

Educazione matematica, scientifica e tecnologica

matematica

Ricerca equilibri con strumenti informatici

Linea guida condivisa. Progettare, progettarsi.

Compito unitario in situazione. Organizzare le condizioni di stabilità di una leva. Rappresentare graficamente un sistema in equilibrio e tradurre in termini matematici e informatici. Realizzare una presentazione con la Lim.

Obiettivi formativi.

- L'alunno:
- riconosce situazioni problematiche individuando i dati da cui partire e l'obiettivo da conseguire;
 - individua regolarità in contesti e fenomeni osservati.

Attività laboratoriali.

Nella progettazione, processo di costruzione di competenze contestualizzate, risulta decisivo concentrare le azioni e i metodi del docente verso una situazione problematica e situata che stimoli ad imparare il sapere e la pratica. Il percorso parte dalla realizzazione di un semplice modello di leva e si snoda attraverso un insieme di fasi operative in cui l'alunno organizza e puntualizza il concetto di proporzione con modalità rappresentative grafiche e schematiche. Le prove dirette dello strumento scientifico e le analisi dei dati saranno documentate in itinere sulla Lim, con un coinvolgimento attivo degli alunni nella ricerca di informazioni su internet, nella produzione di tabelle e mappe e nella verbalizzazione delle idee e delle attività.

Fase 1. Costruire un modello. L'insegnante mostra e descrive una bilancia a due piatti, illustrando uno strumento del laboratorio di scienze oppure alcune immagini reperibili dal sito di un museo scientifico (Fig. 1). Chiede quali sono le condizioni di equilibrio per una bilancia a bracci uguali oppure a bracci disuguali e sintetizza l'approccio introduttivo con una mappa sulla Lim.

I materiali (barattolo contenente acqua, cannuccia, molletta per panni, oggetto da contrappeso, righello lungo 30 cm, striscia di carta, matita, monete da € 0,02 e nastro adesivo) vengono esibiti ai gruppi di lavoro, precedentemente costituiti, che dovranno cimentarsi autonomamente nella progettazione di una bilancia a bracci uguali. Ogni gruppo stila una scheda, descrivendo il procedimento di costruzione

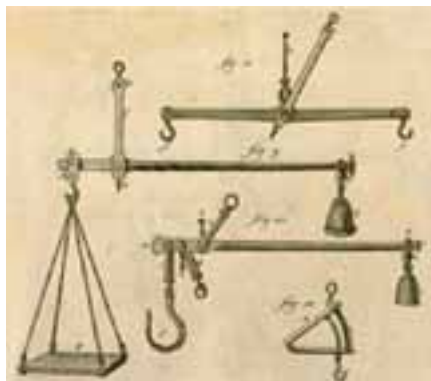


Figura 1 - Tipi di bilancia (Museo Galileo di Firenze)



Figura 2 - Modello di leva costruito dagli alunni

e disegnando il modello ideato, nel frattempo l'insegnante fotografa i momenti relativi al montaggio dello strumento. Le foto saranno assemblate a casa dagli alunni in una semplice presentazione multimediale. Dopo circa venti minuti, ciascun gruppo relaziona sulla bozza del progetto ed esegue un collaudo davanti ai compagni (Fig. 2).

Per registrare e monitorare l'interazione di ogni alunno con l'ambiente conoscitivo, chiediamo di annotare sulla Lim il nome e un tratto della propria esplorazione (Tab. 1).

Fase 2. Osservare l'equilibrio. Iniziamo ad utilizzare lo strumento di misura per

Tabella 1

Alunno 1	Ho trovato difficoltà nel posizionare il righello perché la molletta si muoveva continuamente.
Alunno 2	La cannuccia girava su se stessa allora ho pensato di riempire il foro della molletta con un po' di carta.
Alunno 3	Non sapevo come misurare poi, vedendo un compagno, ho capito che dovevo mettere il centro della moneta sul numero della riga.

quantificare il sistema in equilibrio. L'insegnante propone alcuni casi:

a) se si poggiano 4 monete da € 0,02 su ogni braccio, quale sarà la lunghezza dei bracci? Quante sono le soluzioni?

b) Se si poggiano due pesi diversi, 4 monete da un lato e 6 monete dall'altro, i bracci saranno uguali? Esiste una soluzione?

Per assicurare un ascolto attivo e una partecipazione motivata, diamo a tutti la possibilità di esprimersi, evitando disappunti e commenti.

L'insegnante prosegue nel delineare l'attività didattica, ponendo ipotesi condizionate:

a) se 2 monete sono a 6 cm dal fulcro, quante monete puoi mettere a 4 cm?

b) Se 1 moneta è posta a 12 cm dal fulcro, dove puoi posizionare 6 monete?

c) Puoi equilibrare 3 monete su un braccio con 2 monete sull'altro?

Come verifica degli equilibri, visitiamo il sito http://ww2.unime.it/weblab/ita/leve/leve_ita.htm; un semplice applet visualizza una leva di primo genere in cui è possibile con il mouse aggiungere e togliere pesi sui bracci della leva. Raccogliamo i dati sulla Lim, completando la Tabella 2 con dati numerici e con rappresentazioni grafiche.

Fase 3. Scoprire la regolarità. Si tratta ora di analizzare sulla Lim gli elementi raccolti, di individuare le costanti e di selezionare le regolarità. Organizziamo sulla lavagna una tabella nella quale sovrascriviamo con i pennarelli colorati, selezionabili dal menu, evidenziando su ciascuna riga le coppie di numeri in relazione, con frecce unidirezionali o bidirezionali. L'ultima colonna della tabella sarà adibita alle osservazioni (Tab. 3).

Gli alunni sintetizzano sul quaderno in forma "genuina":

a) se moltiplico la forza e il braccio della potenza e moltiplico la forza e il braccio della resistenza viene lo stesso numero;

Tabella 2 - Dati e rappresentazioni

Forza potenza (monete da € 0,05)	Braccio della potenza (cm)	Forza resistenza (monete da € 0,05)	Braccio della resistenza (cm)	Rappresentazione della leva in equilibrio
2	6	3	4	
1	12	6	2	
3	4	2	6	

Tabella 3

Forza potenza €	Braccio potenza (cm)	Forza resistenza €	Braccio resistenza (cm)	Osservazioni
2	6	3	4	$2 \times 6 = 3 \times 4 = 12$ la costante è 12
1	12	6	2	
4	3	12	1	$4 : 12 = 1 : 3$ la costante è 12

principi che non hanno validità: puoi aggiungere lo stesso numero di monete ad ambo i bracci? E sottrarre?

Gli alunni possono facilmente verificare sulla leva che se $\frac{2}{3} = \frac{4}{6}$ allora $\frac{2+1}{3+1} \neq \frac{4}{6}$ cioè

non vale la proprietà invariante rispetto all'addizione e neppure rispetto alla sottrazione, come si evince dal disequilibrio della bilancia (Fig. 4).

Verifica, valutazione, monitoraggio.

La verifica accerta obiettivi in ambito matematico, informatico e progettuale: riconoscere e rappresentare una proporzione, applicare il concetto di proporzione a una situazione reale, valutare se e come varia l'equilibrio, descrivere i punti essenziali dell'esperienza laboratoriale, spiegare le procedure dell'uso della Lim.

Spunti per la prova di verifica possono essere:

- scrivi la relazione che lega i due pesi ai rispettivi bracci per avere l'equilibrio di una leva.
- Illustra la proporzione $6:9 = 2:3$ rappresentando una leva in equilibrio e due rettangoli equivalenti.
- In che modo lo studio delle frazioni equivalenti rientra nelle proporzioni? Fai un esempio.
- Verifica, con le proprietà studiate, che la leva in figura è in equilibrio (Fig. 5).
- Verifica se la leva precedente si mantiene in equilibrio quando raddoppi le monete oppure dimezzi i bracci.
- In una leva la somma di un peso e del suo braccio è costante; si ottiene equilibrio? Fai un esempio numerico e giustifica la risposta.
- Racconta la realizzazione della leva: indica i materiali, il procedimento di costruzione e il funzionamento.
- Evidenzia nella barra degli strumenti della Lim (Fig. 6) i comandi necessari per salvare un file, disegnare una tabella, scrivere con un colore, inserire un testo. Indica il funzionamento di uno di essi.

b) se divido le due forze e divido i due bracci...

Formalizziamo quindi le regole con un linguaggio appropriato:

- a) Il prodotto di ciascun peso per il rispettivo braccio è costante $F_p \times b_p = F_r \times b_r$;
- b) Il rapporto tra una forza e l'altra è uguale al rapporto inverso dei bracci $F_p : F_r = b_r : b_p$.

Si ribadiscono quindi il concetto di proporzione e la relativa proprietà fondamentale.

Come attività di consolidamento, gli alunni disegnano sul quaderno e sulla Lim l'interpretazione geometrica della proprietà fondamentale (ad esempio $2 \times 6 = 3 \times 4$) corrispondente all'equivalenza di rettangoli (Fig. 3).

Procediamo infine nella ricerca anche di



Figura 3

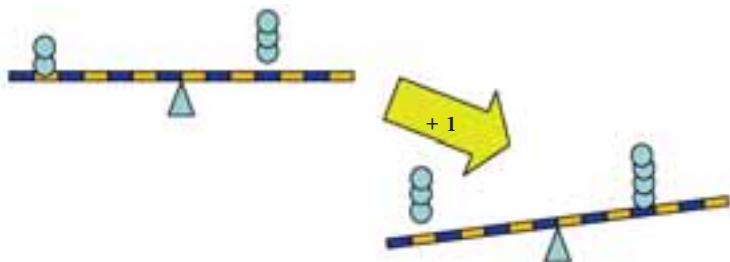


Figura 4



Figura 5

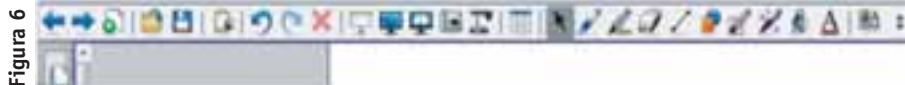


Figura 6

Il monitoraggio sarà effettuato dall'insegnante sia sulle dinamiche di gruppo (la partecipazione nelle attività operative e nella discussione collettiva), sia sulle norme da seguire (l'ordine e la precisione nell'esecuzione del compito). Il livello di accettabilità è raggiunto se l'alunno riconosce gli elementi essenziali dei contenuti trattati, individua le relazioni più semplici e utilizza i vari linguaggi (aritmetico, geometrico, informatico). Il livello di eccellenza è acquisito se l'alunno organizza il lavoro con metodo e logica, individua tutte le relazioni in gioco (comprese quelle non valide), comunica in modo coerente ed espressivo utilizzando il linguaggio specifico.

scienze

Identificare le cause dei sismi: quando la Terra “si muove”

Linea guida condivisa. Progettare, progettarsi.

Compito unitario in situazione. Progettare una serie di attività di laboratorio ed inserirle all'interno di un percorso filmato che serva a presentare al pubblico il fenomeno sismico, attraverso la costruzione di alcuni semplici modelli fisici che possano rappresentare la relazione delle forze in gioco.

Obiettivi formativi.

- L'alunno:
- individua le caratteristiche del modello classico rappresentante l'interno della Terra;
 - riconosce le differenti onde sismiche e l'effetto delle differenze di densità tra i diversi involucri.

Attività laboratoriali. Tutte le fasi laboratoriali sono state concepite per essere vissute, costruite, sperimentate dagli studenti, ed è per questa ragione che ben si prestano a diventare parte di un percorso video all'interno di un dvd sul tema. Esso potrà risultare per la classe un utile sussidio didattico, a fianco del libro di testo.

Fase 1. Costruzione del modello dell'interno terrestre. Il docente inviterà gli studenti a realizzare un modello dell'interno della sfera terrestre in modo da far comprendere alla classe, successivamente, le cause del fenomeno sismico ed il comportamento della sua risultante ondulatoria. Solitamente sui libri di testo sono riportate ottime schematizzazioni delle diverse zone (nucleo, mantello, crosta), ma la realizzazione di un modello personale consentirà allo studente di sperimentare l'esistenza delle superfici di discontinuità (che rivestiranno un ruolo fondamentale nella comprensione del percorso dell'onda sismica) e di scegliere la simbologia che egli riterrà più opportuna per evocare le differenze di composizione delle diverse zone rappresentate. La creazione di ciascun modello sarà monitorata dallo studente attraverso un percorso filmato (o per immagini statiche che saranno poi integrate in una presentazione multimediale), che dovrà porre in evidenza soprattutto la fase preparatoria, matematica e tecnologica. Il docente, infatti, chiederà agli alunni di creare un modello che sia coerente con la realtà da rappresentare secondo un duplice aspetto:

- il materiale per realizzarlo sarà omogeneo, ma “elaborabile” in modo da rimandare alle differenti composizioni chimiche dei diversi gusci terrestri;

- lo spessore delle diverse aree rappresentate dovrà rinviare nel modo più esatto possibile al rapporto esistente in natura tra di esse.

Allo studente verrà perciò richiesto di inventare una didascalia, grafica o cromatica, in base alla quale chi osserverà il suo modello possa visivamente assegnare ai diversi involucri la relativa composizione chimica. Il docente avrà precedentemente fornito alla classe la *Tabella 1* (nel caso in cui essa non sia già presente all'interno del libro di testo in uso), nella quale è riportata la composizione tipica delle rocce nelle diverse zone di crosta e mantello. Dalla rielaborazione personale dei dati in essa riportati, ogni studente dovrà quindi creare un modello che permetta, ad esempio, di distinguere immediatamente la composizione petrologica *acida della crosta superiore* da quella *ultrabasica del mantello*.

Si consiglia di far realizzare un modello in compensato, facilmente maneggiabile con il traforo (il cui uso sarà già stato sperimentato durante le ore di tecnologia), che sia bidimensionale, per il quale cioè la sezione dell'interno terrestre diventi una serie di corone circolari concentriche il cui spessore sia in proporzione rispetto all'effettivo spessore delle diverse aree in esame. Lo studente dovrà produrre un modello chiaro, leggibile, coerente al dato fisico, e spiegare, nella presentazione del

proprio lavoro alla classe, il percorso seguito per realizzarlo. L'acquisizione del modello consentirà di poter effettuare le successive considerazioni sulla velocità di propagazione delle onde sismiche, che dipendono dal grado di elasticità dei materiali incontrati, dalla loro densità e dallo stato nel quale essi si trovano.

Fase 2. Prova dell'attrito tra masse elastiche separate da una frattura. Per far emergere la relazione tra il grado di elasticità delle masse in movimento reciproco e la tensione accumulata, il docente predisporrà una serie di intuitivi e semplici esperimenti. Inviterà quindi gli studenti a tentare di far scorrere tra loro due oggetti, in condizioni variabili secondo la qualità degli oggetti (materiale rigido oppure elastico e deformabile) e del supporto sul quale essi si trovano (su una lastra di vetro, oppure all'interno di una bacinella riempita con sabbia o piena di grossi sassi). Vivendo l'esperienza tattile della quantità di tensione che si accumula nella linea di separazione, di frattura, tra i due oggetti, lo studente potrà ricondurre a un livello più vicino a sé gli eventi che causano i fenomeni sismici. In natura, quando due masse separate da una linea di frattura si muovono in senso opposto (*scorrono*, quindi, come nell'esperimento effettuato), entrano in gioco le forze di attrito che deformano in modo elastico le rocce che si trovano in prossimità della faglia. La coesione della roccia cederà nel suo punto più debole: l'*ipocentro* del sisma. La forza così liberata si propagherà lungo la superficie della frattura, causando un ulteriore scorrimento dei due blocchi contrapposti e parte della forza di attrito sarà liberata tutta insieme.

Fase 3. Modalità di azione dei diversi tipi di onde sismiche. Si costruirà una struttura composta da una serie di cubi di materiale rigido (delle dimensioni di un dado), collegati tra loro da brevissimi tratti di materiale elastico (ad esempio, del filo). Ad una estremità della struttura (che rappresenta, quindi, la superficie di crosta terrestre nella quale si stia propagando

Tabella 1

Profondità (Km)	Involucro	Composizione	Densità (g/cm ³)	Stato
0	Crosta superiore	Granito	2,7	Solido
6-16	Crosta inferiore	Basalto	3,0	Solido
Discontinuità di Moho				
30-33	Mantello	Peridotite	3,3	Solido
Discontinuità di Gutenberg				
2900	Nucleo esterno	Ferro-nickel	9,5	Liquido
Discontinuità di Lehmann				
5000	Nucleo interno	Ferro-nickel	11-17	Solido

un'onda causata dalla liberazione di tensione avvenuta in una adiacente zona di frattura) si applicheranno poi forze dirette in modo diverso.

In un primo esperimento, si userà una forza che agisca in senso longitudinale rispetto alla "collana di dadi", e che quindi causerà un'onda di compressione e dilatazione, a fisarmonica, che tenderà a propagarsi all'intera struttura, verso l'estremità opposta rispetto al punto di applicazione della forza. Appare evidente come la ripresa filmata (della quale possiamo anche variare la velocità) consenta di osservare da vicino ciò che accade tra un dado e l'altro e di tenere sotto osservazione il comportamento delle aree della struttura prima e dopo che esse siano investite dall'onda di compressione. Il docente farà notare alla classe che quelle osservate in tale caso sono le onde P (*Primae*): esse sono in grado di imprimere alle particelle della struttura delle vibrazioni *nella stessa direzione* e nello stesso senso di propagazione dell'onda.

In un secondo esperimento, si applicherà una componente diretta trasversalmente rispetto all'asse della struttura, in grado di generare quindi una vibrazione che si propagherà come un'onda sinusoidale. Il docente farà osservare che a tali onde è stato dato il nome di onde S (*Secundae*): si tratta di onde di torsione, in grado di imprimere alle particelle che incontrano delle vibrazioni *in una direzione perpendicolare* rispetto a quella di propagazione dell'onda.

Più difficile, se non esclusivamente a livello evocativo, è dare immagine alle onde L (onde *Love*), vibrazioni su un piano trasversale rispetto alla direzione di propagazione che derivano dalle sollecitazioni che la crosta subisce da parte delle onde P e S: esse causano la *vibrazione orizzontale* delle particelle, e in natura derivano dalla riflessione multipla, tra la superficie degli strati di rocce, delle onde S intrappolate.

Fase 4. Analisi della velocità di propagazione delle onde. Nel modello costruito per gli esperimenti precedenti, si potrà ora *variare il numero di dadi* per unità di lunghezza. Operiamo quindi il passaggio teorico da un modello *bidimensionale* alla realtà *tridimensionale*, verificiamo che cosa succede al variare della "quantità di materia per unità di volume", cioè della densità. L'esperimento servirà a collegare il comportamento dell'onda sismica alle caratteristiche della materia attraversata, in particolare per quanto concerne la sua densità. Ricordiamo che gli studenti, in una fase iniziale, avranno lavorato su un prospetto simile alla *Tabella 1*, all'interno del quale sono evidenziati anche i valori

della densità delle diverse aree dell'interno terrestre. Effettuando una registrazione filmata del movimento cui è sottoposta la "collana di dadi" sotto l'azione di una forza ad una sua estremità, lo studente potrà osservare come all'aumentare del numero di moduli lungo la struttura (cioè all'aumentare della sua densità), l'onda di materia si propaghi ad una velocità maggiore. Il docente potrà, al termine di questi esperimenti, dire che effettivamente la velocità di propagazione delle onde aumenta all'aumentare della profondità, parallelamente alla densità di materia. Citare l'eccezione della *astenosfera* (tra i 100 e i 200 km di profondità, detto "strato a bassa velocità") porterà a confermare gli esiti delle prove sperimentali effettuate in classe.

Verifica, valutazione, monitoraggio.

Oggetto di valutazione saranno la partecipazione attiva e propositiva alle diverse fasi di lavoro (l'esattezza dei calcoli matematici nella progettazione del modello dell'interno terrestre, la proposta di materiali adatti ed efficaci per la costruzione del modello di crosta, l'attenzione nell'effettuare le riprese video sul proprio modello), la capacità argomentativa dimostrata dallo studente nel prevedere, ad esempio, i possibili effetti di una variazione di densità per il modello di crosta

terrestre, e l'esito di una verifica oggettiva come quella di seguito riportata.

Completa le frasi con il termine opportuno.

- Le onde P imprimono movimento alla materia in una direzione ... rispetto al loro verso di propagazione.
- Le onde S imprimono movimento alla materia in una direzione ... rispetto al loro verso di propagazione.
- La densità terrestre ... con l'aumentare della profondità.
- La velocità di propagazione delle onde sismiche ... con l'aumentare della profondità.
- Se l'attrito tra due masse di crosta è molto alto, la forza che si libererà quando avverrà il loro scorrimento sarà molto ...
- Nell'astenosfera la velocità di propagazione delle onde è ... nonostante tale zona sia ...

L'alunno riconosce i diversi involucri terrestri ponendoli in relazione alle loro caratteristiche (*accettabilità*); utilizza il proprio modello di crosta terrestre per saggiare le diverse variabili (materiali e densità), pone in relazione i due modelli da lui realizzati evidenziando ciò che può indurre il movimento degli strati di roccia e le modalità di questo movimento (*eccellenza*).

Simona Butò



tecnologia

Scoprire come gli aerei possono volare

Linea guida condivisa. Progettare, progettarsi.

Compito unitario in situazione. Individuare alcuni aspetti legati al volo in esperienze e in oggetti. Riprodurli operativamente e graficamente, avvalendosi di schemi e presentazioni multimediali.

Obiettivi formativi.

1. inizia a comprendere temi di carattere scientifico-tecnologico attraverso l'esperienza laboratoriale;
2. realizza un semplice progetto per la costruzione di un oggetto, coordinando risorse materiali e organizzative per raggiungere uno scopo;
3. utilizza strumenti informatici e di comunicazione per elaborare dati, testi e

immagini, produce documenti in diverse situazioni anche attraverso la rete.

Attività laboratoriali. Proseguiamo nel percorso che ci siamo prefissati di realizzare e che dovrebbe facilitare l'approccio alla conoscenza delle relazioni tra scienza e tecnologia attraverso attività operative, connesse con le epistemi di quella parte della tecnologia che richiama la meccanica.

Così, dopo le leve¹ e l'attrito², affrontiamo i concetti, apparentemente complessi, che spiegano il volare di un "oggetto".

Fase 1. Alcuni semplici esperimenti con l'aria. In una classe seconda non è possibile affrontare la tematica proposta basandosi esclusivamente su principi teorici; avendo però a disposizione una Lim possiamo operare in maniera dinamica e sfruttare pienamente il Web 2.0. Su Wikipedia troviamo la definizione di "volo":

Il volo è il processo tale per cui un animale o un oggetto si sposta nell'aria attraverso l'uso di una forza verso l'alto detta portanza. Il volo può avvenire anche al di fuori dell'atmosfera terrestre.

Analizziamo il testo, soffermandoci in particolare sul termine "processo".

Dopo attenta discussione e confronto, la classe conclude che tale parola indica un percorso intenzionale fatto di diversi momenti, in successione e in stretta relazione tra loro. Volare è il risultato di un processo che vede una stretta relazione tra aspetti tecnici e scientifici. Lavorando sulla Lim lasciamo in evidenza i link della definizione come costante richiamo in caso di necessità.

Alcuni principi di meccanica dei fluidi non potranno certamente essere approfonditi ma, essendo il *Principio di Bernoulli* la base teorica del volo, vediamo, nella Foto 1, come affrontarlo operativamente per conoscerne le conseguenze. Prima di trattare il concetto di portanza, procediamo quindi con i primi due semplici esperi-



Foto 1 - Un foglio di carta A4 e un phon utilizzati per l'esperimento



Foto 2 - Il phon spinge l'aria sotto il foglio fissato sul tavolo con il nastro adesivo

menti i cui esiti sono imprevisi per la maggior parte dei ragazzi. Gli studenti hanno osservato che, soffiando aria nel "tunnel" creato con un foglio di carta, quest'ultimo si abbassa (Foto 2). Un alunno ha mostrato che cosa accade soffiando sulla superficie di una sottile striscia di carta: la stessa si solleva (Fig. 1).



Figura 1

I ragazzi cominciano a formulare alcune ipotesi relative a quest'ultima osservazione: spostando la massa d'aria posta sopra il foglio, questo viene "risucchiato" verso l'alto, cioè la forza che agisce dal basso verso l'alto risulta superiore a quella che agisce verso il basso. Allo stesso modo il phon sposta l'aria sotto il foglio e questo si abbassa perché la forza che agisce verso l'alto risulta minore rispetto a quella che agisce nel verso opposto.

Fase 2. YouTube. Avvalendoci della Lim mostriamo agli alunni alcune esperienze significative sul Principio di Bernoulli, riguardanti, in particolare, oggetti in relazione con il fluido aria. YouTube è una risorsa molto ampia di informazioni in chiave multimediale ed è sufficiente, pertanto, impostare una chiave di ricerca adeguata per recuperare diversi filmati³. È opportuno, però, che il docente selezioni preventivamente i video secondo i criteri di chiarezza, semplicità, attendibilità e significatività. Per tale ragione, è consigliabile non aprire il software sulla lavagna ed eseguire la ricerca, ma partire dagli indirizzi dei filmati preventivamente selezionati e riportati in un file di testo. Gli esperimenti visibili nei video sono riproducibili anche a scuola. Invitiamo quindi gli alunni a produrre alcune considerazioni, a formulare ipotesi su quanto osservato.

Fase 3. Alcuni semplici esperimenti con l'acqua. Procediamo con l'ultimo semplice esperimento: incliniamo lentamente un bicchiere pieno d'acqua (sprovvisto di beccuccio) per fare fuoriuscire il liquido. *Che cosa accade?* Il liquido striscia lungo la parete del contenitore e non cade verticalmente, a meno che non versiamo il contenuto velocemente.

Il fenomeno si spiega ancora con il Principio di Bernoulli: nel superare il bordo del recipiente la sezione del liquido si restringe e, per mantenere costante la portata (cioè la quantità di acqua nel tempo), aumenta la velocità di scorrimento deter-

minando la diminuzione della pressione che il fluido stesso esercita sulle superfici con le quali è a contatto (in questo caso il bicchiere e l'aria). Se altrove la pressione del liquido è in equilibrio con quella atmosferica, dopo il bordo essa si abbassa per il motivo appena spiegato, facendo sì che la pressione atmosferica stessa tenga il liquido schiacciato contro il recipiente. Questo particolare effetto non si manifesta se il liquido incontra delle irregolarità o se, come prima detto, viene versato velocemente, impedendo così che la sezione del fluido sul bordo si restringa a sufficienza. Il principio teorico può apparire di difficile comprensione, ma quanto accade con il bicchiere e l'acqua avviene con l'ala di un aeromobile e l'aria.

Fase 4. La portanza e gli altri aspetti del volo. La discussione è animata, le attività proposte hanno stimolato curiosità e tutti cercano di esprimere le proprie considerazioni; l'agire supportato dai filmati ha incentivato molti alunni a riprodurre le esperienze e ad analizzarne gli effetti. Viene preparata una tabella per raccogliere le ipotesi formulate, concentrate soprattutto su aspetti di tipo meccanico.

Attraverso la Lim, in modalità mouse, andiamo in rete e colleghiamoci a Wikideep⁴, il portale di Wiki che raccoglie in maniera organica per argomenti diverse pubblicazioni: appare una lista nella quale individuiamo l'immagine che viene riportata nella Figura 2.



Figura 2 - Il profilo alare e il movimento dell'aria

La situazione illustrata nella Figura 2 è del tutto simile a quanto osservato soffiando sulla sottile striscia di carta (Fig. 1): l'alta velocità con cui si muove l'aria nella parte superiore determina una pressione inferiore a quella esercitata dal flusso d'aria sottostante. È quello che succede quando si mette una mano al di fuori del finestrino mentre l'auto procede: l'oggetto sospeso in aria tende ad alzarsi. La particolare conformazione del profilo alare determina una maggiore velocità dell'aria nella parte superiore e, come abbiamo visto nell'esempio del bicchiere, tanto maggiore è la velocità quanto minore risulta la pres-



sione esercitata sulla superficie alare. Aggiungendo, infine, la spinta, cioè la forza impressa dai motori, il gioco è fatto!

La *Figura 3* rappresenta un aeromobile con le forze che agiscono su di esso: L = portanza; W = peso; T = spinta (la forza impressa dai motori); D = resistenza; R = risultante.

A questo punto del percorso diversi alunni si chiedono perché, nella parte superiore dell'ala, l'aria scorra più velocemente.

Sfruttiamo ancora una volta il Web 2.0 e sulla Lim apriamo la pagina di Wiki alla voce "effetto Coand". Naturalmente semplifichiamo la lettura soffermandoci solo sulla parte iniziale in cui si esprime il concetto di un fluido che tende a seguire la curvatura di una superficie; alcune eloquenti immagini lo dimostrano (*Fig. 4*). Un esempio pratico lo possiamo ritrovare nel frisbee.



Figura 3 - Le forze agenti sull'aeromobile

A questo punto gli alunni hanno raccolto una serie di informazioni e concetti, hanno fatto esperienze, prodotto ipotesi e discusso costruttivamente raccogliendo materiale per costruire una presentazione, come previsto nel compito unitario.

Verifica, valutazione, monitoraggio.

Il monitoraggio è eseguito, come consuetudine, fin dall'inizio, utilizzando apposite schede ed esaminando il *diario di bordo* sul quale gli alunni riportano gli obiettivi da raggiungere e il percorso effettuato. L'attività di ricerca su Web 2.0 (Wiki. Wikideep) è monitorata e valutata attraverso la somministrazione di brevi questionari relativi alla comprensione del tema trattato, al gradimento dell'attività svolta, alla chiarezza e semplicità dei contenuti proposti. *L'accettabilità* è raggiunta per un'attività che complessivamente dimostri una sufficiente autonomia operativa e concettuale. *L'eccellenza* è assegnata all'alunno in grado di comprendere in maniera pienamente autonoma la complessità dell'evento, rilevarne il concetto e trasferirlo su di un oggetto (competenze).

L'obiettivo finale, relativo alla produzione di una presentazione multimediale, è ve-

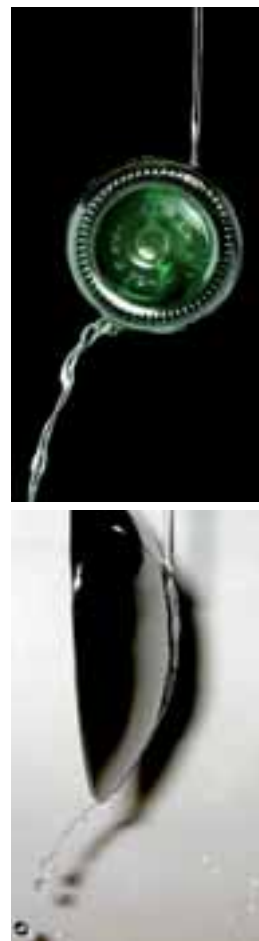


Figura 4 - Effetto Coand: l'acqua segue la curvatura della superficie

rificato attraverso l'esame della stessa e l'analisi del progetto di percorso. Il lavoro è realizzato in piccoli gruppi e ogni alunno deve essere in grado di relazionarsi con i compagni di lavoro, contribuendo per la parte assegnatagli. La valutazione dei prodotti, mediante l'attribuzione di un punteggio, è lasciata ai gruppi stessi che hanno però preventivamente stabilito alcuni criteri: chiarezza progettuale, linearità del percorso, corrispondenza tra ipotesi e risposte sul campo, veste grafica, correttezza nei linguaggi utilizzati.

Giuliano Cerè

¹ G. Cerè, *Analizzare e giocare con macchine semplici: le leve*, «Scuola e Didattica», 7, 15 novembre 2010, pp. 54-55.

² Id., *Analizzare e riflettere sulle forze che ci circondano: l'attrito*, «Scuola e Didattica», 9, 15 dicembre 2010, pp. 83-85.

³ Il filmato visibile all'indirizzo <http://www.youtube.com/watch?v=xIASZINikek&feature=related> mostra come una pallina da ping pong rimane intrappolata in un flusso d'aria. All'indirizzo <http://www.youtube.com/watch?v=P-xNXrELCmU&feature=related> una serie di prove dimostrative del Principio di Bernoulli.

⁴ <http://www.wikideep.it/portanza/>