

Dall'osservazione alla misura: alcune proposte di attività sperimentali per i corsi di Scienze della Scuola primaria

ANNA MARIA FERLUGA
Centro Interdipartimentale per la Ricerca Didattica
Università di Trieste
am.ferluga@gmail.com

SUNTO

Lo studio di alcuni fenomeni comuni, e tuttavia complessi dal punto dei vista fisico, consente di svolgere attività di tipo sperimentale nei corsi di scienze degli ultimi anni della scuola primaria. In questo contributo vengono presentate alcune attività pratiche con caratteristiche e finalità eterogenee, ordinate in modo da affrontare difficoltà crescenti. Tali attività possono venire inserite, a discrezione dell'insegnante, in percorsi tematici diversi, tuttavia consentono di esplicitare alcuni nodi cruciali nell'approccio all'indagine scientifica nella scuola primaria.

PAROLE CHIAVE

DIDATTICA DELLA FISICA / PHYSICS EDUCATION; ATTIVITÀ SPERIMENTALE / EXPERIMENTAL ACTIVITY;
SCATOLA NERA / BLACK BOX; OSCILLAZIONI / OSCILLATIONS; PENDOLO / PENDULUM; MOLLA / SLINKY

1. PREMESSA

Il presente articolo nasce come raccolta dei materiali presentati nel corso di un ciclo di laboratori didattici promossi dal CIRD nel corso dell'anno scolastico 2009/2010. Gli incontri comprendevano la proposta, realizzazione e discussione di alcune esperienze da utilizzarsi come introduzione alle attività sperimentali nei corsi di scienze della scuola primaria.

Il lavoro è stato impostato prendendo come spunto i traguardi e gli obiettivi di apprendimento delle *indicazioni per il curricolo per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo d'istruzione*¹ e le indicazioni per il Curriculum Nazionale Britannico², entrambi

¹ MINISTERO DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE 2007

² QUALIFICATION AND CURRICULUM DEVELOPMENT AGENCY 1999

ancora in vigore nei sistemi scolastici rispettivamente italiano e britannico al momento della stesura del presente articolo. Le attività pratiche proposte sono piuttosto comuni e nel loro impianto generale si possono reperire su più testi. Sono state, tuttavia, rielaborate, estese ed adattate in maniera originale, per consentirne una maggiore aderenza ai temi affrontati in questo contesto. Per una raccolta che comprenda un numero significativo delle attività qui descritte si può far riferimento a un manuale scolastico americano, *Harcourt Science Grade 4*,³ caratterizzato da una forte impostazione di tipo sperimentale.

In questo elaborato verranno, pertanto, riproposte alcune attività pratiche con caratteristiche e finalità eterogenee, ordinate in modo da affrontare difficoltà via via crescenti. Tali attività possono venire inserite, a discrezione dell'insegnante, in percorsi tematici diversi, tuttavia consentono di esplicitare alcuni nodi cruciali nell'approccio all'indagine scientifica nella Scuola primaria.

Dopo un discorso generale sulle principali competenze e abilità procedurali relative ai corsi di Scienze per gli allievi tra i 6 e i 14 anni, si presenteranno attività sperimentali da svolgere nella terza, quarta e quinta classe della Scuola primaria.

1.1 ALCUNE ANNOTAZIONI RELATIVE A COMPETENZE E ABILITÀ PROCEDURALI

Un approccio all'attività sperimentale nel corso del primo ciclo della Scuola primaria parte dall'osservazione di semplici fenomeni da parte degli allievi. L'esito di tali osservazioni viene quindi comunicato, oralmente o mediante disegni. I bambini impareranno gradualmente a proporre metodi su come procedere, a mettere in relazione le osservazioni con un obiettivo assegnato, a confrontare gli oggetti o fenomeni osservati, a raggrupparli in base a uno o più criteri. Le osservazioni verranno descritte o raggruppate mediante tabelle. Gli allievi giungeranno a valutare se le osservazioni corrispondono alle previsioni.

Nel corso del secondo ciclo della Scuola primaria, gli allievi sono in grado di esporre le proprie idee e fare previsioni, effettuano osservazioni utilizzando semplici

³ SLAVICK FRANK M. 2000

strumenti per misurare alcune grandezze (ad es. lunghezza), sanno effettuare un'indagine che distinguono da un'osservazione, raccolgono le osservazioni e sanno spiegare quanto osservato con semplici considerazioni sui dati raccolti che organizzano mediante diagrammi (istogrammi, tabelle di dati). Entro la fine della Scuola primaria impareranno a descrivere le procedure per effettuare l'esperimento (per esempio facendo variare un parametro, mantenendo costanti gli altri), a scegliere le apparecchiature più indicate per gli esperimenti, a individuare le osservazioni o misure adeguate all'indagine, a organizzare con chiarezza i dati raccolti in tabelle e grafici a barre, a rappresentare i dati con punti su diagrammi cartesiani usando i grafici per descrivere l'andamento dei loro dati, a descrivere l'esperimento svolto utilizzando i dati raccolti.

Il triennio della Scuola secondaria di primo grado sarà dedicato a un consolidamento di tali abilità. Gli allievi, inoltre, impareranno a identificare i parametri significativi, fare previsioni e metterle in correlazione con quanto già sanno. Saranno in grado di scegliere strumenti adeguati per effettuare le misure. Utilizzeranno tali strumenti, curando la precisione delle misure (da ripetere più volte). Le distribuzioni dei valori verranno espresse utilizzando il valor medio e la massima dispersione. Alla fine della Scuola secondaria di primo grado, saranno in grado di organizzare i dati rappresentandoli attraverso grafici lineari e identificando le misure che si discostano dall'andamento generale dei dati acquisiti. Ricaveranno, pertanto, delle conclusioni dall'evidenza sperimentale e le metteranno in relazione con le loro conoscenze scientifiche.

1.2 L'APPROCCIO ALL'ATTIVITÀ SPERIMENTALE

Come evidenziato ormai da tempo dalla ricerca nel campo della Didattica della fisica (si vedano ad esempio i lavori di Lillian McDermott⁴ e Jonathan Osborne⁵) è opportuno iniziare l'attività a partire dalla discussione di un fenomeno, annotando

⁴ McDERMOTT L. & P.E.G., U.WASH 1996, McDERMOTT L. *et al* 2000 35 411

⁵ OSBORNE J. DILLON J. 2008

le esperienze pregresse degli allievi. Per evitare eventuali condizionamenti reciproci nel corso di una discussione e il conseguente appiattimento del gruppo sulle prime idee e proposte emerse, si può invitare i ragazzi a produrre personalmente semplici descrizioni scritte (singole frasi o associazioni di parole) o disegni. Le espressioni utilizzate per descrivere il fenomeno, in particolare nei casi in cui il linguaggio quotidiano sia contiguo al linguaggio della scienza e utilizzi le stesse parole, potrebbero non corrispondere nelle definizioni e significati. Va pertanto concordata una serie di espressioni univoche.

In questa fase preliminare è possibile effettuare delle previsioni che si basano su determinate ipotesi e sono qualcosa di completamente diverso dall'indovinare cosa accadrà. Le ipotesi andranno sottoposte a indagine. Per definire la fase successiva è necessario discutere come condurre l'indagine, cosa misurare e quali strumenti utilizzare. Le misure, infatti, sono correlate alle domande cui si vuole dar risposta e vanno effettuate di conseguenza.

Si deve quindi procedere a confrontare le osservazioni con le previsioni iniziali, cercando di spiegare eventuali differenze.

Alla fine si comunicherà quanto osservato mediante tabelle, grafici, mappe, simboli per organizzare i risultati e quindi dividerli.

Si noti che anche gli errori e le considerazioni apparentemente sbagliate proposte dagli allievi, non vanno censurati, ma costituiscono un elemento fondamentale per lo sviluppo della conoscenza. Tali osservazioni non vanno pertanto scoraggiate, ma utilizzate come base per un ulteriore confronto e discussione del fenomeno esaminato.

2. DALLA CLASSIFICAZIONE DEI FENOMENI ALL'INTERPRETAZIONE DEI PRIMI DATI NUMERICI, PROPOSTE DI ATTIVITÀ PER IL TERZO E QUARTO ANNO DELLA SCUOLA PRIMARIA

Vengono proposte due attività, rivolte ad allievi del terzo-quarto anno della Scuola primaria, allo scopo di esaminare alcuni punti:

- a) la necessità di individuare i parametri significativi per il fenomeno sottoposto a indagine (e la conseguente necessità di studiare l'evoluzione di un parametro alla volta);
- b) il limite oggettivo legato all'uso esclusivo dei cinque sensi per poter studiare e descrivere un fenomeno;
- c) la necessità di definire delle procedure per effettuare le misure, legate al tipo di fenomeno in corso di indagine;
- d) la scelta delle modalità per presentare i dati ricavati nel corso degli esperimenti (raccolta dei dati in una tabella e/o loro rappresentazione con un grafico).

2.1 ACUTO - PROFONDO, FORTE - PIANO: ANALISI QUALITATIVA DEI SUONI PRODOTTI DALL'IMPATTO DI OGGETTI IN CADUTA

L'attività consiste in una classificazione qualitativa di altezza, volume e timbro in base al suono prodotto da oggetti in caduta. Tale classificazione del comportamento sonoro di vari oggetti viene in genere utilizzata per introdurre la correlazione tra altezza del suono e dimensioni dell'oggetto vibrante, intensità del suono e ampiezza della vibrazione, materiale e timbro, ma in questo contesto può essere utilizzata per introdurre l'importanza di definire le variabili in gioco e la necessità di modificare una variabile alla volta, mantenendo fisse le altre. Si identificano, pertanto, le variabili che caratterizzano il fenomeno, discutendo come si possa valutarne l'andamento. L'esigenza di definire le variabili e lavorare in un contesto semplificato, modificando una sola variabile alla volta, dovrà emergere dalla discussione del gruppo, se necessario anche dopo alcune prove. In questa fase i ragazzi sono chiamati a riconoscere che ci sono più variabili che definiscono il fenomeno. L'insegnante concorda con la classe, divisa per gruppi, il modo di rappresentare i risultati delle prove. Ogni gruppo compilerà una scheda (per esempio una tabella) e proverà a rispondere ad alcune domande (che saranno state sviluppate in precedenza e trascritte di comune accordo sulla scheda attività). Ulteriori esperimenti vengono suggeriti dalla prima esperienza e dalla seguente

analisi in gruppo. In particolare la discussione deve affrontare alcuni nodi: quali aspetti del fenomeno si vuole indagare, cosa risulti poco chiaro a seguito della prima parte dell'indagine e vada analizzato a parte. I gruppi formuleranno delle proposte per modificare l'attività (ripetere l'esperienza modificando altri parametri) e cercare di dar risposta alle nuove domande. Per esempio l'attività andrà ripetuta variando l'altezza da cui viene fatto cadere un oggetto, per osservare che il tipo di suono non cambia variando altezza o dimensioni, ma ne cambiano acutezza e volume. Una volta identificati i punti rilevanti (altezza, volume -inteso come intensità del suono- e qualità del suono) si procede ad attività successive, pianificando delle modifiche dell'attività per supportare le proprie spiegazioni o rispondere a nuove domande.

Si riporta di seguito la scheda dell'esperienza, con alcune indicazioni operative:

Materiali:

- righelli e plastilina per sostenerli in posizione verticale;
- coppie di oggetti dello stesso materiale e forma, ma di diverse dimensioni (graffette metalliche, bulloni, palline di carta stagnola, matite, monete, elastici, stuzzicadenti, cubetti di polistirolo, regoli di plastica ...).

Svolgimento:

Utilizzando come riferimento il righello verticale, far cadere tutti gli oggetti dalla stessa altezza e classificarli in base al suono prodotto.

Compilare una tabella ordinando gli oggetti in base al volume del suono che producono urtando il piano: dal più intenso al più debole.

Compilare una seconda tabella ordinando gli oggetti in base all'altezza del suono che producono urtando il pavimento: dal suono più acuto al più profondo.

Osservando le tabelle provare a rispondere alle seguenti domande:

- Cosa accade facendo cadere gli oggetti da altezze diverse?
- Cosa accade facendo cadere oggetti simili, ma di dimensioni diverse?

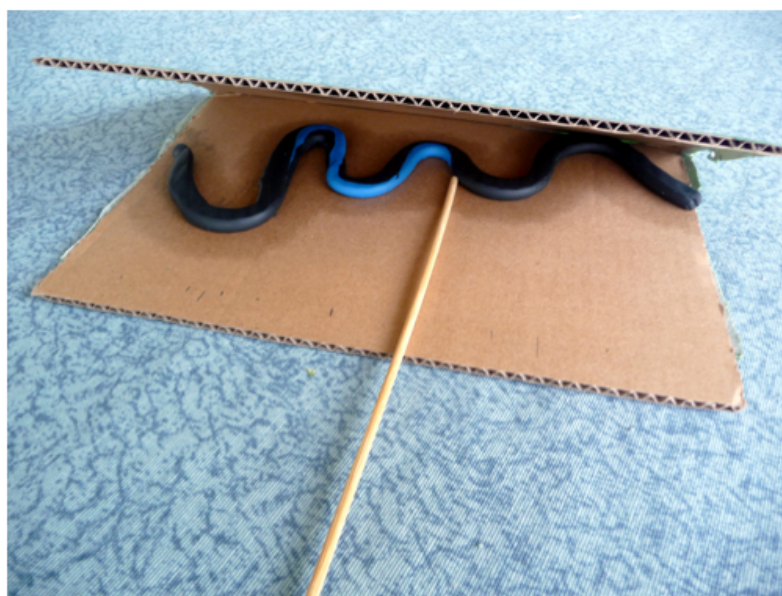
A conclusione di questa attività ci si aspetta che gli allievi identifichino i parametri significativi del fenomeno (altezza, intensità e timbro del suono) e mettano in correlazione la dimensione degli oggetti in caduta con l'altezza del suono prodotto. In particolare si osserverà che nelle coppie di oggetti identici (ma di dimensioni diverse) l'oggetto di dimensioni maggiori produrrà un suono più

profondo, se confrontato con il suono prodotto dallo stesso oggetto più piccolo. L'altezza del suono, invece, non sarà legata all'altezza dalla quale verrà lasciato cadere l'oggetto. Gli allievi inoltre riconosceranno la difficoltà nel valutare oggettivamente i risultati delle proprie osservazioni, ricavate con il solo uso dei propri sensi.

2.2 STUDIO DI UNA SCATOLA NERA: MISURA DI GRANDEZZE INDIRETTE PER RAPPRESENTARE QUANTO NON È DIRETTAMENTE ACCESSIBILE

La presente attività consiste nella ricostruzione di un profilo ondulato non direttamente visibile (scatola nera), definendo un metodo per rappresentare al meglio la parte inaccessibile.

Nel corso della prima attività gli allievi hanno usato i propri sensi (vista e udito) per studiare il comportamento sonoro di alcuni oggetti, tuttavia i sensi non sono sufficienti a dare una rappresentazione esauriente della realtà che ci circonda. In parte questo limite potrebbe essere già emerso e sarà cura dell'insegnante evidenziare le difficoltà incontrate all'interno del gruppo nel tentativo di classificare suoni dalle caratteristiche simili (intensità prossime, o altezze vicine).



Per esplicitare questo limite, viene introdotta una scatola nera, ovvero un oggetto il cui contenuto risulti in parte inaccessibile. Si tratta di una busta di cartone con un lato aperto, al cui interno si può scorgere una parte del contenuto: una serpentina sottile di plastilina che costituisce un fondale ondulato dell'oggetto.

Agli allievi l'oggetto viene proposto, in modo che lo esaminino utilizzando i sensi per scoprirlo e descriverlo, per esempio con un disegno. L'insegnante, in fase di realizzazione della scatola nera, cercherà di renderne difficilmente riconoscibile l'interno.

Va quindi studiato un metodo per ricostruirne l'interno, senza aprire la scatola. L'insegnante può presentare degli oggetti utili allo scopo (una bacchetta di legno sottile, un righello, strisce di carta millimetrata), lasciando spazio a una breve discussione sul metodo da adottare. Se una proposta non dovesse emergere rapidamente, l'insegnante indirizzerà la discussione nella direzione cercata.



Si effettua una misura di lunghezza (per confronto) inserendo la bacchetta di legno all'interno della scatola, fino a raggiungere il profilo interno, quindi la parte di bacchetta penetrata all'interno della scatola va misurata e la lunghezza annotata in una tabella assieme alla posizione in cui si sia effettuato il sondaggio (espressa come

distanza dal bordo laterale della scatola). Nel corso dello svolgimento di questa attività è opportuno fare attenzione ad alcuni aspetti: va sottolineata la necessità di effettuare una misura procedendo in modo accurato (la bacchetta andrà inserita ortogonalmente al lato della scatola e bloccata appena avrà incontrato il profilo di plastilina, senza penetrarvi all'interno); va discusso l'esatto significato della lunghezza della bacchetta che di volta in volta viene riportata nella tabella (e che se utilizzata direttamente per disegnare il profilo porterà ad ottenere un profilo speculare a quello cercato); va infine chiarito come riportare in tabella le lunghezze misurate, abbinandole ogni volta alla posizione in cui viene effettuato il sondaggio. Per esempio, può essere utile incollare sul bordo aperto della busta di cartone una striscia di carta millimetrata, da utilizzare per annotare la distanza tra i singoli sondaggi all'interno della scatola. A questo scopo va discusso come migliorare la precisione, ricordando che quante più misure si saranno effettuate, tanto più precisa sarà la rappresentazione del profilo, ma che diverrà superfluo effettuare misure troppo ravvicinate.

I dati ricavati consentiranno di realizzare un diagramma cartesiano che riporti in ascissa la distanza dal bordo laterale dei punti in cui si siano effettuati i sondaggi e in ordinata la lunghezza della parte penetrata all'interno della bacchetta (opportunamente sottratta dall'altezza totale della scatola) espresse in centimetri. Alla fine la scatola andrà aperta per confrontare il profilo ricostruito, mediante i dati misurati, con il profilo originale. In questo caso sarà utile osservare come i vari disegni realizzati con un numero crescente di misure effettuate costituiscano un'approssimazione sempre migliore del profilo originale.

Si riporta di seguito la scheda dell'esperienza, con le indicazioni per la realizzazione della scatola nera:

Materiali:

- cartone, nastro adesivo, plastilina;
- bastoncini di bambù per spiedini;
- un righello, fogli di carta e matite.

Preparazione:

Ritagliare due rettangoli di cartone aventi il lato maggiore di circa 25 cm e il lato minore rispettivamente di 15 cm e 17 cm. Modellare con la plastilina un serpente sottile lungo circa 22-25 cm. Fissarlo, schiacciandolo leggermente per farlo aderire al rettangolo maggiore, in modo da realizzare un fondo ondeggiante interno al rettangolo (gli estremi del serpente devono entrambi raggiungere i lati minori del rettangolo). Coprire con il rettangolo più piccolo in modo da allineare i due lati minori e il lato maggiore più vicino al serpente. Fissare tutto con il nastro adesivo in modo da ottenere una busta aperta sull'altro lato maggiore (dove il rettangolo maggiore emergerà per una striscia alta 2 cm). Incollare una striscia di carta millimetrata sulla striscia del rettangolo maggiore rivolta verso l'altro rettangolo.

Svolgimento:

- Ricostruire il fondale della busta utilizzando quanto si può osservare dal lato ispezionabile e disegnare il profilo a onde che si riesce a intuire in questo modo.
- Utilizzare il bastoncino di bambù per fare dei sondaggi e misurare quanto penetra all'interno della busta prima di incontrare l'ostacolo di plastilina.
- Raccogliere in una tabella le misure così ottenute annotando su due colonne la posizione in cui si sono effettuate le misure e il corrispondente risultato.
- Utilizzando i dati della tabella, ricostruire il profilo di plastilina nascosto: prima riproducendo i punti sul foglio, poi cercando di collegarli.
- Come si possono ottenere delle misure più precise?
- Ogni gruppo scambia tabella e disegni con gli altri gruppi. I membri dell'altro gruppo proveranno a descrivere oralmente il profilo che l'altro gruppo ha ricostruito: dapprima utilizzando soltanto la tabella di dati, quindi il disegno.
- Alla fine della discussione i gruppi aprono le rispettive buste di cartone e controllano quanto la propria ricostruzione si avvicina al profilo originale.

Questa attività può venir proposta all'interno di un percorso sul suono, come analogia per comprendere il funzionamento del Sonar utilizzato dalle navi per ricostruire i fondali marini. Si ritiene tuttavia che il riferimento all'utilizzo del Sonar sia piuttosto debole e il tipo di salto logico che si chiede agli allievi non sempre affrontabile.

Alla fine di questa attività gli allievi osservano come sia fondamentale affidarsi a uno strumento di misura e a un metodo condiviso e riproducibile. La parte finale dell'attività, nel corso della quale i gruppi di allievi si scambiano le tabelle di dati per poter descrivere il profilo ignoto, assolve questo scopo. Si ritiene infine utile consentire agli allievi l'apertura della scatola nera, per poter fare personalmente il confronto tra il profilo reale interno alla scatola e le ricostruzioni realizzate nelle fasi successive dell'attività: la prima realizzata in base alla sola osservazione, una seconda

realizzata sulla base di un numero limitato di sondaggi relativamente distanti, una terza con un numero piuttosto alto di punti ottenuti con sondaggi ravvicinati.

3. MOLLE E ALTALENE: ALCUNE SEMPLICI ESPERIENZE CON LE OSCILLAZIONI PER LA QUINTA CLASSE DELLA SCUOLA PRIMARIA

Lo studio dei moti oscillatori di pendoli e molle è un argomento fisico complesso, ma, se opportunamente calato in un contesto familiare all'allievo, può rappresentare una buona occasione per introdurre la complessità di un fenomeno e la necessità di individuare la presenza di diversi parametri.

In questo caso l'introduzione del fenomeno può affiancare la discussione per far emergere le esperienze degli allievi a una prima fase di tipo pratico che consenta di individuare i parametri significativi e allo stesso tempo accumulare un patrimonio di esperienze comuni a tutto il gruppo. Sarà, quindi, possibile definire l'esperimento vero e proprio. All'esecuzione dell'esperimento, seguirà l'annotazione dei dati in tabella, la loro rappresentazione mediante grafici, la discussione dei risultati sulla base del grafico e il confronto con le idee e ipotesi iniziali.

Da ultimo si può proporre, come rinforzo del lavoro svolto, lo studio di una situazione simile, un secondo esperimento, che presenti delle analogie con quanto già osservato e delle evidenti differenze che permettano di estendere lo studio del fenomeno su un piano più generale.

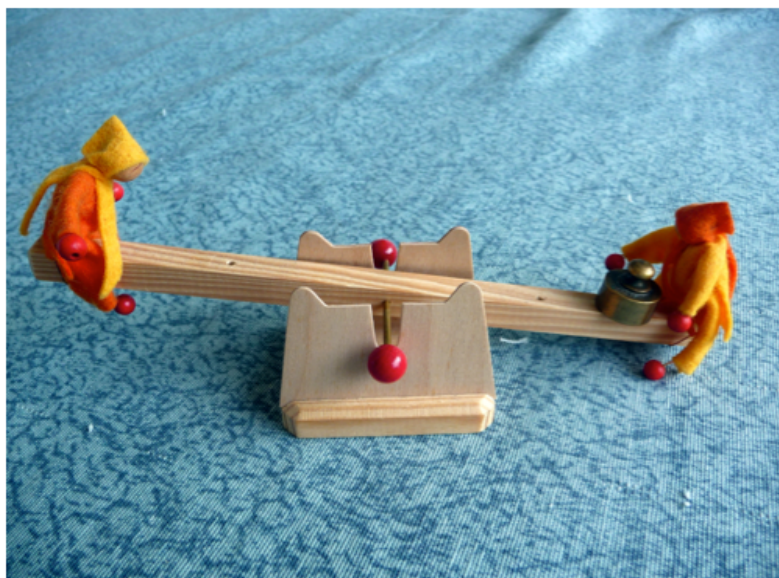
3.1 GIOCANDO CON LE ALTALENE

L'unità sulle altalene può venir avviata a partire dalla discussione dell'esperienza degli allievi. In particolare si possono definire alcune parole sul cui significato tutti concordino e che possano descrivere quanto accade in questo contesto. Ad esempio, a partire dalla discussione sul dondolio dell'altalena, dalla regolarità di tale dondolio e da quanto intenso questo possa essere si possono introdurre espressioni come oscillazione, frequenza e ampiezza dell'oscillazione. Nel raccontare le loro esperienze (come si va in altalena, come «si fa forza» per dondolare tanto, come ci si

ferma), i ragazzi difficilmente parleranno della lunghezza delle corde dell'altalena, del peso del bambino che dondola o della frequenza dell'oscillazione, ma saranno proprio questi l'oggetto dell'indagine. Sulla base di questa prima discussione, si progetta una sessione al parco giochi, nel corso della quale provare alcune delle affermazioni che sono emerse nella fase precedente. Sarà importante arrivare in questa fase dopo aver già pianificato le prove da effettuare. Il gioco sull'altalena diventa oggetto di osservazione. Per rendere confrontabili tra loro tutte le prove sarà opportuno annotare metodi sempre uguali per azionare l'altalena: i bambini devono imparare che per studiare un fenomeno devono mettersi sempre nelle medesime condizioni.

Dapprima si farà dondolare l'altalena, lasciandola cadere sempre da una posizione concordata all'inizio e senza che nessuno vi sia seduto sopra. La prima serie di prove avrà lo scopo di controllare se l'oscillazione dell'altalena avviene con regolarità. Per esempio si può scandire l'oscillazione battendo le mani, dopo aver concordato una posizione in corrispondenza della quale vanno battute (la posizione iniziale ad esempio). Il ritmo regolare del battito delle mani del gruppo, dovrebbe consentire di individuare la regolarità dell'oscillazione. A questo punto l'esplorazione del fenomeno può proseguire modificando vari parametri e osservandone gli effetti sul ritmo dell'oscillazione. Per esempio, la prova verrà ripetuta facendo sedere un ragazzo sull'altalena e avendo l'accortezza di far partire l'oscillazione allo stesso modo dell'esperienza precedente: per poter confrontare le due prove, è importante che il ragazzo non si muova, ma si lasci dondolare, allo stesso modo con cui era stata fatta dondolare l'altalena vuota. In seguito si possono variare le ampiezze delle oscillazioni (facendo partire l'altalena da punti diversi), senza variare la lunghezza delle corde e il contenuto dell'altalena (sempre lo stesso ragazzo, o sempre il sedile vuoto). Di nuovo l'esperienza andrà ripetuta modificando la lunghezza delle corde e mantenendo fissi l'ampiezza dell'oscillazione e il contenuto dell'altalena. L'oscillazione andrà scandita sempre

battendo le mani a tempo. Il tipo di giochi presenti al parco e il tempo a disposizione, potranno suggerire altri tipi di prove. Per esempio, con l'altalena a bilancia, si possono confrontare le masse di due bambini e, una volta passati all'altalena tradizionale, vengono confrontate le frequenze delle loro oscillazioni.



Si noti che in questa prima fase è possibile effettuare soltanto un'analisi qualitativa della regolarità del periodo, in quanto è estremamente difficile operare dei confronti tra oscillazioni successive. Nemmeno la presenza di più altalene sulla stessa struttura consente di superare questo limite, poiché i tempi di reazione all'avvio delle prove interferiscono con il sincronismo delle oscillazioni e ostacolano il confronto diretto del ritmo delle oscillazioni.

Al rientro in classe, vanno discusse le esperienze al campo giochi annotandone i punti salienti. Per ricordare meglio quanto osservato, si può realizzare un'altalena per omini giocattolo, nella quale si possano agevolmente variare lunghezza delle corde, massa dell'omino e ampiezza dell'oscillazione.

Individuati i parametri significativi (lunghezza, massa, ampiezza dell'oscillazione) e la grandezza che ne potrebbe venir influenzata (durata dell'oscillazione), si progetta l'esperimento.



Questo deve consentire di effettuare ogni prova modificando una sola variabile e mantenendo fisse tutte le altre, per poter valutare con sicurezza quale parametro vada modificato al fine di variare la frequenza di oscillazione. In quest'ottica si realizzano dei pendoli legando all'estremità di uno spago degli elementi metallici. I pendoli vanno appesi a delle bacchette orizzontali e fatti oscillare nel corso delle varie prove. La massa appesa al pendolo verrà modificata variando il numero di elementi identici fissati. Sull'ampiezza si agirà liberando il pendolo da posizioni diverse per avviare l'oscillazione. L'oggetto così realizzato è una riproduzione dell'altalena del parco dove è possibile evidenziare e modificare i parametri significativi: un modello semplificato per studiare il fenomeno complesso.



Va discusso il metodo da adottare per misurare la durata delle oscillazioni. La scelta dello strumento di misura più appropriato e del metodo migliore per ridurre eventuali errori va chiarita e condivisa prima di procedere. Si possono fare delle prove per chiarire che non è consigliabile misurare direttamente con un cronometro la durata (periodo) di una singola oscillazione, vanno invece presi in considerazione intervalli di tempo prefissato (ad esempio di 15 secondi) nel corso dei quali contare il numero di oscillazioni complete. Una misura diretta del periodo dell'oscillazione può, a causa dei tempi di reazione nell'azionare il cronometro, dare dei risultati molto diversi nel corso di prove successive con l'apparato sempre identico, mentre la scelta di un metodo indiretto permette di ridurre l'effetto di questo tipo di errore sulla misura effettuata. Ogni misura andrà ugualmente ripetuta per affinare il metodo, nonostante una volta definita la procedura con il conteggio delle oscillazioni comprese in un intervallo di tempo sufficientemente lungo non si osservino dispersioni dei valori ottenuti. Gli allievi suddivisi in gruppi vengono incaricati delle varie operazioni (avvio e arresto del cronometro, conteggio delle oscillazioni, azionamento del pendolo) e si raccolgono tre serie di misure, modificando un parametro solo alla volta. Si riporta dapprima in una tabella il numero oscillazioni contate in 15 secondi in funzione della lunghezza del pendolo, in una seconda tabella il numero di oscillazioni in funzione del numero di masse appese, in una terza tabella il numero di oscillazioni in funzione dell'ampiezza dell'oscillazione (in questo caso per evitare di quantificare l'ampiezza, è sufficiente fare una prova semi quantitativa ripetendo la misura per due ampiezze di oscillazione significativamente diverse).

I dati delle tre tabelle vanno utilizzati per tracciare altrettanti grafici. Il calcolo della durata delle oscillazioni (periodo) può venir effettivamente utilizzato per la stesura dei grafici nel caso si decida di proporre l'esperimento all'inizio della Scuola secondaria di primo grado. Con gli allievi più giovani è sufficiente chiarire il legame tra il numero di oscillazioni complete nell'intervallo di tempo preso in esame e la durata della singola oscillazione. Sulla base di tabelle e grafici si ridiscutono le esperienze fatte con l'altalena, evidenziando che si individua una correlazione solo tra lunghezza del pendolo e periodo dell'oscillazione.

Si riporta di seguito la scheda dell'esperienza, con le indicazioni per l'assemblaggio dei pendoli e l'esecuzione dell'esperimento:

Materiali:

- una bacchetta di legno o righello;
- corda sottile;
- otto elementi metallici o grossi dadi per bullone;
- nastro carta;
- cronometro.

Preparazione dei pendoli:

- Tagliare sei pezzi di corda lunghi rispettivamente 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm, 70 cm.
- Annodare all'estremo di ognuna delle corde un dado.
- Misurare, a partire dal nodo sopra il dado, rispettivamente 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm e segnare una tacca con un pennarello.

Svolgimento:

- Fissare, con del nastro carta, la bacchetta o righello a un banco, in modo che emerga per circa 10 cm. Prendere il pendolo più lungo e fissarlo (utilizzando la tacca come riferimento) con del nastro carta alla bacchetta. Il pendolo deve risultare lungo 60 cm, e deve essere libero di oscillare trasversalmente rispetto alla bacchetta senza incontrare ostacoli. Far oscillare il pendolo e con l'aiuto del cronometro contare il numero di oscillazioni complete in un intervallo di 15 secondi. Ripetere l'operazione facendo oscillare il pendolo con ampiezze diverse. Riportare i dati in una tabella (non potendo quantificare l'ampiezza, utilizzare dei riferimenti e riportare i dati annotando l'ampiezza crescente).

- Fissare un'ampiezza per eseguire le prove successive.

Fare oscillare il pendolo lungo 60 cm con un solo dado e contare il numero di oscillazioni complete in un intervallo di 15 secondi. Ripetere l'operazione aggiungendo prima uno, poi due dadi. Riportare i dati in una tabella di due colonne annotando numero di dadi e numero di oscillazioni.

- Fissare un'ampiezza per eseguire le prove successive.

Fare oscillare dapprima il pendolo lungo 60 cm (con un solo dado) e contare il numero di oscillazioni complete in un intervallo di 15 secondi. Ripetere l'operazione sostituendo di volta in volta i pendoli di lunghezza diversa (da 50 cm a 10 cm).

Riportare i dati in una tabella di due colonne annotando la lunghezza dei pendoli e il numero di oscillazioni.

Riportare i dati della tabella in un grafico in cui la lunghezza del pendolo risulti in ascissa (asse orizzontale) e il numero di oscillazioni in ordinata (asse verticale).

Nota: fare alcune prove preliminari per stabilire un metodo efficace per contare le oscillazioni, avviare e arrestare rapidamente il cronometro e annotare correttamente gli intervalli di tempo. Per ogni prova, prendere almeno tre misure.

Osservando le tabelle, provare a rispondere alle seguenti domande:

- Come si calcola la durata di un'oscillazione?
- Da cosa dipende la durata di un'oscillazione? Dall'ampiezza dell'oscillazione, dalla lunghezza del pendolo o dal numero di masse appese?

- L'altalena viene fatta oscillare prima da sola, poi con un bambino sopra. Quando dondola più rapidamente?

Fissare tutti i pendoli (lunghezze diverse, masse uguali) sulla stessa bacchetta e osservarli dondolare contemporaneamente.

Alla fine di questa unità gli allievi osserveranno la dipendenza del periodo di oscillazione del pendolo dalla lunghezza. In base ai dati ricavati potranno concludere che la frequenza di oscillazione aumenterà al diminuire della lunghezza del pendolo, mentre rimarrà invariato al variare della massa appesa.

3.2 MOLLE OSCILLANTI

La seconda parte dell'unità sulle oscillazioni è più complessa, poiché vengono fatte oscillare verticalmente delle molle, situazione in cui la separazione di due parametri (massa e lunghezza) non è netta.

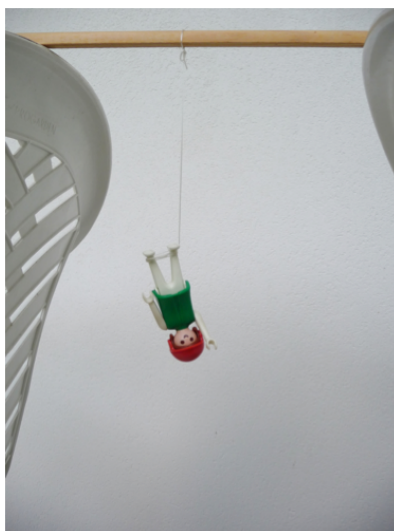
Una volta raccolte le ipotesi su cosa i ragazzi si attendano, si fa oscillare la molla e si conta il numero di oscillazioni in un intervallo di tempo fissato. Prima di procedere, è opportuno discutere come rappresentare la lunghezza della molla che in questo caso andrà espressa con il numero di avvolgimenti e non con una lunghezza espressa in centimetri.

Le prove verranno ripetute variando il numero di spire lasciate libere di oscillare verticalmente in modo da ottenere dati per almeno quattro lunghezze diverse della molla.



Si annotano in una tabella il numero di oscillazioni in un intervallo di tempo (15 secondi) in funzione del numero di spire della molla. I dati vanno quindi riportati in un grafico che andrà utilizzato per discutere il fenomeno e confrontarlo con l'esperienza precedentemente effettuata con le altalene.

Come conclusione dell'attività, la classe viene coinvolta in una gara di *bungee jumping* con degli omini legati a un elastico. La massa appesa all'elastico verrà modificata facendo indossare all'omino una cintura di dadi.



Si riporta di seguito la scheda dell'esperienza, con le indicazioni per il montaggio della molla e una traccia delle attività:

Materiali:

- una molla (preferibilmente metallica) di tipo *slinky*;
- una bacchetta di legno o righello (da 60 cm);
- nastro carta;
- cronometro;
- tre grossi dadi per bulloni o pesetti da bilancia (50 g).

Svolgimento:

- Fissare con del nastro carta la bacchetta o righello a un banco, in modo che emerga per circa 20 cm.

Con il nastro carta, fissare assieme parte delle spire della molla in modo che restino libere di oscillare 50 spire. Agganciare la molla alla bacchetta in modo che le spire incollate stiano sopra la bacchetta e le spire libere oscillino verticalmente al di sotto della bacchetta.

Tendere verso il basso la molla e lasciarla libera di oscillare. Contare il numero di oscillazioni complete in un intervallo di 15 secondi.

Tendere verso il basso la molla, aumentando la lunghezza iniziale e contare il numero di oscillazioni, ripetere di nuovo aumentando ulteriormente la lunghezza iniziale. Riportare i dati in una tabella (non potendo quantificare l'ampiezza, utilizzare dei riferimenti e riportare i dati annotando l'ampiezza crescente).

Fissare una lunghezza iniziale della molla per tutte le prove successive. Tendere la molla (con 50 spire libere) e contare il numero di oscillazioni complete in un intervallo di 15 secondi. Bloccare altre 10 spire con il nastro carta e ripetere le operazioni utilizzando solo 40 spire libere. Ripetere le misure con rispettivamente 30 e 20 spire libere di oscillare.

Riportare i dati in una tabella di due colonne annotando il numero di spire libere e il numero di oscillazioni.

Riportare i dati della tabella in un grafico in cui il numero di spire risulti in ascissa (asse orizzontale) e il numero di oscillazioni in ordinata (asse verticale).

- Fissare una lunghezza iniziale della molla per tutte le prove successive.

Tendere la molla (con 50 spire libere) e contare il numero di oscillazioni complete in un intervallo di 15 secondi. Ripetere l'operazione aggiungendo un pesetto alla volta.

Riportare i dati in una tabella di due colonne annotando il numero di pesetti e il numero di oscillazioni.

Attenzione: agganciare alla molla pesetti piccoli (ma di massa non trascurabile rispetto al resto della molla) per evitare deformazioni permanenti.

Nota: fare alcune prove preliminari per stabilire un metodo efficace per contare le oscillazioni, avviare e arrestare rapidamente il cronometro e annotare correttamente gli intervalli di tempo. Per ogni prova, prendere almeno tre misure.

Osservando le tabelle, provare a rispondere alle seguenti domande:

- Come si calcola la durata di un'oscillazione?

- Da cosa dipende la durata di un'oscillazione? Dall'ampiezza dell'oscillazione o dalla lunghezza della molla?

Nel corso di questa attività gli allievi studiano le oscillazioni longitudinali di una molla. Questo tipo di oscillazione e le oscillazioni del pendolo vengono riconosciute come fenomeni appartenenti alla medesima categoria.

Sulla base dei dati ottenuti si osserva una correlazione tra la lunghezza della molla oscillante verticalmente e il periodo delle oscillazioni. In particolare la frequenza dell'oscillazione aumenta al diminuire del numero di avvolgimenti della molla. In questo caso, tuttavia non è possibile correlare la lunghezza dalla massa dell'oggetto oscillante.

BIBLIOGRAFIA

MCDERMOTT L. C., SHAFFER P. S. AND CONSTANTINOU C. P.

2000, *Preparing teachers to teach physics and physical science by inquiry*, in *Physics Education* 35 411.

MCDERMOTT L. C. AND THE PHYSICS EDUCATION GROUP AT THE UNIVERSITY OF WASHINGTON

1996, *Physics by Inquiry Volume I*, Wiley.

MINISTERO DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE

2007, *Indicazioni per il curricolo per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo d'istruzione*, Roma, Ministero della Pubblica Istruzione.

OSBORNE J. DILLON J.

2008, *Science Education in Europe: Critical reflections. A Report to the Nuffield Foundation*, London, The Nuffield Foundation.

QUALIFICATIONS AND CURRICULUM DEVELOPMENT AGENCY

1999, *Attainment targets for Science: Scientific enquiry*, estratto dal National Curriculum for England Key stages 1-4, 1999

<curriculum.qcda.gov.uk/key-stages-1-and-2/subjects/science/attainmenttargets/index.aspx>; Sito consultato il 19/10/2010.

SLAVICK FRANK M., JONES R. M., KROCKOVER G. H., LANG M. P., MCLEOD J. C., VALENTA C. J., VAN DEMAN B. A.

2000, *Harcourt science grade 4*, Boston, Houghton Mifflin Harcourt.