

Il laboratorio per superare le difficoltà di apprendimento

MARTA GOLDONI¹, LUCA MALAGOLI²

¹ Docente di sostegno presso l'Istituto Galvani Iodi, Reggio Emilia

² Fisico, Responsabile scientifico del Museo della Bilancia, Campogalliano (Modena)

Nell'ottica di una **didattica inclusiva**, capace di pensare il curricolo come ricerca flessibile e personalizzata della massima competenza possibile per ciascun alunno¹, si è tentato di utilizzare alcune esperienze laboratoriali che si attengono al contesto quotidiano per facilitare l'apprendimento di contenuti teorici previsti dal programma di fisica della classe. Nello specifico, un gruppo di studenti, nel quale sono inseriti soggetti con disabilità e bes², prepara alcune esperienze, le analizza e le ripropone alla classe come momento introduttivo all'unità didattica progettata dal docente.

L'IDEA DA CUI NASCE IL PROGETTO

Si parte da un luogo comune: alcune discipline scolastiche, a torto o a ragione, sono ritenute *difficili*, a priori, da comprendere. In particolare quelle appartenenti alle cosiddette *scienze dure* si pensa siano per pochi eletti. Tra queste rientra a pieno titolo la fisica.

Pur non volendo entrare nel merito delle affermazioni precedenti, in quanto esterne rispetto ~~al merito~~ del presente lavoro, è bene ricordare come proprio la fisica, pur appartenendo a questa categoria, possiede un indubbio vantaggio, condiviso con altre discipline come la biologia o la chimica³: la possibilità di ricorrere alla sperimentazione per provare la teoria. E non è un vantaggio trascurabile.

Partendo da questa semplice e in parte scontata considerazione e pescando dalle esperienze precedenti in termini di laboratori di fisica realizzati con materiali di facile reperibilità e basso costo, si è pensato di estendere l'idea per utilizzare il laboratorio come strumento per permettere agli studenti



in situazioni di difficoltà di apprendimento, non solo di apprendere con maggiore probabilità di successo, ma anche di trovare gratificazioni in un lavoro in cui sono protagonisti. Anzi, in cui assumono un ruolo di primo piano anche nei confronti del resto della classe, in quanto avranno la responsabilità di introdurre un argomento non ancora trattato dal docente disciplinare.

Al fine di rendere gli esperimenti comprensibili e adatti agli sperimentatori, si è privilegiato il discorso qualitativo rispetto quello quantitativo; in altri termini si vuole introdurre il principio fisico, senza entrare nel dettaglio, lavorando sulle idee e non sui numeri. Risultato perseguibile attingendo, non al libro di testo della classe, ma all'ampia manualistica scientifica⁴ in cui sono proposti diversi esperimenti sui vari temi della fisica classica e moderna. Il lavoro di quantificazione, certamente necessario in un contesto classe, viene lasciato alla discrezione del docente disciplinare, al quale, alla

1 Vedi Nota USR Emilia Romagna n. 6721, 2013

2 Bisogni Educativi Speciali

3 Pur senza voler entrare nel merito della discussione, in questo lavoro al termine discipline scientifiche si assegna un significato stringente, legato al metodo scientifico galileiano

4 In merito si veda la bibliografia presente in coda all'articolo

fine, compete la preparazione della classe.

L'attività laboratoriale di fisica assume, quindi, più valenze: offre un canale alternativo a quello della lezione frontale, permettendo a studenti in difficoltà con l'approccio astratto di trovare una via alternativa all'apprendimento dei medesimi contenuti. Consente agli studenti con difficoltà di apprendimento di assumere un ruolo di "esperto", e quindi di protagonista, nel contesto della lezione. offrendogli la possibilità di valutare in termini positivi e corretti le proprie capacità di apprendimento. L'attività laboratoriale permette di apprendere facendo e di usare un percorso induttivo, che partendo dall'osservazione di una situazione particolare e concreta *guida* la riflessione sul principio. Essa rappresenta un'occasione preziosa per attuare una didattica inclusiva che *tiene conto della singolarità e complessità di ogni persona, della sua articolata identità, delle sue aspirazioni, capacità e delle sue fragilità*⁵. Questo approccio vuole lasciare spazio all'originalità dei singoli studenti, con o senza disabilità, proponendo una pluralità di contesti, di linguaggi e di strumenti alla classe per far sì che ognuno possa individuare quello più adeguato al suo stile di apprendimento. In questo modo gli studenti sono messi nella condizione di poter dare il meglio di sé nella costruzione condivisa del sapere.

LA STRUTTURA DEL PROGETTO

Il progetto è stato articolato in cinque parti: definizione del progetto; scelta dell'argomento; scelta degli esperimenti; preparazione degli studenti "esperti"; presentazione degli esperimenti alla classe.

1. Definizione del progetto

Prima di tutto è stato svolto un lavoro di discussione e confronto con il docente curricolare⁶ per avere indicazioni precise relativamente al programma della classe coinvolta, oltre a chiedere la sua disponibilità a permettere la sperimentazione. La classe coinvolta è una prima superiore dell'Istituto Galvani Iodi di Reggio Emilia, indirizzo OSS (Operatore Socio Sanitario); l'ordine di scuola e la classe scelte prevedono un programma di fisica molto limitato, principalmente incentrato sugli aspetti fondamentali della fisica classica, in funzione di un orario settimanale ridotto (due ore a settimana) ed è una materia presente solo nelle classi prime. La struttura oraria non consente nemmeno una frequenza costante e proficua del laboratorio di fisica. Quest'ultimo aspetto, in particolare, ha attirato l'attenzione di chi scrive, proprio in relazione alla convinzione dell'importanza dell'aspetto fenomenologico per gli studenti, a maggior ragione per quelli con difficoltà di apprendimento.

2. Scelta dell'argomento

Avuta la disponibilità dell'insegnante curricolare a permettere la sperimentazione in orario scolastico si è passa-

ti alla seconda fase, dedicata alla scelta degli argomenti da trattare con la sperimentazione. Il programma disciplinare è il seguente:

- Modulo 1** : grandezze fisiche e misure
- Modulo 2** : media matematica della serie di misure
- Modulo 3** : rappresentazione grafica
- Modulo 4** : forze e vettori
- Modulo 5**: il moto di un corpo
- Modulo 6** : peso e massa
- Modulo 7** : principi della dinamica
- Modulo 8** : equilibrio di un corpo
- Modulo 9** : i fluidi e la pressione
- Modulo 10** : densità e spinta di Archimede

Come si vede anche ad una prima lettura le possibilità di lavoro sono molteplici, ad esclusione, forse, dei primi tre moduli, orientati verso la costruzione di una base matematica minima necessaria allo studio quantitativo della fisica. I rimanenti moduli si prestano tutti ad una trattazione qualitativa inizialmente sperimentale.

La scelta dell'argomento, pur privilegiando altri aspetti, non ha trascurato il periodo dell'anno⁷ scolastico in cui si è ritenuto opportuno calendarizzare l'intervento, ma, soprattutto, si è valutata con molta attenzione la possibilità di eseguire semplici esperimenti scientifici qualitativi con materiale di facile reperibilità e semplicemente riproducibili anche al di fuori del laboratorio attrezzato. Infatti, l'attività si è scelta di farla svolgere in classe, pur prevedendo la sperimentazione a gruppi da parte dei discenti.

Alla fine la scelta è caduta sul *Modulo 8, Equilibrio di un corpo*. Pur avendo una gamma di possibilità abbastanza ampia, l'argomento selezionato è stato valutato particolarmente adatto in quanto offre un'ampia scelta di esperimenti di facile riproducibilità a costo zero, alcuni dei quali solitamente affascinanti in quanto sorprendenti. All'interno dell'argomento *Equilibrio*, i concetti fisici principali sono quelli di: equilibrio stabile, instabile o indifferente; baricentro o centro di massa; baricentro o centro di massa di una figura estesa. Come è ovvio ognuno dei precedenti concetti può essere velocemente definito in modo ortodosso, ma la sfida lanciata con questo esperimento richiede anche di non ricorrere a definizioni difficili da assimilare da parte degli studenti, non per un'intrinseca incomprensibilità, quanto, piuttosto, per una distanza nel linguaggio e nel mondo di riferimento tra definizione e ascoltatore. Ad esempio:

In fisica, in particolare in meccanica classica, il **centro di massa** o **baricentro** di un sistema è il punto geometrico corrispondente al *valor medio della distribuzione della massa del sistema nello spazio*.⁸

In fisica **meccanica** si dice che un sistema (un corpo

⁵ Indicazioni Nazionali per il curricolo 2012

⁶ Professor Slobodan Fazlagić

⁷ Trattandosi di classi prime si è cercato di ritardare la sperimentazione per permettere a tutti gli studenti coinvolti di acquisire un minimo di conoscenze e competenze necessarie per affrontare una disciplina spesso non trattata nella scuola secondaria di primo grado.

⁸ da Wikipedia: http://it.wikipedia.org/wiki/Centro_di_massa

puntiforme, un insieme di particelle, un corpo rigido,...) è in **equilibrio meccanico** quando la sommatoria di tutte le forze esterne e quella di tutti i momenti meccanici esterni risultano nulli.

In formule:

$$\begin{cases} \sum \mathbf{F}^{ext} = 0 \\ \sum \mathbf{M}^{ext} = 0 \end{cases}$$

A seconda del tipo di criticità del potenziale nel punto di equilibrio statico si distinguono tre casi: **equilibrio stabile** (potenziale minimo locale), **equilibrio instabile** (massimo locale o flesso orizzontale), **equilibrio indifferente** (potenziale localmente costante). Nel primo caso una piccola variazione delle condizioni causa un richiamo del sistema verso il punto di equilibrio; nel secondo causa una divergenza, o un allontanamento verso un equilibrio stabile; nel terzo le piccole variazioni portano a nuove configurazioni di equilibrio.⁹

Le definizioni proposte, pur essendo maggiormente complete e complesse rispetto quanto solitamente proposto ad una prima classe della scuola secondaria di secondo grado, certamente evidenziano un'ostilità di fondo; le posso imparare a memoria, probabilmente senza capirne a fondo il senso. Proprio in questa fase si inserisce la parte centrale dell'idea di cui si sta parlando. Si passa alla sperimentazione.

3. Scelta degli esperimenti

Il passo successivo corrispose alla scelta degli esperimenti da proporre agli studenti selezionati per partecipare al progetto. L'argomento individuato, come detto, presenta una grande riproducibilità da un punto di vista sperimentale; quindi, avendo come base esperienze laboratoriali precedenti¹⁰ e una buona quantità e qualità di manualistica scientifica di riferimento¹¹ si è proceduto alla selezione di alcuni esperimenti su cui lavorare per presentarli alla classe completa.

Forchette in equilibrio

Si tratta di un esperimento noto, anche se la spiegazione non lo è altrettanto. Utilizzando due forchette e due stuzzicadenti è possibile mettere le prime in equilibrio sul tappo

di una bottiglia, bruciando alla fine la parte di stuzzicadente eccedente.

Può essere proposto come una sfida, in cui si chiede chi crede di riuscire a mettere due forchette in equilibrio sul tappo di una bottiglia.

L'esecuzione richiede di conficcare uno dei due stuzzicadenti nel tappo, di intrecciare i rebbi delle forchette in modo da mantenere la configura-



zione e di infilare in modo sicuro il secondo stuzzicadente tra i rebbi delle stesse forchette. A questo punto, si pone la struttura composta dalle due forchette e dallo stuzzicadente in equilibrio, attraverso quest'ultimo, sullo stuzzicadente conficcato nel tappo di sughero della bottiglia. Poi si brucia la parte di stuzzicadente eccedente, e si può anche provare a mettere in rotazione la struttura sopra al tappo. La situazione è sufficientemente stabile da permettere di apprezzare l'equilibrio, anche durante la rotazione.

La spiegazione si basa sul concetto di baricentro, o centro di massa di un corpo¹². La definizione di baricentro indica il punto in cui appendere un corpo, anche esteso, in quanto rappresenta il punto di simmetria rispetto alla distribuzione di massa. Ovvero è possibile pensarlo come il punto in cui è concentrata tutta la massa del sistema. Sfruttando la disposizione delle forchette in senso obliquo verso il basso, si porta il baricentro del sistema in un punto posto più in basso rispetto al punto di sospensione, rendendo in questo modo possibile un equilibrio a prima vista impossibile.

Patata che cammina su un filo

Il materiale occorrente è costituito da una patata, due forchette e un filo sottile (bava da pesca, filo di tessuto, altro). Si tratta di un esperimento molto simile al precedente; certamente dal punto di vista della spiegazione e della comprensione del fenomeno non ci sono differenze. In questo caso, però, la realizzazione pratica risulta leggermente più agevole rispetto al caso precedente; inoltre l'esperimento permette di iniziare con ancora maggior convinzione sfidando il resto

delle persone presenti. Infatti la domanda iniziale può essere proprio quella in cui si chiede chi vuole provare a far camminare una patata lungo un filo sospeso nel vuoto, esattamente come fanno gli equilibristi.



domanda iniziale può essere proprio quella in cui si chiede chi vuole provare a far camminare una patata lungo un filo sospeso nel vuoto, esattamente come fanno gli equilibristi.

Come nel caso precedente la spiegazione del fenomeno è basata sul concetto di baricentro; fino a quando ho solo la patata in equilibrio sul filo il baricentro della stessa è localizzato in un punto generico all'interno della pasta del tubero. Appena infilo le due forchette il centro di massa del sistema

9 da Wikipedia: http://it.wikipedia.org/wiki/Equilibrio_meccanico#Equilibrio_statico

10 In questo caso il riferimento è al lavoro di divulgazione scientifica attraverso l'attività laboratoriale portato avanti, nel corso degli anni, da uno degli autori, sia singolarmente, sia per il ruolo ricoperto all'interno del Museo della Bilancia di Campogalliano (MO). Il Museo, da alcuni anni, ha posto tra i propri obiettivi caratterizzanti la diffusione della cultura scientifica fin dalle prime età scolastiche, impostando e svolgendo un ruolo molto importante proprio nella sperimentazione attraverso materiale di facile reperibilità e basso costo. Avendo posto l'accento anche sul valore dell'operazione di misurazione, sempre a partire dai più piccoli, ha accumulato un patrimonio di conoscenze e competenze importante. Per ogni ulteriore chiarimento, oltre a contattare il responsabile scientifico del Museo, è possibile consultare il sito dello stesso: <http://www.museodellabilancia.it/>.

11 Al proposito si rimanda alla bibliografia di riferimento, posta al termine dell'articolo

12 Per la definizione corretta si rimanda a quanto riportato nelle righe precedenti estratto da Wikipedia

si sposta al di sotto del filo di sospensione, rendendo, a questo punto, inevitabile, l'equilibrio sul filo.

Uccellino da dito ovvero farfalle in equilibrio

Questo esperimento può essere eseguito in due modi: acquistando l'oggetto in plastica pronto, ovvero costruendo una situazione del tutto simile in modo semplice. In questo secondo caso è di nuovo possibile sfidare i presenti al



mantenere un uccellino (o farfalla) in equilibrio su un dito appoggiandolo solo per la punta del becco (della bocca nel caso di insetti). Nel caso in cui si decida di costruirlo per intero, si partirà diseg-

gnando una sagoma in due dimensioni dell'uccellino (farfalla) su un foglio di carta, per poi ritagliarla con precisione. Se a questo punto del lavoro si chiede ai presenti di provare ad ottenere l'equilibrio richiesto, molto probabilmente nessuno ne sarà in grado. Si passa quindi a suggerire un ragionamento basato sulla posizione del baricentro, questa volta rispetto all'estremità della sagoma. Infatti questa è disegnata in modo da avere le ali posizionate più avanti rispetto al becco. Nel caso in cui la soluzione corretta non sia trovata, si passerà a suggerire di attaccare due leggere masse (due monete da € 0,01, ovvero due stuzzicadenti, o altri oggetti di massa simile) all'estremità sporgenti delle ali. A questo punto l'equilibrio richiesto è facilmente ottenibile, in quanto le ali ora sono non solo più avanti rispetto al becco, ma anche in posizione più bassa rispetto allo stesso. E di nuovo si può ragionare sul significato di baricentro, o centro di massa. Un passaggio intermedio può essere costituito dal suggerire di piegare a metà la sagoma disegnata; infatti, essendo simmetrica con una piegatura si portano già le ali in posizione inferiore rispetto al becco; ma non è detto sia una condizione sufficiente, in quanto non si modifica la massa dell'oggetto, ovvero il suo centro di massa potrebbe non avanzare e scendere di una quantità sufficiente all'equilibrio richiesto.

Baricentro di una figura estesa

Si tratta di un semplice esperimento con cui introdurre vividamente e con semplicità il concetto di baricentro (o centro di massa) di un corpo esteso. Inoltre permette di passare dall'idea del corpo come punto materiale¹³, all'idea del corpo come oggetto esteso, con una propria area **estesa**, ma non per questo mancante di centro di massa.

L'esecuzione richiede la creazione di una figura piana

¹³ Negli ordini di scuola secondaria si è portati ad introdurre, almeno nei primi anni, delle semplificazioni utili a non perdere di vista il significato fisico del problema sotto esame. Tra queste semplificazioni (lecite e consigliabili nei termini appena ricordati) una delle principali è il pensare un oggetto esteso come costituito da un unico punto, detto punto materiale. Tale punto riassume in sé tutte le caratteristiche dell'oggetto esteso, come la massa. Ovviamente l'approssimazione si avvicina al vero in funzione della simmetria e dell'omogeneità del corpo in studio.

estesa, ritagliabile su un cartocino o un foglio sostenuto; la forma della figura deve essere quanto più possibile irregolare. Creato l'oggetto si passa a determinare la posizione del baricentro dello stesso. Per farlo occorre solamente un filo a piombo. Sfruttando la proprietà di ogni corpo di essere attratto verso il centro della Terra se lasciato libero di muoversi¹⁴, si praticano almeno due (meglio tre) fori vicini al bordo della figura piana ritagliata. A tali fori si lega, con un semplice nodo, il filo a piombo e, dopo averlo lasciato fermare, con l'aiuto di una matita si traccia la verticale partente dal punto di sospensione del filo a piombo. Ripetendo l'esperimento con gli altri fori praticati, il punto di intersezione delle rette tracciate individua il baricentro del corpo irregolare. Per verificarlo è sufficiente riprendere la matita utilizzata per tracciare le verticali e provare a mantenere in equilibrio il cartoncino, posto orizzontalmente, puntando la punta della matita all'intersezione delle verticali.

Pallina su un piano, in una valle o su una cresta

Non si tratta di un esperimento vero e proprio, quanto, piuttosto, della verifica di un concetto fondamentale nell'economia del discorso. Per poter parlare di equilibrio è necessario, prima di tutto, condividere alcune delle idee alla base del concetto stesso. In particolare conoscere le definizioni del tipo di equilibrio sotto studio. L'equilibrio si può presentare in tre condizioni differenti: equilibrio stabile, instabile o indifferente. Le tre definizioni sono rese in modo veloce e chiaro utilizzando un semplice esempio, ponendo una pallina su tre superfici differenti: se la superficie è piana l'equilibrio è indifferente (ovvero spostando la pallina dalla sua posizione di iniziale equilibrio, la stessa permane nella nuova posizione); se la superficie è concava allora l'equilibrio viene detto instabile (ovvero spostando la pallina dalla sua posizione di iniziale equilibrio, la stessa non è più in grado di tornarci se non compiendo lavoro su di essa); infine, se la superficie è convessa l'equilibrio si dice indifferente (ovvero spostando la pallina dalla sua posizione di iniziale equilibrio, la stessa torna naturalmente alla posizione precedente).

Torre sporgente con legnetti kapla

In questo caso l'esperimento viene realizzato in modo leggermente differente da quanto si trova indicato in alcuni dei testi di riferimento. In particolare si vuole mettere in evidenza il concetto per cui, nel caso di un oggetto alto (torre) la stabilità è legata alla proiezione del baricentro verso terra. Infatti, nel caso in cui tale proiezione cada all'interno della superficie di base della torre, quest'ultima risulta stabile. Caso contrario se la proiezione risulta esterna alla superficie di base. Tipico esempio, la torre di Pisa.

Per rendere l'esperimento si chiede ai partecipanti di costruire una torre quanto più alta possibile, utilizzando piccoli parallelepipedi di legno (con spessore nettamente inferiore alle dimensioni degli altri due lati), con l'obbligo di porre il

¹⁴ La sagoma di cartone può essere sostenuta con le mani, ovvero appesa ad una sporgenza praticando in essa un piccolo foro.

legnetto successivo sul precedente, ma almeno un po' de-bordante da un lato. Si vedrà la perdita di stabilità della torre quando il baricentro avrà una proiezione esterna rispetto alla superficie di base. Essendo legnetti simmetrici e omogenei la posizione del baricentro della torre [di](#) può facilmente intuire.

Scatola magica

Si tratta ancora di un esperimento sul baricentro. In questo caso partendo da un risultato sorprendente si invitano gli studenti a provare ad avanzare una spiegazione basata sulla loro esperienza. Occorrono due scatole (identiche) di latta cilindriche con altezza molto minore rispetto al raggio (tipo scatola di latta di tonno). Occorre, altresì, preparare le stesse in precedenza rispetto alla realizzazione della prova. Una delle due scatole viene appesantita tramite l'apposizione di qualche peso all'interno della stessa. Il peso è da porre in prossimità del bordo della scatola, assicurandosi di renderlo solidale con la stessa.

La prova consiste nel far rotolare le due scatole, esternamente identiche, contemporaneamente lungo lo stesso piano inclinato. Al termine della discesa si procede a chiedere una spiegazione agli studenti.

Pallina da ping pong e asciugacapelli

L'esperimento proposto è uno dei più belli e divertenti, anche se per introdurlo è bene specificare come non si tratti di un esperimento di statica, quanto, piuttosto, di un esperimento di statica dei fluidi. Cambiano le caratteristiche fisiche del corpo utilizzato ma si rimane sempre nell'ambito della ricerca delle sue condizioni di equilibrio.

Il materiale occorrente, anche in questo caso come nei precedenti, è estremamente semplice e di facile recupero: bastano un asciugacapelli e una pallina da ping pong (o varianti sul genere). Dopo aver acceso l'asciugacapelli e diretto il getto (va bene l'aria fredda) verso l'alto lo sperimentatore deve inserire la pallina da ping pong all'interno del getto stesso, al fine di trovare la sua posizione di equilibrio. Una volta trovata si procede ad inclinare il getto (ovvero l'asciugacapelli) verso destra e verso sinistra, così da "inclinare" il getto stesso, alla ricerca del limite oltre il quale la pallina cade a terra.

4. La preparazione degli studenti

Inizialmente sono stati individuati, in collaborazione con il docente curricolare, un gruppo di 6 studenti secondo i seguenti criteri:

- difficoltà nell'approccio tradizionale proposto dal docente alla materia
- rendimento scadente nella materia a seguito di certificazione DSA o Disturbo Aspecifico degli apprendimenti
- certificazione di disabilità con programmazione per obiettivi minimi o differenziata ma con trattazione di contenuti molto vicini a quelli della classe
- spiccato interesse e curiosità
- buona capacità comunicativa
- buone abilità manuali

In seguito è stata presentata la proposta agli studenti selezionati lasciando loro libertà di scelta sul aderire o meno alla proposta, valutando l'importanza di avviare il lavoro con un buon grado di motivazione. Su 6, un solo studente ha scelto di non partecipare.

Il gruppo ha dedicato due ore alla preparazione dell'intervento in classe secondo le seguenti fasi:

1. *Proposta di alcune sfide.* Agli studenti sono stati offerti materiali necessari e superflui per poter affrontare il compito proposto.

2. *Costruzione condivisa dei contenuti.* Sotto la guida dei docenti coinvolti, durante il lavoro, hanno sviscerato le riflessioni personali che guidavano le loro ipotesi e i loro tentativi di trovare soluzioni. In questo modo si è giunti alla formulazione di principi e definizioni attraverso il contributo di ciascuno.

3. *Progettazione dell'intervento in classe.* Il gruppo seleziona tra gli esperimenti fatti le esperienze da proporre alla classe in riferimento alla loro efficacia e al tempo a disposizione (1 ora). Si procede poi alla divisione degli esperimenti tra i componenti del gruppo. Ad ognuno di loro viene chiesto di preparare la dimostrazione, di procurare il materiale necessario per offrire la possibilità a piccoli gruppi della classe di provare l'esperimento in contemporanea e di saper spiegare il fenomeno proposto. Infine il gruppo concorda l'ordine e le modalità con le quali proporre gli esperimenti pensando a una presentazione che risulti accattivante, divertente e organizzata in modo logico.

5. L'attività didattica in classe

Il docente ha introdotto il lavoro esplicitandone la finalità e presentando il gruppo degli "esperti". L'intervento è stato aperto da una sfida: è possibile tenere in equilibrio due forchette su di uno stuzzicacandente? gli esperti lasciano fare alcuni tentativi al resto della classe e poi mostrano l'equilibrio. Si procede con la sfida di trovare l'equilibrio per una papata posta su un filo. In questo caso il conduttore dell'esperimento divide la classe in 4 gruppi e consegna a ciascuno una scatola dove sono messi a disposizione materiali di diverso tipo (2 forchette, stuzzicacandenti, scotch, bulloni, forbici) che gli studenti possono usare per cercare di creare l'equilibrio. Il primo gruppo a trovare la soluzione impiega pochi minuti.



Gli esperti propongono alla classe alcune domande volte a ragionare sul concetto di baricentro. L'insegnante interviene il meno possibile lasciando agli esperti la guida del ragionamento con il gruppo classe.

La terza sfida è quella di riuscire a costruire una torre di legnetti (tipo Kapla), in cui ogni legnetto sovrapposto sporga più di quello sottostante verso destra, usando il maggior numero possibile di legnetti. Ancora una volta la classe ha lavorato a piccoli gruppi sfidandosi. Al termine dell'attivi-

tà l'esperto guida la riflessione della classe attraverso alcune domande a considerare che quando la torre si spinge, con i legnetti più alti, oltre la base, la torre perde l'equilibrio e crolla. Viene proposta l'analogia con la pendenza della Torre



di Pisa e sulle strategie architettoniche messe in atto per evitare il suo crollo.

Il momento successivo non è sperimentale ma di osservazione e ragionamento: un esperto mostra alla classe 3 oggetti che rappresentano i 3 equilibri; guida la riflessione sulle differenze tra gli equilibri proposti e solo alla fine ne dà la definizione di stabile, instabile, in-

differente.

Un esperto (nello specifico con deficit cognitivo e disturbo del linguaggio) mostra alla classe l'equilibrio di una pallina da ping pong sul getto d'aria emesso da un phone in azione: la classe viene guidata dal docente a riconoscere il tipo di equilibrio tra le tre tipologie indagate nell'esperienza precedente.

L'ultima esperienza riguarda l'individuazione del baricentro in una figura irregolare. Gli esperti distribuiscono cartoncini ritagliati in modo irregolare e spiegano le procedure per individuare il baricentro della figura. Ogni studente riceve una figura e ne individua il baricentro.

CONCLUSIONI

Si è cercato, con la presente sperimentazione, di dar vita ad un progetto con cui contaminare due campi di studio: la sperimentazione scientifica con la sperimentazione pedagogica avendo come obiettivo l'individuazione di percorsi didattici nuovi con cui favorire l'apprendimento degli studenti con difficoltà. Proprio nella contaminazione tra due ambiti di studio distinti e probabilmente sconosciuti l'uno all'altro si ritiene stia la novità introdotta. Presi singolarmente, l'utilizzo del laboratorio scientifico realizzato con materiale di facile reperibilità e uso e la ricerca di strumenti per favorire l'apprendimento degli studenti con disturbi cognitivi, non sono certamente novelli ambiti di ricerca. In questo caso si è cercata la contaminazione. Anzi, se si vuole essere ancora più precisi, si è utilizzato il laboratorio scientifico come grimaldello per rendere semplice ciò che non sembra esserlo. Certamente non si è cercata la formalizzazione di principi fisici difficili da leggere, capire e ricordare; il privilegio è stato dato al fatto empirico, all'introduzione di concetti anche complessi in modo intuitivo, allo scopo di fornire un'idea corretta del principio, anche se non quantitativa.

Non è certamente un modo di procedere ortodosso, ma può annoverare, tra le sue fila, anche se inconsapevolmente, uno sperimentatore ante literam di tale metodo: Michael Faraday. Infatti, il grandissimo fisico inglese, colui al quale si deve l'idea delle linee di forza del campo elettrico e magnetico, colui che, assieme a James Clerk Maxwell ha permesso al mondo

intero di comprendere come è fatto e come si propaga nello spazio e nel tempo il campo elettromagnetico, ha passato tutta la sua vita scientifica a cercare, trovare e dimostrare principi fisici esclusivamente basandosi sulla sperimentazione¹⁵. La sua povera origine non gli permise di accedere agli studi, costringendolo a dedicarsi al lavoro già dall'età di tredici anni, presso la bottega di un libraio. Ma ciò che sarebbe visto come un ostacolo da molte persone, permise a Faraday di leggere alcuni testi fondamentali, grazie ai quali divenne un ottimo sperimentatore, al punto di consentirgli la frequenza alle lezioni universitarie di chimica, ma, soprattutto, di diventare assistente di Humphry Davy, eminente chimico e fisico britannico. E da lì iniziare una ascesa nel campo della sperimentazione in fisica culminata con la dedica dell'unità di misura della capacità elettrica¹⁶.

BIBLIOGRAFIA

Dieth G., Krautwurst t., *L'officina della scienza*, Editoriale Scienza, 1994

Meiani A (a cura di), *Il grande libro degli esperimenti*, De Agostini, 1999

15 E in tal senso i due fisici appena nominati non potrebbero essere più differenti. A riprova della bontà del metodo scientifico galileiano e della fortuna per gli studiosi di fisica, di poter disporre di due metodologie di lavoro, molto differenti, ma egualmente probanti. Detto di Faraday, si può aggiungere come Maxwell fosse di nobile origine, avesse frequentato le migliori istituzioni educative scozzesi e fosse un fisico teorico di primissimo piano nella storia della scienza.

16 L'unità di misura della capacità elettrica nel Sistema Internazionale di Unità di Misura è il Farad. Si tratta di un'unità di misura derivata dalle sette fondamentali. E dedicata al fisico britannico.