può allontanarsi ed allungare l'elastico fino ad un certo punto (fino a quando arriva «al mobiletto» vicino alla finestra). Quando l'elastico ha raggiunto una certa lunghezza, la sedia parte, fa una scivolata in avanti, e poi si ferma. Che succede? Perché Sonia deve andare parecchio avanti prima di riuscire a muovere la sedia? Perché, una volta che la sedia si muove, fa un tratto in avanti anche se Sonia non continua a camminare? Pino dice: «la sedia viene perché tu hai tirato prima». È corretto? Che modello ha Pino del fare forza e del valore del tempo nel fare forza? Vi sono grosso modo due possibilità.

Fig. 20 - Bambina che tira la sedia con l'elastico



1. *La forza col tempo cresce.* Se si fa forza per più tempo è come si facesse più forza. Ad esempio potremmo pensare che se non ci si apre la macchinetta del caffè, possiamo fare la massima forza ed aspettare un po'; man mano che passano i secondi è come se la forza crescesse e alla fine la macchinetta si apre. Le cose ovviamente non stanno così, ma sembra. E questo non è un caso ma deriva da un'altra idea che è legata a quella di forza e che costituisce la seconda possibilità di modello di relazione tra forza e tempo.

2. *Se si fa forza per più tempo si può ottenere un effetto maggiore, e si consuma di più.* Cioè se facciamo per qualche ora una certa forza, attraverso la quale stiamo producendo un certo effetto, otteniamo un risultato molto maggiore che se la facciamo solo per qualche minuto. E inoltre consumiamo molto di più. Supponiamo di grattugiare il parmigiano. Facciamo più o meno sempre la stessa forza; ma se grattugiamo per un'ora facciamo mezzo chilo di parmigiano grattugiato, se lavoriamo per dieci minuti ne facciamo circa un etto. Potremmo fare anche un calcolo: 1 ora per 1/2 kg. di parmigiano quindi 10 minuti (la sesta parte di un'ora) per circa 83 grammi di parmigiano (la sesta parte di 500 grammi). Un calcolo analogo lo potremmo fare sul consumo di energia da parte di chi sta grattugiando.

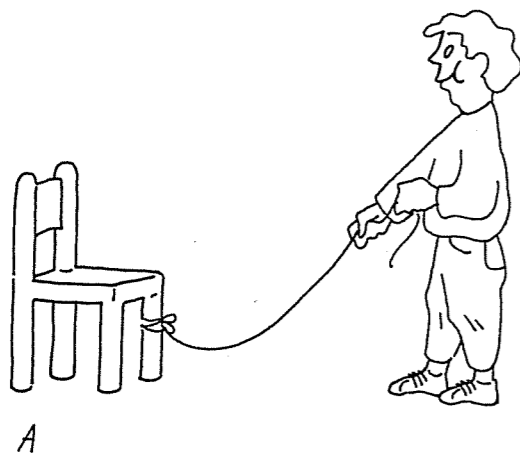
Ora però abbiamo una situazione in cui senza una forza minima, al di sotto della quale le cose non vanno, è perfettamente inutile che stiamo lì a far forza per ore ed ore. La forza non cresce, ci stanchiamo inutilmente. La macchinetta del caffè, se è veramente dura da aprire, non l'apriremo mai, neanche facendo forza per un giorno. Viceversa se facciamo forza per un giorno possiamo svitare 200 macchinette, naturalmente. Torniamo all'elastico

che tira le sedie e che è tirato da Sonia. Finché l'elastico non fa una certa forza minima, che serve alla sedia per vincere l'attrito dei quattro piedini sul pavimento, è perfettamente inutile che Sonia stia lì ferma con l'elastico tirato ad aspettare che la sedia si muova. Tuttavia il tempo in qualche modo c'entra, e l'osservazione di Pino può essere recuperata. Man mano che Sonia si allontana, l'elastico si allunga. Più l'elastico si allunga e più accumula energia che poi è in grado di restituire (non tutta, ma quasi) quando si accorcia. In questo caso la forza e l'energia accumulate dall'elastico, grazie al tirare di Sonia, vanno di pari passo; infatti più l'elastico è allungato e più fa forza sui suoi estremi e più ha energia da spendere quando verrà in qualche modo «scaricato». Ciò non significa, però, che le due cose (fare forza ed avere accumulato energia) si identifichino.

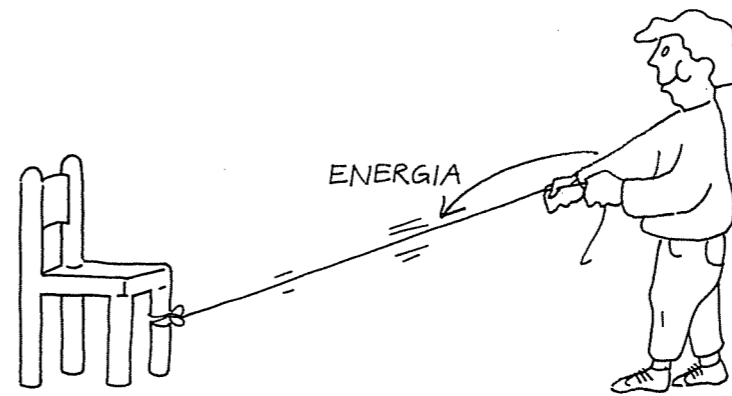
Basta fare un controesempio. Se io tiro con un elastico molto più duro, arrivo subito a far muovere la sedia ma, siccome l'elastico si è caricato poco, una volta partito si arresta subito perché l'elastico non è in grado di fare quella forza per molto tempo (ha poca energia). Viceversa se utilizziamo lo stesso elastico a fettuccia, lungo però il doppio, la sedia si sposta, comunque, quando è tirata dalla stessa forza di prima, ma poi avanza da sola per un lungo tratto perché l'elastico ha accumulato tanta energia e può tirare per molto. È vero che man mano che si scarica, l'elastico fa sempre meno forza ma, per fortuna, una volta che si è avviato, la sedia può muoversi anche se è tirata da una forza minore; fino a che la forza non diventa così piccola che gli attriti sul pavimento ce la fanno a tenerla ferma.

Nello schema riportato si è cercato di dare una rappresentazione di quello che avviene.

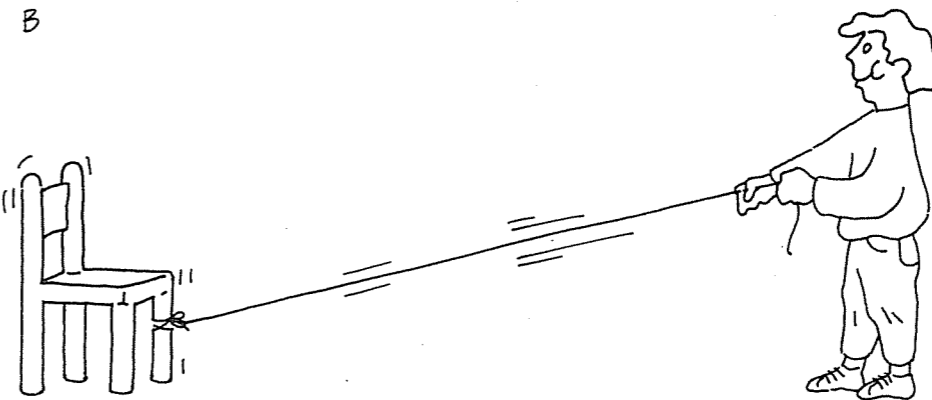
Fig. 21



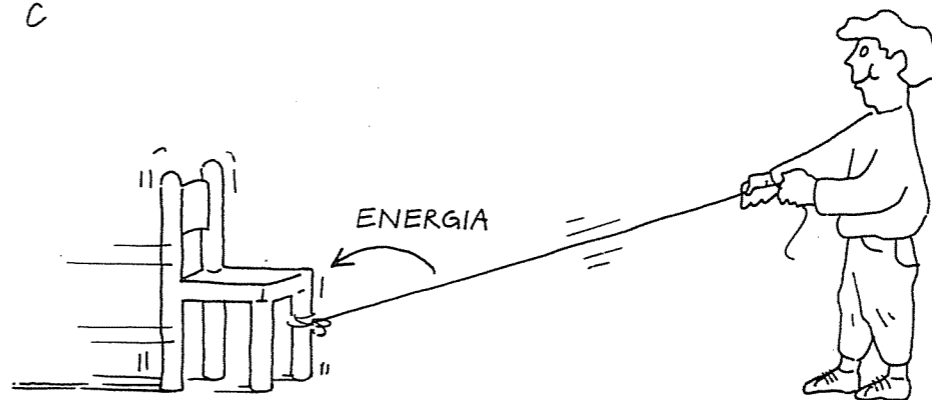
- Sedia ferma
- Forza zero
- Pino non fa forza e non dà energia all'elastico



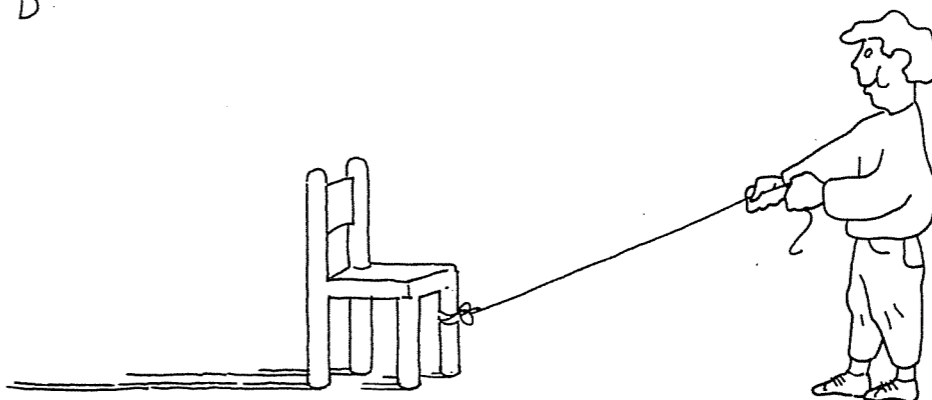
- Sedia ferma
- Forza che aumenta
- Pino tira sempre di più e dà energia all'elastico



- Sedia che sta per muoversi
- Forza massima
- Pino continua a fare forza ma smette di dare energia all'elastico



- Sedia che scivola e avanza
- Forza che diminuisce
- Pino continua a fare forza (un po' meno) ma non dà energia
- L'elastico scarica la sua energia alla sedia mettendola in movimento



- Sedia ferma
- Forza intermedia tra A e B
- Pino fa un po' di forza ma non dà energia
- L'elastico non dà più energia alla sedia ma resta un po' carico

Aperture, approfondimenti, varianti

Invece di tirare con un elastico si può tirare con una corda, oppure con tutti e due. I bambini possono discutere della differenza che c'è tra il tirare con la corda e con l'elastico. Rispetto ai discorsi fatti poco fa sull'energia, la corda si può considerare come un elastico che trasmette la forza ma non si carica di energia, per cui quando il bambino smette di tirare anche la sedia si ferma istantaneamente, perché non c'è nessuno a spese del quale potrebbe continuare a muoversi. Attenzione però, questi discorsi che abbiamo fatto sulla forza e l'energia sono discorsi di inquadramento teorico per gli insegnanti, non possono mai diventare argomento per una spiegazione da fare agli alunni. Tuttavia occorre rendersi conto che, anche senza rigorose spiegazioni, si può indirizzare il lavoro dei ragazzi in modo tale da fare emergere gli aspetti della situazione legati alla presenza di forze e quelli che possono essere interpretati con un discorso di energia. Nelle classi superiori e soprattutto nella scuola media, dovrebbe esserci l'occasione per approfondire questa distinzione ed arrivare anche a delle definizioni univoche e comprensibili. Un'altra attività molto bella e complicata è quella di le-

gare un bel pezzo di elastico a fettuccia al soffitto, legarci un peso (un martello o un sacchetto con dentro un bel sasso pesante), e fare oscillare su e giù l'elastico. È una situazione complessa ma molto bella da analizzare anche con bambini di 7-8 anni.

Una variante assolutamente ovvia che viene con i bambini, è quella di appesantire la sedia mettendoci un peso (dei libri o un blocco di creta) per aumentare l'attrito che hanno i piedini della sedia col pavimento. Oppure di fare la stessa esperienza, legando un elastico ad un carrello a rotelle o ad un camioncino di plastica che possono anch'essi essere appesantiti a dovere.

Per concludere ci preme insistere sul fatto che anche solo l'analisi delle forze è un risultato importante di questa linea di lavoro. Arrivare a dire che: Pino tira l'elastico, l'elastico tira Pino e anche la sedia, la sedia spinge contro il pavimento il quale serve anche a Pino per poter tirare, è fondamentale per costruire una visione del fare forza come qualcosa che interviene, simultaneamente e diffusamente in un intero sistema, e non come qualcosa di localizzato in un punto, che solo gli esseri viventi o le macchine sono in grado di fare.

DISCUSSIONE DI BAMBINI - 125° CIRCOLO - ROMA

Insegnanti: Daniela Bianchi, Paolo Mazzoli, Classe 2^a

Elastico che tira la sedia

COSA SUCCEDERÀ SE SI TIRA L'ELASTICO

— La sedia casca.

— Per me non casca, però se tiri tanto viene avanti la sedia, se tiri poco non viene. L'elastico si porta appresso la sedia.

Andrea: La corda non molleggia, se tiri finisce la corda, invece l'elastico, se tiri, si allunga un po'.

Maira: Prima la sedia sta storta, poi casca.

Maria: Ci vuole tempo per fare spostare la sedia con l'elastico: la sedia con la corda si sposta subito.

Ins.: Quanti passi indietro devo fare prima di far spostare o cadere la sedia?

SI PROVA

— Se tu tiri tanto, l'elastico diventa rigido, e poi c'è anche pericolo che si rompe. Quando la sedia è immobile, tu tiri tanto, l'elastico diventa rigido, e la sedia non si muove. Mentre Paolo tira, l'elastico diventa sempre più rigido.

MENTRE LA SEDIA SI MUOVE, COSA FA L'ELASTICO?

— *L'elastico si allunga e si accorcia.*

— *Si accorcia, diventa più morbido.*

Ins.: Secondo te perché la sedia ha fatto tutto quel tratto, se prima stava ferma?

Pamela: Perché l'elastico tira.

Monia: Perché tu non stai più tirando; l'elastico la sta tirando.

Ins.: L'elastico da solo può tirare?

Fabio: Quando tu non tiri più, l'elastico diventa più morbido e viene verso di te, e viene anche la sedia.

Pino: La sedia viene perché tu hai tirato prima! Perché tu dopo un po' l'hai tirato abbastanza, ti fermi ad un certo punto, e quello, dopo un po', viene.

Ins.: Perché si ferma?

— Perché se tu gliene dai di più, quella continua!

— Tu la fermi (*perché ti sei fermato lì*) — così tu puoi andare più indietro fino alla finestra.

(*Andrea si siede sulla sedia per permettere a Sonia di andare fino alla finestra tirando l'elastico.*

Con Andrea sulla sedia l'elastico è più teso di prima, la sedia è ferma. Andrea si alza: la sedia parte improvvisamente, arriva fino in mezzo alla classe e si ferma).

PERCHÉ SUCCEDE COSÌ?

— Perché l'elastico si allunga, la sedia non ce la fa più a tenersi, e allora parte.

— Si è staccata da terra.

Andrea: Con me sopra prende più velocità. Tu puoi arrivare più in là tendendo l'elastico. Con Pino sopra arriva più lontano perché l'elastico gli ha fatto prendere più velocità, più rincorsa.

— No, è arrivata allo stesso posto; gli hai dato sempre la stessa rincorsa che gli hai dato prima!

Andrea: Tu hai tirato, quello è partito; e quando è partito la sedia era così per cascare, poi si ferma.

Sonia: Non è vero che è andata sempre allo stesso modo.

Simona N.: Quando tiri l'elastico, puoi mettere un piede sull'elastico, così la sedia viene più avanti; ti viene appresso.

(Sonia tira Andrea sulla sedia).

Maria: Quando Andrea si è messo sulla sedia e Sonia è arrivata più del mobiletto. Poi Andrea si è alzato e la sedia è arrivata a un punto più di prima.

Pamela: Quando Andrea si è messo sulla sedia, Sonia ha tirato. Dopo lui si è levato, e la sedia è andata più lontano di quando tirava il maestro.

Luisa: Quando ha tirato Sonia, è arrivata fino a là, fino al mobiletto. Se invece tirava più vicino, la sedia arrivava in un altro punto. Se tirava più distante arrivava più distante: se tirava più vicino la sedia arrivava più vicino. E poi, Sonia, con l'elastico, ha tirato bene.

Daniele: Ho provato a farlo. La sedia mi stava quasi venendo addosso, mi ci stavo mettendo a sedere.

Sezione B. Esperienze con forze e pesi

Linea di lavoro n. 5. Sacchi di patate

Scheda informativa

Argomento : Sollevare sacchi di patate che pesano.

Durata : 2 o 3 interventi in due settimane.

Livello : 3^a e 4^a elementare - Scuola elementare «F.lli Bandiera», Roma. Insegnante: Alberto Manzi.

Materiale : Due sacchi di patate da 3 kg. l'uno, una bilancia pesa-persone.

Descrizione della linea di lavoro n. 5

Anche queste sono attività che possono essere svolte in un tempo abbastanza breve.

Tutto il lavoro può nascere da un paio di sacchi che abbiano lo stesso peso circa (vanno bene 3 kg ciascuno). Si portano in classe e si chiede: cosa contengono le due buste? Quale pesa di più? La prima domanda può fare sbizzarrire i ragazzi ad indovinare dalle forme della busta cosa contiene. Poi si passa alla seconda questione. I bambini provano a turno a soppesare i sacchi, come vogliono loro. Prima con la destra, poi con la sinistra, con tutte e due le mani e poi scambiandosi i due sacchi, ad occhi chiusi. Si prova a fare delle previsioni. È bene contrassegnare uno dei due sacchi con un foglietto spillato sul manico o con un segno fatto col pennarello. Ecco due punti problematici. È più pesante il sacco tenuto col braccio disteso lungo il corpo o col braccio orizzontale perpendicolare al corpo? (vedi disegno). C'è da discutere sulla parola «pesante». Scorrendo la discussione che viene riportata in queste pagine, Marco dice che in un certo modo pare più pesante perché il muscolo fa forza per tenere il braccio rialzato. Donata parla di fatica. Emanuela è confusa dalle parole, prima dice che in un certo modo è più pesante, poi mentre spiega si contraddice e va in crisi. Andrea va ancora più sottile: i muscoli fanno forza anche se stanno distesi. Luca usa la parola sforzo e sembra pensare che il peso pesi di più se sta in alto. Qualcuno conclude che il peso deve essere lo stesso perché le patate non aumentano di numero, e non crescono. Il peso si identifica con la quantità di roba che si ha.

Altro problema. Se il sacchetto invece di stare appoggiato sulla mano, viene lasciato cadere per po-

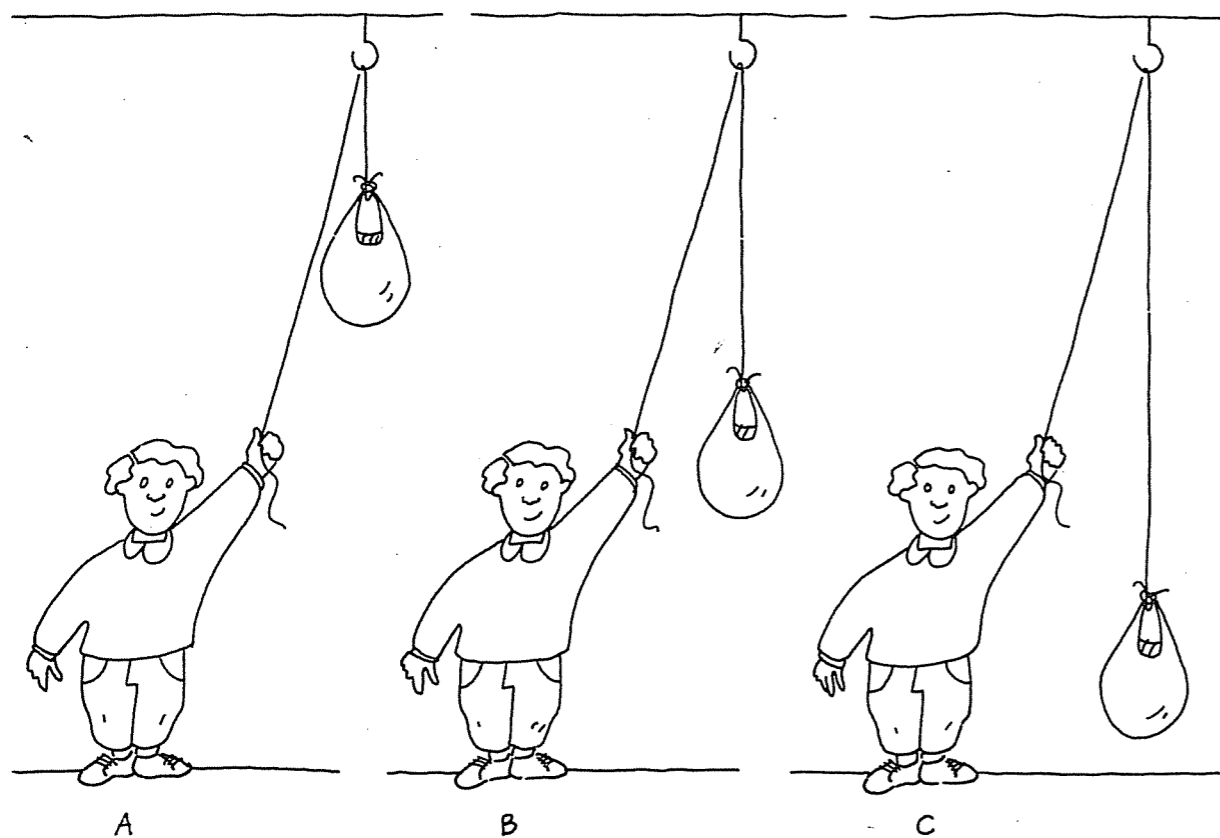
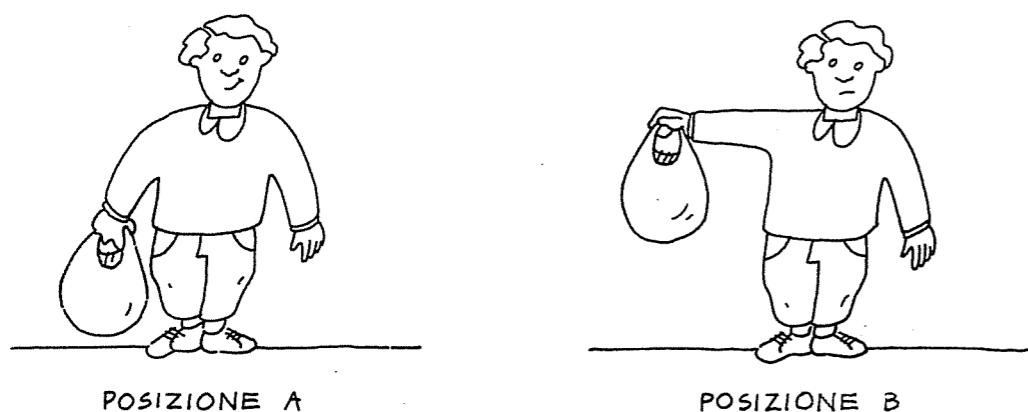
chi centimetri tirandolo un po' su e poi lasciandolo di scatto, con la mano sempre infilata nei manici, il braccio non ce la fa e va giù. Perché? Max: è come un coso che ti cade in testa, pesa poco però ti può anche ammazzare. Marco: è come quando fai un salto, più salti dall'alto e più ti fai male. Luca dice che aumenta la velocità. Sara mette in luce l'effetto sorpresa.

Quando ti arriva il peso del sacco sulla mano, tu non te l'aspetti e il braccio ti va giù. Luca trova un sistema per non farsi cogliere di sorpresa. Poi si parla delle cadute. Quali oggetti vanno più svelti? Quelli più pesanti o quelli più leggeri? Emanuela dice che prende più slancio la penna che è più leggera. Sara è d'accordo ma dice che dipende dall'altezza da cui si lasciano andare.

Poi si passa al problema del numero di patate. Contando le patate, si può dire quale sacco è più pesante? C'è da specificare, da fare degli esempi e dei controesempi. La discussione può andare avanti per molto tempo. Quella riportata è solo uno stralcio della sbobinatura originale. Siamo ancora di fronte ad uno scenario immediatamente percepibile dai ragazzi, sul quale essi possono imbastire i loro discorsi e, con l'aiuto dell'insegnante, puntualizzare sempre meglio i tanti aspetti che sono compresi sulla situazione che si osserva. Sono momenti di scuola per così dire «intensivi» nei quali si cerca di scavare in profondità sempre di più, cercando anche nei più piccoli dettagli la presenza di problemi che, ancor prima di essere risolti, sono riconosciuti ed esplicitati.

Con questo lavoro si arriverà sicuramente ad un'idea di peso come forza (perché bisogna fare forza per tenerlo) e si potrà discutere sulle caratteri-

Fig. 22



stiche di questa forza. Ad esempio: il peso è sempre lo stesso anche se si sta ad altezze diverse? Proviamo a far parlare i ragazzi a proposito del disegno con i tre sacchi a diverse altezze e a far loro dire se il bambino che tiene i tre sacchi sente un peso uguale o diverso. (Vedi altra conversazione). Nonostante il fatto che più o meno tutti i ragazzi dicono che il peso del sacco è uguale, possono ugualmente sostenere che nei due casi il bambino *sente* un peso diverso.

Alcuni pensano che il peso in alto fa di meno perché «non è ancora sceso, ci ha ancora dello spazio» (Andrea), altri che forse il peso in alto «si sente di più» e poi si sente sempre meno perché quando tocca per terra «non si sente niente» (Mayer). Carlo è convinto che si sente un peso uguale. Anche qui la fatica più grossa non è quella di *spiegare le cose*, ma di *dipantarle* con pazienza tentando di capire cosa i bambini hanno in testa quando ragionano su queste cose.

La seconda parte dell'esperienza consiste nel fare delle prove di pesate con la bilancia pesa persona.

Un bambino monta sulla bilancia e si pesa (non è affatto facile imparare a leggere bene i numeri traballanti della bilancia). Poi prende due sacchi di patate piano piano da sopra un tavolo. Che succede? Quand'è che la bilancia incomincia a sentire qualcosa? Se i bambini hanno in mente un modello in cui il peso o è appoggiato al tavolo o non lo è, potranno pensare che la bilancia sente solo quando i sacchi li tiene sollevati il bambino. Alcuni dicono: «La forza che deve fare il bambino aumenta piano piano, ma non c'entra con quello che sente la bilancia che è il peso, poi quando la forza ce la fa a tenere i sacchi allora la bilancia segna anche il peso dei due sacchi».

Aperture, approfondimenti, varianti

Il problema del peso resta uno di quei punti da lasciare sempre aperti per ulteriori approfondimen-

ti. Per quanto riguarda le complicate relazioni tra forze e pesi quando si sta su una bilancia, si rimanda alla lunga linea di lavoro n. 6 nella quale vengono affrontati questi argomenti. Resta fuori da queste attività tutto il problema del galleggiamento e quello della caduta degli oggetti più o meno pesanti. Le esperienze di galleggiamento sono abbastanza comuni nella scuola elementare ma difficilmente vengono centrate sullo schema di equilibrio tra forze, nel quale uno dei due termini è ovviamente il peso. Bisognerebbe evidenziare anche il caso in cui un oggetto che affonda venga tenuto sospeso in acqua (vedi disegno). È abbastanza normale per i bambini pensare che in tal caso l'oggetto «pesa lo stesso» (come se quando galleggia non pesasse) senza considerare in modo continuo e graduale la forza che l'acqua comunque esercita su tutti gli oggetti, siano essi *galleggianti* che non galleggianti. L'acqua fa questa forza (inutile, ma non dannoso, chiamarla «forza di Archimede») anche su se stessa, ovviamente.

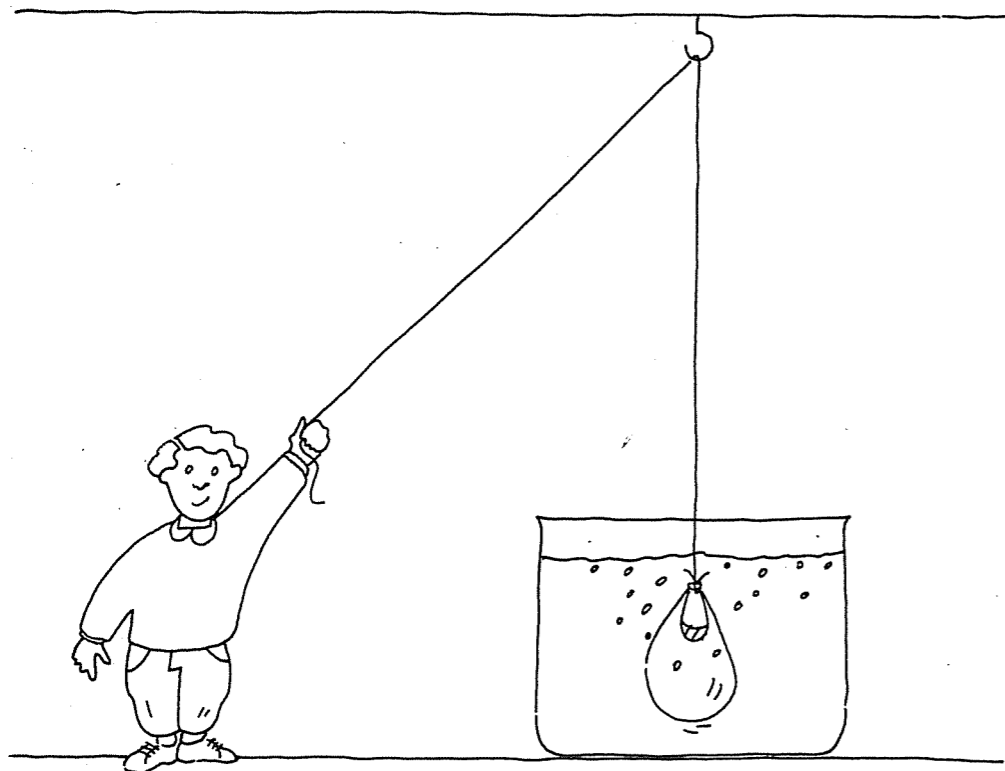
Per quanto riguarda la caduta degli oggetti dall'alto verranno presentate, in un volume a parte, una serie di esperienze incentrate su questo tema. Vorremmo qui dare solo due avvertenze.

1. Se si lasciano cadere da altezze ragionevoli (2-3m) due oggetti piccoli, anche molto diversi come peso (un fermaglio e una moneta da 100 lire), i due oggetti arrivano pressoché contemporaneamente a terra.

2. Se si lasciano cadere da altezze più ragguardevoli (10-15m) due oggetti più grandi di peso molto diverso (un sacco di sabbia e uno di carta), i due oggetti arrivano molto distanziati anche se hanno la stessa forma. Ciò detto si può provare a costruire delle esperienze sulla caduta degli oggetti, tenendo presente che si tratta di uno di quegli argomenti che meritano un'attenzione particolare, avendo i bambini un carico di modellizzazioni mentali che vanno esplicitate con cura.



IL BAMBINO SOLLEVA LENTAMENTE I DUE SACCHI



DISCUSSIONE DI BAMBINI - SCUOLA ELEMENTARE «F.LLI BANDIERA» - ROMA

Insegnante: Alberto Manzi, altri adulti: Maria, Paolo - Classe 4^a

Due sacchi di patate

Maria: Quale sacco pesa di più? Guardate Paolo come lo tiene. (Paolo fa finta di sbilanciarsi da una parte e dall'altra).

— : Quello di destra — perché lo tieni diverso! — allora lo metti sulla bilancia — saranno uguali; ci vuoi imbrogliare.

Sara: Io penso quello di destra.

Paolo: Vieni a provare.

— : E se perdi la scommessa?

Sara: Io non ho scommesso; io penso. Sono uguali.

Paolo: Uguali quanto?

Sara: Forse questo è un po' più pesante (si distinguono i sacchi con un foglietto).

Em: Pesa di più quello col foglietto.

Max: Magari è un foglietto pesantissimo.

Donata: Ma è impossibile, quel foglio non pesa neanche un grammo.

Max: Ma, forse può pesare un paio di chiletti.

Donata: Sì!!!

Maria: Prova con gli occhi chiusi.

Em: Sono uguali.

Paolo: Uno può anche dire di essere indeciso, che non si capisce.

Carlo: Quello senza il foglio.

Luisa: Secondo me sono uguali.

Paolo: Un'altra volta ce li preparate voi, e noi li proviamo; questi qui già lo sappiamo come sono.

M.: Non lo so.

Maria: Senti, pesa di più con un laccio solo o con due lacci?

M.: Pesa di più con un laccio solo. Per me sono uguali.

Maria: Dobbiamo fare altre prove.

Paolo: Chiedo se pesano di più con le braccia in giù o così (a braccia tese, orizzontali, allineate con le spalle...) o volete sapere prima se sono uguali?

Luca: Pesano di più così (braccia larghe) — fammi provare (alcuni provano).

Carlo: E chi ci riesce, mi spacco le ossa.

Luisa: Per me pesano di meno così (a braccia alte).

Carlo: Per te di meno, per me di più.

— : Così non pesano niente (a braccia in giù, forse appoggiate a terra).

Paolo: Come non pesano niente?

— : Perché lui è forzuto.

Marco: Così pesano di più e così di meno. Va be' che è sempre lo stesso peso.

Sara: Volevo dire che secondo me, il peso è uguale, solamente che tu a te il peso ti sembra diverso perché fai fatica a tenerlo con le braccia aperte, invece che tenerlo con le braccia in giù, perché con le braccia in giù il peso va tutto giù e pesa poco, con le braccia aperte devi cercare di non lasciarlo andare, ma di tirarlo qui su, allora fai più fatica e ti sembra che pesa di più.

Marco: Secondo me, per sentire, è come se ci hai due mani qua, e due qua (indica le spalle e le mani) perché poggi sulla spalla, non è come qua (all'ingù) che il muscolo... Se tu prendi questo così, è leggero, se lo metti così (steso) ti pare più pesante, perché il braccio fa... così il muscolo non fa forza (in giù), così il muscolo invece fa forza a tenere il braccio un po' rialzato.

M.: Ma il peso è sempre uguale ha detto Sara.

Marco: Sì.

Donata: Per me fai più fatica a tenerlo steso che giù, perché quando tu sei stanco, le braccia non le tieni stese, le tieni giù, in modo che non fanno... che non fai fatica col corpo a tenerle, invece stese, fai fatica a tenerle così.

Carlo: Per me il peso è sempre lo stesso, ma la fatica è diversa.

Eman: Per me invece è più pesante così, perché, ti ricordi quando abbiamo fatto la gara con le scope, che le dovevamo tenere come hai detto te e non ci riusciva, perché è più faticoso tenerle così che tenerle così... Così i muscoli stanno stesi, mentre così stanno più liberi.

— : Macchè più liberi.

Em: Più liberi, e devi fare molta più fatica a tenerli così (*stesi*).

Maria: Ma il peso, cambia?

Em: Sì, aspetta, non lo so.

Marco: E che, ci metti una patata in più che pesa di più!

Andrea: Per me pesano uguali queste due cose, se le metti così o così, però vorrei dire una cosa contro Marco, che anche quando le tieni in giù fai forza coi muscoli.

Marco: Lo so, ma sono più distesi.

Andrea: Sono più distesi, ma tu hai detto che quando fai così (*giù*) non fai forza coi muscoli.

Marco: Non ho detto proprio questo, ho detto che così fai più forza.

— : Se devi portare un chilo di roba!!!

Marco: Ma se la devi portare così... (*braccia larghe, e svenimento!*).

Luca: Per me fai più fatica a tenerli così, perché fai più sforzo, il peso lo devi tenere più... cioè, il peso è uguale, ma quando lo tiri su, tende ad andare giù; tu lo tiri più su, però fai lo sforzo di tenerlo.

Paolo: Come fai a sapere che il peso è uguale?

Luca: Il peso è lo stesso, sono le due buste, se tu lo metti così e poi lo tiri su, il peso è sempre uguale alla busta.

Paolo: E come fai a saperlo?

Max: Mica che se lo fai salire su diventano con più patate!

— : Magari con due patate...

— : È uguale il peso, ma bisogna fare più fatica ad alzare.

M. a Diego che sta giocando: Vogliamo sapere se il peso è uguale. Prendi i sacchi, prima mettili giù così, poi allarga le braccia, è più pesante adesso?

— : Sì.

M.: Allora prima c'era una patata in meno? Come dice Max? Chi ha detto che il peso dell'oggetto cambia?

— : Non può cambiare, perché non ci sono delle patate in più.

Diego (*tramite Luisa*): Pesano lo stesso, però si fa più fatica.

Paolo: Poi possiamo fare tutte le prove per verificare, perché abbiamo la bilancia.

Donata: Però non è più divertente, se pesiamo sulla bilancia, perché scopriamo subito il peso che c'è ed è tutto finito, anche la discussione, invece proviamo a scoprirlo da noi.

Paolo chiede a Max: Lui dice che è lo stesso perché le patate non sono cresciute, però è la posizione del braccio. Facciamo un'altra prova: metti il braccio steso, adesso dimmi se fai più forza così (*appoggiando il sacchetto sulla mano*) o così (*lasciando cadere il sacchetto tenuto per i manicini*). Tieni forte il braccio (*il braccio si abbassa*) eppure ce la fai a tenerlo, steso così. Le patate sono cresciute?

Max: Ad esempio, se una cosa cade da una certa altezza, in testa ad una persona, esempio un vaso di fiori, se ti cade in testa è molto probabile che muori, perché anche se pesa, diciamo 50 grammi, quando casca, piglia velocità e non tende a fermarsi qua (*indica sopra la sua testa*).

Maria: Ma perché dovrebbe fermarsi proprio lì.

Max: Infatti non si ferma.

Marco: Mica dice: uh poveretto, forse gli faccio male, beh, fermiamoci.

Maria: Non ha pietà.

Marco: Se tu fai un saltino così e caschi, non ti fai male, se ti butti da un piano invece, arrivi così!!!

Luca: Aumenta la velocità.

Paolo a Sara: Fai una bella forza adesso, e poi guarda (*lascia cadere il sacco*) quanta velocità ti pare che sia!

Sara: Ma il peso è pesante però.

Paolo: Ma la velocità come è, tanta o poca?

Sara: No è poca, solo che...

Paolo: Allora è quella velocità poca, che gli fa.

Sara: No, non è la velocità che gli fa, cioè, anche la velocità, solo che, per esempio, se tu lo tieni così il peso sembra meno, a un certo momento il peso ti viene di colpo, e ti viene da mettere giù il braccio. Invece, se tu già lo prendi così, non ti viene da mettere giù il braccio; se poi ti viene il peso, perché tu sei sicuro che è poco, ma quando senti il peso ti viene da metterlo giù.

Paolo: Allora Sara dice che c'è un altro motivo, oltre la velocità, secondo lei.

Luca: Come mai che quando lo tieni già in mano, il braccio lo tieni così (*steso, dritto*) e quando tu lo butti giù scende subito, perché anche se la velocità è poca, è il peso che è tanto, quindi prende molta più velocità di quanta sembri, e quindi te la butta giù. Invece quando lo tieni già in mano, già sai quanta forza devi mettere per tenerlo su. Me lo tiri? solo se lo butti in un certo modo, cascano tutte le patate per aria.

Sara: Per aria, per terra, vuoi dire.

Paolo: Luca ha cercato di eliminare il fattore sorpresa preparandosi a tenere il peso, ma non è bastato.

Luca: Adesso che ho misurato, quando me lo hai tirato sulla mano, ho fatto così, e poi, ho ritirato su con la forza: io già sapevo che forza ci dovevo mettere.

Marco: Secondo me, prendi un proiettile, un sasso o un pennarello, se lo tiri così, che ti fa, niente; ma se lo tiri così (*con forza*) vedi che ti fa, ti buca anche la mano. Infatti questo che è piccolo e leggero (*il pennarello che ha in mano*) prende quasi la velocità di quello che è più pesante, che ha il peso più facile. Se butti questo (*il pennarello*) scende un po' piano, se butti quell'altro, vedi come scende. Se prendi una cosa, un sasso, che pesa, sì, e lo butti dall'alto, e ti centra la mano, che fai, tieni la mano così o l'abbassi? Io l'abbasserei. Me lo tiri (*il sacchetto*).

(...)

Emanuela: Marco aveva detto con la penna che a metà non fa male, e poi sì; e poi ha detto: con lo slancio uno fa più male. Secondo me, la penna prende più slancio perché è più leggera, mentre il peso, quando Paolo ha fatto così, prende meno slancio, perché è più pesante. Insomma dico che la penna che è più leggera prende più slancio, mentre le patate prendono meno slancio, perché sono più pesanti.

Sara contro Emanuela: Tu hai detto che una penna prende più slancio perché è più leggera, e questo è giusto; però bisogna vedere, perché secondo me, lo slancio lo prendono tutte e due uguali, anche se sono più pesanti o più leggere. Per me bisogna vedere da quanta distanza lo metti, per esempio una penna, se la metti da questa distanza qua, va giù, e prende questa distanza, se prendi il sacco, anche le patate vanno giù, prendono lo stesso slancio perché prendono la stessa distanza. Poi, secondo me, ho cambiato idea su quello di prima, perché per vedere se è più pesante un sacco o l'altro, bisogna vedere quante patate ci sono dentro, perché può essere che una patata sia grossa così, e allora fa un peso più grande, oppure una patata piccola che non fa mica peso. Per vedere se le patate sono di peso uguale, le conterei, se sono uguali, va bene, se non sono uguali, non sono di peso uguale: anche per una patata piccola così può cambiare il peso.

Paolo: Forse non ho capito bene. Secondo te, se contiamo quante patate ci sono qui e là, se viene un numero uguale di patate, allora pesano uguale, e se viene un numero diverso di patate pesano diverso.

Sara: Anche se c'è un numero uguale di patate, e in quello c'è una patatina piccola, il peso cambia, perché mezza patata pesa.

Paolo: Ma può succedere che ci siano più patate di numero qua, che là, e il peso sia di più da quella parte?

Sara: Sì; perché lì possono essere tante patate piccole, e di là poche patate, magari grandi.

Andrea: Tu dici: se c'è numero di patate uguali pesano uguali; io allora metto 60 patate grandi così da un sacco e 60 patate piccole così da un altro. Quale pesa di più?

Sara: Quello con le patate grandi.

Andrea: E allora?

Sara: E allora che!

Andrea: Hai detto che quando il numero è uguale pesano uguale.

Sara: No, ho detto che se ci sono più patate da questa parte e meno dall'altra, può essere anche di più l'altra, perché mettiamo che tu ci metti 10 patate piccole, e dall'altra 9 grosse, pesano di più le grosse.

Andrea contro Emanuela: Per me le cose più pesanti pigliano più velocità, perché fai conto, pigli un uccelletto e lo butti dal quinto piano...

Marco: Quello muore.

Luca: Mica muore, perché vola.

Andrea: Lo butti con le ali legate. Se butti un'aquila...

— : No, povero uccelletto.

— : Anche l'aquila con le ali legate?

Andrea: Chi prende più velocità? L'uccelletto forse?

Eman: Le cose più leggere prendono molta più velocità, perché sono leggere, mentre le cose più pesanti la prendono anche, la velocità, però meno di quelle leggere.

Andrea: Tu prova a fare questo: a slanciarti questo (*il sacco*) così; sulla mano, vedi che pesa; prova ora a pigliare un pennarello e a slanciarlo così sulla mano, pesa di più di quello?

Marco: Se un sacco di patate ti cade in testa, beh, come minimo te la rompe, se ti cade in testa un sacco con una sola patata, ti fa male, ma non tanto.

DISCUSSIONE DI BAMBINI - SCUOLA ELEMENTARE «F.LLI BANDIERA» - ROMA

Insegnante: Alberto Manzi - Classe 4^a

Altri adulti: Paolo, Maria

Sacchi ad altezze diverse (figura 22, A, B, C)

Paolo: Allora i sacchi quando sono su pesano di più o di meno?

Sara: Di meno.

Carlo: Restano uguali perché si allunga soltanto la corda, ma non ho capito se è la corda che si allunga o è Andrea che deve stare su così fino in punta di piedi.

Ins.: La domanda di Paolo è questa. È la corda che si allunga e scende o si accorcia, o è Andrea che deve stare in punta di piedi per tirare la fine della corda così.

Carlo: Allora il peso cambia, se è Andrea che deve stare in punta di piedi. Se è la corda, resta uguale,...

Donata: Uguale. I sacchi tirano un po' in alto Andrea.

Ins.: Allora anche se i sacchi stanno alti, o a metà o in basso pesano sempre uguale?

Donata: Sì.

Andrea: Io prima pensavo che il peso aumentasse se stavo più su, perché pensavo che i sacchi avevano più terr... più tempo per scendere giù, come dire che avevano più spazio, invece ho sbagliato perché se loro aumentavano il peso allora era il tempo che faceva peso.

Emanuela: I sacchi si sentono più leggeri quando sono in alto.

Paolo: Si sentono più leggeri o sono più leggeri?

Emanuela: Si sentono più leggeri. Quando sono in basso si sentono più pesanti.

Diego: Quando sono in alto si sentono di più, Andrea è più tirato. Quando sono in basso si sentono di meno e Andrea non è quasi tirato.

Andrea: Il corpo viene tirato su dal peso dei sacchi ma se i sacchi stanno qui vicino a terra non tirano quasi più.

Ins.: Non ti tirano?

Andrea: Quando mi hanno tirato un po' dopo non mi possono tirare più perché stanno a terra.

Massimo: Quando sono più alti pesano di meno.

Paolo: I sacchi pesano di meno?

Massimo: No, pesano uguale, però...

Mayer: Il peso più basso pesa sempre di meno, quando tocca a terra niente.

Leonardo: Per me pesa sempre uguale perché se i sacchi stanno in varie posizioni non c'entra niente.

Andrea N.: Un po' di peso se lo piglia la corda quando è in alto tira di meno.

Max: Per me si sente sempre uguale.

Raffaella: Andrea tira e i sacchi tirano sempre uguale.

Valentina: I sacchi quando stanno in alto non possono andare più in alto e Andrea li sente di meno, anzi spingono dalla parte di Andrea invece che dalla parte loro. Quando stanno giù Andrea viene tirato.

Ins.: Insomma molti dicono che i sacchi pesano uguale ma si sente diverso se stanno in alto o in basso. Chi è d'accordo?...



Linea di lavoro n. 6. Forze, pesi, e bilance pesa-persone

Scheda informativa

Argomento : Fare forza con corde e bastoni stando su una bilancia pesa-persone.

Durata : 10 o 12 interventi nell'arco di 3 mesi.

Livello : 3^a elementare - Scuola elementare «F.lli Bandiera», Roma. Insegnante: Alberto MANZI.

Materiale : Una corda robusta, una carrucola da attaccare al soffitto, un bastone, un sacco di patate, due bilance pesa-persone.

Descrizione della linea di lavoro n. 6

La rete di attività che vengono proposte in questa linea di lavoro è particolarmente ampia ed articolata. È il caso di affrontare il presente percorso didattico con un lungo lavoro da svolgere a più riprese all'inizio del 2° ciclo elementare. Altrimenti è senz'altro possibile trarre dall'insieme delle attività che vengono suggerite degli spunti e delle idee da utilizzare anche con bambini più piccoli, sempre di scuola elementare.

Le diverse esperienze che si possono realizzare in classe sono tutte impregnate sul legame che c'è tra il peso, segnato da una bilancia, e tutte le possibili forze che possono essere fatte mentre si sta sopra la bilancia, compreso il caso in cui si utilizzano altri pesi aggiuntivi (i soliti sacchi di patate, o di sabbia o di altro).

Per poter dominare bene, nel loro insieme, tutte le esperienze che si possono fare non è possibile ragionare ogni volta «da zero», analizzando caso per caso la situazione. Occorre provare ad applicare, in modo corretto e coerente, gli schemi generali del fare forza e del peso che abbiamo discusso nella seconda parte, alle situazioni che adesso si presentano.

Anzitutto, se è vero che si può fare forza sempre e solo ponendosi tra due sistemi, opponendo una forza in espansione o in contrazione (eliminiamo per ora il caso della torsione), la bilancia funziona secondo questo schema? (vedi disegno).

Lo schema di forze proposto come modello di bilancia nel disegno non è affatto scontato per i bambini. Essi considerano molto spesso il peso come qualcosa che fa segnare le bilance, ma non tentano di accostare il peso ad un normale «far forza contro» che richiede tutte le condizioni che abbiamo visto coi lavori sugli elastici e sul tiro alla fune.

Diventa estremamente significativo utilizzare la bilancia pesa-persone, per «farle sentire» delle forze fatte da bambini indipendentemente dal peso. (vedi disegno).

In questo caso la bilancia gioca il ruolo che giocava la panca nella spinta alla panca.

Se questo schema funziona dovremmo capire, caso per caso, quand'è che la bilancia segna qualcosa e quando no. Analizziamo i casi in cui si usa il bastone. (vedi disegno).

Si propone ai bambini, sempre riuniti in cerchio, di discutere le situazioni A, B, C, tentando di prevedere quanto deve segnare la bilancia su cui sta il bambino. È indispensabile coprire la scala della bilancia con un cartoncino e dello scotch per non far vedere i numeri che ci sono indicati. Occorre dire, ad esempio, nel caso del bambino che spinge con molta forza contro un bastone che è poggiato sulla bilancia stessa (disegno A), se la bilancia segna di più, di meno o lo stesso valore di quando il bambino non fa forza.

La percezione suggerisce immancabilmente il di più ma i pareri non sono unanimi (vedi discussione a pag. 81). Si discute sul ruolo delle forze. Andrea prospetta un meccanismo di «travasò» del peso, per cui, spingendo, il peso verrebbe trasferito lungo il bastone e si «scaricherebbe» lì dove il bastone è poggiato. Se il bastone è poggiato sulla bilancia non cambia nulla, ma se il bastone è poggiato sul pavimento allora un po' di peso se ne va dalla bilancia e va a terra. In tal modo la bilancia segna di meno. Come la mettiamo nel caso del bastone spinto contro il soffitto? Sia per alcuni bambini che per qualche adulto, in questo caso un po' di peso «se ne va nel soffitto» e la bilancia può segnare di meno. In realtà, dal punto di vista dello schema delle forze, questo caso sembrerebbe abbastanza semplice, perché si tratta di un peso che schiaccia la bilancia a cui *si aggiunge* una forza espansiva che viene fatta tra bilancia e soffitto tramite il bastone. Per cui sentiranno delle forze sia la bilancia che il soffitto. Viceversa nel caso del bambino che spinge con tutte le sue forze col bastone sulla bilancia, il meccanismo è assai più complesso. (vedi disegno).

Fig. 25

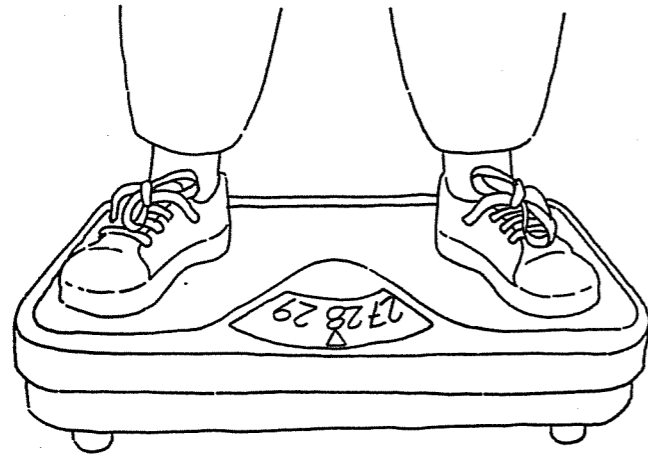
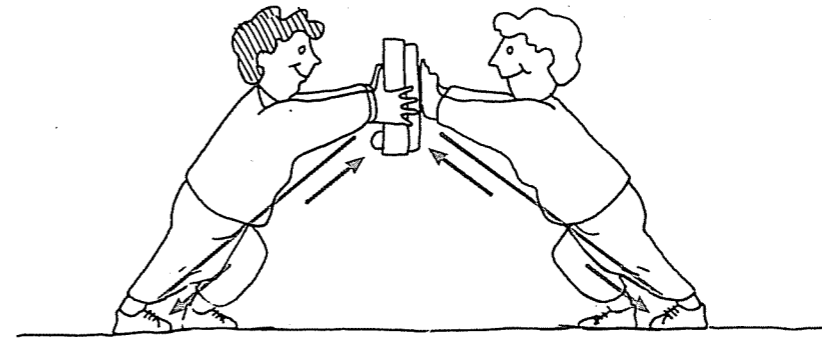


Fig. 26



DUE BAMBINI "STRIZZANO" LA BILANCIA

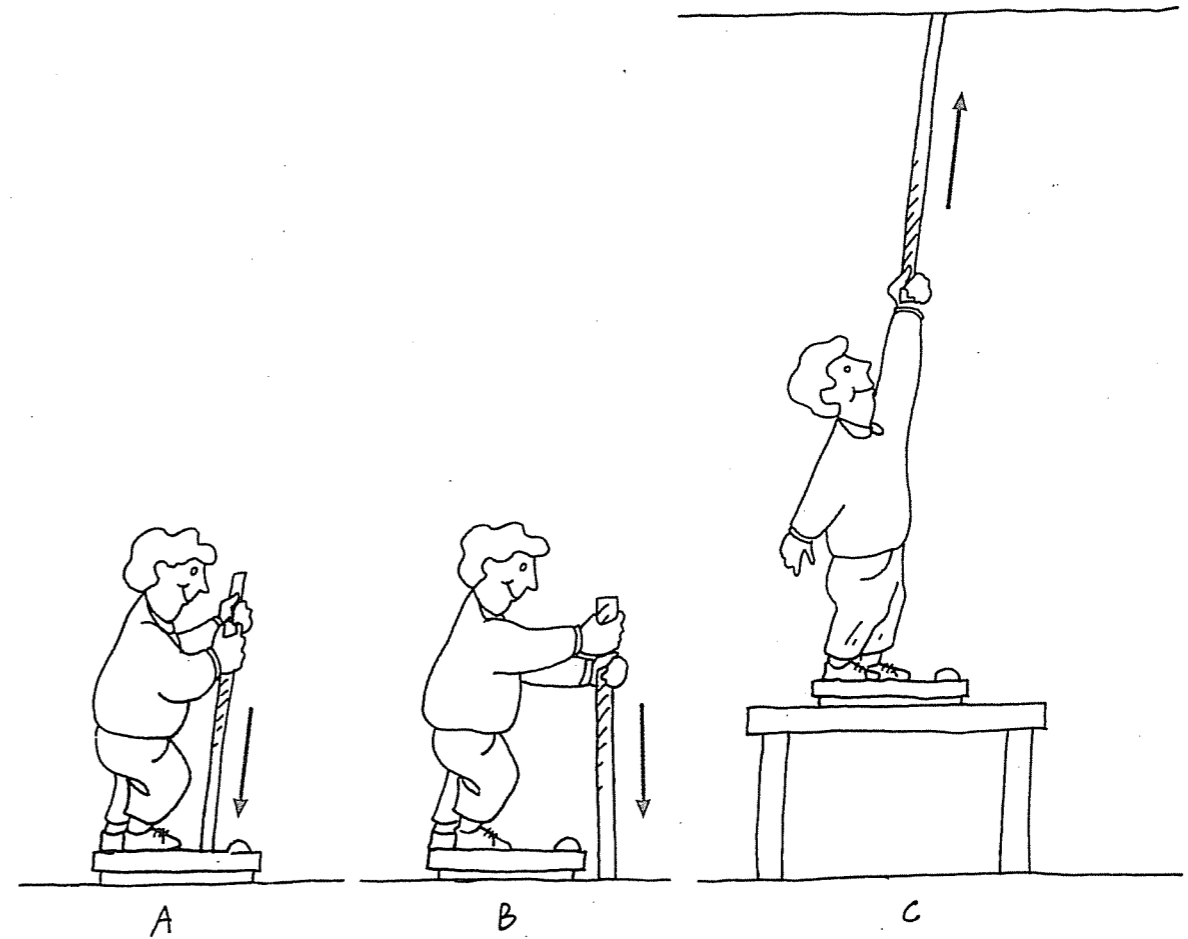
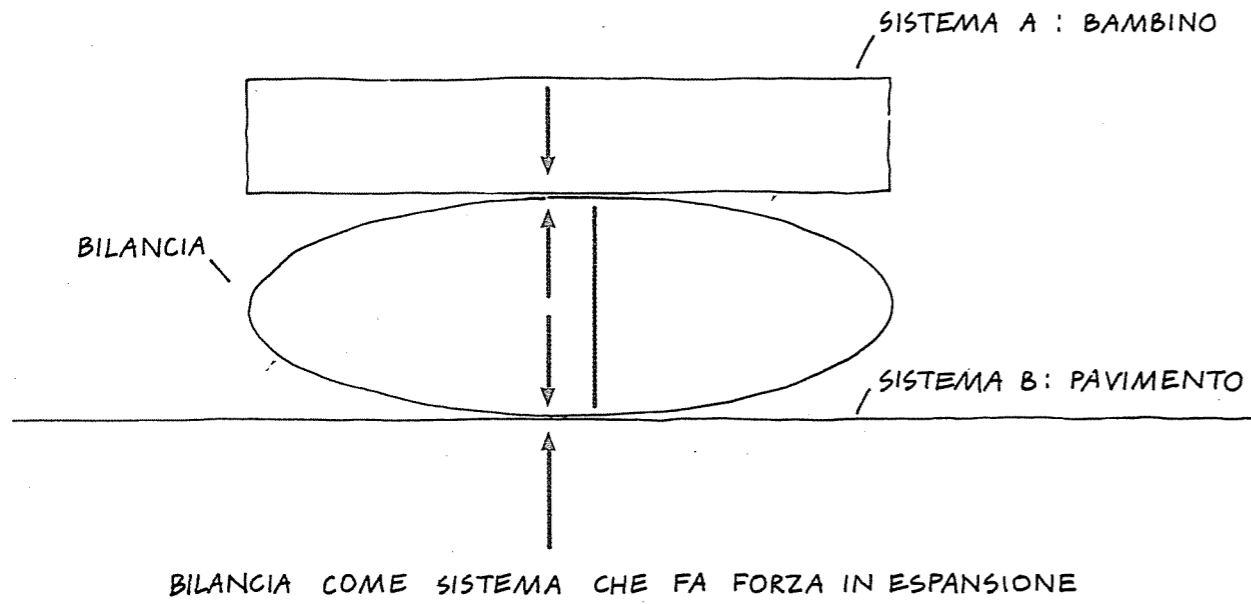
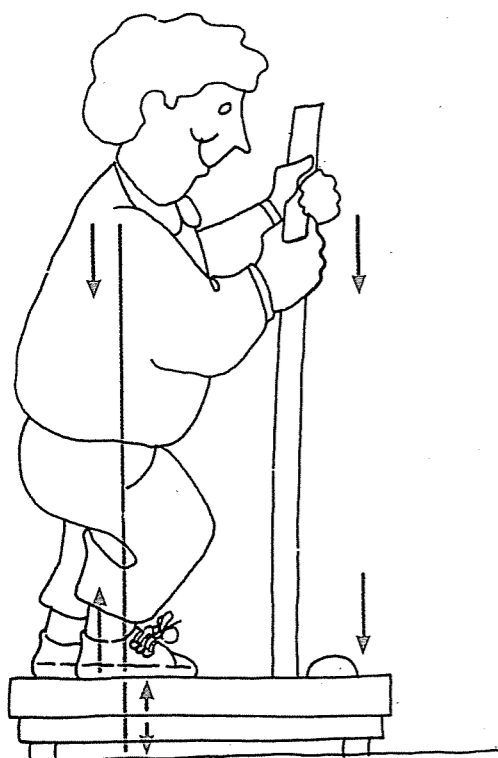


Fig. 28

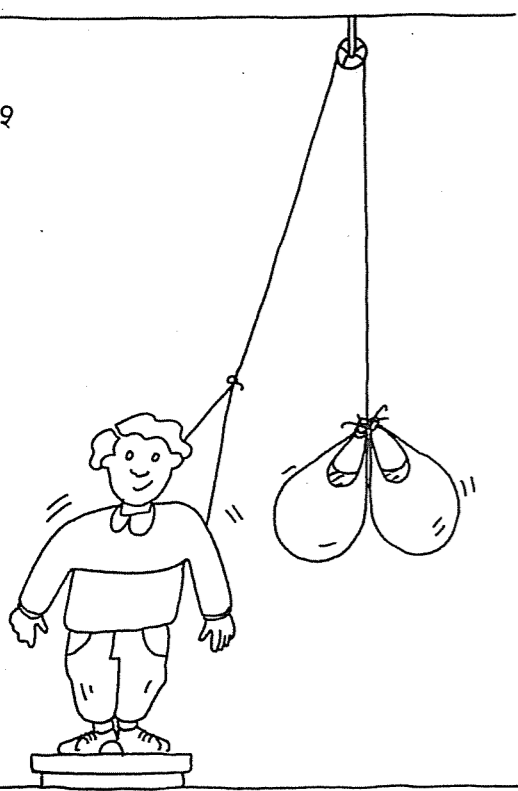


La forza che fa il bambino è in realtà una forza di tipo contrattivo che serve soltanto per spostare l'appoggio del peso del corpo dai piedi al bastone. La contrazione muscolare serve per togliere del peso dalla pianta dei piedi ed appoggiarlo sul bastone, più o meno come quando si cammina con le stampelle. Sicché il bambino pesa meno sui piedi ma corrispondentemente pesa di più sul bastone, per cui la bilancia non può che segnare lo stesso peso. Va da sé che nel caso della situazione B, la bilancia avverte l'alleggerimento dei piedi e diminuisce il valore segnato. È un po' come quando tiriamo fuori un piede dalla bilancia e lo appoggiamo un po' per terra per far segnare meno la bilancia.

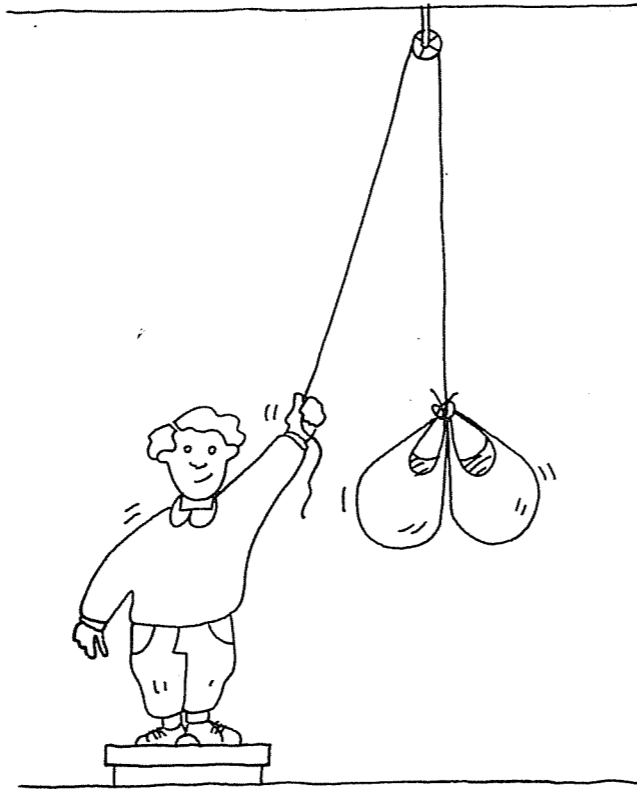
Veniamo ora alle esperienze con la carrucola attaccata al soffitto. (Vedi disegno).

Vale veramente la pena di perdere un po' di tempo e di farsi aiutare da qualcuno per attaccare una carrucola al soffitto, farci passare una corda e legarci dei sacchi di patate. Dopo aver coperto, come al solito, l'indice della bilancia, leghiamo un bambino alla corda facendogliela passare sotto le ascelle. Il bambino rimane lì appeso e si fanno parlare i compagni. Quanto segnerà la bilancia? Si pos-

Fig. 29

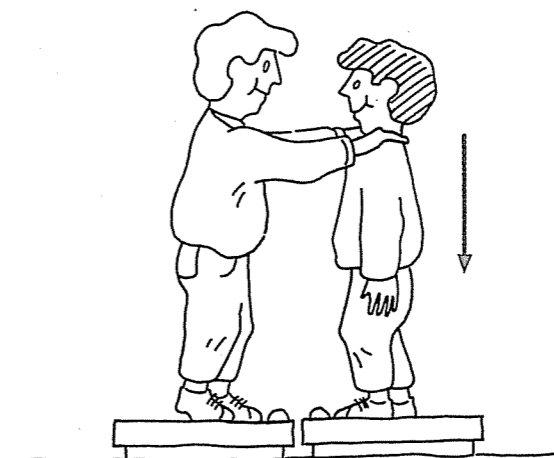


A



B

Fig. 30 - Due bambini su due bilance, uno dei due fa forza sulle spalle dell'altro



sono segnare alla lavagna dei dati. Per esempio: Leonardo pesa 26 kg, i sacchi pesano 3 kg ciascuno. I ragazzi fanno le loro ipotesi ed eseguono i loro calcoli. Chi fa $26 + 3 + 3$, chi fa $26 - 3 - 3$ oppure chi questiona sul fatto che un po' di peso se lo prende il soffitto e quindi non si può dire. Intanto si può far parlare anche Leonardo che sta sulla bilancia. È probabile che dica che si sente tirato su. I compagni possono cambiare opinione.

Si passa alla situazione B. Si sceglie un bambino non troppo forte e gli si dà la corda, con 6 kg di patate appesi, da reggere. Il bambino fa fatica. Deve tirare molto per non farsi scappare la corda dalle mani. Molti dicono: adesso siccome Emanuela (chiamiamola così) fa forza per tenere la corda, la bilancia segna di più. Anche Emanuela probabilmente sarà d'accordo perché sente di dover tirare molto con le mani verso il basso.

Aperture, approfondimenti, varianti

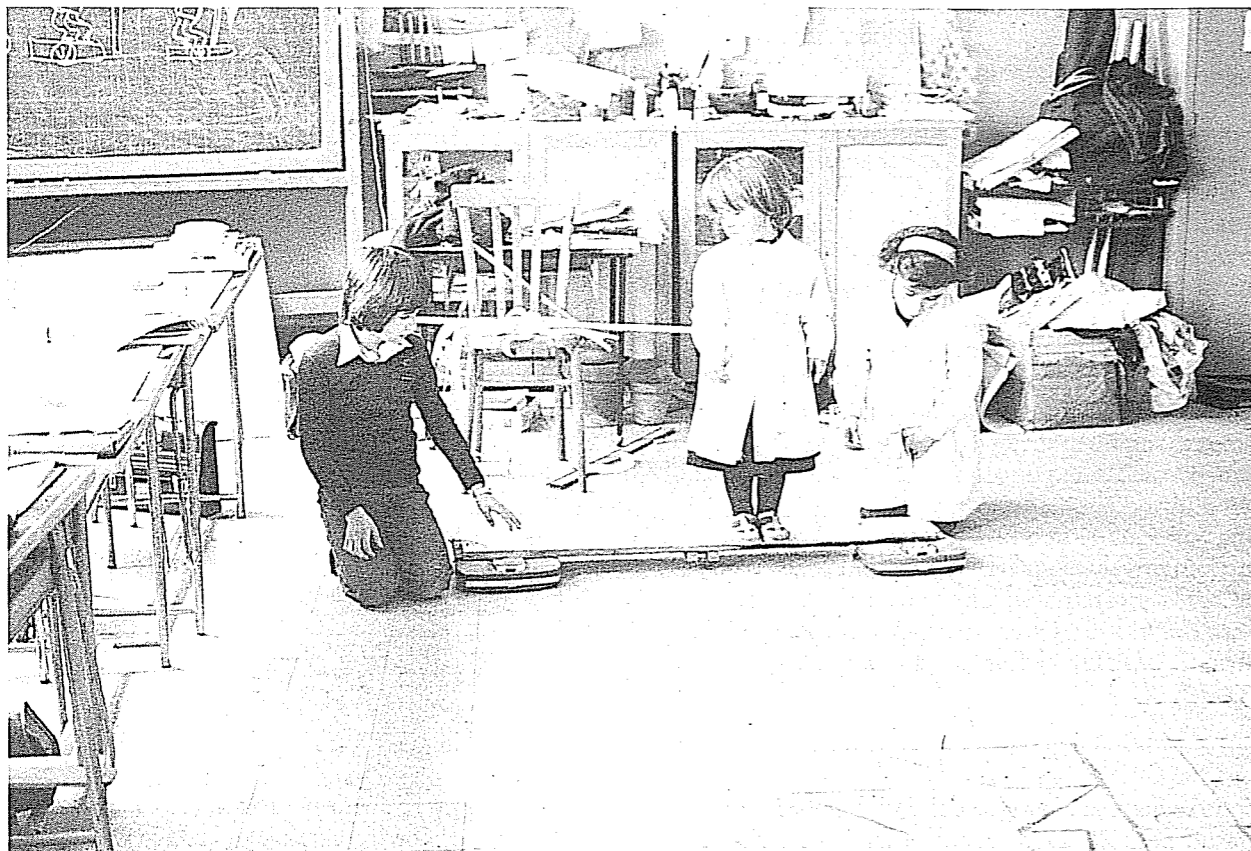
Questi lavori possono essere effettuati con tutta calma perché offrono spunti e motivazioni per discutere e far lavorare i ragazzi per più volte sulla stessa situazione.

Consigliamo di lavorare sulle cinque situazioni con: bastone, corda, carrucola, patate e bilancia pesa-persone per un bel po'. Proponendo ai ragazzi di spiegare per scritto le loro idee e di completare con segni, frecce e altro dei disegni di situazioni analoghe a quelle qui proposte.

Ecco una situazione divertente che può servire per ricapitolare un po' di discorsi. Due bambini stanno ciascuno su una bilancia pesa-persone. Uno dei due spinge con forza con le mani sulle spalle dell'altro verso il basso. Che succede? Se i ragazzi convengono che la bilancia del bambino che spinge si alleggerisce e quella del bambino che è spinto si appesantisce, allora possono anche fare delle previsioni numeriche. Il bambino che spinge pesava 28 kg e ora ne pesa 17. L'altro bambino pesava 30 kg. Quanto segna ora la sua bilancia? Si può andare avanti così facendo molti casi. Un terzo bambino si occupa di leggere quanto segna una delle due bilance e gli altri devono dire quanto segna l'altra.

Altra variante. Si appoggia una tavola di legno su due bilance a mo' di ponticello (vedi foto). Un bambino parte stando sopra una delle bilance e comincia a fare dei passetti. Cosa succede ora? Anche qui alle spiegazioni verbali si può far seguire

Fig. 31 - Bambina che cammina su una tavola appoggiata su due bilance.
Due bambine leggono quanto segnano le bilance



una specie di gara di previsione. Bisogna dire quanto segna una bilancia sapendo quanto segna l'altra. Oppure bisogna cercare di indovinare ad occhio come si distribuisce il peso a seconda della posizione del bambino sulla tavola. Fare ragionamenti del tipo: sta un po' più di là quindi segnerà un po' di più quella bilancia. Siccome la bambina pesa 24 kg potrebbe essere 15 e 9. Oppure 16 e 8 che è proprio il doppio.

C'è una pratica utilissima per riaprire i discorsi fatti e dar loro una veste riassuntiva. Far vedere

ai ragazzi dopo 1 o 2 mesi di tempo delle diapositive con le posizioni salienti di queste attività. Non c'è esperienza di recupero e di sintesi più valida e produttiva. Occorre solo fare una trentina di diapositive ai bambini man mano che si va avanti nel lavoro. L'osservazione a posteriori di esperienze vissute parecchio tempo prima, è un'operazione cognitiva importantissima. Dà la migliore percezione di quel tipo di cambiamenti e consolidamenti a tempi lunghi di cui si parlava a proposito dell'attesa nella prima parte metodologica di questo libro.

DISCUSSIONE DI BAMBINI - SCUOLA ELEMENTARE «F.LLI BANDIERA» - ROMA

Insegnante: Alberto Manzi - Classe 4^a

Altri adulti: Maria, Paolo, Paolo M.

Bambino su bilancia preme col bastone prima fuori della bilancia e poi dentro

Andrea: Per me è tutto diverso — se uno sta in una bilancia con l'asta fuori e spinge l'asta fuori, tutto il peso non resta sulla bilancia ma va sull'asta.

Maria: Ma che cosa va sull'asta, il peso o la sua forza, la forza che sta facendo a spingere verso terra.

Andrea: Ci va pure il peso, perché lui, spingendo così, fa tutto il peso di lì, non è che si concentra tutto il peso sulla bilancia, — come quando sali sulla pertica, che ti tiri su con le mani, e ti tiri su te.

Max: Tu hai detto: «e come mai che fa forza, e pesa di meno» — perché facendo forza sul terreno è come si scaricasse un po' di peso al terreno.

Maria: E potrebbe scaricarlo senza fare forza?

Max: Ebbè, se si mette a terra e non sulla bilancia — oppure con un piede sì e l'altro no.

Mayer: Diminuisce perché spingendo si alza — è come se io faccio così e mi alzo.

Donata: Io ti volevo fare una domanda, perché lì quando si spinge sul bastone... lì adesso è questione sia di peso che di forza, perché facendo forza sul bastone diminuisce il tuo peso — io ti voglio domandare perché è così.

Marco: Lo devi scoprire. Tu quando stai sulla bilancia stai normale, se tu prendi il bastone in mano, il bastone pesa qualcosa, e segna un po' di più — ma comunque questo non c'entra niente — ma quando tu ti spingi sull'asta è come tu ti spingessi sul banco, solo che sull'asta non puoi fare molta forza, perché cade che non sta in equilibrio — è come se tu ti spingi in alto e c'è una bilancia per terra e tu ti spingi in alto è la stessa cosa, che se tu ti alzi dieci centimetri da terra, definitivamente da terra, la bilancia non segna niente, la bilancia sta là, ma tu ti alzi e non segna.

Maria: È ovvio che se non stai sulla bilancia la bilancia non segna il tuo peso.

Marco: Infatti.

Paolo M.: Potresti mettere tutto il tuo peso sul bastone?

Marco: Non è la stessa cosa infatti — quando stai sulla bilancia normale, ti segna mettiamo 30, quando tu fai forza sul bastone è come se ci sollevi un po' — quando stai sulla pertica il peso lo regge la pertica.

Donata: È come se tu metti il bastone, la pertica non sopra la bilancia poi tu spingi il peso sulla pertica, è la stessa cosa, la bilancia segna meno, perché il peso va sul bastone, invece se tu lo metti sulla bilancia, credo che sia uguale perché la forza rimane sempre là.

Manuela: Quando spingi il bastone là, ci metti la tua forza, ma ci metti anche il tuo peso.

Raffaella: Se spingi la bilancia segna di più (*spingendo sulla bilancia*) perché ci metti anche il peso dell'asta.

Andrea: Per me pesa di più e mo' ti dico pure il perché, quando stava così tutto il peso del bambino andava sul pavimento, perché l'asta era poggiata sul pavimento, adesso che l'asta è sopra la bilancia, tutto il peso del bambino è come per esempio qui ci fosse una tavola e il peso facesse così..., la bilancia segna di più dell'altra volta, ma il suo peso rimane sempre quello.

Maria: Ma in questo caso la sua forza serve a schiacciare la bilancia o no?

Andrea: Sì. Il peso aumenta un po' della sua forza e un po' dell'asta.

Maria: Ma secondo te la sua forza pesa o non pesa, quando la fa?

Andrea: La sua forza non pesa, ma spinge.

Maria: E allora la bilancia si schiaccia di più o è già schiacciata dal suo peso?

Andrea: Si schiaccia di più; è come se io faccio così, guarda con una penna alla fine il foglio si buca, la bilancia sarebbe così, solo che non si buca, aumenta solo il numero (*Luca è perfettamente d'accordo con Andrea*).

Luca: Quando tu col bastone fai una certa forza sulla bilancia, la bilancia tende a segnare di più, perché come tutte le bilance è fatta apposta per segnare il peso, la tua forza dà un maggior peso al bastone, che la bilancia pesa così c'è il peso del bastone, la forza che tu gli dai, un piccolo pezzo del tuo peso del braccio.

Paolo M.: Quando dite che pesa di più intendete dire il peso della sbarra, che pesa anche se non ci faccio forza o pesa di più perché il bambino sta facendo forza.

Em: Tutte e due, perché c'è il peso del bastone, e il peso del bambino.

Massimo: Di più, ma non so di preciso — se la sbarra pesa un chilo. Di più della sbarra, io lo so che è di più ma non so il peso esatto.

Andrea: Per me è di più del normale, ma non solo per la sbarra ma pure per la forza del bambino.

Luca: Per me è di più e viene sui 36.

— : Di più, per l'asta e per la forza del bambino.

Carlo: Di più di un chilo per l'asta.

Max: Di un chilo per l'asta.

Donata: Per me la bilancia senza l'asta rimane uguale, soltanto segna un chilo in più per il peso del bastone.

Diego: (*Guardando Paolo che sta facendo una forza tremenda sulla bilancia*). Pesa di più.

Marco: Se voi dite che la forza pesa, suda però il sudore pareggia.

Sara: Di più, più che il peso della sbarra.

Valentina: Di più, di più di un chilo, non so di quanto.

Andrea Dibilio: Segna un chilo di più, per la sbarra.

Linea di lavoro n. 7. Altalene e bilance a due bracci

Scheda informativa

Argomento : Equilibri tra pesi.

Durata : 5 o 6 incontri nell'arco di un mese.

Livello : 1^a - 2^a elementare. Scuola elementare «Casinalbo» - Modena. Insegnante: Maura BARBOLINI, Centro Educativo Italo-Svizzero - Rimini.

Materiale : Altalene da giardino (due bambini che vanno su e giù ai due estremi di una tavola appoggiata su un perno), bilance di legno a due bracci continui (senza tacche) (vedi appendice). Oggetti vari da appoggiare sulla bilancia.

Descrizione della linea di lavoro n. 7

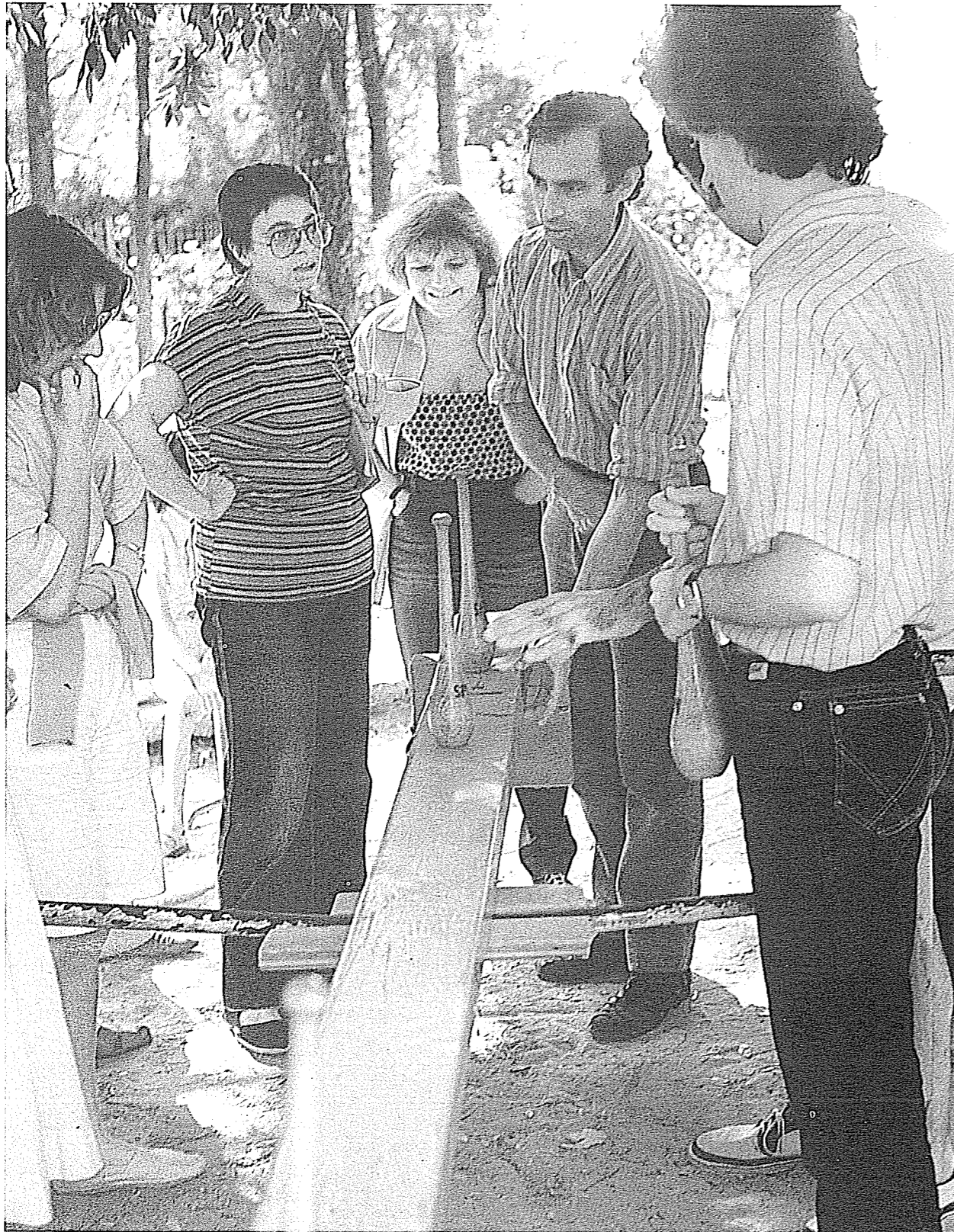
Di questa linea diamo due diverse documentazioni. La prima riguarda un gruppo di insegnanti (del CEIS di Rimini) che lavorano a livello adulto sull'altalena a tavola, cercando di creare degli equi-

bri con un insegnante da una parte e uno dall'altra, e poi con delle clavette di legno da una parte e altre clavette dall'altra (vedi foto). La seconda riguarda una seconda classe elementare che lavora

Fig. 32 - Insegnanti che fanno l'altalena stando in piedi sulla tavola



Fig. 33 - Altalena con clavette



con le bilance di legno di cui si danno le spiegazioni per il montaggio in appendice. Nell'uno e nell'altro caso vi è la possibilità di combinare insieme il peso degli oggetti con la distanza dal centro della bilancia (chiamiamo «bilancia» anche l'altalena, che funziona esattamente allo stesso modo).

Con i piccoli della seconda elementare il discorso si «surriscalda» subito: all'inizio sono tutti convinti che mettendo una pila da una parte e una pila dall'altra (a qualsiasi distanza) la bilancia deve stare in pari. Siccome non ci sta, vuol dire che le pile non pesano uguale (se una pila è scarica pesa di meno) oppure che la bilancia non funziona. Se davvero ci si convince che le pile pesano uguale (anche se una è carica e l'altra no!), allora si cercano altre soluzioni: si prova a mettere le pile alla stessa distanza. Ecco che i bambini cominciano ad estendere il controllo di simmetria anche alle distanze: 2 pile di qua e 2 pile di là, 4 gessetti di distanza di qua e 4 di là.

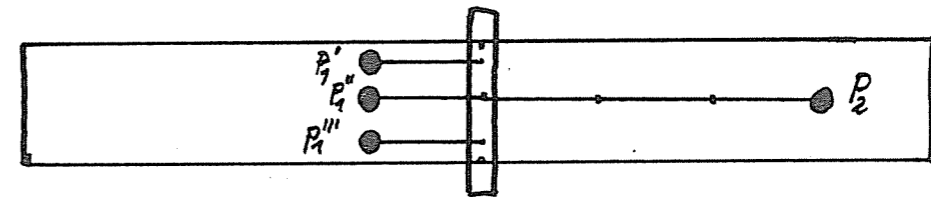
Questo problema delle distanze non viene fuori se si lavora prima con l'altalena a tavola. E questo è vero tanto con i piccoli che con gli adulti. Ci si rende facilmente conto che facendo il gioco personalmente anche un piccolo spostamento del corpo verso l'esterno o verso il centro dell'altalena, può fare squilibrare completamente la tavola. La lettura

ra della discussione di lavoro degli insegnanti dà veramente un'idea di quante conoscenze vengano sviluppate a partire da un coinvolgimento personale e corporeo in una attività. Il corpo sa quello che deve fare, anche se la nostra mente non ha ancora raggiunto un controllo cosciente della situazione. È emblematico a questo proposito l'intervento iniziale dell'insegnante Rosanna contrapposto con le complicate regole per l'equilibrio delle clavette espresse da Oscar (uno psicologo) o da Enrico (un altro insegnante).

In classe si può lavorare con l'altalena o con la bilancia piccola o, meglio ancora, con tutte e due. I problemi di tipo concettuale più ardui sembrano essere: 1) se valutare la distanza dal centro o dagli estremi della tavola; 2) se occorre contare proprio dal centro geometrico o si può anche partire da due punti simmetrici rispetto ad esso; 3) la ricerca di regole per l'equilibrio in casi non immediati (doppio/metà; quadruplo/quarta parte).

Al livello a cui ci interessa proporre questi lavori, ci appare essenziale un'esplicitazione e una generalizzazione del legame qualitativo tra peso e distanza che regola l'equilibrio di una bilancia a due bracci: *I pesi più pesanti vicino al centro fanno equilibrio ai pesi più leggeri lontani dal centro.* Questo è vero sempre ma occorre precisare, e non è sem-

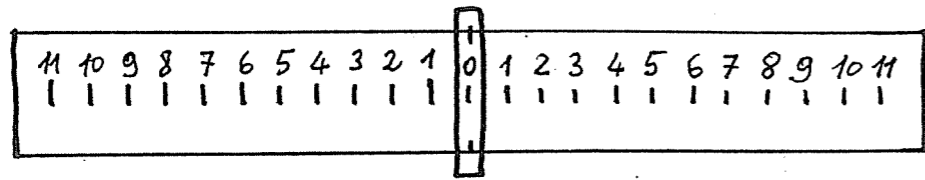
Fig. 34



$$(P_1' + P_1'' + P_1''')_{d=1} = (P_2)_{d=3}$$

oppure:

$$P_1' \times 1 + P_1'' \times 1 + P_1''' \times 1 = P_2 \times 3$$



BILANCIA CON TACCHE NUMERATE.

pre facile, cosa va considerato «peso» e come vanno esattamente misurate le distanze. Ad esempio se si gioca all'altalena e si è raggiunto l'equilibrio, se alziamo il braccio verso l'esterno dell'altalena, la tavola pende verso di noi e cade a terra. Perché? Il peso è sempre lo stesso e la distanza dal punto di appoggio (il sedere, o i piedi se si sta in piedi sull'altalena) è sempre la stessa.

Lavorando successivamente con oggetti tutti uguali che si possono facilmente appoggiare sulla tavola, si potrà arrivare ad un insieme di regole per l'equilibrio, più o meno generali e formalizzate matematicamente.

Ecco alcune regole che possono scaturire da queste attività:

- Stessi pesi, stessa distanza (simmetria completa).
- Più pesi più vicini, meno pesi più lontani (relazione grossolana peso-distanza).
- Peso doppio a distanza metà, peso metà a distanza doppia (relazione di compensazione peso-distanza).
- Se un peso è doppio dell'altro peso, allora la sua distanza deve essere metà dell'altra distanza (proporzione inversa).
Se $P_1 = 2P_2 \rightarrow d_1 = \frac{1}{2}d_2$.
- Se un peso è doppio dell'altro, allora la distanza dell'altro è doppia di quella del primo (proporzione diretta con termini scambiati).
Se $P_1 = 2P_2 \rightarrow d_2 = 2d_1$.
- Tra i pesi vi è lo stesso rapporto che c'è fra le distanze scambiate (proporzione generalizzata).
 $P_1 : P_2 = d_2 : d_1$.
- Se da una parte vi sono 3 pesi e dall'altra uno solo, è come se la distanza valga il triplo e quindi dall'altra parte devo mettere il peso a distanza tripla (vedi disegno). È questa già una regola di tipo moltiplicativo, in cui però il peso, composto da più pezzi uguali (P_1', P_1'', P_1'''), viene concepito come un'addizione di tanti pesi unitari, ciascuno a distanza unitaria, e così dall'altra parte il peso viene considerato moltiplicato

per il numero che esprime il fattore di molteplicità della distanza rispetto a quella unitaria. In questo modo, invece di misurare le distanze in scomode unità assolute (cm, m, o tacche arbitrarie) si considera di volta in volta unitaria la distanza più piccola, e ci si limita ad individuare quante volte l'altra distanza è più grande della prima (figura 34).

- h) Se si moltiplica il numero che esprime il peso per il numero che esprime la distanza su ciascuno dei due bracci, risulta lo stesso numero.

$$P_1 \times d_1 = P_2 \times d_2.$$

Aperture, approfondimenti, varianti

È assolutamente spontaneo ed opportuno, anche se qui non viene commentato nel dettaglio, il passaggio ad attività in cui le distanze dal centro siano misurate attraverso il conteggio di tacche (vedi figura).

Con una bilancia del genere si può andare avanti tranquillamente fino alla quinta elementare. I bambini possono risolvere difficili problemi di equilibrio attraverso l'uso delle loro regole e con la verifica pratica sulla bilancia. Ad esempio ci si può chiedere a che distanza devono andare 4 bulloni per equilibrare, sull'altro braccio della bilancia, 5 bulloni messi a distanza 7. I ragazzi possono risolvere il problema per tentativi numerici, provando un numero compreso tra 8 e 9 (perché $4 \times 8 = 32$ e $4 \times 9 = 36$), ma più vicino a 9 che a 8. E poiché 35 è posto a distanza $\frac{3}{4}$ tra 32 e 36, allora anche il numero che cerchiamo dovrà essere a distanza $\frac{3}{4}$ tra 8 e 9; cioè 8,75. Si può fare la prova e controllare.

Non ci addentriamo nei particolari dell'uso più avanzato della bilancia, perché non è nei nostri scopi, ma teniamo ancora a raccomandare la costruzione di 4 o 5 di queste bilance da utilizzare a più riprese sia per lavori «a scenario unico», che per lavori in piccoli gruppi.

DISCUSSIONE TRA INSEGNANTI - CENTRO EDUCATIVO ITALO-SVIZZERO

Corso su «Psicomotricità ed educazione scientifica»

Commenti alle attività di ricerca dell'equilibrio sull'altalena con due persone che possono muoversi liberamente sulla tavola, oppure mettendo delle clavette da ginnastica da una parte e dall'altra.

Paolo G.: Abbiamo fatto certi giochi, abbiamo visto cose che succedono, chiederei di esplicitare con parole quello che abbiamo visto, dire i criteri secondo cui certe cose sono successe, o noi abbiamo interagito con certi oggetti; chiederei in maniera autoritaria a tutti di parlare facendo il giro e ognuno deve dire qualche cosa sulle cose che ognuno ha visto. Poi cerchiamo di raggruppare le cose che sono state dette.

Rosanna: A me la parte del lavoro che mi ha interessata di più è stato il lavoro con le persone, cioè di vedere come la posizione di una persona sull'altalena incideva moltissimo, cioè la scoperta che anche un semplice movimento della mano incideva per l'equilibrio. Mi ha interessato di meno la parte delle clavette anche perché eravamo stanche, quindi anche lo sforzo di vedere le proporzioni e tutte queste cose qui mi ha interessato di meno. Questa scoperta che osservavo le diverse posizioni, vedere le persone in piedi... mi facevano riflettere sul fatto che proprio giocando o provando queste cose si arriva poi a scoprire certe regole, certe relazioni.

Paolo G.: Prova a pensare proprio alle relazioni, se tu dovessi dire a parole qualche tipo di relazioni, guardando il corpo e il movimento di persone che stanno lì sopra, che tipo di relazione c'è tra le due persone, che non stavano ognuna per contro proprio, sull'altalena.

Rosanna: Per esempio che il comportamento rigido di quello che stava fermo comportava per l'altra persona delle flessioni e dei movimenti per trovare l'equilibrio: alla rigidità si contrapponeva il movimento.

Paolo M.: E questa è una relazione tra due persone?

Rosanna: Sì, io pensavo che contemporaneamente le persone dovessero muoversi o spostarsi, non che una potesse essere come un peso morto e si potesse muovere solo l'altra per aggiustare l'equilibrio. L'altra è coinvolta perché è lì, ma non è coinvolto a cercare l'equilibrio.

Lando: Quando io stavo con Caterina, veniva istintivo di aiutarla, guardandola, e sentivo però che anche se volevo evitarli, c'erano dei movimenti di assestamento, più su o più giù, così come si aggiusta lo specchio della macchina se si va in salita, anche se l'asse della macchina resta lo stesso, pure bisogna aggiustarlo, non so bene; quindi se invece di esserci Caterina c'era un sacco di patate, un sacco di piccoli movimenti miei di assestamento sarebbero stati diversi, però altri come quello di alzarsi, inclinare il busto, modificare l'inclinazione dell'asse sarebbero stati gli stessi, probabilmente.

Paolo G.: Io credo di aver visto che molti degli squilibri esagerati dipendano dal fatto che la persona che sta su un asse molto inclinato, per non scivolare sta con tutti i muscoli spinti all'indietro; ma quando l'asse si raddrizza, con grande fatica dell'altro, quello che sta lì e che faceva grande sforzo per non cadere, si trova con tutti i muscoli tesi, si trova ad avere un grande contraccolpo all'indietro, e si fanno anche dei movimenti involontari. Ci si aggiusta meglio quando si raggiunge una posizione di quasi equilibrio, ma quando si è troppo squilibrati ci sono tutte le contrazioni dei muscoli, e si tende a tornare giù. Anche non volendo, perché c'è la possibilità di essere rigidi.

Pierre-Michel: Volevo accennare anche qualche fatto della fisiologia, e poi staccare il fatto fisiologico dalla coscienza e non coscienza: abbiamo a livello dei nostri muscoli, per stare in piedi, e soprattutto per non cadere, un riflesso che si chiama riflesso miotattico che avviene sempre in modo inconscio da parte nostra. Quando dicevamo che i bambini sono più agili di noi è anche perché noi, da adulti, cerchiamo sempre di dire prima quello che stiamo facendo, cerchiamo sempre di verbalizzare, c'è un tempo che è sempre di ritardo quando facciamo qualcosa,

perché cerchiamo di pensarci sopra. Allora quel tempo di ritardo, che non è nemmeno un secondo, forse un centesimo di secondo, ci permette di creare una nostra reazione in modo controllato.

Maria: Dici un tentativo di controllare le reazioni automatiche?

Paolo: A qualcuno abbiamo chiesto infatti di dire se doveva andare avanti o indietro, per trovare l'equilibrio, e quello cercava di ragionare pensandoci, mentre quando uno è lì, sull'asse, si accorge subito se deve andare avanti o indietro, e cercare di pensarci porta a fare cose contrarie a quelle che uno dovrebbe fare, e non si accorge neanche di stare facendo il contrario.

Carla: Io mi domando, se veramente c'era un oggetto al posto di una persona cosa sarebbe successo?

Paolo: Allora pensa alle clavette che erano oggetti al posto delle persone.

Carla: Allora restava in equilibrio, mentre quando c'erano le persone non restava mai in equilibrio per lungo tempo, perché in fondo una persona si muove sempre, è difficile star ferma.

Paolo M.: Ma si muove col sedere sulla tavola o con tutte le altre parti del corpo? Anche se uno fa così con la testa disturba l'equilibrio?

— : Sì, disturbava l'equilibrio.

(...)

Francesco: Ho trovato difficoltà anche in piedi, al centro della tavola!

— : C'è anche un problema di equilibrio a stare in piedi.

Oscar: Mi sembrava di aver trovato una legge: tre clavette e una clavetta da una parte, cioè che hanno distanza una clavetta dal centro, le distanze alle tre clavette sommate dovevano essere uguali alla distanza dell'altra clavetta dall'altra parte perciò...

— : Sono inversamente proporzionali.

Anna: È una legge un po' confusa.

Letizia: Funziona questa legge solo che la devi dire bene.

Paolo: Devi illustrare la tua legge con figure e parole.

Oscar: Praticamente se questa è una clavetta, e di qui a qui ci sono tre metri, noi dobbiamo mettere le tre clavette a un metro, perché sono tre clavette e sommando le tre distanze dà tre metri.

Paolo M.: Cioè tu fai un metro della prima clavetta, più un metro della seconda clavetta, più un metro della terza clavetta, fa i tre metri di quell'altra clavetta lì.

Oscar: Puoi spostare, però la proporzione deve essere quella, sempre la stessa.

Paolo: Puoi esprimerla sotto forma di ricetta, cioè come si fa a far stare una tavola servendosi di clavette?

— : La distanza è inversamente proporzionale a... è il prodotto...

Paolo: Lui ha detto: faccio la somma dei tre metri che sono dalla parte dove c'è una clavetta e poi faccio un metro per ciascuna delle altre clavette, cioè ogni clavetta contribuisce per un metro, quelle che sono in tre, mentre quella che è da sola contribuisce per tre metri; ma perché le conti a partire dal centro e non a partire dall'estremità? Cambiando la verbalizzazione si potrebbe dire qualcosa a partire dalle estremità?

— : Bisogna partire dal centro.

Oscar: Non so se sono d'accordo.

Enrico: Io dico sostanzialmente: prendiamo il numero delle clavette tutte, $3 + 1 = 4$; poi dividiamo, misuriamo l'asse che va dal centro all'esterno, lo dividiamo per il numero delle clavette, in questo caso 4, poi dalla parte dove sta una clavetta sola, a partire dall'estremo dell'asse, la mettiamo a un quarto, dalla parte dove stanno le tre clavette, le mettiamo a partire dall'esterno ai tre quarti; possiamo fare il ragionamento inverso: se partiamo dal centro le tre clavette le mettiamo a un quarto e la clavetta a tre quarti...

Paolo: Bisogna stare attenti a capire che non tutti i modi di dire sono equivalenti, anche se la stessa cosa può essere detta in modo diverso e i modi di dire possono poi essere equivalen-

ti. Anche guardando rispetto al centro dell'asse, si può dire più vicino o meno lontano, può essere la stessa cosa, ma può essere anche un sistema per acquistare una precisione linguistica. Più vicino corrisponde a un certo tipo di percezione, dire meno lontano può essere la stessa cosa, però focalizza l'attenzione sul fatto che la grandezza da guardare è un'altra, cioè si può guardare anche che c'è un oggetto più grosso e la distanza diventa più piccola. Perché anche quello che abbiamo verificato con i bambini è proprio che ci si rende conto che un cambiamento di peso può essere compensato in qualche modo da un cambiamento di distanza. Il peso è più grosso ma la distanza è più piccola e le due cose si compensano, ed è importante vedere che avvicinando qualcosa diventa più piccolo. Anche le esplicitazioni a parole diventano un gioco di educazione linguistica, e di fronte ad una situazione concreta tutti gli equivalenti linguistici hanno un loro significato. Quale è il modo migliore per dire le cose che si vedono? Ci sono molte situazioni in cui i bambini trovano regole sbagliate; allora in un caso come questo in cui si ha un numero per gli oggetti e un numero per le distanze, si trova un bambino che dice: la regola è che si fa il numero delle clavette più il numero della distanza in palmi meno due — da una parte — ed è uguale al numero delle clavette più la distanza in palmi meno due — dall'altra. E ci sono casi in cui questa cosa vale anche. Si sente comunque lo sforzo di tradurre una situazione in una forma che possa sembrare una regola.

Letizia: Bisogna portarlo a trovare una regola cambiando le variabili perché per trovare una regola non la puoi fare mai su una sola esperienza, deve essere riportata almeno su tre esperienze per trovare una regola, certe volte anche due sono troppo poche...

CRONACA DI 7 INTERVENTI DI LAVORO IN CLASSE
SCUOLA ELEMENTARE «CASINALBO» - MODENA

Insegnante: Maura Barbolini - Classe 2^a

Bilance di legno a due bracci con pile elettiche come pesi

1° MOMENTO

Che cosa è? (conversazione)

- : Una strada sbarrata.
- : Un'elica di un elicottero.
- : Una pala di un mulino a vento.
- : Un «pinco-panco» per giocare rimpicciolito.
- : Una bilancia (se metto un peso da una parte, pende, se ne metto un altro dall'altra parte sta pari).

La chiamiamo Bilancia

A cosa serve?

- : A pesare.
- Mettiamo una pila su un braccio della bilancia: pende.*
- Quanto pesa?*
- Non si sa, bisogna mettere un peso anche dall'altra parte.*
- Mettiamo a caso una pila dall'altra parte.*
- Non sta pari (grande sorpresa e disappunto).*
- Le due pile sono uguali?*

— : Sì.

Pesano uguale?

- : Sì.
- : È la bilancia che non funziona bene.
- : Questa bilancia non serve a pesare i pesi.
- : Allora a che serve?
- : Se le due parti stanno pari i pesi sono uguali.
- : Però non so quanto pesano.

Arriviamo alla conclusione che questa bilancia non ci dice il peso di un oggetto. Resta il problema. Perché le due pile, che sono uguali e quindi pesano uguali, non fanno stare in pari la bilancia? (un bambino crede di aver trovato la soluzione).

— : Secondo me, forse una pila è carica e una è scarica. Quella scarica pesa di meno, ecco perchè non sta in pari.

Questa idea convince molti bambini che il problema sia quello. La conversazione si ferma qui perché sul momento non abbiamo la possibilità di verificare con strumenti adatti (se sono cariche o scariche, se una pesa più dell'altra).

Si rimanda al giorno dopo.

2° MOMENTO

Io porto in classe un registratore, una bilancia da cucina, e delle pile nuove.

Facciamo la prova:

- *con le pile del giorno precedente il registratore non funziona.*
- *con le pile nuove il registratore funziona.*
- *pesiamo le pile scariche con la bilancia da cucina.*
- *pesiamo le pile nuove e vediamo che hanno lo stesso peso.*

I bambini sono sorpresi, ma si convincono che il problema non è nelle pile scariche o nuove. Un bambino vuole provare e mette i due pesi alle due estremità della bilancia. È riuscito a mettere pari la bilancia.

Un altro prova e mette 2 pesi per parte, sempre alle estremità.

Un altro prova con 3 per parte, senza cambiare posizione.

È evidente a tutti che la bilancia così funziona.

Pongo una domanda:

Posso mettere i pesi solo in quella posizione?

Qualcuno dice di sì. Altri vogliono provare.

Con pochi aggiustamenti più bambini trovano l'equilibrio, con pesi in ugual numero in più posizioni.

Alcuni prendono, come riferimento per la distanza, le due estremità, altri il bastoncino centrale. *Si conclude:* se i pesi sono alla stessa distanza dal mezzo (o dal fondo) la bilancia sta pari. Sostituiamo il termine «sta pari» con «sta in equilibrio».

Riprendo il concetto di simmetria, già affrontato in matematica.

3° MOMENTO

Attività di rinforzo per il concetto di simmetria: pesi uguali, distanze uguali dal centro.

Pongo la domanda:

— : *È possibile mettere in equilibrio la bilancia con 2 pile da una parte e una pila dall'altra?*

Un terzo della classe dice di no.

Qualcuno vuole provare.

Riesce Rossella con alcuni tentativi.

Domando: *«Allora 2 pile pesano tanto quanto 1 pila?».*

— : No.

— : *Perché la bilancia sta in equilibrio?*

— : *Perché dove ce ne è una, è più lontana dal centro.*

Facciamo altre prove.

Tre pile contro una.

Tre pile contro due.

Quattro pile contro due.

È intuito il concetto che c'è un rapporto tra i pesi e la distanza.

4° MOMENTO

Cerchiamo di capire se c'è una regola per trovare l'equilibrio. Facciamo prove e misuriamo la distanza con gessi nuovi.

Alla fine di questo lavoro i bambini sono invitati a verbalizzare sul quaderno quello che hanno capito.

Alcuni esempi:

Rossella: Anche se metto 4 pile da una parte e dall'altro lato 3, non importa la quantità, ma la distanza.

Alessandro: Se dalla parte dove ci sono le tre pile, ci vuole un gesso, dove invece c'è una pila, ci vogliono tre gessi.

Matteo: Ho messo una pila da una parte e pendeva, poi ho messo un'altra pila dall'altra parte. Risultava un gesso dal primo reparto e nel secondo reparto lo stesso. Poi ho messo due pile da una parte e una pila dall'altra. Bisognava aumentare la distanza da una parte. Se metto due pile da una parte e una dall'altra, i gessi rispetto a 1 sono 2.

Enrico: Se ci sono tre pile da una parte, vicino al bastoncino, e un'altra più lontana dal centro, l'equilibrio c'è.

Elena: Con un peso da una parte e uno dall'altra era facile fare pari. Con 4 pile contro 1 era difficile trovare il posto giusto.

Nessun bambino è riuscito a formulare una regola generale.

Forse era necessario fare più prove e daré più tempo, prima di richiedere la verbalizzazione scritta.

5° MOMENTO

Ogni bambino ha un striscia di carta lunga come la bilancia; è segnato il mezzo.

Il comando è: *Disegna a tuo piacere, una situazione di equilibrio.*

Si controllano in pratica sulla bilancia.

11 vanno bene (8 situazioni di simmetria, 3 no).

8 non vanno bene (hanno tentato situazioni non simmetriche con quantità diverse).

6° MOMENTO

Strisce di carta quadrettata molto più piccole della lunghezza della bilancia. Segnata la metà.

Dati i pesi su un braccio e la loro posizione trovare l'equilibrio sull'altro braccio.

Il lavoro viene svolto collettivamente e verificato sulla bilancia. Un gesso di distanza corrisponde a un quadretto sul foglio. Alcuni comprendono il concetto di doppio, triplo. Si è verificato un caso impossibile e i bambini hanno compreso che bisognava avere una bilancia lunga.

Ho posto la domanda: «*La bilancia è in equilibrio?*».

Con un solo peso, senza muovere la bilancia già in equilibrio, è possibile farla restare in equilibrio?

Tre bambini con immediatezza hanno dato la soluzione: metterlo nel mezzo.

7° MOMENTO

Striscia bianca, lunga come la bilancia, segnata a metà.

Disegna queste situazioni d'equilibrio:

2 pile contro 1.

14 bambini eseguono giusto.

5 sbagliano (3 invertono il concetto: numero pesi-distanza; uno calcola la distanza troppo approssimativamente; uno mette i 2 pesi troppo distanti dal mezzo per cui non riesce a trovare la distanza di un solo peso nell'altra parte).

Sezione C. Esperienze con forze e movimenti

Linea di lavoro n. 8. Forze, movimenti, traiettorie

Scheda informativa

Argomento: movimento: cause e rappresentazioni

Durata : 3 o 4 incontri per 2 settimane

Livello : Scuola dell'infanzia e 1° ciclo elementari.

— Scuole dell'infanzia del Comune di Modena

insegnanti: Miriam Ferrarini, Maura Ciamaroni, Miriam Magni

— 125° Circolo, Roma

insegnanti: Daniela Bianchi, Paolo Mazzoli

Materiale : Palline che rotolano, trottolo, macchine a molla, a spinta e a pile, cerchi di legno da ginnastica e altri oggetti che si muovono.

Bambina che lancia il cerchio (Pamela)



Descrizione della linea di lavoro n. 8

Che le forze siano spesso responsabili di un movimento sembra abbastanza ovvio. Ma certe volte il movimento non ha bisogno di forze, è come se una volta avviato sia in grado di resistere da solo. Guardiamo una piccola trottola. Basta quel piccolo colpo, ben assestato, e l'oggetto si mette a girare per molto tempo.

I lavori che si possono fare a partire dalle forze che causano il movimento sono innumerevoli. La percezione del movimento, con le sue forme spaziali (le traiettorie) e temporali (le velocità, le accelerazioni,...), è una delle più precoci nei bambini. Gli occhi imparano a distinguere prima di tutto le sagome in movimento: sono quelle delle persone care, del gatto o della giostrina da appendere sul lettino. Il primo gioco che si compra ad un bambino che ha appena imparato a camminare è il cagnolino che si tira con il filo.

Eppure a scuola la ridefinizione dei vari aspetti percettivi e cognitivi del movimento ben raramente ha un suo spazio e una sua collocazione nei programmi di lavoro. Siamo al solito di fronte ad un sapere che non viene costruito e che poi si pretende di trovare perfettamente strutturato nelle scuole medie e alle superiori.

Vengono proposte con queste attività un insieme di lavori di base sul movimento, sulle sue rappresentazioni e sulle possibili cause che lo determinano. La linea può senz'altro essere sviluppata a partire da 4 anni, ma dovrebbe essere riproposta anche nei primi anni della scuola elementare per permettere poi ai ragazzi di impostare un discorso più rigoroso e ben definito nelle ultime classi della scuola primaria. Gli approcci possono essere i più vari e si può guidare il lavoro con le domande più disparate. Intanto i bambini dovrebbero vedere cose che si muovono davanti a loro e poterne parlare insieme (vedi conversazione bambini di 4 anni). I bambini parlano di una piccola ruspa giocattolo che si muove a spinta. Dicono che non ha il motore e quindi va a spinta. Nicola: «se la spingi forte non si ferma subito, dopo un po' si ferma». Ha 4 anni questo bambino, e ha già una intuizione precisa di ciò che serve per farla andare e del fatto che se si spinge abbastanza il movimento (l'energia) si conserva un po', e poi si esaurisce. Valentina è della stessa idea e precisa meglio. Andrea dice che si ferma quando sbatte. Leggiamo ancora le idee di Jarro, di Davide e di Federico. Non possiamo con bambini così piccoli andare avanti più di tanto, ma queste cose che si dicono sono già tanto. Non è vero

che se un bambino dice una cosa vuol dire che la pensa e quindi anche se non la dice è lo stesso. Non stanno così le cose. I pensieri vengono *mentre* si parla e *perché* si parla.

Per protrarre la discussione più a lungo ci si può preparare una scatola di oggetti che si muovono, e su ciascuno si cerca di fare discorsi. Come si muove? Perché si ferma? Che tragitto fa? Perché curva?

Una prima avvertenza è quella di fare molto caso alle parole: *forza, spinta, rincorsa*. Queste parole sono spesso un groviglio di concetti diversi. La forza si fa quando si lancia un oggetto, la spinta è una forza che imprime un movimento e che può restare nell'oggetto fino a che non si ferma. La rincorsa è qualcosa che l'oggetto messo in movimento trattiene dentro di sé.

Quando si lavora con le macchinine a pile la rincorsa sparisce dalla parole dei bambini. La pila dà la forza alle ruote per muoversi fino a che non si scarica. Qual è il ruolo della levetta-interruttore? «Non fa niente» dice Andrea e non ha tutti i torti. Però se non la tocchi la macchina non va. E che succede quando spegniamo l'interruttore? Lisa dice che non va più ma se lo riaccendi la macchina va ancora.

La grande differenza che c'è tra i movimenti a spinta (palla che rotola, trottola, macchina a mano, ecc...) e quelli col motore dentro (o con la molla), è che nei primi c'è una linea di demarcazione tra quando il movimento viene «caricato» e quando effettivamente si svolge, mentre nei secondi il processo è un continuo travaso di carica dalle pile al motore e dal motore alle ruote che avviene quindi con una spinta continua che permane mentre l'oggetto si muove.

Con bambini un po' più grandi si possono proporre attività più articolate. È molto efficace l'uso dei grandi cerchi di legno per la ginnastica. I ragazzi stanno disposti in un largo cerchio al cui interno si svolgono due movimenti:

Movimento "A": il cerchio viene fatto rotolare, va a sbattere contro un banco, rimbalza, comincia ad ondulare e a traballare e dopo un po' si appoggia al pavimento e si ferma.

Movimento "B": il cerchio viene fatto girare su se stesso come una trottola. Il cerchio, in questo caso, gira rapidamente stando dritto nello stesso posto (oppure si muove un po', proprio come una trottola), poi comincia a perdere velocità e a dondolare. Piano piano comincia ad oscillare in modo analogo al cerchio di prima quando si stava per fermare; infine cade a terra e si ferma.

Possiamo chiedere ai bambini semplicemente di osservare *in silenzio* (anche i rumori sono importanti) tutte e due le situazioni e poi di descriverle a parole. Mentre si discute è utile fare altre domande: nel primo caso il cerchio *gira*? E nel secondo caso? Che differenza c'è? Nel movimento "A" il cerchio cammina, gira o fa tutte e due le cose? Perché, in "A" il cerchio si arresta? E se non ci fosse il banco? E se non ci fosse nessun ostacolo per chilometri e chilometri, si fermerebbe o continuerebbe sempre? Perché?

E ancora, a proposito di forze: che spinta bisogna dare per il movimento "A" e per il movimento "B"?

Cercando così di arrivare ad uno schema di forze che invece di contrastare un'altra forza ("uguale o contraria") viene fatto "contro la resistenza del cerchio a mettersi in movimento". Così in quell'attimo in cui la mano fa forza contro il cerchio che da fermo acquista una certa velocità, c'è ancora un equilibrio tra due forze, solo che una delle due non richiede nessuna espansione o contrazione da parte del cerchio, la potremmo chiamare "forza dell'aumento di velocità" o "forza dell'accelerazione". Ugualmente nella situazione "B", la resistenza che sentiamo quando mettiamo in rotazione il cerchio, con una torsione della mano, è dovuta all'aumento di "velocità di rotazione" (o "velocità angolare"). Una volta portato il cerchio ad una certa velocità lo si può lasciare e va avanti da solo. A poco a poco però gli struscii del pavimento e la contropinta dell'aria che sbatte contro il cerchio, riducono progressivamente la velocità fino a farlo fermare.

Una parte importante del lavoro è quella di invitare i bambini, tanto quelli di 4 come quelli di 7 anni, a *rappresentare* il movimento che hanno visto. Cioè a fare un disegno da cui si può capire come si muovono gli oggetti. Vengono sempre fuori produzioni sorprendenti ed interessanti. I disegni di Giovanna, Marco, Omar, Sara, Simone e Matteo, tutti di 4 anni, sono dei begli esempi. Si possono confrontare con il disegno di Simona di 7 anni che si riferisce sempre ad una trottola che viene rappresentato con un metodo di tipo "stroboscopico". Ripetendo cioè la stessa sagoma della trottola in posizioni diverse (in istanti successivi) come in quelle foto sovrapposte in cui si vede il ginnasta che esegue la giravolta alle parallele, con tante immagini del suo corpo disposte una vicino all'altra che danno l'idea del movimento rotatorio dell'atleta.

Anche i disegni dei due cerchi che vengono riportati sono estremamente suggestivi ed interessanti. Nel disegno di Moira il rotolare è reso con una serie di cerchi concentrici e il girare su se stesso con delle linee longitudinali all'interno del cerchio (danno l'immagine del profilo del cerchio in istanti successivi). Sabrina non può fare altro che disegnare un grande cerchio fermo, non trova un modo di rappresentare il rotolamento, mentre mette il cerchio che gira in prospettiva in modo che sembri una specie di sfera. Ci sono le rappresentazioni di Emanuela, di Marco, di Giulia e di Fabio, tutte di tipo stroboscopico; mentre alcuni si limitano a fare il cerchio in due posizioni: più grande, per far vedere quando rotola o gira, più piccolo, per mostrare il cerchio ormai fermo. È una caratteristica abbastanza diffusa quella di fare più grande un oggetto che si muove e più piccolo lo stesso oggetto che sta fermo. È un aspetto che già ritroviamo nelle trottole di Giovanna e di Sara.

Aperture, approfondimenti, varianti

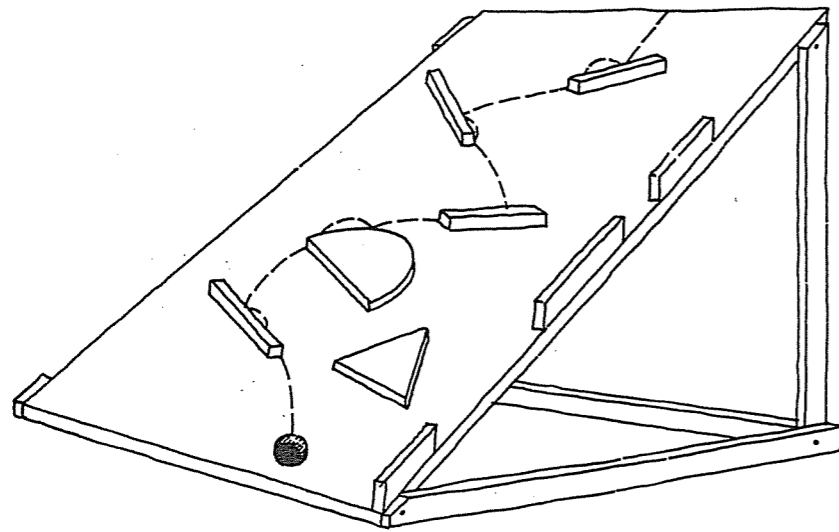
I lavori che riguardano il movimento dovrebbero senz'altro costituire un quaderno a parte, essendo un filone vastissimo che può essere sviluppato in tutta la scuola di base. È tutto il campo della cinematica che è rimasto fuori da queste linee di lavoro, che sono più incentrate sugli aspetti dinamici, sulle forze, sulle deformazioni e su un primo approccio allo scambio di energia. Questa linea vuole solo aprire il discorso lasciandolo ad un primo livello di trattazione. Non è possibile, d'altra parte, lavorare a lungo sulle forze senza cadere prima o poi su quelle forze che generano o mantengono un oggetto in movimento.

Ancora a questo livello di prima concettualizzazione abbiamo i bei lavori sul tavolo inclinato che consiglio caldamente come prosecuzione del lavoro, ma che richiedono un po' di disponibilità per il montaggio dell'apparato (vedi disegno).

Si può realizzare con un tavolo di metallo e con dei pezzi di legno (di forma varia) che hanno due piccole calamite sulla base. Disponendo tanti pezzi di varia forma sul tavolo, la pallina scendendo farà i percorsi più strani. I bambini (da 4 a 6 anni) possono lavorare per settimane con un apparecchio del genere che li lascia liberi di inventare un percorso prevedendo rimbalzi, rincorse, curve, ecc. Il gioco non è banale nemmeno a livello adulto. Pur essendo un materiale piuttosto costoso, potrebbe essere utilizzato in più scuole per affrontare ed ap-

profondire tutto il discorso sulle traiettorie, non a caso questa pista è stata utilizzata per una serie di ricerche sulla possibilità di previsioni e di anticipazioni del movimento di caduta delle palline,

presso il Centro Internazionale di Epistemologia Genetica di Ginevra (A. Wells, 1982). Altri aspetti del problema vengono invece ripresi nelle linee di lavoro n. 9 e 10.



TAVOLO INCLINATO CON OSTACOLI MAGNETICI

→ GIOVANNA

IN MOVIMENTO

TROTTOLA FERMA

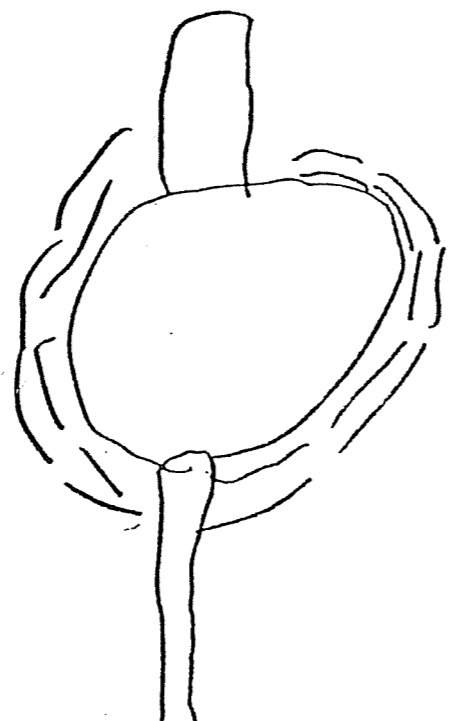
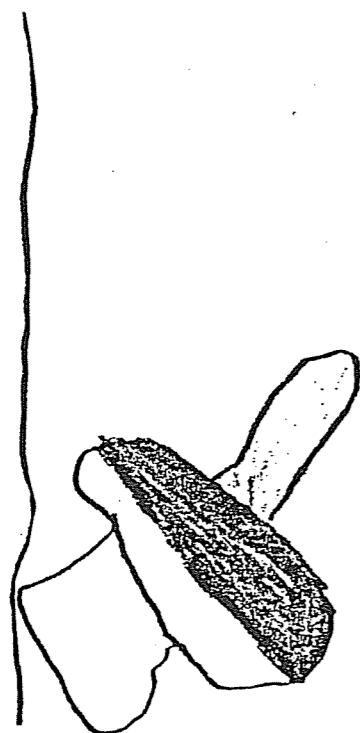
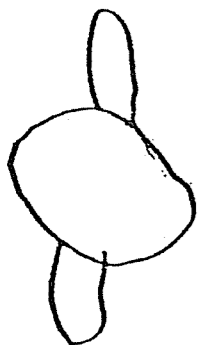
IN MOVIMENTO I SEGNI LI HO FATTI
PER FARE SEMBRARE CHE GIRI

→ MARCO
TROTTOLA FERMA

DMAR:

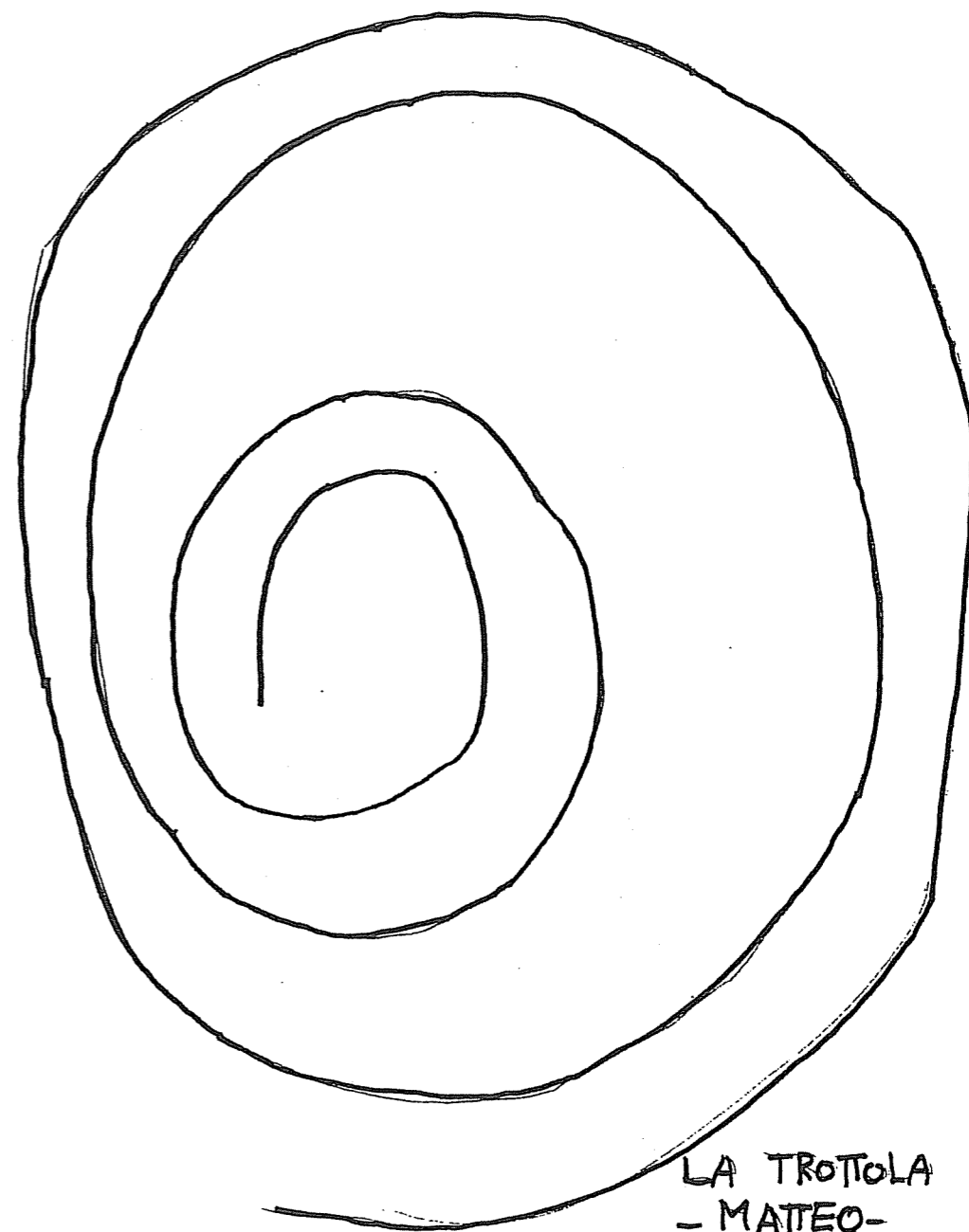
TROTTOLA FERMA

IN MOVIMENTO.



SARA
TROTTOLA FERMA

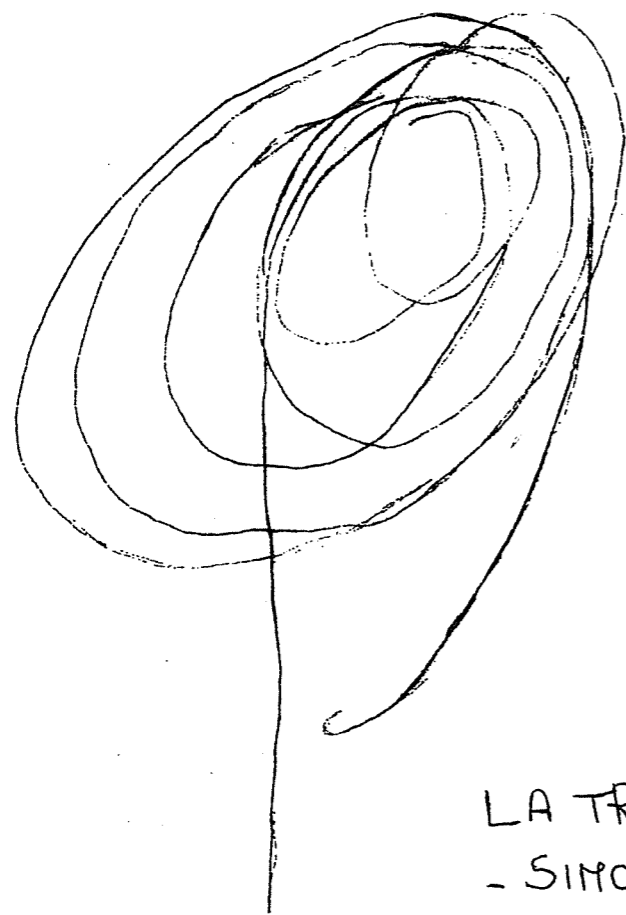
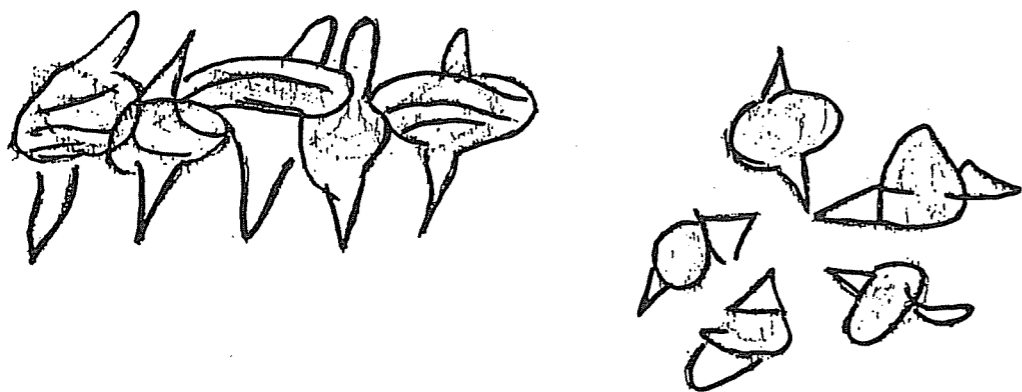
IN MOVIMENTO SPOSTA IL VENTRO



LA TROTTOLA
- MATEO -

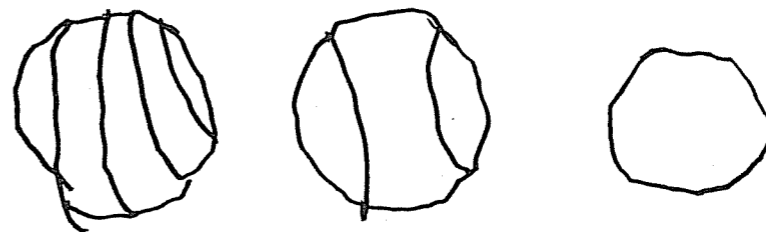
SER. 4

SIMONA M. 6,10



LA TROTTOLA
- SIMONE -

①

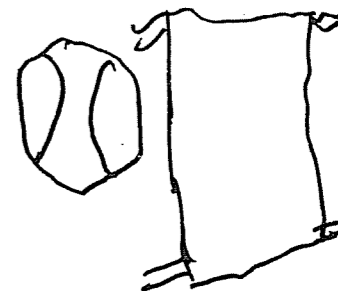


SITUAZIONE "B" - MOIRA

②

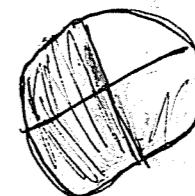


SITUAZIONE "A" - MOIRA



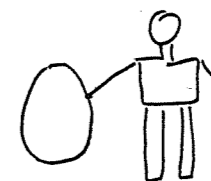
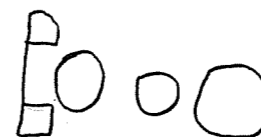
ANDREA

①



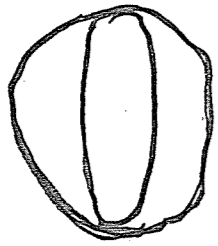
B

②



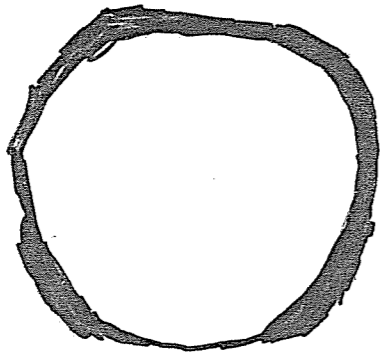
A

① SABRINA



B

②

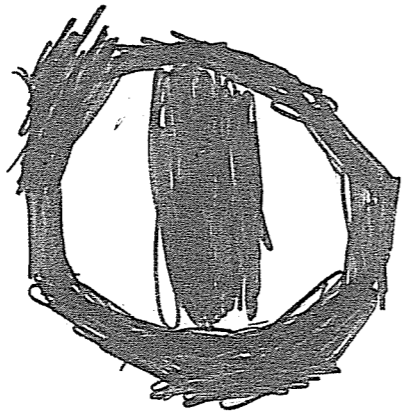
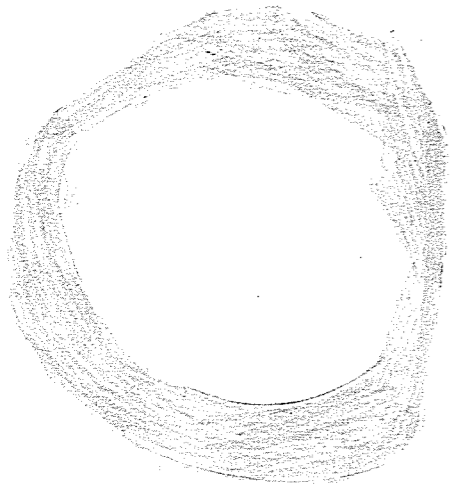


A

CHRISTIAN

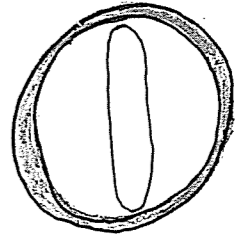
A

B

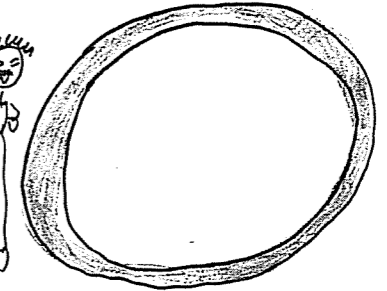


Même grave c'est l'annap
mieux à pied même grave

LUISA



B

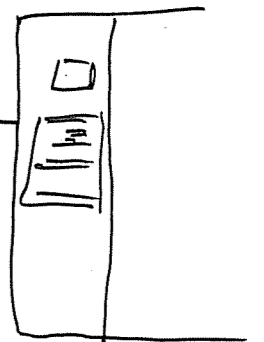
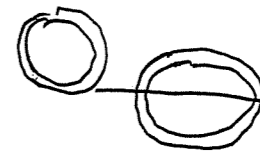


A

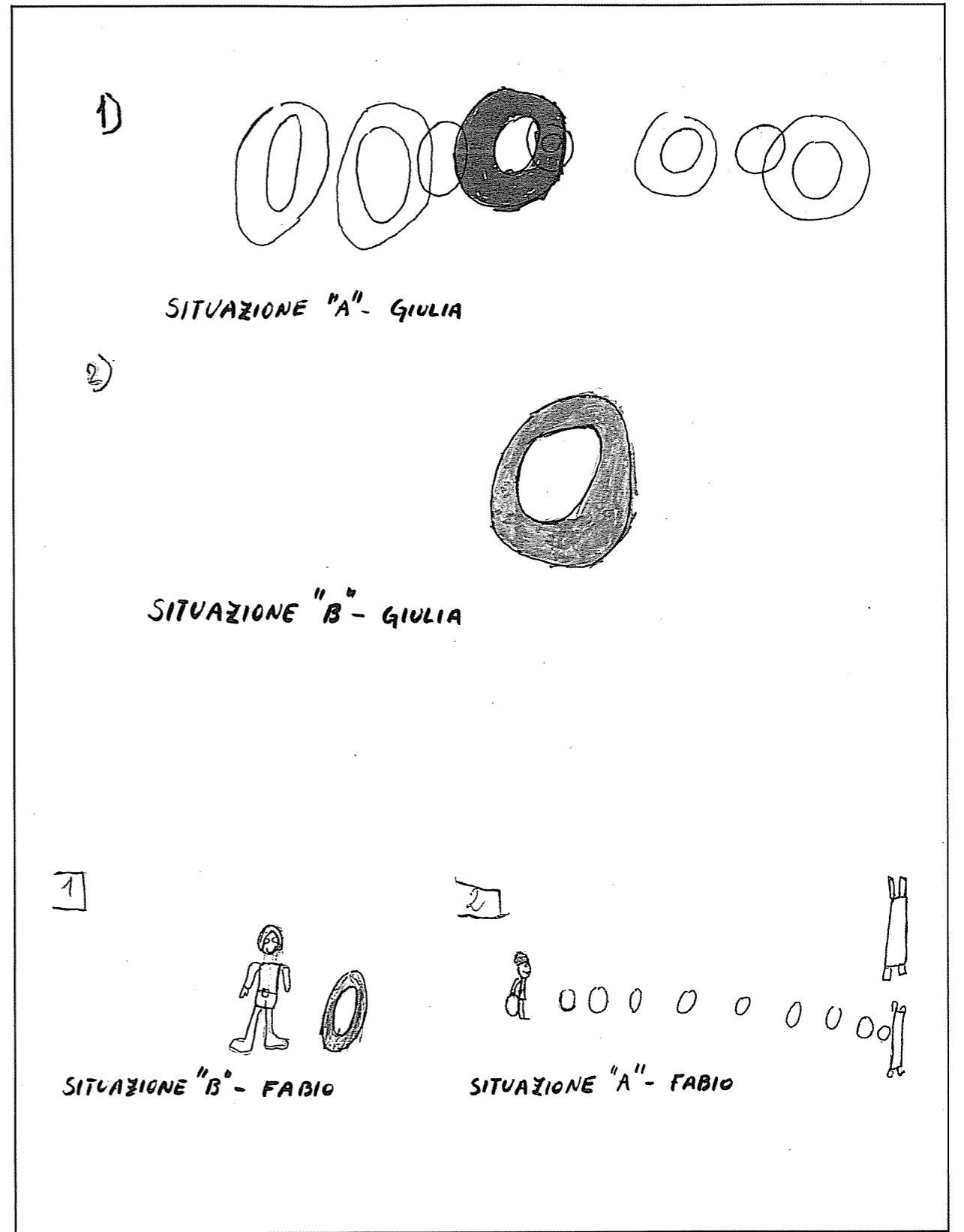
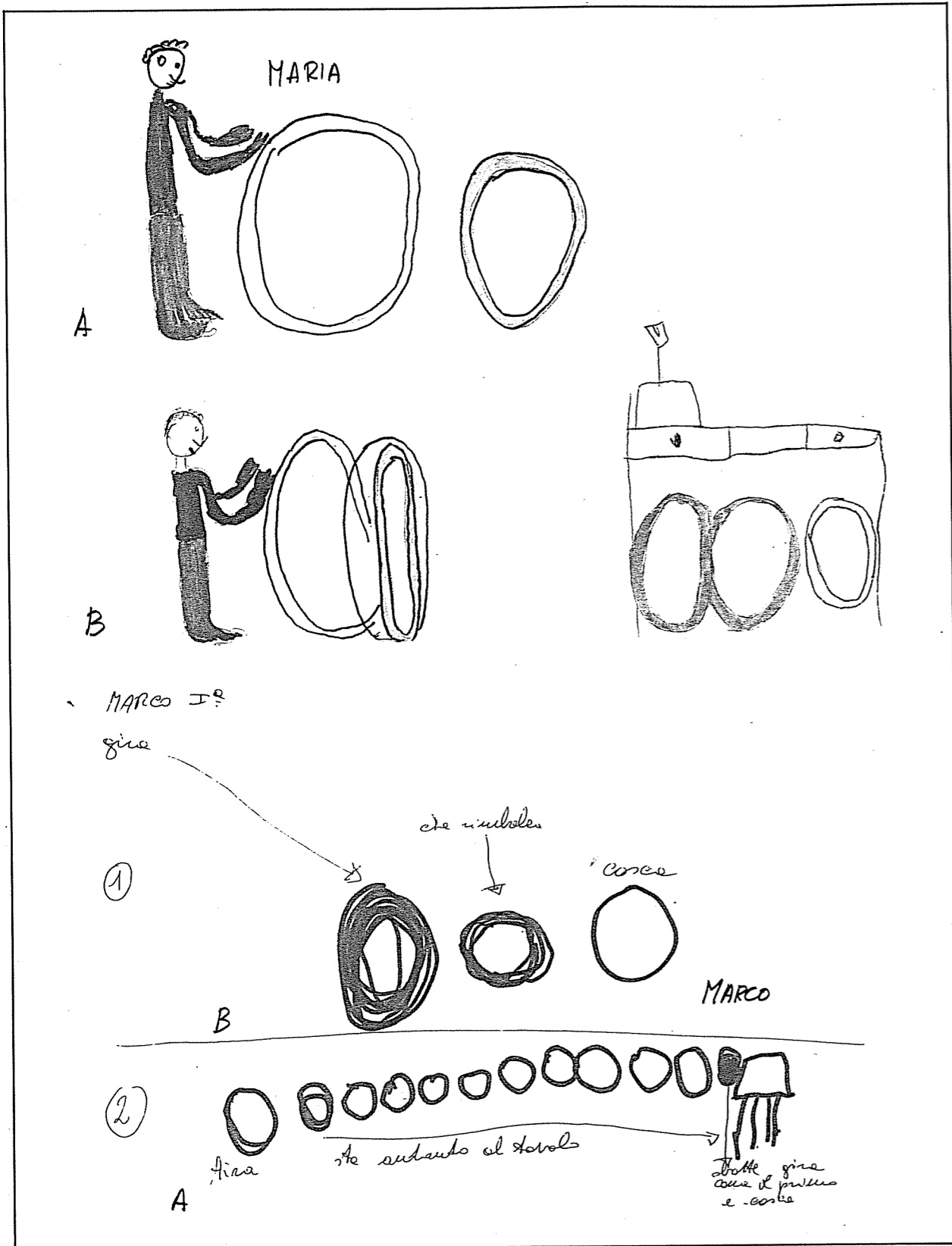
EMANUELA

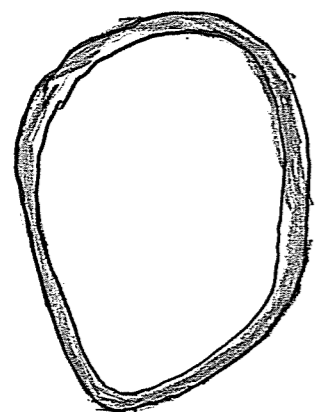


B



A

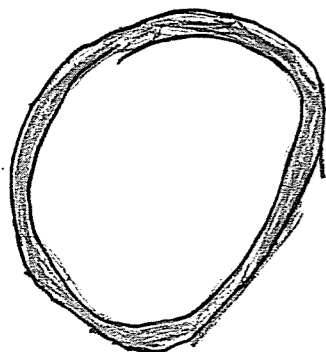




PAMELA



B



A



DISCUSSIONE DI BAMBINI SCUOLA INFANZIA - MODENA

Insegnante: Miriam Ferrarini - sez. 4 anni

Come si muovono gli oggetti

La ruspa a spinta

Riccardo: È una ruspa.

Davide: È colore arancione, lì c'è il nero e là c'è nero, lì c'è nero, lì c'è nero, lì c'è sbe (segna tutte le ruote).

Jarno: La ruspa parte.

Davide: Quando è notte si ferma.

Valerio: Per mangiare.

Nicola: Come fa a mangiare, lei lavora solo, prende su la terra e la trasporta.

Andrea C.: Se ci fosse quello da tirare su verrebbe su la sabbia.

Jarno: Un bagaglio lì davanti. È finta, è un giocattolo.

Come si muove?

Valentina: Non ha il motore.

Andrea C.: Perché quello lì non va da solo, si spinge.

Valerio: Quella lì va con le mani e quella vera va col motore.

Quella finta quando si ferma?

Jarno: Si ferma perché l'hai spinta piano.

Andrea: Se la spingi forte va.

Nicola: Se la spingi forte non si ferma subito dopo un po' si ferma.

Valentina: Se la spingi piano si ferma subito, se la spingi forte non si ferma più.

Andrea C.: No! Si ferma quando sbatte.

Barbara: Io delle volte a casa mia ho pensato di prendere la trottola e di portarla qui.

Quando si ferma la macchinina?

Jarno: Si ferma quando le ruote vanno più piano e le ruote si fermano. Si fermerà perché non può andare in tutte le strade.

Davide: Si ferma se c'è una curva e se c'è una discesa va.

Federico: Va più forte con la discesa.

Nicola: Con i sassi si ferma. Dopo la discesa andrà un pochino veloce e poi si ferma se c'è una salita non va. Si ferma perché non ha il motore.

In discesa le ruote come vanno?

Valerio: Vanno più forte.

Quando va su una montagna se la spingi dopo va giù da sola?

Brunella: Quando va giù da sola quando va su la prendo con le mani.

La spingi o la tiri?

Brunella: La spingo.

Federico: La funivia.

Andrea C.: La seggiovia è quella che ha i seggiolini volanti.

Spiega come il papà ha fatto la funivia?

Federico: Prima ha fatto l'ascia poi Gino ha pitturato, ha messo delle viti, ha cavato dei gommoni che erano qui. Ha preso una bicicletta vecchia, ha tirato via le ruote. Gino ha preso via la cinghia. Umberto ha fatto quelli, ha fatto la banderuola. Ha messo quello per farlo girare. Se si gira forte si rompe.

Perché si muove anche la ruota?

Davide: Perché c'è la cinghia.

Andrea C.: È la cinghia che fa muovere l'altra ruota.

Valentina: Perché c'è l'elastico.

Prova a tenere stretta la ruota

Nicola: Perché questo lo tiro non va neanche la ruota.

Andrea C.: Ho una macchinina dei pompieri, la spingo con le mani.

Nicola: Se fosse di plastica si può far muovere.

Andrea B.: Non ha mani la spingo..

Alessandro: Ho una macchinina che va con le mani e questa col motore. Questa non va perché ha le ruote finte.

Jarno: È una ruspa, la spingo con le mani.

Riccardo: È un treno, le mani va.

Se mettiamo una corda?

Nicola: Si può tirare.

Riccardo: Con le mani.

Andrea C.: (Trottola) sono gli omini spaziali, per farla andare faccio andare su e giù il manico.

Perché continua a girare?

Davide: Perché ha spinto forte.

Perché si è fermata adesso la trottola?

Nicola: Perché non ha più velocità.

Davide: Quando si ferma se va piano vuol dire che si ferma dopo un po' e perché non ha più velocità.

Valentina: È una macchina da cucire. Sto girando la ruota con la mano e si tira su quello (l'ago).

Barbara: La ruota serve per farla andare.

Valentina: Questi vengono giù perché c'è un buco non stretto e scivolano.

Alessandro: C'è il buco troppo grande e cadono giù.

Francesco: Si è fermata perché il mio papà me l'ha comprata. Non c'è la strada.

Perché si è fermata?

Elisa: Perché l'ha spinta troppo piano.

Giulia: Spinta poco.

Andrea B.: Perché l'ha spinta poco.

Se io gli dò una spinta forte?

Davide: Si ferma quando va contro a qualcosa.

Nicola: Quando fa un capitombolo.

Brunella: Alla fine.

Ma quando alla fine?

Jarno: Si ferma quando le ruote vanno piano.

Nicola: Quando c'è in mezzo della roba si ferma.

Ci avete giocato con le macchinine, le barchine, il passeggino? Quando ci giocavate quando è che le cose si fermavano?

Nicola: Mi è andata una macchinina giù per il burrone. Ma la macchinina andava più forte di me e non ho potuto andare a prenderla. Ha scavalcato il sasso, ma ha fatto una capriola e si è fermata.

Valerio: L'ho buttato. Ho messo la mano qui e l'ho fatto andare, la spingo. Quando gira carica e scarica (la ruspa).

Davide: Io ero al mare con un mio amico e avevo un motoscafo con la ventola che andava e faceva le bollicine e andava al largo e il mio amico diceva "ma dove lo fai andare?". Si fermava quando ci mettevo la mano oppure si scaricavano le pile.

Le macchine a pile

Come fai per far andare la macchinina?

Valentina: Si deve spingere quello lì nero, è una levetta e la macchinina funziona...

Va sempre la macchinina?

Valentina: Sì, non si ferma fino a che non la prendo in mano e tiro la levetta.

Cosa fa la levetta?

Andrea C.: Non fa niente.

Barbara: La levetta fa andare la moto.

Jarno: C'è la pila.

Che cosa è che fa andare la pila?

Andrea C.: C'è un interruttore.

Che cosa è la pila?

Davide: La batteria.

Barbara: Hanno la carica.

Quando la pila è carica?

Simone B.: Non va più, non ha più la forza.

Se io spengo l'interruttore, la macchina va ancora o non va più?

Lisa: No, sì che ne ha ancora perché se spingo l'interruttore va ancora.

Jarno: Spingo un bottone rosso, va la moto. Se giro il volante per farla venire in qua. Le pile fanno andare la moto. Ci sono tre pile.

Perché nella macchina della Valentina c'è una pila piccola e in quell'altra ce ne sono due grosse?

Andrea C.: Perché la jeep è piccola.

Daniele: La moto è grossa e la pila è piccola. Le pile grosse hanno tanta forza.

Andrea B.: È una Ferrari. Metto su la levetta e l'auto dopo va.

Cos'è che va?

Andrea B.: Le pile e girano le ruote.

Se la tieni fermava?

Marco: Se la molli va.

Valerio: Si scaricano le pile.

Se la faccio andare si scaricano le pile?

Valerio: No.

Se va tutto il giorno che cosa succede?

Andrea C.: Si scarica la forza.

Jarno: Perché non hanno tanta forza.

Perché?

Luca: Non può andare tutto il giorno perché resta un po' di giorno e si scaricano. Non resistono perché il giorno è molto lungo.

Alla sera la pila non va più, dove l'ha messa la forza?

Lisa: Nella macchinina.

Andrea C.: È passata fuori dalla pila, è andata alla macchinina.

La forza della mano invece dove è andata?

Valerio: Nelle mani.

Se tu vai in salone a spingere la macchinina fino a sera che succede?

Valerio: Dopo la forza non c'è più.

Fabio: Si scarica Valerio.

Valerio: (Un gioco a molla) ho spinto forte e c'è la molla che salta.

Fabio: (Gioco a telecomando) è il telecomando.

Valerio: Ha l'antenna.

Andrea C.: Prima c'era il filo.

Jarno: Spinge il bottone.

Cosa fa andare la macchina?

Davide: Qua c'è una pila che fa andare il telecomando. Ci sono altre pile nella macchina e fa andare la macchina.

Fabio: Gli dà il segnale questi cosini gialli.

Quali pile fanno andare la macchinina?

Fabio: Quelli della macchina (togliamo le pile della macchina).

Elisa: Non ci sono le pile.

Andrea B.: Non va perché non ha le pile.

Jarno: Bisogna metterci le pile al suo posto altrimenti non va.

Barbara: Non riescono a dare la forza alla macchina.

Linea di lavoro n. 9. Caduta nella creta

Scheda informativa

Argomento: oggetti pesanti che cadono dall'alto e cadono nella creta

Durata : 3 o 4 interventi in due settimane

Livello : 2^a elementare.

— 125° Circolo, Roma

insegnanti: Daniela Bianchi, Paolo Mazzoli

Materiale : Un blocco di creta morbido, qualche sfera d'acciaio di varie dimensioni, un pesante scalpello senza manico, uno spago con un peso attaccato (tipo filo a piombo)

Descrizione della linea di lavoro n. 9

Queste attività sono caratterizzate da due fenomeni: la caduta degli oggetti da diverse altezze, lo sprofondamento di un oggetto che cade dentro un materiale morbido (creta molto morbida). Invece di far sprofondare un oggetto nella creta si può lasciar cadere una palla di creta per terra e farla deformare. Il dispositivo che consiglio serve a far cadere gli oggetti dove si vuole. Si attacca al soffitto uno spago con un peso appeso all'estremità. Si possono attaccare dei cartellini numerati.

Per avere una quantificazione delle quote da cui si lasciano cadere le cose. Si può così lasciar andare dall'alto una sferetta vicino allo spago ed essere sicuri che andrà a cadere vicino allo spago. È anche un bel lavoro sulla verticalità: il filo a piombo

è verticale così come è verticale la traiettoria di un oggetto pesante che cade. (vedi disegno).

A livello adulto le due cose si implicano perché se il peso tira in verticale verso il basso, la pallina che si muove grazie alla forza-peso non può che andare in verticale. Con i bambini si può discutere utilmente su questo punto.

Bene, disponendo di un rudimentale filo a piombo si può anche lasciare cadere una palla di creta per terra e colpire un cartoncino poco più grande della palla. Possiamo intanto dare ai bambini la palla di creta e il cartoncino e dire loro di disporre le cose in modo tale che la pallina centri il bersaglio. Le brevi discussioni che riportiamo riguardano sia l'esperienza della pallina o il punteruolo che cado-

no sul blocco di creta, sia quella con le palle di creta che cadono sul pavimento e si schiacciano.

Vengono resi espliciti vari modelli per la caduta di una palla. Christian: più prende la rincorsa e più pesa e fa il buco più profondo; la pallina farà un buco che è mezzo tondo. Il buco lo fa solo la parte davanti e quella di dietro non conta. Fulvio: va forte forte appena la lasci, dopo quando arriva giù piano piano fa l'impronta. Daniele: la velocità dà forza per fare il buco. Carlo: più lo lasci andare forte e più fa il buco profondo. Moira: è meglio far cadere quello con la punta. Fulvio: da più in alto prende più rincorsa. Carlo: la velocità se la prende da sola. Maria: la creta si fa piatta solo dalla parte di sotto.

Abbiamo a che fare come al solito con molti problemi intrecciati insieme. Vi è abbastanza chiara

l'idea della spinta che dipende dall'altezza da cui si lascia l'oggetto. Addirittura più cade dall'alto e più è pesante (peso dell'oggetto più "peso della spinta"). Non è chiaro quando è che la pallina è più veloce, né se la velocità dipenda strettamente dall'altezza da cui la si lascia cadere. Vi è una raffinata percezione sulla forma del buco o dello schiacciamento (Christian e Maria).

Se si intende effettuare questa attività con un bambino fino a 8 anni queste puntualizzazioni sono sufficienti. È molto interessante proporre di rappresentare l'esperienza con un disegno a sequenza temporale. I bambini possono dividere un foglio in 3 o 4 riquadri numerati e rappresentare 3 o 4 momenti successivi delle cose che succedono, quando casca un pesante punteruolo su un blocco di creta (vedi disegni di Pino, Alex e Federica).

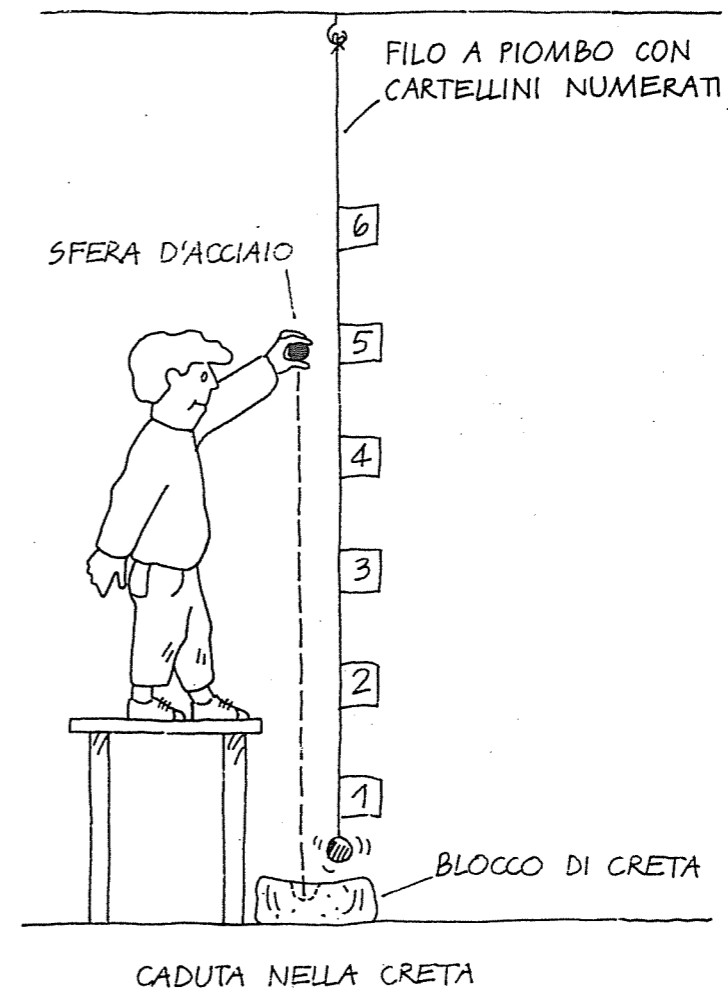
Aperture, approfondimenti, varianti

L'aspetto da approfondire è anche qui, come nella linea di lavoro n. 4 sull'elastico che si allunga, la relazione tra forze, spinte, energie, velocità, rincorse, ecc. Potendo dedicare più tempo a questo tipo di esperienze e potendo riprenderle anche coi ragazzi più grandi, sarebbe importante arrivare a costruire un modello della caduta in cui la *forza principale è una ed è sempre la stessa* (il peso), nel senso che la forza andrebbe a poco a poco staccata dai suoi effetti e considerata solo come l'entità di uno spingere verso il basso gli oggetti, che si può evidenziare appendendo l'oggetto ad un elastico. Ora è accettabile che l'elastico si allunga uguale sia se stiamo vicino al suolo sia se siamo ad una certa altezza. Accanto a questa forza che fa cadere gli oggetti, vi è una specie di "caricamento" di energia che è tanto maggiore quanto più l'oggetto viene por-

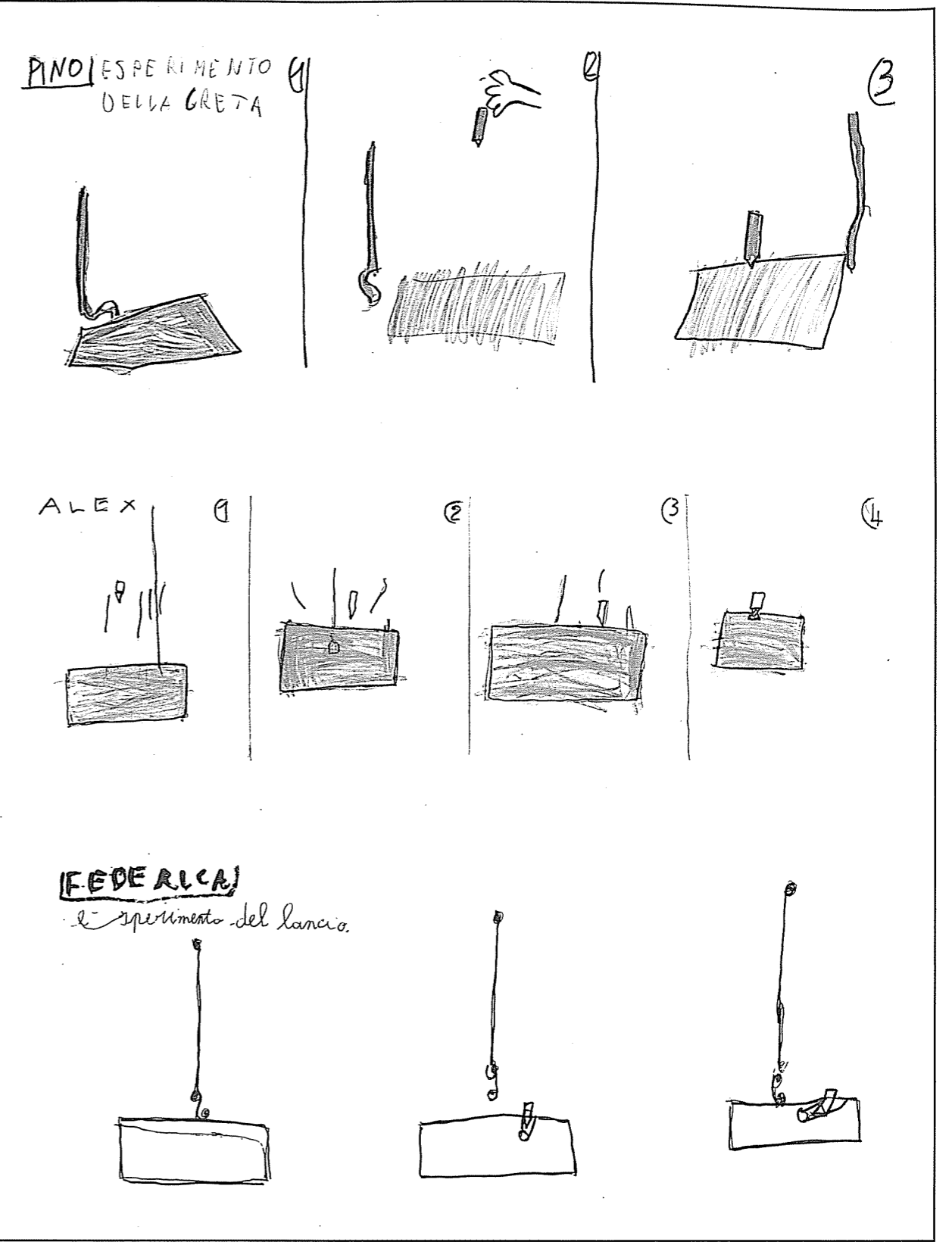
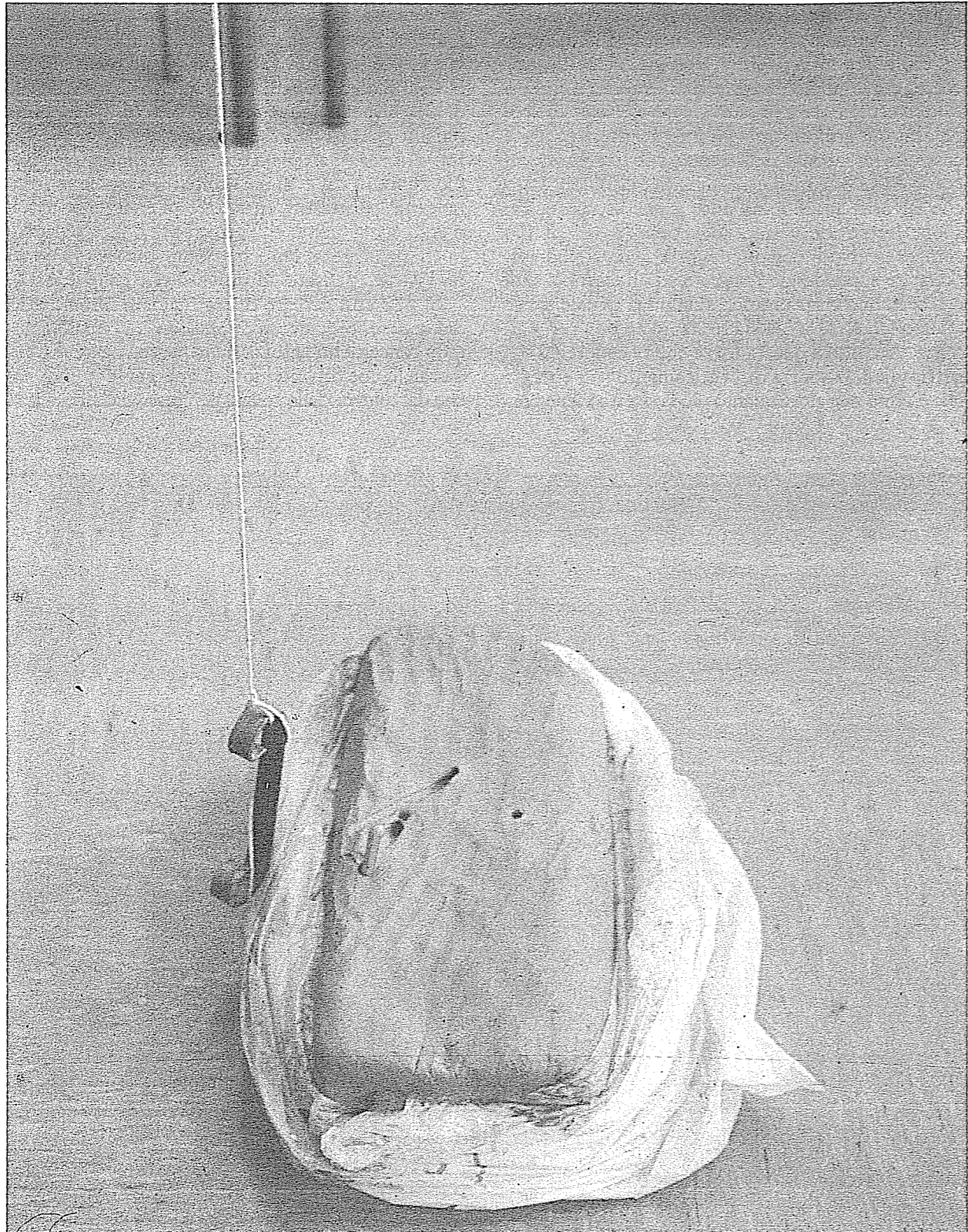
tato in alto. Che significa? Che in qualche modo l'altezza determina non la forza, ma la possibilità che avrà questa forza, agendo per un tratto di spazio più o meno lungo, di aumentare il movimento dell'oggetto. Dunque se un oggetto può cadere da più alto, pur essendo sempre sottoposto alla stessa forza (il peso), acquista una velocità maggiore. Nel momento in cui avviene l'impatto al suolo la pallina deve "scaricare" tutta questa energia di movimento accumulata, con effetti più o meno vistosi: buchi nella creta, deformazioni, rotture più o meno vistose (pensate ad un vaso che cade a terra).

Si può così cercare di tratteggiare uno schema del genere, o qualcosa di analogo, nel quale i termini concernenti la forza siano parzialmente distinti da quelli che dipendono dall'energia (e quindi anche dal tempo, dallo spazio percorso, dalla velocità).

Pino che lavora con le palle di creta



Dispositivo: spago, blocco di creta, punteruoli



DISCUSSIONE DI BAMBINI 125° CIRCOLO - ROMA

Insegnanti: Daniela Bianchi, Paolo Mazzoli - classe 2^a elementare

Due palline: una di vetro piccola e una d'acciaio più grande, un blocco di creta per terra, uno spago appeso al soffitto a mo' di filo a piombo.

Se appoggio le palline lasciano l'impronta?

Sonia: Non la lascia perché è troppo vicino.

Federica: Non la lascia perché è troppo giù.

Pino: No.

Simona N.: La lascia.

Fabio: No.

Christian: No, perché è troppo vicina.

Pino: È già pesante lei, poi con la rincorsa ce la fa.

Sabrina: No, bisogna lasciarla un po' dall'alto.

Pamela: Non la fa.

Luisa: Sì, la fa.

Alex: Sì. Tutte e due fanno l'impronta. Ma una è più pesante.

Andrea: Quella più grande la fa l'impronta. Anche da vicino perché è più pesante.

Moira: Quella leggera se la lasci dall'alto rimbalza e poi si ferma. Quella grande corre più veloce perché pesa di più e allora gli dà più potenza.

Pino: Va forte forte appena la lasci. Dopo quando arriva giù piano piano fa l'impronta.

Daniele: La pallina gli dà più velocità per fargli il buco, la velocità gli dà più forza per fare il buco.

Carlo: Quando tu la lasci va forte e poi cade. E poi più la fai andare forte e più fa il buco profondo. Senza spinta non si può farla andare più forte.

Andrea: Sì, va più forte se la metti più in alto.

Christian: Se tu la lasci, prima va piano poi più va giù e più va forte e prende velocità e fa il buco più profondo. Più in alto la metti e più il buco è profondo.

Pino: Quando tu la lasci va piano, poi aumenta e poi prende un po' di velocità e poi fa l'impronta. Buca la creta perché va forte, perché va forte e perché è pesante.

Moira: È meglio far cadere quello con la punta (il "punteruolo").

Fabio: Se tu lo metti dove hai fatto quel segno, la punta fa un buco, la pallina non lo fa.

Christian: La pallina fa un buco che è mezzo rotondo. Solo la parte dove cade. Il buco lo fa solo la parte davanti della pallina di dietro non conta.

DISCUSSIONE DI BAMBINI 125° CIRCOLO - ROMA

Insegnanti: Daniela Bianchi, Paolo Mazzoli - classe 2^a elementare

Alcune palle di creta vengono fatte cadere da diverse altezze. Che succede?.

Come si riconosce la palla che cade dall'alto?

Alex: Quando è più alta arriva più pesante e dà più botta.

Sonia: Perché quella che cade dall'1 non rimane tanto schiacciata, rimane sempre un po' rotonda perché la botta la prende più bassa.

Fulvio: Se cade da più alto è più piatta perché più alta prende più rincorsa, perché se va piano non si schiaccia se va forte può schiacciarsi.

Maria: Se tu la creta la butti da 6 prende più rincorsa e si fa più piatta dalla parte di sotto. Invece se la creta cade da 1 prende meno rincorsa e si fa meno piatta.

Fabio: Se tu la tiri due volte si appiattisce anche la seconda volta perché dall'1 si appiattisce poco perché è basso e allora...

Pino: Dall'1 piglia poca rincorsa e si appiattisce di meno, poi sempre di più, sempre di più e poi diventa proprio piatta.

Andrea: Se la tiri è già appiattita poi la ritiri e diventa come una pizza. Invece dall'1 si appiattisce di meno perché non ce la fa.

Carlo: Se tiri da 1 non si schiaccia quasi niente, perché ha preso poca rincorsa. Con la palla d'acciaio viene il buco più profondo da più alto. Tutte e due è importante: sia che pesa sia che abbia molta rincorsa.

Chi gliela dà la velocità?

Carlo: La velocità gliela dà... da sola se la prende. La spinta gliela dà che casca.

Simona N.: La palla per il rimbalzo più forte perché sta più in alto ma la creta non rimbalza. Rimane attaccata perché la creta è morbida.

Simona M.: All'1 prende meno velocità perché è bassa invece al 6 è più alta e quindi prende più velocità.

Moira: Quando si lascia dall'alto è più profondo perché prende più rincorsa e fa il buco più grosso e pure perché è alto. Dal basso lo fa ma lo fa piccolo.

Emanuela: Perché dall'alto prende velocità e quando cade allora fa il buco più grande. Dall'1 non lo fa tanto perché non prende tanta velocità.

Pino: Dal 6. Già lui è pesante con la velocità è ancora più pesante e fa il buco più profondo. Quando sta basso gli manca la rincorsa.

Andrea: Quando cade dall'1 fa l'impronta piccola invece se cade dal 6 la fa sempre più grande perché va giù con tutta velocità poi quando arriva quasi all'1 ci ha meno velocità ma ormai è caduta.

Linea di lavoro n. 10. Fionda da tavolo

Scheda informativa

Argomento: Palline lanciate con una fionda contro un blocco di creta

Durata : 2 o 3 interventi in una settimana

Livello : 2^a o 3^a elementare.

— 125° Circolo, Roma

insegnanti: Daniela Bianchi, Paolo Mazzoli

Materiale : Elastico da mutande, una sfera d'acciaio, due morsetti da tavolo, un blocco di creta.

Descrizione della linea di lavoro n. 10

Ecco come si costruisce una fionda da tavolo (vedi foto). Si prepara un pezzo di elastico da mutande con in mezzo un pezzo di stoffa o di pelle che serva come sede del proiettile. L'elastico va fissato poi ai due morsetti stretti a metà di un banco di scuola, e ad una delle due parti si appoggia un blocco di creta. Ovviamente tirando il proiettile da una parte e lasciandolo andare, viene lanciato velocemente sul tavolo e, anche questa volta, va a conficcarsi nella creta.

Si monta il dispositivo in classe, e si ascoltano i meccanismi di funzionamento spiegati a parole dai bambini. Anche qui si cerca un modello valido che sia in grado di ben rappresentare quello che succe-

de, scandendolo in fasi significative che si succedono nel tempo, e fornendo per ognuna di queste fasi, fuori dal tempo, una configurazione di forze e di posizioni delle varie parti che compongono l'apparato.

Sabrina puntualizza una prima fase: l'elastico se non lo tiri non gliela dà la spinta. Pino aggiunge: gli dà un po' di spinta e quella comincia a va veloce mentre l'elastico viene giù. Ancora, Luisa: se lasci la pallina va a sbattere nella creta, se lo tiri (l'elastico) un po' di meno va un po' più piano. Carlo riassume il legame tra stiramento dell'elastico e buco: «lo tiri di più e la pallina fa il buco sempre più grande».

Maria che tira con la fionda



Sonia sente i muscoli di Maria

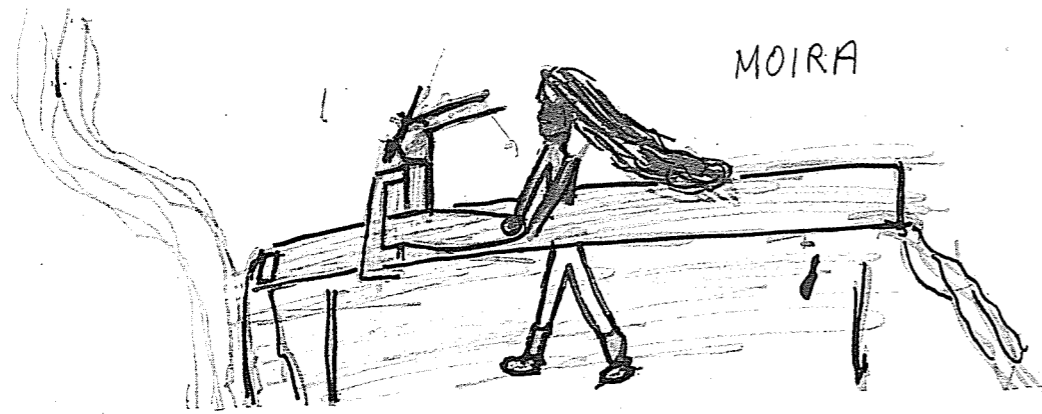


C'è sempre un grosso problema di forze. Chi fa forza quando Maria tende l'elastico? (vedi foto). Solo due bambini dicono che fanno forza sia Maria che l'elastico. I più sostengono che finché Maria tira indietro (Maria "carica" la fionda) è lei sola a far forza, quando lascia l'elastico e parte (l'elastico "scarica" la sua energia sulla sfera) allora è lui solo a farla. Questo non è vero, ma è anche un problema di parole. Come si può problematizzare questo punto? Ecco una domanda critica: come fa Maria a fare forza se l'elastico non fa forza? (viene in mente il tiro alla fune: sempre *due* forze contrapposte). E ancora: i morsetti fanno forza? Il pavimento fa forza? Se Maria stesse sui pattini (e non potesse reggersi contro il tavolo) potrebbe far forza per tirare l'elastico? E per ultimo: la sfera, quando *comincia* a prendere velocità, fa forza contro l'elastico?

Sono tante domande che aprono altrettanti fili di discorsi. Noi ne abbiamo seguito uno tra tanti, altri insegnanti o altri ricercatori possono seguirne un altro e cercare di andare avanti il più possibile. Quest'ultima attività è stata condotta subito dopo quella della linea di lavoro n. 9, e pertanto è venuto abbastanza naturale tentare di enucleare

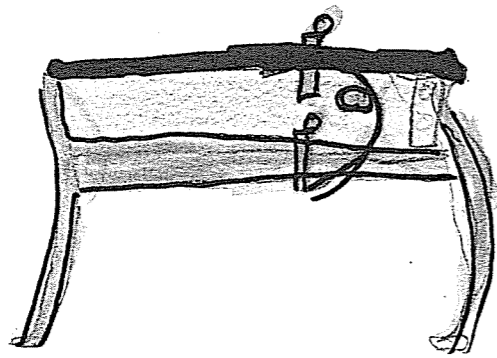
uno schema comune alle due situazioni (con tutte le somiglianze e le differenze). Qui l'elastico con dentro la pallina si carica perché viene allungato tirandolo da una parte a spese di Maria, lì la pallina (o il punteruolo) si carica portando in alto a spese di un po' di fatica del bambino che andava su a lanciare la palla. Qui il sistema-fionda si scarica rapidamente portando ben presto la palla ad alta velocità, lì il sistema si scaricava durante tutto il percorso, facendo aumentare progressivamente la velocità. Qui la pallina fa forza contro il blocco di creta che a sua volta frena la pallina fino a fermarla, lì pure la pallina sprofonda nella creta, ma in quel caso la forza di impatto con la creta è associata con la forza peso, mentre nel caso della fionda la forza peso agisce contro il tavolo e non contro la creta. Si può leggere quello che dicono in proposito i bambini nella seconda parte della discussione.

Vengono inoltre presentati alcuni disegni schematici prodotti dai bambini, che rappresentano la fionda da tavolo in azione. Ognuno di questi può essere considerato come una raffigurazione non solo e non tanto di quello che ogni bambino vede, ma anche del suo modello mentale di interpretazione.

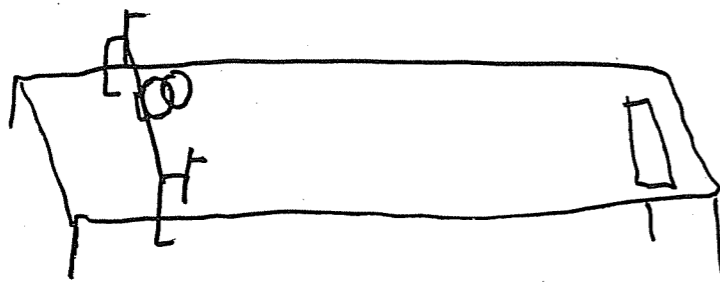


MOIRA

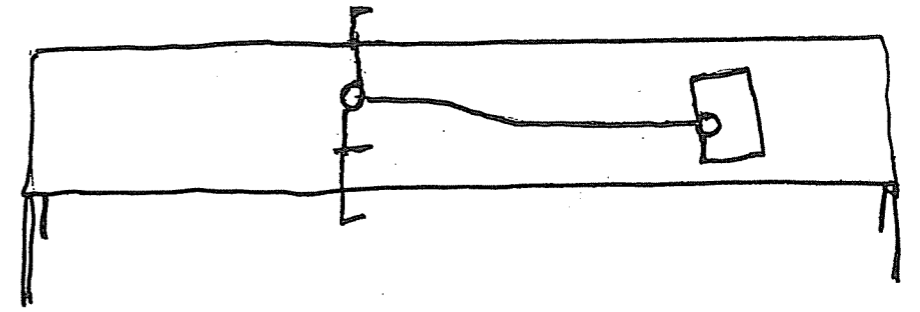
FEDERICA



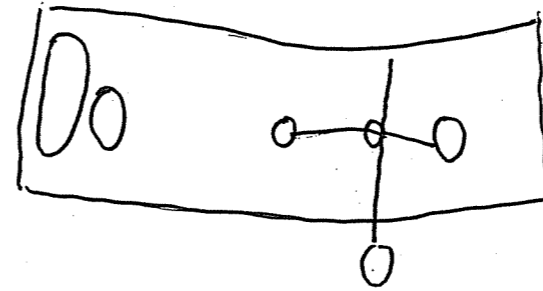
SABRINA



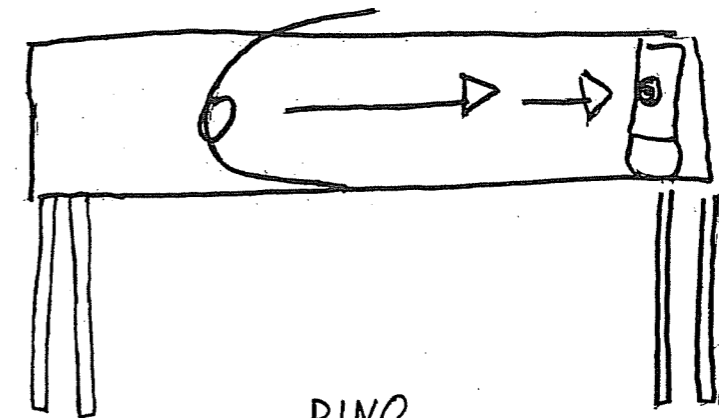
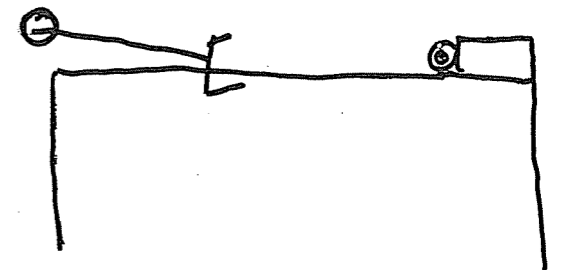
EMANUELA



ANDREA



CRISTIAN



PINO

DISCUSSIONE DI BAMBINI 125° CIRCOLO - ROMA

Insegnanti: Daniela Bianchi, Paolo Mazzoli - classe 2^a elementare

Fionda da tavolo.

Fionda di elastico fissata al banco con due morsetti — palla di acciaio — blocco di creta per fermarla e guardare le impronte.

Che cosa è questo? A che serve?

Christian: Tu pigli la palla che metti sull'elastico, la appoggi. Poi tiri l'elastico verso Manuela (all'incontrario della creta) poi lasci l'elastico e la biglia parte e va addosso alla creta. La creta si buca, non proprio si buca tutta quanta; si fa un segno quasi rotondo.

Alex: Io invece di tirarla verso la creta dico di tirarla per terra un po' dritta.

Perché se la tiro di qua con l'elastico la palla va dall'altra parte?

Daniele: Il maestro la tira di qua e va di là, se lo tiri di là va di qua. L'elastico gli dà la molla, gli dà la spinta. Se lo tiri così, buca mezza creta.

Pino: Se metti l'elastico con la pallina indietro, la pallina va avanti verso la creta, e viceversa. Se lo metti verso la creta, tirando verso la creta, non parte.

Perché l'elastico la fa partire?

Pino: Perché l'elastico la tira per di qua, poi se lo lascia va addosso alla creta dall'altra parte.

Christian: Tu lo tiri, verso di qui, tu lo tiri così la pallina viene di lì.

Pino: Se lo tiri in giù, diventa stretto, e gli dà un po' la spinta e quella comincia e va veloce mentre l'elastico viene giù. E vale pure per la parte di dietro.

Andrea: L'elastico è legato ai morsetti, e tu lo tiri indietro, e ci metti la palla, poi lasci e ti parte. L'elastico non ti viene appresso perché è legato. Senza l'elastico gli devi dare una spinta.

È proprio vero che è l'elastico a dargli la spinta?

Andrea: Se no, senza elastico, gli devi dare la spinta.

Sonia: Perché l'elastico gli dà lo slancio, perché l'elastico si allunga e si restringe. Anche un elastico piccolo se lo tiri si allunga e fa così pure con la palla.

Federica: Lo slancio lo prende se tu prendi la palla, e glielo dà pure un po' la mano, perché la mano lo slancia, e l'elastico la fa partire e la palla va per terra.

Simona M.: Quell'elastico fa muovere la pallina perché l'elastico va indietro. Se lo prendi con due mani e lo porti indietro, la pallina sta sempre indietro, poi lo lasci e parte.

Con una corda andrebbe bene uguale?

Simona M.: Con una corda, se non la stringi si può fare, se la stringi non si può fare. Se non è stretta parte, perché se è troppo stretta la pallina non parte (due bambini la reggono, si mette la pallina in mezzo e parte uguale).

Pino: No, con la corda no, ci vuole l'elastico.

Pamela: Se la tua pallina la metti di dietro, va addosso alla creta.

(Discussione su dietro e davanti)

Maria cerca di seguire gli ordini che Pamela, Giulia e gli altri danno per far partire la pallina.

Giulia: Devi avvicinare la pallina all'elastico e tirare la pallina.

Pamela: La metti in mezzo all'elastico.

Maria: Prendi l'elastico con la pallina poi tiri indietro, tirare e poi lasciare.

Simona N.: Devi andare verso dietro e poi va avanti.

Sabrina: Perché l'elastico se non lo tiri non gliela dà la spinta.

Daniele: Perché si allunga, e quando fai così è come se spingesse la palla e allora spinge anche la mano. L'elastico dentro ha come un tipo di molla, se non ce lo aveva i pantaloni calavano sempre, la molla serve per far reggere tutto.

Carlo: Perché se tu l'elastico lo tiri sempre insieme alla pallina e lo tiri di più la pallina fa il buco sempre più grande. Perché l'elastico è elastico e quando lo tiri ci mette la forza perché è come una molla.

Fulvio: Prima ci metti la forza che sta nel braccio.

Maria domanda e discute su chi fa forza mentre tende l'elastico. Quando sta ferma, con l'elastico teso: tutti e due; se lei tende è lei a fare forza, se tende la mano in modo che l'elastico gliela trascina sul banco è lui che fa forza. Si vede che fa forza perché gli trema la mano, si vedono i muscoli del braccio.

Solo un paio di bambini sostengono che fanno forza tutti e due: è notevole la differenza tra la percezione del tirare e quella dell'essere tirata.

Luisa: Se lasci la pallina va a sbattere nella creta e se lo tiri di meno va un po' piano.

Monia: Se tu metti la pallina qua, e la lanci verso qua, fai forza perché l'elastico è legato là. Facendo forza puoi tirare la pallina.

Maria: Adesso sì, (Maria tira), adesso no, (Maria sta ferma, con l'elastico tirato, adesso così e così, se è trascinata indietro).

Pino: È l'elastico che fai forza insieme a te. Poi se molli non fa forza nessuno: tu hai il braccio dove vuoi e l'elastico va dove vuole.

Christian: Lui ha detto che nessuno fa forza, ma io dico che l'elastico spinge la pallina.

Daniele: L'elastico dentro ha un tipo di molla.

Fabio: Adesso nessuno fa forza perché hai lasciato, poi fai forza solo tu e poi tutti e due. Quando muovi tu, fai forza, quando ti fermi... no.

Maira: Adesso è l'elastico che tira, prima era la pallina che cadeva da sola.

Che differenza c'è da quando cadeva dall'alto sul blocco di creta e faceva il buco, e ora che lasciata con l'elastico pure fa il buco?

Sabrina: Quello cadeva da su e andava dritto.

Maira: È uguale. Solo quello tu lo mandi dritto, (caduta) e la pallina va da sola. Sul tavolo c'è l'elastico che lo manda (cadendo). È l'altezza che la mandava. Tu lo lasciavi, quello era pesante, e cadeva.

Christian: Da sopra la prende la rincorsa, invece sul tavolo serve l'elastico per prendere la rincorsa.

Simona M.: Se non c'era l'elastico la pallina non camminava, perché è l'elastico che gli dà la spinta e che tu reggi.

Sabrina: La differenza è che quello cadeva dritto da su, questo va dritto, ma in orizzontale sopra il banco.

Quello che qui fa l'elastico, di tirare la palla contro la creta, lì cadendo che cosa, chi, lo faceva?

Pino: Da sopra prende la rincorsa, non c'è qualcosa che lo regge, perché sta in alto mentre scende. Sul banco, se tu non la fai lei deve camminare, non deve scendere, sul tavolo non la prende la rincorsa. Se fai con l'elastico quello non gliela dà la spinta.

—: Se vado su, pure senza l'elastico, gliela dà la rincorsa.

—: Non fa niente perché non c'è la rincorsa.

Simona M.: Se non c'era l'elastico la pallina non camminava perché è l'elastico che gli dà la spinta. Pure la bambina che regge l'elastico e poi l'elastico.

—: (in verticale) Tu prendi la pallina e poi la lasci, da una parte non c'è l'elastico e qui sì.

Pamela: Se lo lasci con l'elastico senza la creta o si ferma sopra il tavolo o casca per terra.

Da quanto alto bisogna lasciarlo cadere per ottenere sulla creta un buco profondo come quello fatto con l'elastico?

—: Circa da due.

Appendice

Istruzioni per il montaggio della bilancia di legno a due bracci

Materiale occorrente per ogni bilancia (consigliamo di farne in serie almeno 4): 1) Una tavola di legno da 1 metro \times 10 cm \times 2 cm, di un legno non pregiato (l'abete va benissimo); 2) 1 cilindro di legno da 20 cm di lunghezza e 3 cm di diametro (va bene il bastone che si usa per le tende su cui si fanno scorrere degli anelli di legno); 3) 2 viti da 4/4,5 cm di lunghezza (la lunghezza deve essere tale da permettere di fissare il cilindro di legno alla tavola, senza che la vite sporga dall'altra parte della tavola).

Il disegno (fig. A) mostra come va montato il cilindro di legno sulla tavola. Occorre assicurarsi che sia alla metà precisa della tavola e che sporga di qualche centimetro da una parte e dall'altra della tavola. Il problema più grosso è quello dell'avvitamento delle viti, per il quale è necessario praticare dei fori passanti nel cilindro con un trapano e un piccolo foro di avvio per facilitare l'avvitamento della vite nella tavola. Il cilindro deve sporgere di qua e di là perché la bilancia andrà appoggiata, su due mattoncini o tra due banchi, e fatta oscillare con la tavola sotto e il cilindro sopra (fig. B).

Una volta terminato il montaggio, la bilancia va tarata. È sufficiente metterla in equilibrio vuota e vedere se resta «in pari» (orizzontale). Se così non è si proverà a mettere dei chiodi, piccoli o grossi a seconda dell'entità dello squilibrio, all'estremità del braccio che va in alto, fino ad ottenere la posizione orizzontale. Quando la si è trovata si possono piantare i chiodi col martello nello spessore del legno come mostrato nella figura A. Con qualche tentativo si otterrà un buon equilibrio orizzontale della tavola vuota.

Fig. A - Schema costruttivo della bilancia

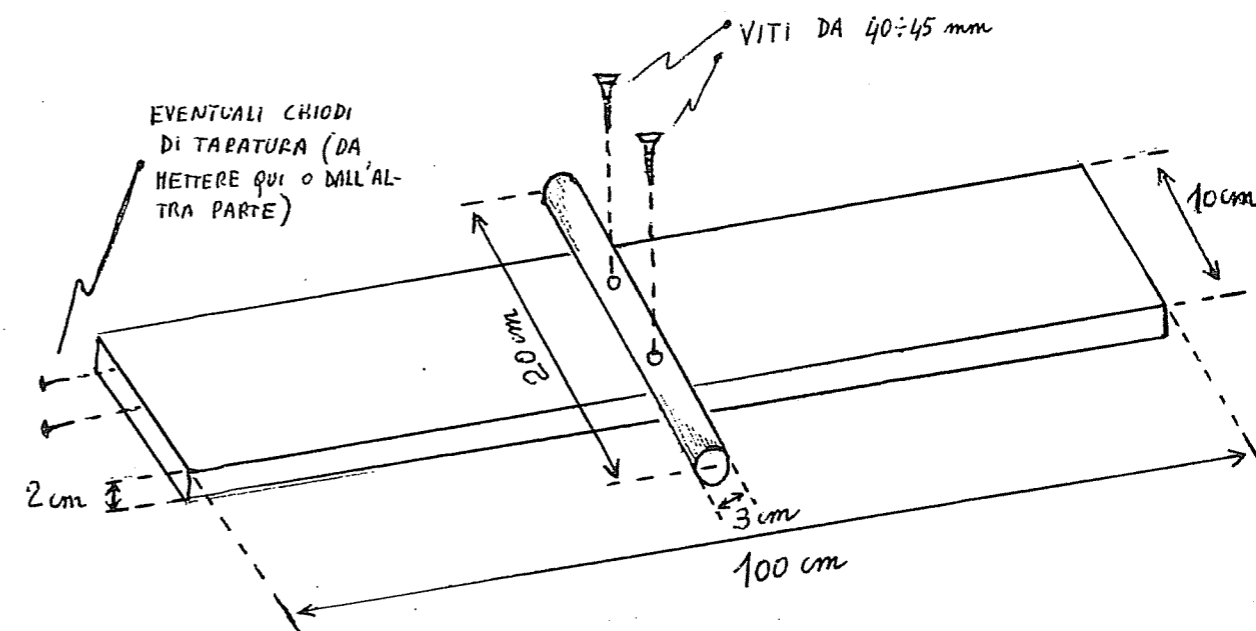


Fig. B - Bilancia in funzione con due dadi a destra e uno a sinistra

