

La proporzionalità diretta: un esempio di didattica laboratoriale nella scuola primaria.

Barbara Melis

E-mail: b.melissa27@libero.it

Sommario

Questo articolo si riferisce ad un'esperienza vissuta nella scuola primaria nell'anno scolastico 2008/2009 e oggetto di studio per una tesi realizzata a conclusione del percorso di formazione di un Master effettuato presso l'Università di Palermo. L'esperienza è finalizzata all'introduzione di bambini di scuola primaria all'unitarietà dei processi di comprensione della matematica e della fisica e si basa sull'introduzione all'importante concetto della proporzionalità diretta tramite la trattazione di due argomenti di “fisica” che possono essere ricondotti all'esperienza di vita comune: il moto e la forza esercitata da una molla. Vengono descritte le fasi della sperimentazione effettuata in una classe quarta di una scuola primaria della provincia di Palermo e si traggono alcune conclusioni sull'utilizzo di modalità di conduzione delle lezioni che facciano largo uso del lavoro di gruppo e del laboratorio, inteso come ambiente nel quale i discenti possono liberamente ipotizzare, sperimentare e verificare le proprie ipotesi al fine di arrivare alla costruzione della propria conoscenza.

Abstract

This paper presents a teaching experience in an Italian Primary School during school year 2008/2009. The related teaching pathway and its results have been discussed as a thesis for a Master for Primary and Secondary School Science Teachers at University of Palermo. The general aim of the project is the introduction of primary school pupils to the unity of the cognitive processes of Mathematics and Physics and the teaching experience is based on the relevant concept of direct proportionality between two variables. In particular, The concept is dealt with by discussing two examples taken from Physics, the motion and the force in a spring, that very easily can be compared with pupils' real-life experiences. We describe here the phases of the teaching experience, developed with nine year old children and we discuss some results that can be inferred on the use, during the lessons, of group and laboratory work.

1. Introduzione

In questo lavoro viene riportata una esperienza didattica sviluppata con bambini di una classe quarta di Scuola Primaria, finalizzata all'introduzione dei discenti all'idea dell'unitarietà dei processi cognitivi nelle discipline che fanno uso della matematica come proprio “linguaggio”. In particolare, ci si è concentrati sull'introduzione all'importante concetto della proporzionalità diretta tramite la trattazione di alcuni argomenti della fisica, disciplina che, per quanto spesso considerata complessa e di difficile introduzione al livello scolastico primario, presenta, invece, l'indubbio vantaggio di poter spesso essere trattata in relazione all'esperienza di *vita comune*, la “palestra” nella quale tutti noi viviamo, raccogliendo dati dalla realtà che ci circonda ed esercitando processi cognitivi nell'interpretazione di ciò che avviene intorno a noi.

Quando si parla di proporzionalità diretta tra due grandezze, si fa riferimento ad una nozione complessa, che mette in opera ben elaborate conoscenze sui numeri ed esige, per una sua adeguata comprensione a livello formale, una certa padronanza dei concetti di moltiplicazione e divisione. Il concetto di proporzionalità diretta può, però, fortunatamente fare appello alla modellizzazione di un esteso repertorio di situazioni di vita reale: sembra, quindi, sensata un'organizzazione didattica finalizzata all'introduzione a tale nozione che si

basi sulla costruzione di situazioni-problema da spendere in un ambiente di “laboratorio”, in accordo con la teoria delle situazioni didattiche [Brousseau, 1998; Spagnolo, 1998].

La proporzionalità diretta è sovente percepita, da un bambino di scuola primaria, in modo intuitivo: quando gli viene presentata una situazione nella quale è possibile individuare una tale dipendenza tra due grandezze, molto facilmente il bambino identifica le grandezze in gioco, ciascuna nel suo spazio di misura, e cerca di riprodurre le regolarità osservate. Tuttavia, è evidente che, per arrivare ad una corretta “formalizzazione” dell’idea di proporzionalità diretta, è necessario pensare a coinvolgere i bambini in una grande varietà di attività ludico-esplorative su situazioni opportunamente scelte fin dalla scuola dell’infanzia e continuare della scuola primaria, cercando sempre di progredire nelle abilità descrittive e interpretative delle situazioni analizzate. In tal modo sarà possibile, negli ultimi anni della scuola primaria, giungere al riconoscimento dell’“isomorfismo” fra idee diverse quali quelle del “prezzo” di un bene materiale, la “densità” e la “concentrazione” di una sostanza, la “velocità” di un corpo, etc., cosa che potrà permettere la definitiva acquisizione di una *competenza* [Le Boterf, 1994 ; 2000] nell’uso del cosiddetto “pensiero proporzionale” e nel riconoscimento delle situazioni nelle quali tale pensiero può essere utile nell’interpretazione di ciò che ci circonda.

Accade, però, assai spesso che una metodica di lavoro di questo tipo (che, ammettiamolo pure, è lunga e dispendiosa, in termini di tempo, almeno per il docente...) venga ignorata nella scuola primaria nella varietà delle sue strategie *laboratoriali* e che l’argomento “proporzionalità diretta” venga affrontato solo negli anni successivi e solo tramite modalità didattiche frontali. In questo caso, sovente non si riesce ad ottenere una corretta comprensione del pensiero proporzionale negli allievi o, peggio, esso si “radicalizza” in molti degli studenti che lo hanno, in qualche modo, acquisito, diventando un cieco strumento di analisi delle situazioni più disparate, anche di quelle che non possono, per loro natura, essere descritte in termini di proporzionalità diretta tra due grandezze.

Per evitare ciò occorre, innanzitutto, introdurre fin dall’inizio una gestione verbale, operativa e rappresentativa efficace e non ambigua da parte dell’adulto, attendendo nei tempi lunghi i risultati delle esperienze variare e invariante per cercare di rendere esplicito e ben controllabile quello che via via i bambini acquisiscono tramite le esperienze didattiche pensate dal docente e la loro insostituibile esperienza di vita comune. È importante sottolineare quanto il pensiero proporzionale sia legato alla costruzione del pensiero fisico. Il nodo cruciale è costituito dalle strategie (generalmente considerate di tipo algebrico ma molto concretamente da legare al mondo della fisica) di costruire “spazi astratti”, le cui dimensioni siano definite da “nuove variabili” riconosciute come relazioni semanticamente significative la cui semantica sia stata precedentemente validata. Pertanto, dal punto di vista didattico, l’introduzione al pensiero proporzionale deve essere sviluppato tramite un percorso controllato rigorosamente.

Alla luce di quanto fin qui detto, i temi oggetto di questa indagine, sono stati sviluppati attraverso esperienze di vita quotidiana; lavorare con questo presupposto significa venire a conoscenza delle qualità e quantità delle pre-conoscenze sull’oggetto del nuovo apprendimento, che nell’intervento didattico richiede arricchimenti o correzioni.

2. La didattica delle discipline scientifiche nella scuola primaria

Sono numerose le testimonianze e le teorie sui “modelli” di impostazione didattica che puntano tutte ad ottenere un “apprendimento efficace”. Il metodo sperimentale, applicato alla progettazione didattica offre un valido “modello” non solo per il trasferimento di nozioni disciplinari, ma anche e soprattutto, per la creazione di quadri di sviluppo sempre più operativi e sistematici.

L’educazione scientifica, nella scuola di base, mira a costruire capacità di indagine e astrazione dei bambini e dei ragazzi, essenziali per il raggiungimento degli obiettivi formativi basilari. L’ambiente in cui i bambini sono immersi oggi è ricchissimo di stimoli e informazioni, che li costringono quasi a conoscere, pensare, immaginare, ma si mantengono su livelli che comportano uno sforzo cognitivo, una concentrazione e riflessione ridotti al minimo. In questo contesto, il metodo scientifico funge da antidoto nei confronti di atteggiamenti superficiali e dispersivi (operativi e formali) affinando le loro competenze. L’esplorazione, la formulazione di idee e la sperimentazione, crea un’atmosfera di curiosità coinvolgendo e stimolando in pieno la partecipazione attiva alle attività pratiche; facendo così appello non solo alla dimensione cognitiva, ma anche a quella emotiva e pragmatica. Tutto ciò stimola e favorisce il processo di concettualizzazione che rappre-

sentita la modalità attraverso la quale le interazioni del soggetto con la realtà diventano sempre più significative. Prendendo, ad esempio la descrizione di un esperimento, la concettualizzazione non consiste nell'indicare qualche aspetto disorganico del fenomeno, ma cerca di cogliere gli aspetti significativi nella loro successione spaziale e temporale.

È da un po' di tempo a questa parte che molte riviste che si occupano di didattica delle discipline scientifiche documentano molteplici esperienze scientifiche realizzate nella scuola dell'infanzia e primaria. Tutto ciò testimonia un rinnovato interesse della comunità didattica verso attività che mirano a sviluppare concetti e abilità di tipo scientifico già a partire dai primi anni di scuola del bambino. Già da piccoli infatti, i bambini manifestano e sviluppano comportamenti finalizzati all'esplorazione della realtà che li circonda. Una loro peculiarità è proprio la curiosità volta alla conoscenza, la capacità e la voglia di sperimentare il mondo, di giocare e mettersi in gioco utilizzando l'ambiente. L'intervento didattico può quindi sfruttare questa esigenza spontanea per arricchire le potenzialità presenti, per introdurre elementi di riflessione, per scoprire le componenti scientifiche della realtà le sue costanti e le sue variabili. Negli ultimi anni, nella scuola primaria ci sono state molte riforme che hanno rinnovato nei metodi e nei contenuti l'insegnamento scientifico, però ancora oggi, l'apporto disciplinare e metodologico delle scienze risulta essere ancora a un livello assai modesto.

Quindi bisogna prestare attenzione al lavoro didattico sia nella fase di progettazione (organizzazione della classe, lezioni, lavoro di gruppo, ricerca, esperimenti), sia nel momento della conduzione: ruolo e atteggiamenti dell'insegnante, caratteristiche dei rapporti interpersonali (insegnante-alunno/i, alunno/alunni), sia nella fase di controllo (criteri della valutazione, modalità della comunicazione).

Ma non finisce qui! Bisogna ricordare infatti, che l'efficacia formativa del processo didattico dipende anche dalla stessa organizzazione scolastica, come la strutturazione degli spazi.

È dalla conoscenza di ciascuno di questi aspetti che è possibile definire obiettivi didattici adeguati e realistici. L'insegnante, inoltre, deve fare un'analisi circa la situazione cognitiva dei suoi alunni, valutando la complessità concettuale, quindi l'accessibilità, dei contenuti su cui intende lavorare. È affidata allo stesso/a stabilire quali e quante siano le conoscenze di base che i suoi allievi dovranno acquisire attraverso la valutazione dei contenuti da proporre. Sulla base delle caratteristiche intrinseche e in rapporto agli obiettivi cognitivi da perseguire verranno scelte le tecniche didattiche di volta in volta ritenute efficaci in relazione anche alle modalità di apprendimento che verranno attivate. La costruzione di un percorso per l'educazione scientifica, come per gli altri ambiti disciplinari, comporta, quindi, un'accurata e consapevole selezione di fini, metodologie, attività, concetti, condotta con rigore. Non si può, infatti, prescindere da una valutazione delle fasi evolutive degli alunni e dei concetti, degli approcci didattici più funzionali alle attività che si vanno proponendo, dello stile di apprendimento proprio di ciascun individuo, ma anche caratteristico all'età che si prende in considerazione.

L'approccio allo studio scientifico di ogni tema deve essere fenomenologico, per consentire la ricostruzione fra esperienza, linguaggio e conoscenza rappresentativa. Osservare e fare esperimenti stimola l'interesse ma non implica che sia costruita una effettiva conoscenza; alla curiosità e allo stupore del fenomeno devono seguire attività cognitive come descrivere, rappresentare, identificare differenze e somiglianze o relazioni e connessioni causali. Il senso comune del bambino attraverso varie esperienze realizzate in situazioni nuove ogni settimana, come l'esplorazione, il problem solving e la costruzione di termini scientifici, si sviluppa gradualmente in un'attitudine scientifica. Nel programmare una lezione sperimentale bisogna utilizzare materiale adatto e di facile portata favorendo nei bambini l'acquisizione di abilità tecnico-operative e concettuali. L'esperimento deve servire a far emergere problematiche, esprimere idee, costruire esperienze sperimentali, collegare e confrontare risultati ottenuti con le esperienze della vita quotidiana per scoprire le diversità e le analogie. Il bambino, quindi con la sua voglia di manipolare e di ricercare attraverso il gioco serio che è l'esperimento può assumere il ruolo di "piccolo scienziato".

Si cerca quindi di esaminare gli aspetti salienti di questa costruzione senza pensare di esaurirli, ma nel tentativo di stimolare una riflessione che possa condurre ad uno sviluppo più organico dell'area scientifica che nella scuola primaria dovrebbe essere finalizzata essenzialmente a una tempestiva sensibilizzazione, ad un atteggiamento di confidenza e di riflessione critica nei confronti degli aspetti più propriamente scientifici del mondo (e del linguaggio) in cui sono immersi gli allievi di oggi e a contribuire all'acquisizione di quella dimensione pervasiva della personalità che può essere indicata come atteggiamento e metodo scientifico, di fronte ai problemi più urgenti della vita quotidiana (Guidoni & Pontecorvo, 1979).

Visto da questa prospettiva il processo di insegnamento/apprendimento non si identifica come semplice trasmissione di saperi ma come processo di costruzione individuale e collettiva di conoscenza da realizzare attraverso un passaggio che va da forme di conoscenza comune a forme di conoscenza disciplinarmente accreditate.

L'educazione scientifica, a partire dalla scuola di base, permette di favorire questo passaggio di conoscenza perché dà ai bambini la possibilità di esprimersi nell'ambito della conquista dell'autonomia, della costruzione e dell'esplorazione in modo da renderle sempre più adatte per un raccordo degli stessi schemi con il mondo degli oggetti e di fatti che li circondano.

3. L'esperienza del Master frequentato e la Didattica delle Scienze.

Come risulta evidente, per potersi avvicinare al mondo scientifico, il quadro delle competenze richieste è assai articolato e complesso e in esso la preparazione culturale si intreccia con quella specificatamente professionale il che richiede all'insegnante una notevole flessibilità e un continuo lavoro di aggiornamento.

Per questo motivo nel biennio 2006/2007-2007/2008 ho deciso di frequentare un master di II livello in “Didattica delle scienze per insegnanti di scuola elementare e media”, presso l'Università degli Studi di Palermo. Sono un insegnante di scuola primaria e mi rendo conto che noi docenti siamo i responsabili iniziali di una catena educativa che al suo termine produce saperi matematico-scientifici e a volte, questi saperi, risultano inadeguati ai modelli di sviluppo tecnologico che la società odierna offre. Quindi ho seguito questo Master da un lato per acquisire strumenti per insegnare in modo innovativo ed efficace la matematica e le scienze, dall'altro per acquisire competenze per migliorare l'intero processo didattico delle scienze-matematiche.

Il percorso ha, effettivamente, consentito un'evoluzione nelle conoscenze e una maturazione di consapevolezza nuove, soprattutto per quanto concerne la rilettura critica di conoscenze di base e dei loro modi di operare nella classe pensando ai collegamenti tra le discipline da insegnare con la realtà sociale. Inoltre ha contribuito a fare acquisire una maggiore sensibilità nel cogliere, nella pratica didattica, le potenzialità dei contributi degli allievi, le loro intuizioni, e anche gli ostacoli prodotti da visioni distorte o parziali molto spesso difficili da individuare soprattutto in alunni così piccoli.

Nel lavoro conclusivo di tesi presentato alla fine del Master, mi sono occupata della fisica e della matematica, perché mi sono resa conto che spesso gli insegnanti non riconoscono il legame esistente fra comprensione matematica e comprensione fisica. I modelli di insegnamento con cui ci siamo formati fanno esplicito riferimento ad una separatezza tra le due materie e questo implica alcune difficoltà di apprendimento-insegnamento di esse. Eppure questo legame è esplicitato nel rapporto tra formalizzazione matematica e modellizzazione fisica. L'insegnamento tradizionale della matematica mira allo sviluppo del pensiero logico-deduttivo a differenza delle scienze in generale che punta sullo sviluppo lineare-causale. Ma la matematica può aiutare a sviluppare i pensieri logico-associativo-reticolare-analogico-immaginario e simbolico. La correlazione di questi pensieri costituiscono strategie cognitive potenti. La fisica, invece, fornisce una preparazione che spazia da un ambito puramente conoscitivo, rivolto alle leggi fondamentali della natura, fino a campi specialistici di carattere tecnologico e applicativo. Pur essendo basilare l'osservazione sperimentale, è peculiare della fisica un approccio allo studio dei fenomeni fondato sull'intreccio di osservazione empirica e linguaggio matematico.

4. L'esperienza didattica

Gli argomenti scelti per il progetto qui descritto riguardano il *moto* e la *forza*. La scelta di tali argomenti nasce dal fatto che entrambi rappresentano ambiti fecondi per riflettere sulla possibilità di costruire in modo integrato competenze nel campo della fisica e della matematica e sono ampiamente rappresentati nel bagaglio esperienziale di tutti i bambini.

La comprensione dei concetti matematici e fisici che intervengono nello studio del moto e della forza è un processo e non un atto immediato e, per tale motivo, è stato costruito un percorso che via via è stato adattato al contesto classe.

Il lavoro sperimentale è stato realizzato in una classe IV dell'istituto comprensivo “Emanuele Ventimiglia” di Belmonte Mezzagno, un paese di circa 10.000 abitanti situato nella provincia di Palermo. L'azione didattica del lavoro è stata strutturata al fine di fare emergere nei bambini la capacità di riconoscere

l'esistenza di una proporzionalità diretta in determinate situazioni problematiche, vissute in prima persona, individuando le variabili che entrano in gioco. Il percorso formativo si è articolato, attraverso attività di osservazione, manipolazione, rielaborazione cognitiva e ri-codificazione, a realizzare un processo di apprendimento deduttivo. Gli allievi sono stati guidati dall'insegnante ad osservare e a discutere fra loro per prospettare soluzioni ed ipotesi interpretative; la discussione li ha abituati ad ascoltare gli altri, a farsi idee proprie e a prospettarle liberamente. Non sono mancati, momenti di lezione frontale in cui l'insegnante ha presentato i vari contenuti assumendo il ruolo di regista mediatore nel favorire la costruzione del sapere successivamente formalizzato attraverso il codice matematico. Dal punto di vista didattico i bambini sono stati, dapprima coinvolti attivamente nella comprensione dei fenomeni oggetto di studio attraverso la costruzione di modelli scientifici che hanno loro consentito di descrivere, spiegare e controllare il fenomeno stesso. Attraverso il processo di *modellizzazione* [Fazio & Spagnolo, 2008] i bambini hanno, quindi, individuato le variabili rilevanti per la descrizione di quanto osservato sperimentalmente, hanno dato una descrizione verbale e schematica del fenomeno, hanno determinato le relazioni esistenti fra le variabili esprimendo queste relazioni tramite regole che hanno dato al modello una valenza predittiva.

L'esecuzione delle attività, che è avvenuta in gruppo, ha fornito agli alunni occasioni per effettuare misure, controllando la precisione e l'accuratezza dei dati quantitativi ottenuti mentre la raccolta sistematica dei dati, la loro elaborazione e il confronto li ha abituati a valutare il grado di attendibilità di ogni informazione. La parte scritta, corredata da disegni (grafici e tabelle) è stata per gli allievi un momento di riflessione, di verifica e di acquisizione oltre che dei concetti di un linguaggio appropriato.

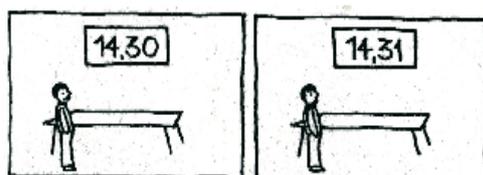
4.1 Il Test di ingresso e la sua analisi

L'argomento è introdotto partendo dalla fisica, con lo studio del moto e del comportamento di una elastico / molla quando viene sottoposta ad una forza ad una delle sue estremità. Nella prima lezione l'insegnante distribuisce dei questionari di ingresso che, una volta compilati, le sono serviti per capire quali fossero le pre-conoscenze dei bambini a riguardo. Di seguito sono riportati i testi dei questionari:

Il Moto

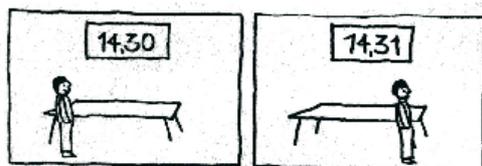
- 1) Cosa si intende, secondo te, con il termine : “moto”?
- 2) Cosa si intende, secondo te, con il termine : “movimento”?
- 3) Osserva la figura 1.

Scrivi cosa vedi nella prima immagine e nella seconda.



- 4) Osserva la figura 2.

Scrivi cosa vedi nella prima immagine e nella seconda.



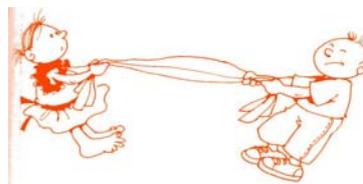
La Forza

- 1) Secondo te, cosa significa “forza”?

2) Secondo te, c'è differenza tra “forza” e “fare forza”?

3) Osserva l'immagine e rispondi.

- a) Cosa stanno facendo?
- b) Fanno forza?
- c) Con quali parti del corpo?
- d) Chi è il più forte?



4) Secondo te, cos'è la <forza-peso>?

I questionari vengono analizzati dall'insegnante e i risultati sono discussi con gli stessi bambini, come di seguito riportato.

Il Moto

Insegnante: *bambini, oggi inizieremo a parlare del primo argomento, il moto. Scriverò alla lavagna alcune delle vostre risposte ricavate dai questionari e ne discuteremo assieme. Leggiamo le prime due domande e vediamo come avete risposto:*

Domande	Risposte tipiche
Secondo te, cosa vuol dire moto?	- Movimento del corpo - Fare movimento
Secondo te, cos'è il movimento?	- Muovere le braccia e le gambe - È ginnastica

Insegnante: *da queste prime due risposte, mi sembra di capire che per voi, moto e movimento, siano la stessa cosa. Ma mi parlate solo di movimento del corpo. Ma si muove solo quello?*

Ciro: *no maestra, si muovono anche le macchine.*

Alessia C.: *anche gli uccelli!*

L'insegnante: *bravi! quindi possiamo dire che il movimento fa parte della vita quotidiana. Una macchina che percorre una strada, uno di voi che cammina o corre, un uccello che vola ma anche una palla che rotola. Sicuramente il movimento di una macchina però sarà diverso dal movimento della maestra che cammina o degli uccelli che volano o di una pallina che rotola. Chiarito questo concetto passiamo alla terza domanda.*

Domande	Risposte tipiche
Osserva la figura 1. Scrivi cosa vedi nella prima immagine e nella seconda immagine.	1) Nella prima immagine vedo l'orologio che segna le 14.30 nella seconda immagine vedo l'orologio che segna le 14.31. 2) Nella prima immagine vedo un bambino che aspetta alle 14.30 nella seconda immagine vedo un bambino che aspetta alle 14.31. 3) Nella prima immagine vedo l'orologio che segna le 14.30 e un bambino davanti al tavolo, nella seconda immagine vedo



un bambino davanti al tavolo e l'orologio che segna le 14.31.

Insegnante: leggiamo la prima risposta, cosa ha individuato il vostro compagno?

Gabriele: maestra, l'orologio.

Insegnante: bravissimo, adesso leggiamo la seconda risposta. Cosa c'è di nuovo?

Salvo: il bambino che sta fermo.

Insegnante: benissimo, leggiamo l'ultima risposta e vedremo che si aggiunge un ultimo elemento. Quale?

Salvo: Il tavolo!

Insegnante: bravissimo! In questa prima immagine abbiamo individuato tre elementi: l'orologio, il bambino e il tavolo. Soffermiamoci su ciascuna parola. Orologio, ad esempio, cosa vi fa venire in mente?

Michele: le lancette che si muovono.

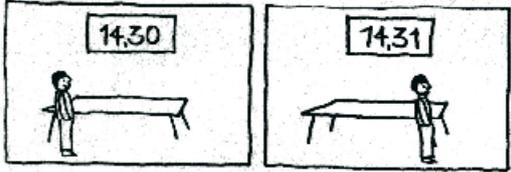
Insegnante: quindi ...

Alessia B.: il tempo!

Insegnante: bravissima. Quindi l'orologio rappresenta il tempo che passa. Le altre due parole, invece?

Giovanni: maestra, non mi viene niente in mente. Vedo solo che tutte e due sono fermi.

Insegnante: va bene, allora passiamo alla domanda successiva e poi ci ritorneremo.

Domande	Risposte tipiche
<p>Osserva la figura 2.</p> <p>Scrivi cosa vedi nella prima immagine e nella seconda immagine.</p> 	<ol style="list-style-type: none">1) Nella prima immagine c'è un bambino accanto al tavolo alle ore 14.30, nella seconda immagine c'è un bambino accanto al tavolo però alle ore 14.31 ed è più avanti.2) Nella prima immagine vedo un signore che non si muove, nella seconda immagine vedo un signore che si muove.3) Nella prima immagine noto che il signore è all'inizio del tavolo e l'orologio è puntato alle 14.30, nella seconda immagine il signore è messo a fine banco e l'orologio è puntato alle 14.31.4) Nella prima immagine vedo un signore a sinistra, nella seconda immagine il signore è a destra del tavolo.

Insegnante: leggiamo le prime due risposte. I vostri compagni cosa hanno osservato?

Salvo: il bambino prima era messo da questa parte e poi dall'altra.

Gabriele: *alle 14.30 il bambino è fermo mentre alle 14.31 il bambino si muove.*

Benedetto: *maestra, il bambino si sposta perché parte alle 14.30 e arriva alle 14.31.*

Insegnante: *bene, quindi il bambino ha cambiato la sua posizione giusto? Infatti nella quarta risposta il vostro compagno lo scrive; prima il signore è a sinistra e poi a destra. Adesso vi pongo un'altra domanda: se compio un movimento e quindi cambio la mia posizione ad esempio, da questo banco a quest'altro, mi muovo dentro uno ... ?*

Alessia C: *faccio un percorso*

Alessia B.: *una direzione maestra.*

Gabriele: *spazio, maestra.*

Insegnante: *bravissimo, mi muovo dentro uno spazio. Allora riepiloghiamo, quando un corpo si muove entrano in gioco il tempo che passa e lo spazio che si percorre. Ma la maestra vi vuole mettere alla prova e vi pone un'altra domanda: come facciamo a capire che un corpo è in movimento? Leggiamo la quarta risposta e osserviamo con attenzione l'immagine.*

Ciro: *maestra, il tavolo si è spostato indietro.*



Insegnante: *Ciro, il tavolo ha le rotelle? No! E allora?*

Gabriele: *il tavolo è fermo!*

Insegnante: *è proprio così, il tavolo è fermo e il signore si muove!. Quindi il tavolo è il nostro sistema di riferimento. A questo punto possiamo dire che si parla di movimento o moto quando con il passare del tempo (t) un corpo cambia la sua posizione quindi percorre uno spazio (S) rispetto a un sistema di riferimento (tavolo).*

La Forza

Insegnante: *allora bambini, oggi inizieremo il secondo argomento, la “forza”. Leggiamo le risposte che avete dato alle prime due domande.*

Domande	Risposte tipiche
Secondo te, cosa significa <i>forza</i> ?	La forza è muscoli, è energia
Secondo te, c'è differenza tra <i>forza</i> e <i>fare forza</i> ?	Forza” è un uomo che usa qualche parte del corpo per tirare, mentre fare forza è un uomo che fa forza. Forza già la possiedi, “fare forza” te la stai facendo.

Insegnante: *perché rispondete spesso che forza è energia?*

Davide: *perché per alzare qualcosa dobbiamo avere forza.*

Alessia C.: *per alzare un peso ci vuole forza.*

Insegnante: *andiamo alla seconda domanda. Dalle vostre risposte capisco che per voi forza è solo muscoli e mi può stare bene ma ricordate che non è solo questo poi vedremo perché. Per il momento soffermiamoci su questo aspetto.*

L'insegnante chiama Gabriele e gli consegna un elastico.

Insegnante: *Gabriele tira l'elastico. Cosa succede?*



Gabriele: *maestra ho tirato e ho fatto forza.*

Elisa: *maestra, ha fatto allungare l'elastico.*

Insegnante: *bravissima Elisa, ma con quale parte del corpo ha fatto allungare l'elastico?*

Gabriele: *con le mani e con le dita.*

Insegnante: *Gabriele ha applicato una forza all' elastico che subisce un ...*

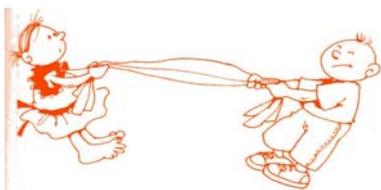
Michele: *allungamento!*



Insegnante: *bravo! È un allungamento, come ad esempio con le molle, ma queste possono subire un allungamento non solo con le dita ma con qualcos'altro che vedremo la prossima volta.*

Adesso soffermiamoci sulla terza domanda.

Domande	Risposte tipiche
<p>Osserva l'immagine e rispondi.</p> <p>e) Cosa stanno facendo?</p> <p>f) Fanno forza?</p> <p>g) Con quali parti del corpo?</p> <p>h) Chi è il più forte?</p>	<p>1 Stanno tirando la corda</p> <p>2 Si fanno forza</p> <p>3 Con le braccia. Con le mani. Con le braccia e le mani. Con i piedi Con le mani e i piedi.</p> <p>4 Il maschietto Non si sa. Sono tutti e due.</p>



L'insegnante invita, per analizzare le risposte dei bambini, due bambini per volta e fa eseguire il gioco della corda. Successivamente formula le stesse domande.

Insegnante: *bambini cosa avete fatto?*

Benedetto e Giovanni: *abbiamo tirato una corda.*

Insegnante: *avete fatto forza? E con quali parti del corpo?*

Benedetto e Giovanni: *sì abbiamo fatto forza con le mani e le braccia.*

Ciro: *maestra, ma anche con i piedi.*

Insegnante: *secondo voi tra Benedetto e Giovanni chi è stato il più forte? E da cosa lo avete capito?*

Ciro: *Giovanni era il più forte perché tirava la corda e Benedetto era fermo.*

Elisa: *perché Benedetto veniva trascinato da Giovanni perché metteva più forza.*

Insegnante: *bambini, con questa attività abbiamo capito che per fare forza bisogna essere in due, nella prima attività Gabriele ha fatto forza ad una elastico mentre nella seconda le coppie di bambini facevano forza verso la corda. Adesso faremo un'altra attività per discutere sulla quarta domanda.*



Domande	Risposte tipiche
<p>Secondo te, cos'è la "forza-peso"?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La forza-peso significa che qualcuno fa forza con i pesi delle mani. - Il peso è una cosa pesante e quindi ci vuole la forza per alzare il peso.

L'insegnante dispone una tavola di compensato su due banchi e prepara una decina di libri, poi chiama Elisa e chiede di mettere i libri sul compensato.



Insegnante: *bambini, guardate cosa sta facendo Elisa e osservate il compensato.*

Benedetto: *maestra il compensato si sta piegando, sta prendendo un'altra forma.*

Insegnante: *benissimo, il compensato si sta deformando ma perché?*

Benedetto: *maestra, sta tenendo un peso e non ce la fa e si deforma.*

Elisa: *perché ci sono i libri e sono pesanti.*

Benedetto: *maestra, secondo me il compensato ha un peso stabilito ma fino ad un certo punto perché non può tenere più del peso altrimenti si spezza e quindi mantiene una forza.*

Andrea: *maestra, forza-peso.*

4.2 Le attività sperimentali

Esaurite le attività di ingresso, i bambini vengono condotti in palestra ed eseguono il primo gioco: *la camminata*. Una prima discussione con i bambini mette in evidenza che ci sono due quantità che sembrano essere importanti nella descrizione di un moto: lo *spazio percorso* e il *tempo impiegato*.

Con dello scotch telato, l'insegnante traccia sul pavimento un tratto rettilineo lungo sei metri e chiama sei bambini. Tre di loro percorrono tre percorsi diversi: il primo si ferma a due metri, il secondo a quattro metri e il terzo a sei metri. I tre bambini rimasti, invece, cronometrano il tempo e registrano i dati su una tabella spazio-tempo. Lo stesso iter viene eseguito per un secondo gioco ovvero *la corsa*.



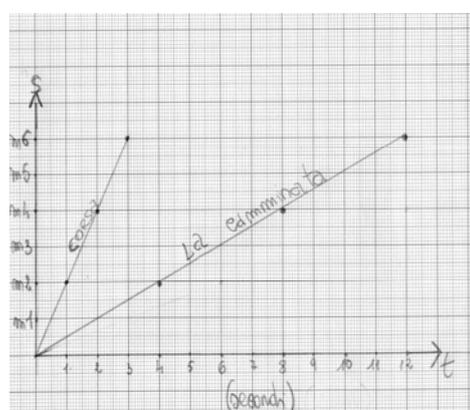
Ritornati in classe, l'insegnante fa ricercare ai bambini sul vocabolario il significato della parola “grafico” e dopo aver discusso la relativa definizione, spiega loro che un grafico può servire anche per illustrare le attività svolte dai compagni con la “camminata” e la “corsa”. Il concetto di grafico cartesiano viene introdotto attraverso il gioco, ben conosciuto da tutti i bambini, della battaglia navale. I dati relativi alle attività eseguite sono, quindi, riportati su un grafico spazio-tempo.

Vogliamo qui notare che la scelta di introdurre il piano cartesiano nasce dal fatto che la “proporzione”, prima che una struttura numerica, è una struttura dinamica concettuale (un modo di pensare) radicata nelle strategie cognitive “naturali” e, il pensiero proporzionale, è un intreccio di strategie cognitive. L'uso del pia-

no cartesiano rende percettiva la relazione tra due variabili e dà modo di utilizzare le strutture percettive per interpretare uno strumento astratto.

La “camminata”		La “corsa”	
s (m)	t (s)	s (m)	t (s)
0	0	0	0
2	4	2	1
4	8	4	2
6	12	6	3

La camminata		La corsa	
s	t	s	t
0	0	0	0
2	4	2	1
4	8	4	2
6	12	6	3



L’insegnante fa notare che i punti sperimentali, riportati sul grafico, sembrano essere allineati, sia per quanto riguarda l’esperimento della “camminata”, sia per quello della “corsa”. Propone ai bambini di tracciare due rette che congiungano i punti ed evidenzia, assieme ai bambini, una pendenza diversa per le rette relative ai due diversi modi di effettuare il moto. Si dà inizio ad un dibattito, dove emerge che il moto di un oggetto è caratterizzato da un altro elemento, oltre allo spazio e al tempo: la velocità. Dall’analisi dei grafici, e ricordando i due diversi esperimenti effettuati, i bambini deducono che più la retta è ripida, maggiore sarà la velocità del corpo il cui moto è rappresentato sul grafico stesso.



Di seguito, un estratto di alcune discussioni tenute durante la lezione:

Insegnante: *cosa notate in queste due rette che abbiamo disegnato?*

Davide: *una retta è più piccola.*

Andrea: *maestra, sono oblique.*

Insegnante: *in che senso sono oblique.*

Gaia : *maestra, quella della camminata è più vicina alla linea del tempo e quella della corsa è più lontana.*

Insegnante: *quello che dice Gaia è giusto, ma secondo voi perché?*

Gabriele: *Noemi, Elisa e Andrea hanno fatto la camminata più lunga e Antony, Ciro e Michele hanno fatto la corsa più corta.*

Insegnante: *bambini, ma tutti e due i gruppi hanno percorso 6m, e allora?*

Benedetto: *maestra, Noemi, Elisa e Andrea hanno fatto la camminata e andavano più piano, invece Antony, Ciro e Michele andavano più veloci perché facevano la corsa.*

Michele: *maestra, è cambiata la velocità!*

Insegnante: *bravissimi, Noemi, Elisa e Andrea hanno utilizzato una velocità minore rispetto ad Antony, Ciro e Michele. Infatti nel grafico del movimento di Noemi, Elisa e Andrea i sei metri sono percorsi in un tempo maggiore rispetto al grafico della camminata di Antony, Ciro e Michele. La retta che rappresenta la camminata del primo gruppo è meno pendente rispetto a quella della corsa (del secondo gruppo), e questo ci fa capire che la velocità è diversa.*

Si passa alle attività sull'argomento *Forza*,

L'insegnante propone una prima attività: *Costruiamo il dinamometro.*

Insegnante: *bambini, lo sapete che le forze possono essere misurate attraverso uno strumento che prende il nome di <dinamometro?>. Prima di vedere di cosa si tratta ne costruiremo uno insieme.*

Insegnante costruisce in modo semplice lo strumento utilizzando un elastico¹ () che appenderà su di una vite posta sulla parte superiore e centrale di una tavoletta di compensato su cui è attaccato un foglio millimetrato.

Insegnante: *per poter misurare e confrontare le forze dobbiamo avere degli strumenti di misura. Ad esempio, quando ci pesiamo utilizziamo una bilancia oppure quando eravate piccoli, e la mamma vi portava dal pediatra, il medico misurava, con il metro, la vostra altezza che col passare del tempo aumentava. Ma vi siete mai chiesti come questi strumenti, quindi la bilancia o il metro, e tanti altri hanno dei numeri già stabiliti?*

Gli strumenti vengono sempre “tarati” dal costruttore, cioè vengono “graduati” per permetterne l'uso a tutti.

Vediamo che in questa attività io ho preso una tavoletta di compensato su cui ho applicato un foglio millimetrato e nella cui parte superiore ho inserito una vite. Cosa dobbiamo fare? Prendiamo questo elastico e lo appendiamo alla vite. Abbiamo applicato una forza all'elastico?

Benedetto: *no, maestra è vuoto. Non c'è niente.*

L'insegnante: *Bene, Benedetto, quindi adesso segnerai sul foglio di carta millimetrata, in corrispondenza della fine dell'elastico, il numero “zero”. Scriviamo lo zero, perché all' elastico non è stata applicata nessuna forza e questo punto servirà a ricontrollare che esso non si deformi in modo permanente, dato che un buon elastico senza forze applicate deve tornare sempre*



¹ E' noto che la deformazione di un elastico non ha una dipendenza del tutto lineare rispetto alla forza applicata. D'altro canto, l'ampia disponibilità di elastici nella vita comune e la corrispondente maggiore difficoltà a procurarsi una molla ci ha suggerito di utilizzare tale oggetto nella costruzione del dinamometro.

alla sua lunghezza normale.

Adesso cominceremo ad appendere dei pesetti di 10 gr. Ad ogni peso applicato l'elastico si allungherà e segneremo sul foglio i numeri : 1-2-3-4-5 ecc.

Applicati i pesi e inseriti i numeri l'insegnante chiede:



bambini, cosa notate guardando il foglio con i numeri?

Gabriele: maestra, dallo zero all'uno o al due e scendendo ci sono gli stessi quadratini.

L'insegnante: secondo te, perché?

Gaia: maestra, hai messo tutti pesi uguali.

Ciro: sì è vero! Perché se mettevi prima quello grosso (il bambino fa riferimento al pesetto di 50gr.) e poi quello piccolo, prima si allungava di più e poi di meno.

L'insegnante insieme a *Ciro* verifica quello che il bambino sostiene e successivamente aggiunge: *abbiamo visto che quello che afferma *Ciro* è vero. Adesso vi mostrerò un vero dinamometro ed effettueremo lo stesso esperimento utilizzando delle molle.*

L'insegnante mostra lo strumento e chiama due bambini; uno appenderà i pesi alla molla più “morbida” (che è anche più piccola) e l'altro registrerà alla lavagna l'allungamento della molla e i relativi pesi applicati. Lo stesso si farà con la molla più “dura” (e più grande), dove emergeranno delle differenze che saranno evidenziate dagli stessi bambini.

Alessia C.: maestra le molle avevano gli stessi pesi ma non si allungavano allo stesso modo.

L'insegnante: secondo voi, perché?

Benedetto: le molle non sono uguali, una è più piccola e l'altra è più grande.

Giovanni: per me la molla più grande è più pesante e l'altra è più leggera.

Andrea: per me la molla piccola ha più cerchi e quella grande ne ha di meno.

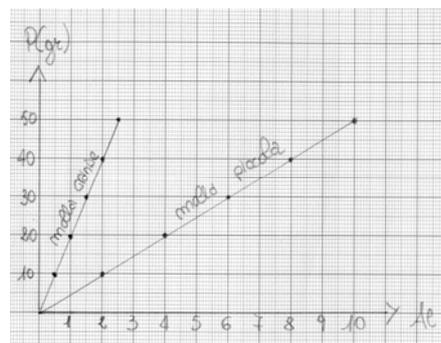


Gabriele: sì maestra è vero, perché quando abbiamo messo i pesi quella piccola si allungava di più e quella grande di meno.

Alessia B.: maestra secondo me, vale la risposta di Giovanni e quella di Andrea. La molla grande è più pesante e più larga quindi si allunga meno mentre la molla piccola è leggera e stretta e si allunga di più.

L'insegnante: *Ok bambini, avete notato delle differenze interessanti. Adesso disegniamo due grafici e vediamo se queste differenze le riscontriamo anche nei disegni.*

L'insegnante fa disegnare il grafico riportando i dati ricavati dall'allungamento delle molle (grande e piccola), li mette a confronto e li fa commentare.



Insegnante: *bambini, cosa notate in queste due rette?*

Gabriele: *maestra, è come il disegno della camminata e della corsa; una linea è più alta e l'altra è più bassa.*

Alessia C.: *si, è vero; perché la linea alta è la molla piccola che si allunga di più, quella bassa è la molla grande che si allunga di meno.*

Gaia: *maestra, nei grafici della corsa e della camminata c'era la velocità invece in questo c'è quanto si allunga la molla.*

Insegnante: *bravissimi! La prossima volta concluderemo il lavoro con un test che dovrete fare in gruppo e poi discutere tutti insieme. Il test riguarderà tutto ciò che abbiamo fatto sinora.*

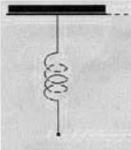
MOLLA GRANDE		MOLLA PICCOLA	
P	l	P	l
0	0	0	0
10	0,5	10	2
20	1	20	4
30	1,5	30	6
40	2	40	8
50	2,5	50	10

4.3 Il test finale e la sua analisi in classe

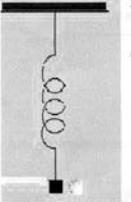
La fase finale della sperimentazione si basa sulla somministrazione, ai bambini divisi in quattro gruppi, di due questionari di verifica relativi a situazioni, analoghe a quelle studiate e che evidenziano relazioni di proporzionalità diretta. I questionari, dopo la compilazione da parte dei bambini vengono discussi con gli allievi e le risposte date dai vari gruppi sono commentate dall'intera classe. Di seguito sono riportati i testi dei questionari, con un esempio di risposta data da alcuni bambini,

TEST DI VERIFICA

GRAZIA
SALVO
NICOLA



Supponiamo di avere una molla attaccata al soffitto.
Quanto sarà la sua lunghezza? *50 cm o 100 cm*



Iniziamo ad applicare dei pesetti.
Cosa succederà alla molla? *si allungherà*

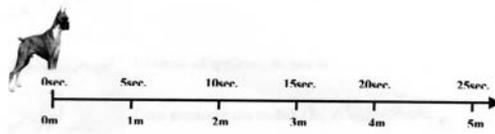
Adesso registreremo su una tabella i risultati

pesetti	lunghezza
0	0
3	30
6	60
9	90
12	120

ottenuti dall'esperienza. Cosa notate? *più pesetti, più si allunga la molla.*

TEST DI VERIFICA

Giulio decide di fare correre il suo cane Leon nel giardino vicino casa.
Osservate il percorso fatto da Leon.



Adesso registreremo su una tabella i risultati

s	l (sec)
0	0
1	5
2	10
3	15
4	20
5	25

ottenuti dall'attività di Leon. Cosa notate? *il cane Leon corre 5 metri in 5 secondi, 10 metri in 10 secondi, 15 metri in 15 secondi, 20 metri in 20 secondi, 25 metri in 25 secondi.*

L'insegnante, dopo aver fatto svolgere il test di verifica ai gruppi, comincia la discussione con i bambini.

Insegnante: *dopo aver eseguito il test, leggiamo ad alta voce ciascuna risposta e cerchiamo di discuterne assieme. Leggiamo la prima domanda: 1) Supponiamo di avere una molla attaccata al soffitto. Quanto sarà la sua lunghezza? Il gruppo 1 risponde: 50cm; il gruppo 2 risponde: 0cm specificando che la molla non si è allungata; il gruppo 3 risponde: 3cm; il gruppo 4 risponde: 2cm e poi si corregge con 0cm.*

Benedetto: *maestra, per me la risposta giusta è 0cm, perché adesso che ricordo quando abbiamo costruito il dinamometro l'elastico era fermo senza pesi e noi abbiamo segnato 0.*

Insegnante: *siete tutti d'accordo?*

Bambini: *Sì*

Insegnante: *passiamo alla seconda domanda: 2) Iniziamo ad applicare dei pesetti. Cosa succederà alla molla? Il gruppo 1 risponde: si allunga; il gruppo 2 risponde: si allunga; il gruppo 3 risponde: si allunga; il gruppo 4 risponde: si allunga di 10cm*

Insegnante: *bambini il gruppo quattro risponde che la molla si allunga specificando di quanto, ma come faccio a saperlo?*

Salvo: *perché ho messo dei pesi!*

Benedetto: *no, Salvo, è sbagliato! Perché quando abbiamo costruito il dinamometro abbiamo scritto i numeri dell'allungamento ma sapevamo quanto pesavano le monete!*

Gabriele: *sì maestra, è giusto quello che dice Benedetto e non ha senso quello che ha detto Salvo.*

Insegnante: *bene, chiarito questo dubbio passiamo alla terza domanda:*

3) Adesso registreremo su una tabella i risultati ottenuti dall'esperienza. Cosa notate:

Il gruppo 1 risponde: *più aggiungiamo pesetti nella molla, più grammi aggiungiamo.*

Il gruppo 2 risponde: *notiamo che è moltiplicato per se stesso, es. $6 \times 10 = 60$. Notiamo che aumento di 3 grammi ogni cm e aumento di 10gr*

Δl (cm)	P (g)
0	0
3	30
6	60
9	90
12	120

Il gruppo 3 risponde: *la molla ha un peso e si va allungando sempre di più. Sono venute delle tabelline.*

Il gruppo 4 risponde: *notiamo che quando aggiungiamo dei pesi il peso della molla aumenta. Sommando i numeri 3-6-9-12 otteniamo il numero 30, invece i gr che sommiamo sono 30-60-90-120 e otteniamo il numero 300. La somma dei gr è 300. Sommiamo il numero 30 e 300 e otteniamo il numero 330. Siamo giunti alla conclusione termine che il peso aumenta.*

Insegnante: *abbiamo letto le risposte adesso iniziamo il nostro dibattito. Michele del gruppo 4, mi spieghi la tua risposta?*

Michele: *maestra, io ho scritto la prima parte. quella che se aggiungiamo dei pesi la molla si allunga. L'altra parte l'ha scritta Alessia.*

Insegnante: *allora spiegherà lei quello che ha scritto.*



Alessia B. (gruppo 4): *maestra, prima ho sommato tutti i primi numeri e poi i pesi per cercare di capire quanto pesava in tutto.*

Gabriele (gruppo2): *Alessia per me non ha senso perché la maestra non chiedeva questo e poi tu li hai sommati ma perché? Noi invece abbiamo moltiplicato.*

Insegnante: *non capisco, avete scritto che avete moltiplicato per se stesso ma poi spunta questo 10, da dove arriva?*

Alessia C. (gruppo2): *maestra, $6 \times 10 = 60$. Nella prima fila aumenta sempre di 3 e nella seconda fila di 10.*

Insegnante: *come aumenta di 10 da 0 a 30 aumenta di 30, quindi questo 10? Gruppo 1 e 4 non avete niente da dire?*

Davide (gruppo 3): *maestra per noi viene la tabellina del 3 perché 3-6-9-12.*

Insegnante: *la tabellina del 3 per l'allungamento! E il peso? Dato che non sapete darmi una spiegazione, passiamo alla quarta domanda:*

4) Giulio decide di fare correre il suo cane Leon nel giardino vicino casa.

Osservate il percorso fatto da Leon. Adesso registreremo su una tabella i risultati ottenuti dall'attività di Leon. Cosa notate?

Il gruppo 1 risponde: il cane Leon per fare un salto ci impiega 5sec. e lui in 5sec. compie 1m, in 10sec. compie 2m, in 15sec. compie 3m, in 20 sec. compie 4m e in 5 sec. 25m.

Il gruppo 2 risponde: notiamo che Leon in 1m impiega 5sec., 2m in 10 sec., 3m in 15 sec., 4m in 20 sec e 5 m in 25sec.

Il gruppo 3 risponde: Leon, per correre vuole spazio e tempo e vuole fare 5m. Sono venute delle tabelline.

Il gruppo 4 risponde: notiamo che Leon quando ha corso ha impiegato 25sec. perché quando corre impiega poco tempo per arrivare. Invece se avesse fatto la camminata avrebbe impiegato più secondi, perché la sua velocità sarebbe diminuita.

Insegnante: *più o meno avete dato le stesse risposte anche se spunta nuovamente la tabellina.*

s (m)	t (s)
0	0
1	5
2	10
3	15
4	20
5	25

Davide (gruppo 3): *sì maestra questa volta è la tabellina del 5.*

Insegnante: *allora bambini, riportiamo le due tabelle alla lavagna e cerchiamo di osservarle con attenzione, notate qualche cosa?*

I bambini si soffermano sulla tabella relativa al moto.

Alessia B.: *maestra, c'è la tabellina del 5 perché $5 \times 1 = 5$, $5 \times 2 = 10$, $5 \times 3 = 15$, $5 \times 4 = 20$, $5 \times 5 = 25$.*

Gabriele: *maestra va sempre a 5 a 5.*

Insegnante: *in che senso va a 5 a 5?*

Gabriele: *5-10-15-20-25.*

Davide: *maestra, moltiplico il 5 per tutti i metri*

Gabriele: *allora maestra io faccio $1 \times 5 = 5$, $2 \times 5 = 10$.*

Insegnante: *scusami, Gabriele, ma se fai 1×5 , dovresti fare 2×10 giusto? E allora questo 5 da dove viene fuori? Se mi dici che va sempre a 5 a 5!*

Alessia C. : *maestra, allora il 5 nell'1 ci sta 5 volte, il 10 nel 2 ci sta 5 volte il 15 nel 3 ci sta sempre 5 volte, il 20 nel 4 sempre 5 volte e il 25 nel 5 sempre 5 volte; maestra, ho fatto una divisione.*

Insegnante: *e perché una divisione?*

Alessia C: *per venire sempre lo stesso numero!*

Insegnante: *e nella seconda tabella?*



Gabriele: *maestra, guarda! Anche nella seconda tabella io faccio una divisione $30:3=10$, $60:6=10$, $90:9=10$, $120:12=10$. Maestra, hanno lo stesso comportamento: lo stesso numero che si ripete sempre.*

Alessia C.: *maestra, vuol dire che Leon va sempre a 5 secondi e che la molla si allunga sempre di 10.*

Alessia B.: *maestra, c'è sempre un'uguaglianza.*

Insegnante: *in che senso.*

Alessia B.: *è sempre uguale il numero.*

Benedetto: *maestra, guarda nel tempo da 0 a 5 c'è 5, da 5 a 10 c'è sempre 5 da 10 a 15 c'è sempre 5.*

Insegnante: *a questo punto come possiamo concludere il nostro lavoro? Cosa possiamo dire?*

Benedetto: *che il numero è sempre uguale anche se aumenta.*

Insegnante: *ma come aumenta, riflettete.*

Gaia: *maestra da 0 a 5 è 5 da 5 a 10 è sempre 5 ma il numero è il doppio e poi è per tre, poi per quattro e per cinque.*

Insegnante: *quindi è il triplo, il quadruplo, il quintuplo. Bravissima Gaia, ma guardate, anche lo spazio raddoppia e poi triplica e via dicendo.*

Alessia C.: *maestra noi abbiamo il doppio, il triplo ecc, però abbiamo sempre il 5!*

Insegnante: *quindi possiamo concludere il nostro lavoro affermando che il tempo è collegato allo spazio (in funzione). Se il primo raddoppia, triplica quadruplica ecc. anche il secondo raddoppierà, triplicherà, quadruplicherà ecc. ma tra di loro ci sarà sempre un numero costante cioè un numero che sarà uguale e si ripeterà sempre. Quindi Leon in 5 sec. ha compiuto 1m, in 10 sec. 2 m e così via; lo spazio e il tempo sono raddoppiati e poi triplicati ma il loro rapporto sarà sempre uguale a 5 m/s.*

Alessia C.: *maestra era come ti dicevo io, Leon andava sempre a 5 a 5.*

Insegnante: *verifichiamo quello che abbiamo appena detto osservando la seconda tabella relativa alla forza. Guardiamo gli allungamenti 0-3-6-9-12. Il 6 è il doppio di 3 il 9 è il triplo di 3 e il 12 è il quadruplo sempre di 3. Vale lo stesso per il peso: 0-30-60-90-120. Il 60 è il doppio di 30, il 90 è il triplo di 30 e il 120 è il quadruplo sempre di 30, ma tra questi numeri esiste un numero costante che si ripete sempre. Qual è?*

Bambini: *il 10.*

Insegnante. *Bravissimi!!!*

4.4 Discussione dei risultati dei questionari finali

Analizzando le risposte date agli item dei questionari, si evince che tre gruppi su quattro hanno intuito un rapporto di proporzionalità tra le grandezze richiamate negli item. Infatti, l'idea di un rapporto costante tra le grandezze è ben presente tra i bambini di questi tre gruppi, ma inizialmente non viene data nessuna spiegazione a ciò. Solo successivamente, attraverso la socializzazione con i compagni, i bambini osservando le tabelle, parlano di tabelline con l'operazione della moltiplicazione ma soprattutto parlano di divisione. Dalla

loro analisi e dalla discussione in classe i bambini hanno potuto evincere che in entrambe le tabelle esiste un numero ottenuto da una divisione (rapporto) che si ripete sempre (costante di proporzionalità). In questo modo i bambini hanno verificato che: se, in un dato esperimento sul movimento (ovviamente effettuato con velocità costante) si percorrono spazi uguali in intervalli di tempo uguali si ha una grandezza sempre uguale, che è, appunto, la velocità. Allo stesso modo, se si applicano, in successione, pesi uguali ad una stessa molla, l'allungamento della molla sarà proporzionale al peso globale ad essa applicato.

È il caso di notare che una delle attività finali svolte con i bambini è stata quella della presentazione di alcune situazioni reali nelle quali il concetto di proporzionalità diretta non può essere applicato proficuamente. In tal senso, è stato discusso con i bambini il caso di un oggetto che cade da una certa altezza, cercando di far emergere il fatto che, in questo caso, non si può dire che ci sia proporzionalità tra spazio percorso e tempo impiegato a percorrerlo. Tale situazione, è stata presentata facendo vedere ai bambini un filmato che riportava la caduta di un peso lasciato libero ad una data altezza rispetto al suolo, accanto a un'asta metrica. L'analisi al rallentatore del filmato ha permesso ai bambini di rendersi conto che non si verificava quello che loro stessi avevano visto durante le esperienze della “camminata” e della “corsa”, visto che, per ogni secondo che passa, l'oggetto in caduta, percorreva sempre spazi maggiori. Non si è voluto insistere nella formalizzazione di tale situazione, in quanto essa avrebbe implicato l'introduzione dell'idea della “variazione della velocità”, cioè della accelerazione. Tuttavia l'esempio è stato discusso proprio per presentare ai bambini una situazione reale che non è interpretabile con il “pensiero proporzionale” e per mettere in chiaro che tale strumento non è utilizzabile sempre e in ogni situazione della vita reale.

5. Conclusione

Il tema della proporzionalità è stata da sempre un argomento che mi ha incuriosita, ancora di più, da quando è stata affrontata durante le lezioni di matematica e fisica tenute durante le lezioni del Master. Da qui la scelta di progettare un lavoro che dimostrasse che il pensiero proporzionale, presente nei bambini in forma intuitiva, possa emergere e trasformarsi in conoscenza mediante l'intervento dell'insegnante. I risultati ottenuti dalla ricerca dimostrano che i bambini possono facilmente giungere alla formalizzazione matematica attraverso la modellizzazione fisica. Abituare l'allievo a modellizzare anche in modo euristico e guidato dall'intuizione è un aspetto importante dell'educazione scientifica, perché è alla base del metodo di indagine scientifica. È un percorso che mira a trasformare progressivamente la naturale curiosità in un'esplorazione metodica per comprendere i fenomeni. Lo hanno dimostrato i bambini della classe con i quali ho effettuato la mia sperimentazione; l'argomento trattato non era di facile comprensione e, non essendo incluso nel consueto programma di scuola primaria, non è stato facile trovare materiale didattico al livello dei bambini con i quali intendevo lavorare.

Il progetto è stato costruito a piccoli passi cercando di seguire una linea che mi permettesse di dimostrare la correlazione tra la fisica e la matematica attraverso lo studio della proporzionalità diretta. La sperimentazione ha seguito le modalità previste in fase di progettazione salvo alcuni cambiamenti che hanno avuto l'obiettivo di rendere l'argomento di studio più interessante agli occhi dei bambini. La carta vincente è stata l'approccio ai fenomeni che partivano da eventi concreti e non da definizioni o affermazioni che sono state l'elemento di confronto diretto tra i bambini. L'attività di modellizzazione è diventato un momento cruciale particolarmente ricco perché ha consentito loro di acquisire competenze e conoscenze, un processo nel quale hanno condiviso idee, scelte e metodi di costruzione. Il linguaggio, ha avuto un ruolo privilegiato nella sperimentazione. Effettuare e/o guardare le esperienze può anche essere divertente, ma non comporta la costruzione della conoscenza: non si passa in modo automatico dall'esperienza al concetto. Dei fenomeni si deve catturare dopo la meraviglia e la curiosità iniziali, non il loro aspetto estetico ma la loro logica, la rete di connessioni che può essere costruita a partire da esse. Perciò, dopo l'esperienza deve seguire la riflessione sull'esperienza che si realizza con la mediazione del linguaggio.

Tutti questi elementi hanno contribuito al buon esito della ricerca, ancora una volta si è dimostrato quanto i bambini siano dei recettori attivi pronti a ricevere stimoli e rispondere. La loro innata intuizione può essere tramutata in conoscenza grazie al contributo dell'insegnante; è proprio questa figura che rappresenta l'elemento essenziale e fondamentale durante questo passaggio di conoscenza. Un buon docente è caratterizzato da due elementi: il <sapere> riferito agli argomenti che deve conoscere e il <sapere fare>, cioè saper organizzare gli spazi, capire con chi sta lavorando e trovare le modalità, gli strumenti e le tecniche adatte al

contesto. Questi due elementi si congiungono quando subentra il <sapere essere> cioè la capacità di costruire un rapporto empatico con degli individui chiamati “bambini”.

Bibliografia

Pontecorvo, C. & Guidoni, P. (1979). *Scienza e scuola di base*, Istituto Enciclopedia Italiana, Roma, 1979.

Spagnolo, F. (1998). *Insegnare le matematiche nella scuola secondaria*, La Nuova Italia, 1998.

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. La pensée sauvage, Grenoble.

Le Boterf, G. (1994). *De la compétence: Essai sur un attracteur étrange*, Les Ed. de l'Organisation, Paris

Le Boterf, G. (2000). *Construire les compétences individuelles et collectives*, Les Ed. de l'Organisation, Paris

Fazio, C. & Spagnolo, F. (2008). Conceptions on Modelling Processes in Italian High School Prospective Mathematics and Physics Teachers. *South African Journal of Education*, 28, 469-487.