Problemi al limite fra educazione scientifica ed educazione linguistica: alcuni esempi[1]

Marta Gagliardi

1. Introduzione

Intendo soffermarmi su alcuni aspetti che deve presentare l'attività di classe perché possa essere compreso il ruolo del linguaggio in quanto contemporaneamente organizzatore e prodotto dell'attività conoscitiva umana. In effetti esso, come tipico prodotto di interazione fra noi ed il mondo esterno, è nello stesso tempo condizionato da quegli aspetti del reale che ci si impongono attraverso i canali più disparati, iniziando dai canali percettivi, e condizionante nell'orientarci, sin dalla più tenera età, in quella scelta ed organizzazione di dati del reale in cui si identifica l'attività di costruzione di conoscenza, differenziandosi dalla pura percezione. L'ambito dell'educazione scientifica sembra particolarmente indicato per esplicitare questo rapporto bivalente, in quanto 1'ambito di realtà preso in considerazione permette agli alunni stessi una manipolazione dei fatti oggetto dell'attività di ricostruzione cognitiva e quindi anche di descrizione simbolica (nei codici più diversi: linguaggio «naturale», linguaggio «scientifico», rappresentazione iconica, rappresentazione gestuale, linguaggio matematico...). In ambiti diversi dall'educazione scientifica, invece, l'accesso ai «fatti» è generalmente indiretto, le manipolazioni eventuali hanno già come oggetto delle rappresentazioni. Specificati dapprima (§2) quali sono gli aspetti dell'attività di classe da tenere presenti, presenterò successivamente (§3) delle attività svolte con alunni della scuola di base atte a dare un'esemplificazione concreta del discorso.

2. Il «significato» del linguaggio ed il suo rapporto con altri codici simbolici

Il linguaggio è dunque, nell'educazione scientifica, uno strumento socializzato attraverso cui è possibile descrivere, spiegare, interpretare ... dei «fatti» che continuamente si vedono, o si fanno accadere. Descrivere, spiegare, interpretare... significa costruirsi delle rappresentazioni che non coincidono mai con i fatti stessi, ma che sono necessariamente parziali. Esse schematizzano alcuni degli aspetti dei fatti indagati e stabiliscono fra questi aspetti schematizzati delle connessioni che devono essere in corrispondenza con le connessioni esistenti negli eventi reali. La frase «più corro e più mi stanco» non è un fatto. Essa rappresenta, attraverso una connessione linguistica (più ... più...) fra due parole che schematizzano due soli aspetti comuni di una miriade di fatti reali diversi (dove, come, quando, perché ... corro sono altri aspetti sempre presenti in ognuno di questi fatti, per esempio), una connessione reale nel

[1] In Guerriero A. R. (a cura di), *L'educazione linguistica e i linguaggi delle scienze*, Quaderni del Giscel, La Nuova Italia, Firenze, 1988, pp. 131-142.

senso di una connessione sempre verificata in ognuno dei singoli eventi che possono essere etichettati dalla parola «corro».

A scuola va costruito un sempre più elevato grado di consapevolezza e padronanza, negli alunni, di questo rapporto fra il linguaggio ed i fatti. Ne deriva, in particolare, la necessità sia di una doppia attenzione nei confronti del linguaggio verbale (all'uso del linguaggio che ogni alunno già possiede e alla costruzione di un nuovo linguaggio, nel nostro caso il «linguaggio scientifico») che di una integrazione del linguaggio verbale e degli altri codici rappresentativi. Consideriamo dapprima le relazioni fra le cose che succedono, il linguaggio comune e il linguaggio scientifico, quali si possono verificare a scuola.

Ci sono molte situazioni in cui l'uso comune del linguaggio copre un'effettiva incomprensione dei fenomeni. In questi casi è necessario farne acquisire consapevolezza ai ragazzi e procedere con loro, attraverso lo studio di situazioni problematiche, ad una riappropriazione significativa delle relazioni fra il linguaggio ed i fatti. La non corrispondenza si verifica inizialmente anche in situazioni che coinvolgono categorie fondamentali, si potrebbe dire «naturali», utilizzate nella vita quotidiana (vedi, ad esempio, i fenomeni di movimento la cui comprensione richiede di collegare fra loro concetti quali spazio, tempo, velocità). In questo caso il processo di riappropriazione dei significati avviene già parzialmente durante la crescita, in modo spontaneo, ma a livelli generalmente non sufficienti ad una ricostruzione scientifica, e per questo è necessario un intervento mirato nella educazione scolastica, intervento che può essere anche molto precoce, come vedremo più avanti. Il problema è più complesso rispetto ad altri concetti la cui definizione appropriata appare di importanza fondamentale molto più nell'ambito della spiegazione scientifica dei fenomeni che non nell'ambito delle condotte quotidiane (ad esempio: concetti come energia, forza, corrente elettrica, ecc.). A differenza del concetto di velocità, questi concetti non hanno altrettanto bisogno di essere elaborati nell'ambito della vita quotidiana. Inoltre, i significati che vengono loro attribuiti dal senso comune, spesso molto ampi (si pensi all'infinità di usi di termini come forza, resistenza, energia) sono così poco definiti e quindi ambigui che la distanza fra idee intuitive e concetti disciplinari è molto più grande e le trappole in cui si può cadere sono molto più numerose e sofisticate. In questi casi il lavoro da svolgere a scuola può richiedere tempi anche molto lunghi e ci si dovrebbe rendere conto della necessità di una programmazione pluriennale dell'educazione scientifica che riguardi l'intero arco della scuola di base.

A partire da quello che si sa dalla vita quotidiana e dal modo in cui lo si esprime nel linguaggio di tutti i giorni, confrontandosi con esperienze appositamente predisposte (non necessariamente «da laboratorio»! Anzi, all'inizio sicuramente *non* «da laboratorio», come vedremo più avanti), i ragazzi si scontrano spesso con una mancanza di parole adatte, o un'insufficienza delle sole parole, per descrivere i fenomeni che stanno studiando. Ciò avviene necessariamente se, sin dall'inizio della vita scolastica, l'educazione scientifica è improntata ad un confronto con i fatti, alla ricerca di una loro descrizione/spiegazione, e non ad una mera «ripetizione» di descrizioni/spiegazioni fornite già belle e fatte. Questa insufficienza del linguaggio comune diventa allora estremamente significativa: evidenzia la scoperta di problemi insospettati, legati a modi nuovi di vedere le cose, diversi da quelli comunemente utilizzati. E in questi casi che si impone l'introduzione del linguaggio scientifico come un linguaggio nuovo, «tecnico», adatto a evidenziare, nei fatti, aspetti e correlazioni nei cui riguardi il linguaggio comune non ha sufficiente potere di discriminazione. Solo se è stato costruito in questo modo il linguaggio scientifico assume un'importanza rilevante, imprimendosi nella mente dell'allievo come marcatore di nuove abilità cognitive di interazione con il reale.

In definitiva, le attività in classe devono essere organizzate in modo da consentire all'alunno di costruirsi una gestione corretta e consapevole del raccordo fra il linguaggio comune ed il linguaggio scientifico, linguaggio che dall'inizio della scolarità in poi va man

mano articolandosi, arricchendosi, settorializzandosi rispetto a quello naturale, per orientarsi ai diversi linguaggi specialistici delle varie discipline. È necessario che gli allievi possano rendersi conto:

a) delle riduzioni di significato che debbono essere operate rispetto alla multivalenza funzionale del linguaggio quotidiano, quando esso viene utilizzato per la descrizione, spiegazione, interpretazione... di un determinato fenomeno (o meglio: una determinata classe di fenomeni) naturale;
b) di quali sono, fra le informazioni espresse in un linguaggio specialistico, quelle che richiedono di necessità quello stesso linguaggio per essere formulate, stante l'insufficienza del linguaggio naturale;
c) di quali sono invece le informazioni che, pur contenute nel linguaggio specialistico, sono tuttavia ancora esprimibili nel linguaggio naturale, anche se, eventualmente in una forma molto meno compatta ed «elegante».

Questi aspetti, così importanti per un apprendimento significativo, non sono generalmente tenuti molto in conto nella didattica usuale. Così, si rischia continuamente di cadere nelle numerose «trappole cognitive» di cui è disseminato il terreno accidentato dei rapporti fra i due tipi di linguaggio. Ai due estremi opposti dei comportamenti devianti che ne derivano troviamo, da un lato, i ragazzi cosiddetti «negati» per le discipline scientifiche (in specie matematica, chimica, fisica) e, dall'altro, dei ragazzi che dominano molto bene il meccanismo dei vari linguaggi specialistici, ma senza percezione (o quasi) del rapporto fra le descrizioni formali ed i fatti. Sono ragazzi che, ad esempio, sanno risolvere «bene» dei classici esercizi da manuale di fisica, ma che danno le risposte apparentemente più assurde se vengono loro proposti dei *test* su situazioni non fortemente schematizzate, chiedendo che rispondano usando il linguaggio comune. Nel primo gruppo ci sono certamente molti ragazzi con un atteggiamento, per così dire, pragmatico o realistico, che rifiutano di entrare e muoversi in un «mondo privo di senso», quale può apparire una ricostruzione specialistica se non vengono fatte costruire le chiavi interpretative che consentono di collocarla all'interno della propria funzionale costruzione di conoscenza del reale. Nel secondo gruppo rientrano ragazzi con un atteggiamento che si potrebbe definire più «formale», i quali si rassegnano, o non si pongono il problema del «senso» come problema del rapporto con il reale, e tendono ad impadronirsi essenzialmente dell'apparato formale con le sue regole. Naturalmente la provenienza socio-culturale, oltre alle caratteristiche individuali degli alunni, è un condizionamento potente nella predominanza e financo nella possibilità di esistenza, di ognuno dei due atteggiamenti rispetto all'altro. Fra i due casi estremi tutte le sfumature sono ovviamente possibili, sia rispetto a ragazzi diversi, sia, nello stesso ragazzo, rispetto ad argomenti diversi o a diversi livelli di specializzazione.

Oltre al rapporto linguaggio comune e linguaggio scientifico, va anche curato il rapporto fra il linguaggio verbale e gli altri tipi di codici simbolici, nella costruzione di conoscenza scientifica. Se scopo della conoscenza scientifica è in effetti quello di costruire delle rappresentazioni socializzabili e adeguate dei fenomeni, non si può dimenticare che esiste una molteplicità di strumenti atti a rappresentare oggetti, azioni, fenomeni... Il linguaggio non è che uno di questi, anche se da molti punti di vista è certamente il più importante. II confronto fra schematizzazioni diverse, in particolare anche non verbali, di uno stesso «fatto» (o di uno stesso fenomeno) presenta due vantaggi sostanziali.

Da un lato, diversi codici hanno caratteristiche diverse che li rendono più o meno adatti, ognuno, a rappresentare certe situazioni, o aspetti di situazioni, o relazioni piuttosto che non altre. Ad esempio, il disegno, di per sé statico, si presta meglio in situazioni in cui quello che interessa è la considerazione contemporanea di più aspetti, mentre il linguaggio, di per sé sequenziale, è più adatto a descrivere l'evoluzione temporale di un fenomeno. È più facile ragionare sulle condizioni d'equilibrio di una bilancia avendo davanti tanti disegni che rappresentano pesi e distanze e relative ai due bracci in diverse situazioni di equilibrio costruite

sperimentalmente, che farlo ricorrendo a descrizioni orali o scritte di queste stesse situazioni. Mentre è più facile dire, piuttosto che disegnare, tutte le cose che succedono dal momento in cui si accende una stufa in una stanza e fuori c'è la neve. Se però ci si interessa della circolazione del sangue o del funzionamento di un motore saranno utili sia dei disegni che illustrino tutto ciò che contemporaneamente accade rispettivamente nelle varie parti del corpo o del motore, sia una descrizione linguistica che ricostruisca, per entrambi i sistemi, il ciclo continuo del loro funzionamento. In generale, le informazioni che ognuno dei vari codici è in grado di convogliare si rafforzano, per ciò che vi è di comune, e si completano, per ciò che vi è di diverso, a vicenda, contribuendo ad una ricostruzione complessiva più ricca ed articolata di quella consentita dall'uso esclusivo, o marcatamente prevalente, di uno solo di essi.

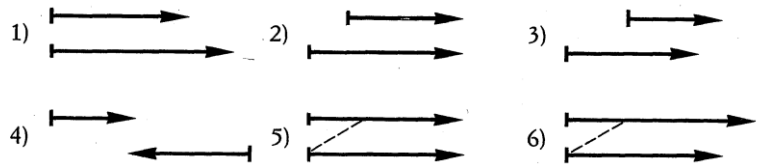
D'altro lato, mettere i ragazzi in grado di capire cosa può essere espresso da una frase, un disegno, un gesto (per i più piccoli), un grafico o una formula (per i più grandi); in che senso, pur essendo cosi eterogenei, essi possono rappresentare una stessa cosa; in che senso sono fra loro diversi; in quali limiti ognuna di queste rappresentazioni è adeguata ai fatti reali cui si riferisce, è uno dei modi che abbiamo a nostra disposizione per rendere possibile la costruzione di una consapevolezza cognitiva del tipo di rapporto esistente fra i fatti reali e le loro rappresentazioni. Risulta, infatti, in questo modo, più evidente che ogni nostra descrizione della realtà non è già una fedele copia di qualcosa che può essere conosciuto esattamente per quello che è, indipendentemente dal soggetto conoscente, ma una costruzione specificamente umana che del mondo esterno può dare solo ricostruzioni schematiche, quindi parziali, profondamente marcate dai modi di essere (quindi di percepire, agire, pensare) del soggetto. Naturalmente una consapevolezza di questo genere si può costruire solo su tempi lunghi, lungo l'arco della carriera scolastica. Non si «impara» dallo studio di uno o due fenomeni. Ma può anche non essere mai raggiunta, se l'attività in classe non è condotta in modo da far risaltare questi aspetti.

Andiamo dunque a vedere esempi di situazioni di classe per poter esemplificare su quali tipi di comportamenti cognitivi influiscono sia i rapporti fra linguaggio comune e linguaggio scientifico che i rapporti fra il linguaggio e le altre forme di schematizzazione. Tenendo ben presente che il referente costante rispetto a cui questi rapporti si giocano, in una costruzione reciproca di significati comuni e differenziati, è il confronto con l'esperienza.

3. Lo studio del movimento

Nel corso degli anni scolastici 1984-'85 e 1985-'86 abbiamo condotto una sperimentazione sullo studio del movimento in alcune classi di scuola dell'infanzia, scuola elementare e scuola media. Sarà a questa esperienza che mi riferirò, considerando due aspetti diversi del movimento: il rapporto fra spazio, tempo e velocità e la «forma» dei possibili movimenti di oggetti diversi (rimbalzi, rotolamenti, oscillazioni, rotazioni...).

Consideriamo il primo aspetto. Qualunque bambino sa da molto prima dell'età scolare cosa significa fare qualcosa più o meno velocemente, e sa giudicare con sicurezza le differenze di velocità di oggetti in movimento che siano percettibilmente diverse. Le parole «lento», «veloce» e i giudizi «più lento», «più veloce», ecc., non pongono problemi dal punto di vista puramente percettivo-motorio. Pure, una lunga e articolata serie di ricerche, prima fra tutte quelle di Piaget, mostra che fino all'età di circa 10 anni, e per situazioni complesse anche 13-14 anni, i bambini si imbrogliano molto facilmente a giudicare uguaglianze e differenze fra velocità, spazi percorsi e tempi di percorrenza, nel confronto del movimento di due oggetti diversi. Nelle situazioni più semplici si tratta di confrontare corse sia contemporanee (casi 1-4 in figura) sia con partenze successive ed arresti contemporanei (casi 5-6 in figura: la linea tratteggiata indica a quale punto del proprio percorso è arrivato il primo mobile quando il secondo parte) su percorsi rettilinei.



I = punto di partenza
> = punto di arrivo
(Esperienze descritte da Piaget in *Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant*, 1947).

Gli «errori» dei bambini mostrano che alla padronanza sul piano percettivo e motorio non corrisponde una padronanza sul piano cognitivo. Nell'ambito della sua esperienza quotidiana, il bambino si trova da molto piccolo in un gran numero di situazioni in cui impara a mettere in corrispondenza aspetti spaziali, temporali e di velocità sia sul piano comportamentale che su quello linguistico. Per esempio, «sa» che quando cammina «se va più svelto ci mette meno tempo», «se va più svelto arriva più lontano), «se cammina per più tempo arriva più lontano», «per fare più strada ci vuole più tempo», ... Sa anche fare le corse e corre «il più veloce che può» per «vincere», cioè per «arrivare prima». E così via ...

Inizialmente, però, non c'è collegamento, per il bambino, fra le diverse situazioni, né fra le diverse relazioni. Queste si riferiscono generalmente, come negli esempi riportati, a situazioni in cui dei tre termini che sono mutuamente legati, lo spazio da percorrere, la velocità con cui percorrerlo, il tempo che ci vuole per effettuare il percorso, uno è costante, ma questo di norma non è esplicitato nel linguaggio con cui le situazioni sono correntemente descritte. Non si dice, il bambino non «impara», che «se va più svelto ci mette meno tempo *purché le strade siano uguali*»... Inoltre, non si fanno distinzioni e correlazioni fra i vari indici temporali (ordine temporale di eventi istantanei, come arrivi e partenze, e intervallo temporale) e fra i vari indici spaziali (ordine di successione spaziale di posizioni particolari, per esempio quello di arrivo e partenza; forma di percorsi; lunghezza di percorsi); si parla un po' di «arrivare prima» (e lo si dice sia in senso spaziale che temporale!), un po' di «arrivare più vicino» (o «più presto»), un po' di «fare meno strada», ecc., e in genere si hanno situazioni in cui tutti questi modi di dire sono equivalenti perché, ad esempio, il percorso più corto è anche quello che termina prima (la strada è sempre la stessa, si parte dallo stesso punto, ma ci si ferma più avanti o più indietro); chi ci ha messo più tempo è arrivato dopo (erano partiti contemporaneamente!) e così via... Nei casi in cui o gli spazi o le velocità o i tempi sono uguali, tutti i possibili eventi sono descrivibili attraverso semplici relazioni di ordine fra le altre due variabili. Queste relazioni diventano predittive e prescrittive. Il «trucco» di Piaget consiste nel presentare ai bambini delle situazioni che non sono equivalenti alle situazioni quotidiane da essi apparentemente dominate: il bambino sufficientemente piccolo non se ne accorge: assimila indebitamente ciò che vede ad uno dei casi noti, ricorre a uno degli schemi ad esso associati (quale, oltre che dalla situazione, dipende dall'argomento della domanda: spazio, tempo, o velocità) e sbaglia. All'aumentare dell'età e dell'esperienza emerge da sola la limitatezza di ognuno degli schemi iniziali. Sempre più frequentemente il comportamento stereotipato porta a fallire gli obiettivi che ci si era posti, e il bambino impara che deve tenere conto di fattori fino a quel momento trascurati (e viceversa!) arrivando a considerare la necessità di costruire relazioni a tre variabili (spazio, tempo, velocità) e non solo a due. Finalmente, è in grado di rispondere con sicurezza a domande-trappola tipo quelle di Piaget che abbiamo visto. È avvenuta una risistemazione complessiva dei rapporti fra spazio, tempo, velocità nel movimento che gli dà modo di gestire le situazioni che possono essere esaurientemente descritte, interpretate, previste, in base a semplici relazioni d'ordine, cioè senza l'intervento della misura. C'è chi in tutta la sua vita, non va oltre questo livello.

A scuola è possibile riuscire a lavorare su questo terreno in maniera molto coinvolgente e significativa con i ragazzi, se si inizia abbastanza presto. L'elaborazione che ognuno, per necessità di sopravvivenza, è costretto a fare per conto suo, in modo discontinuo. e poco cosciente, può diventare un'elaborazione comune, portata avanti con continuità ed autocoscienza lavorando a costruire situazioni significative ed a discuterle. Partendo da un livello in cui non c'è corrispondenza reale fra situazioni e descrizioni linguistiche si può così arrivare a rendersi conto innanzitutto di quali sono le condizioni in cui quelle descrizioni sono appropriate, poi di quali cambiamenti devono essere apportati alle situazioni quando si è fuori di quelle situazioni, e infine di quali sono i limiti della percezione e del linguaggio comune come strumenti di descrizione dei rapporti fra spazio, tempo e velocità nel movimento. E questo si può fare già con i bambini di 5-6 anni! Basta (!) farli giocare alle corse ... in situazione normale, in situazioni tipo quelle di Piaget, e in altre ancora... tante situazioni quante sono necessarie per affrontare e risolvere i problemi che vengono fuori via via ... e si può vedere come essi arrivano ad una gestione adeguata e consapevole delle relazioni d'ordine, cioè, in definitiva, ad un uso rigoroso e corretto del «linguaggio comune». Compresi casi anche molto complicati, come quelli del moto di rotazione di un solido intorno ad un asse e del rapporto fra velocità angolare e velocità tangenziale (Piaget annovera questi problemi tra i più difficili e i più tardivamente risolti!).

Al termine di un anno di lavoro sul movimento, i bambini che frequentavano la «primina» al Centro Reich di Napoli erano andati a visitare una mostra su Leonardo da Vinci, in cui erano esposte ricostruzioni in legno di apparecchiature disegnate da Leonardo, piene di ingranaggi, che potevano essere messe in movimento facendo girare un'apposita manovella. Un bambino stava facendo funzionare uno dei modelli. Gli altri guardavano, affascinati da tutte quelle ruote che giravano. E del tutto spontaneamente si sono messi a discutere:

> «La ruota più piccola è più veloce perché fa più giri».
>
> «No, è più piccola, allora non è più veloce. È solo più piccola. Quando noi facevamo le corse se io facevo un pezzo più piccolo arrivavo prima ma non è detto che ero più veloce».
>
> «Io muovo la mano (parla il bambino che girava la manovella) e ci metto lo stesso tempo a fare un giro, ma le ruote si muovono in maniera diversa: una fa più giri e una di meno. Allora una va più veloce e una va più piano».
>
> «Se nelle corse mentre io faccio il pezzo più lungo tu fai due o tre volte quello corto, ci mettiamo lo stesso tempo, ma tu sei più veloce perché hai fatto il pezzo due o tre volte».
>
> «Non avete capito niente, devi vedere la differenza di lunghezza fra il pezzo lungo e il pezzo corto. Se tre volte il corto è più lungo del pezzo lungo e lo fai nello stesso tempo, allora sei più veloce. Se io mi metto qua in punta (indica il bordo della ruota che gira) è diverso che se mi metto vicino vicino qua (centro della ruota) perché se facciamo una fila a tre, io che sto in mezzo giro molto piano. Quello che sta fuori corre più veloce e tutti e due facciamo un giro soltanto».

C'è da notare che durante l'anno non si era mai affrontato il problema. della velocità di un corpo che gira su se stesso e dei suoi punti. Sono i bambini da soli che per spiegarsi qualcosa che li interessa cercano di utilizzare quello che hanno imparato in situazioni a prima vista così diverse, riuscendo prima a enucleare quali sono gli aspetti da prendere m considerazione, e quindi a trovare le relazioni che li legano, ricorrendo anche a un paragone mentale con altre situazioni di gioco che peraltro non erano mai state considerate da questo punto di vista. È linguaggio comune o linguaggio scientifico, quello di questi bambini? Evidentemente il problema vero non è un problema di classificazione! È piuttosto un problema di costruzione di un linguaggio adeguato a dare conto dei fatti che si vogliono esaminare, al livello a cui li si vuole esaminare.

Con i bambini più grandi si può arrivare più avanti, sul piano della formalizzazione. In

terza elementare basta un periodo molto più breve di giochi alle corse, e un numero molto più ridotto di situazioni, perché gli allievi giungano allo stesso livello dei piccoli: padronanza delle relazioni *s/t/v* nelle situazioni in cui una delle variabili è costante; capacità di operare confronti fra lunghezze e confronti fra intervalli di tempo costruendosi sia gli strumenti materiali che le opportune operazioni per la loro utilizzazione, così da poter giudicare anche nelle situazioni in cui i dati percettivi non sono sufficienti (percorsi con forme molto diverse; intervalli di tempo successivi e poco diversi...). In più si può arrivare a vere e proprie operazioni di misura per spazi e tempi, con unità volta a volta diverse, tra cui quelle dei sistemi standard, e si può iniziare a porre il problema della misura della velocità. Partendo da quello che i bambini già sanno: si può dare un numero alla velocità di un oggetto, e più è grande il numero, più è grande la velocità: una macchina che «va a 100» (oppure «va a 100 km», oppure «va a 100 all'ora», ma molto difficilmente un bambino di quest'età dirà che «va a 100 km all'ora»!) è più veloce di una che «va a 80», per esempio. Si può discutere sul significato di questi numeri, chiedersi per esempio se per «andare a 100 km/h» è necessario camminare per un'ora intera, o percorrere 100 km, oppure no. Cosa succede se si cammina per ½ h, o per 2 h, se si fanno 50 km, o 300 km?... Così si può riscoprire che dentro a quei numeri sono nascoste le relazioni d'ordine che già si conoscevano fra *s/t/v*, oltre a qualcosa in più, la possibilità di definire esattamente dei valori per le grandezze che si corrispondono. Ci si può chiedere come si dovrebbe misurare la velocità di una formica, quella di un compagno che fa una corsa (andranno sempre bene i km/h? Cosa si deve fare?...). il problema di come «costruire» un numero di velocità *non è* per i bambini la stessa cosa del problema di capire cosa «vuol dire» un numero di velocità già dato, a questa età ... C'è ancora della strada da percorrere, prima di arrivare alla formula $v = s / t$. Con la nostra terza elementare l'anno scolastico è finito prima che ci si potesse arrivare. Ci si e arrivati in quinta, e si è andati oltre in seconda media, dove i bambini sono arrivati a misurare le velocità di punti diversi di un disco che ruota intorno al suo asse e hanno trovato la relazione che lega questa velocità alla velocità angolare ed alla distanza del punto considerato dall'asse di rotazione.

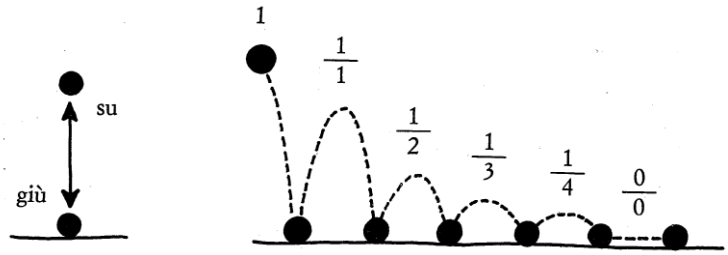
Abbiamo tracciato un percorso che può essere seguito, a spirale, lungo tutto l'arco della scuola elementare ed oltre, per arrivare, connettendo esperienze e linguaggio in una costruzione di conoscenza sempre più approfondita e consapevole, fino a quello che viene di solito considerato come il primo passo nello studio del movimento: la definizione $v = s / t$ generalmente liquidata con poche parole, e magari molti esercizi, perché considerata quasi di per sé evidente. Dimenticando che ci sono voluti secoli per passare da quando l'uomo sapeva misurare, su scale diverse, e con molta accuratezza, sia spazi che tempi, a quando ha trovato il modo di «dare numeri» alla velocità, utilizzando misure di spazi e di tempi.

Lavorare in classe nel modo cui abbiamo accennato richiede molto tempo, ma ne vale la pena. La costruzione di significato che se ne ricava non è paragonabile a quella che si può raggiungere in maniera tradizionale. Quello che si è arrivati a stabilire sul piano formale nel caso del movimento può diventare un riferimento per molti altri fenomeni. Ove si trovino situazioni a tre variabili legate da una relazione del tipo $a = b / c$ i giochi già giocati sul piano formale valgono ancora, e quello che si deve trovare è il «nuovo» significato, nei confronti dei fatti. La relazione formale, il grafico, diventano dei «prototipi» di relazioni fra fatti, che possono essere ritrovate nei casi più disparati. E allora quello che diventa importante è anche far vedere che non è sempre così, che a volte, date tre variabili a, b, c, non è questa la forma in cui si collegano fra loro ... e il gioco di corrispondenza fra esperienza e linguaggi si articola, si arricchisce, si differenzia sempre di più.

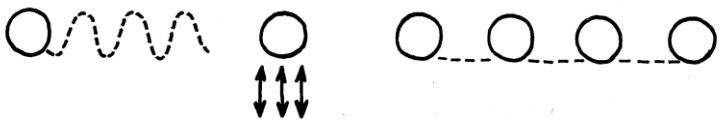
Non è rimasto molto spazio per approfondire il discorso del rapporto fra linguaggio verbale ed altri codici rappresentativi. Mi limiterò a mostrare alcuni compiti di ragazzi di terza elementare che dovevano descrivere, utilizzando sia il disegno che le parole, cosa succede quando si lascia cadere una palla sul pavimento. I compiti sono stati svolti individualmente, dopo che in classe i ragazzi avevano osservato e discusso il movimento, cercando in particolare

di risolvere un problema che li aveva coinvolti: cosa succede alla velocità della palla che rimbalza? Perché se da un lato alla fine la palla si ferma, dall'altro il rumore che si sente (i colpi che si sentono ogni volta che tocca il pavimento) diventa «sempre più veloce».

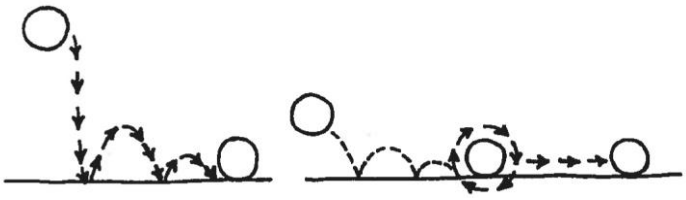
Ognuno può divertirsi a scoprire quali sono gli aspetti che ogni bambino ha notato e ricorda, e le relazioni che pone tra di essi, nonché corrispondenze, differenze, complementarità fra ciò che appare dai disegni e ciò che appare dalle frasi ... può chiedersi se, come, quanto ciò che è rappresentato graficamente poteva con la stessa facilità essere espresso verbalmente, e viceversa ... può infine scoprire quali sono i problemi che emergono quando si lasciano i ragazzi liberi di esprimersi «a modo loro».



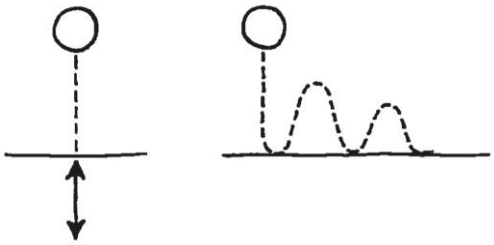
Si può far rimbalzare la palla su un solo punto del pavimento o su tanti punti del pavimento.
La palla mentre rimbalza, ogni rimbalzo è più basso di quello precedente. Mano a mano che rimbalza perde velocità, perché quando uno lancia una palla da un punto alto prende più velocità di un altro che la lancia da un punto più basso, e la palla mano a mano che rimbalza, rimbalza sempre più in basso.



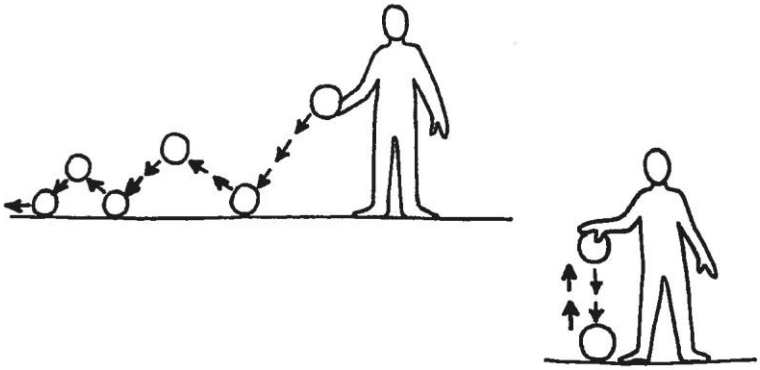
... faceva rimbalzare prima e poi piano piano rallentava ma andava molto più forte, perciò io non vado d'accordo con Emanuele perché Emanuele aveva detto che quando Marta buttava la palla man mano rallentava.



I due modi di rimbalzare sono: quando rimbalza su un solo punto e quello di rimbalzare su diversi punti andando avanti. La velocità diminuisce in tutti e due i movimenti, invece il rumore va sempre più veloce perché la distanza fra la terra e la palla è sempre meno.



Primo modo: la palla quando si butta fa prima dei rimbalzi in aria, poi quando sta finendo di rimbalzare, fa molti rimbalzi. Secondo: quando si lancia la palla rimbalza e va avanti. Quando rimbalza succede che perde la spinta che gli è stata data e si ferma. La velocità che ha dato una persona alla palla si può perdere e la palla si ferma.



Un modo di rimbalzare è andare avanti, rotolando e saltando avanti. L'altro è rimbalzare su se stessi senza andare avanti. L'altezza della palla si abbassa sempre di più allora è come se la velocità aumentasse, invece rallenta. Questo succede perché la palla diminuisce di altezza, allora è come se aumentasse ma non aumenta.

4. Conclusioni

La gestione dei significati di ciò che si apprende è fuori dalle regole di gestione di qualunque strumento formale: è nella relazione fra i fatti e le loro schematizzazioni. In classe si deve dunque lavorare su dei fatti, confrontarsi fra alunni e con l'insegnante, trovare modi di rappresentazione via via più specializzati, complessi, complementari, partendo però da quelli che si conoscono e si usano normalmente, primo fra tutti il linguaggio naturale (e per i bambini più piccoli quello gestuale). Si deve sempre e comunque recuperare il piano di una descrizione linguistica appropriata prima di passare a strumenti più formalizzati perché anche se il linguaggio naturale non «contiene» in sé i vari linguaggi specialistici, esso è tuttavia fondante rispetto ad ognuno di essi. Nel saper vedere i legami, le corrispondenze, le non corrispondenze fra quello che succede ed i diversi modi di rappresentarlo si trova un apprendimento scientifico che corrisponde ad una reale crescita cognitiva. Sta all'insegnante seguire nel bambino le dinamiche sia del «capire» che del «sapere esplicitare» quanto si è capito. Perché la costruzione scientifica è non solo adeguata ai fatti, ma anche comunicabile. L'introduzione precoce e forzata di un linguaggio immediatamente specialistico in situazioni solo teoriche, o anche pratiche, ma subito fortemente pre-schematizzate, genera spesso solo comportamenti stereotipati e ripetitivi, del tipo stimolo-risposta, ma non consente una appropriazione di

significati. Pretendere magari di risolvere il problema imponendo ai ragazzi di «imparare a memoria» teoremi, definizioni, leggi fisiche, ... «perché così di sicuro non sbagliano» è, ad esempio, rendere a loro ed a se stessi un pessimo servizio. Perché non si può sapere se chi ripete a memoria ha capito davvero, ma soprattutto perché si impedisce ai ragazzi che il linguaggio specialistico diventi per loro un linguaggio naturale da utilizzare per descrivere, spiegare, capire dei fatti che in altro modo non è possibile affrontare con altrettanta chiarezza, completezza, aderenza alla realtà.