

REGIONE
TOSCANA



**Prodotto realizzato con il contributo della Regione
Toscana nell'ambito dell'azione regionale di
sistema**

Laboratori del Sapere Scientifico

La misura

Il laboratorio tra fisica e matematica

Percorso LSS a.s. 2014-2015

Classe 1D

Istituto Professionale indirizzo Benessere

ISI *Sandro Pertini* - Lucca

Collocazione del percorso effettuato

Il percorso si colloca all'inizio della classe prima di un istituto professionale per operatori nel settore del Benessere, Le discipline coinvolte sono state la Fisica e la Matematica (Prof. Lorenzo Schmidt).

I temi del percorso sono stati già introdotti nel curriculum negli ordini di scuola precedenti e vengono ripresi all'inizio del biennio superiore con l'intenzione di essere approfonditi attraverso una osservazione più consapevole nelle attività di laboratorio e un uso più maturo degli strumenti matematici.

Questi temi sono essenziali per introdurre le attività laboratoriali e per la comprensione di qualsiasi disciplina scientifica.

Obiettivi essenziali di apprendimento

- favorire la discussione e l'analisi sulle possibili interpretazioni dei fenomeni osservati fino a raggiungere una descrizione concettuale condivisa
- favorire lo sviluppo di una didattica di tipo laboratoriale
- Acquisire un approccio scientifico ai fenomeni osservati nella realtà quotidiana
- Appropriarsi del metodo scientifico attraverso un confronto quantitativo tra previsioni e misure
- Saper realizzare una misura e determinarne l'incertezza
- comprendere la differenza tra la relazione di proporzionalità diretta e altri tipi di proporzionalità tra grandezze
- stimolare e rinforzare la collaborazione nel gruppo classe

Elementi salienti dell'approccio metodologico

- Focus su attività sperimentali eseguite dagli studenti, promuovendo situazioni di apprendimento attivo
- Realizzazione di laboratori *hands on* con materiali poveri o di uso quotidiano
- Far comprendere operativamente il metodo scientifico in un contesto reale di osservazioni di fenomeni, semplici modellizzazioni, confronto con i dati sperimentali, modifica dei modelli facendo emergere la ciclicità del metodo e l'importanza della valutazione delle incertezze sperimentali
- Sinergia con l'insegnamento della matematica dove un concetto basilare come la relazione di proporzionalità viene utilizzato in un modello che descrive bene una situazione reale, riconoscendo anche situazioni in cui questa descrizione diventa inadeguata

Materiali, apparecchi e strumenti impiegati.

- Materiali

oggetti comuni quali monete, sassi, strisce di carta, penne, una pentola, corda elastica, pacchi di pasta, un tagliere di legno, un panno

materiale laboratorio: alcune masse e contenitori

- Strumenti

righelli, dinamometri, bilance, calibro

Ambienti in cui è stato sviluppato il percorso

- Aula
- Laboratorio didattico di fisica dotato di LIM

Tempo impiegato

- per la messa a punto preliminare nel Gruppo LSS
2-3 incontri in cui si è discusso la metodologia e alcuni aspetti disciplinari e di realizzazione che favorissero l'apprendimento attivo
- per la progettazione specifica e dettagliata nella classe: 11 ore
- Tempo-scuola di sviluppo del percorso
16 ore di cui 6 lezioni in classe e 10 di laboratorio
- per documentazione 10 ore

Altre informazioni

La realizzazione del percorso in un corso professionale ha richiesto di individuare strategie che motivassero gli studenti.

Senza dubbio un grande limite è proprio la scarsa abitudine a confrontarsi con l'ambiente del laboratorio e a questo si può ovviare solo riproponendolo con insistenza.

Sicuramente i ragazzi vedono questi momenti come un gioco e questo inizialmente crea disordine ma in realtà si tratta proprio del punto di forza della proposta: come in ogni gioco devono essere chiariti gli obiettivi e le regole e si devono affinare i meccanismi con la pratica.

Non c'è niente di meglio di un gioco preso sul serio per appassionare i ragazzi di questa fascia di età.

Descrizione del percorso didattico

Il percorso si è articolato in alcune attività di laboratorio completamente integrate nella programmazione didattica, dove il metodo scientifico è stato esplorato e vissuto dagli studenti utilizzando sia osservazioni qualitative che quantitative

- Proporzionalità diretta e inversa
- Le forze di attrito
- La densità e i fluidi

Proporzionalità diretta e inversa

L'attività laboratoriale si è svolta dopo un ciclo di tre lezioni dedicate alla conoscenza di grandezze fondamentali e derivate ed alla comprensione dell'importanza delle misure per esplorare le leggi che governano il mondo reale.

Si è introdotto il metodo scientifico come fondamento della Fisica e di tutte le scienze sperimentali, approfondendo e schematizzando opportunamente la ciclicità di tale metodo.

In questa prima fase gli obiettivi didattici sono stati perseguiti mediante un approccio tendenzialmente induttivo e dialogato

Questo approccio ha permesso senza dubbio di andare più in profondità sull'argomento con alcuni studenti, anche se totalmente diverso è l'approccio richiesto dalla maggioranza: spesso alcuni allievi chiedevano che venissero dettate definizioni o formule riassuntive dei concetti chiave, trovandosi più a loro agio con lo studio mnemonico piuttosto che con quello concettuale.

Si è provato a cercare sempre una sintesi tra le due tipologie di proposta, ritenendo la prima imprescindibile e la seconda inevitabile per il raggiungimento degli obiettivi didattici prefissati.

A questa prima fase introduttiva è seguita un'attività laboratoriale che si è proposta di consolidare quanto compreso sul metodo scientifico e nel contempo di introdurre i concetti di proporzionalità diretta ed inversa.

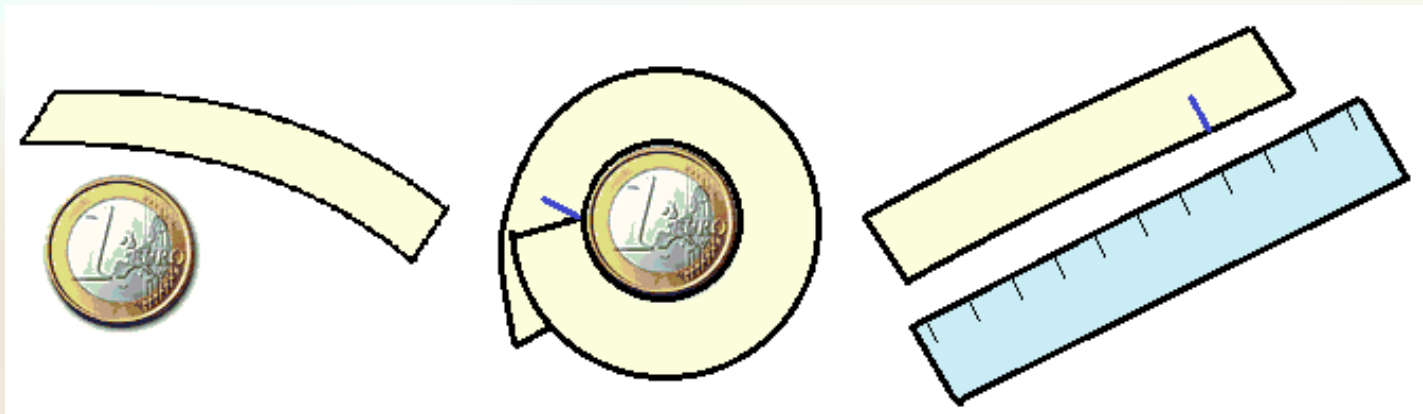
Obiettivi specifici dell'attività:

- Acquisire un approccio rigoroso e scientifico ai fenomeni della realtà;
- stimolare la curiosità per tutto ciò che avviene intorno a noi nella quotidianità;
- comprendere la differenza tra la relazione di proporzionalità diretta e altri tipi di proporzionalità tra grandezze;
- stimolare e rinforzare la collaborazione nel gruppo classe.

Gruppi di 3-4 studenti dotati di uno strumento di misura di lunghezza (righelli, metro da sarto, metro da falegname, ...) e di alcuni oggetti circolari (una moneta da 1 euro, una moneta da 10 centesimi e un coperchio di vasetti da cucina) hanno misurato diametro e circonferenza di ogni oggetto assegnato.



L'idea più efficace che è emersa e si è diffusa tra tutti i gruppi è stata quella di misurare la circonferenza utilizzando una fascetta di carta da avvolgere intorno al bordo dell'oggetto, segnare opportunamente con una penna, srotolare ed infine misurare.



Emerge una relazione di proporzionalità tra la circonferenza ed il diametro di un cerchio?

I dati sono stati raccolti in una tabella

	GRUPPO A		GRUPPO B		GRUPPO C		GRUPPO D	
	Diametro	Circonf.	Diametro	Circonf.	Diametro	Circonf.	Diametro	Circonf.
Moneta 1 euro	2,3 cm	7 cm	2,3 cm	7,3 cm	2,2 cm	7,2 cm	2,4 cm	7 cm
Moneta 10 cent.	2 cm	6,2 cm	1,9 cm	6,2 cm	2 cm	6,1 cm	2 cm	6 cm
Coperchio	6,9 cm	21,3 cm	6,8 cm	21,3 cm	7 cm	21,4 cm	6,8 cm	20 cm

Gli studenti hanno calcolato il rapporto tra circonferenza e diametro:

	GRUPPO A	GRUPPO B	GRUPPO C	GRUPPO D
	Circonf./Diametro	Circonf./Diametro	Circonf./Diametro	Circonf./Diametro
Moneta 1 euro	3,04	3,17	3,27	2,91
Moneta 10 cent.	3,1	3,26	3,05	3
Coperchio	3,09	3,13	3,05	2,94

L'analisi dei dati ci ha permesso di riflettere su alcuni aspetti fondamentali:

- “Dando per buoni alcuni errori di misurazione” il valore del rapporto tra circonferenza e diametro può essere considerato costante e tale costante è “prossima a 3,14”.
- La legge di proporzionalità, a molti nella classe purtroppo sconosciuta, è la proporzionalità diretta tra circonferenza e diametro data da: ***Circonferenza = π · Diametro***.
- In alcuni casi possono essere apprezzati con evidenza degli errori che possono essere sistematici, dovuti alla sensibilità dello strumento utilizzato o alla superficialità delle misurazioni effettuate.

Gli spunti per il dibattito su come i gruppi avrebbero potuto migliorare ulteriormente la misurazione sono stati vari e costruttivi.

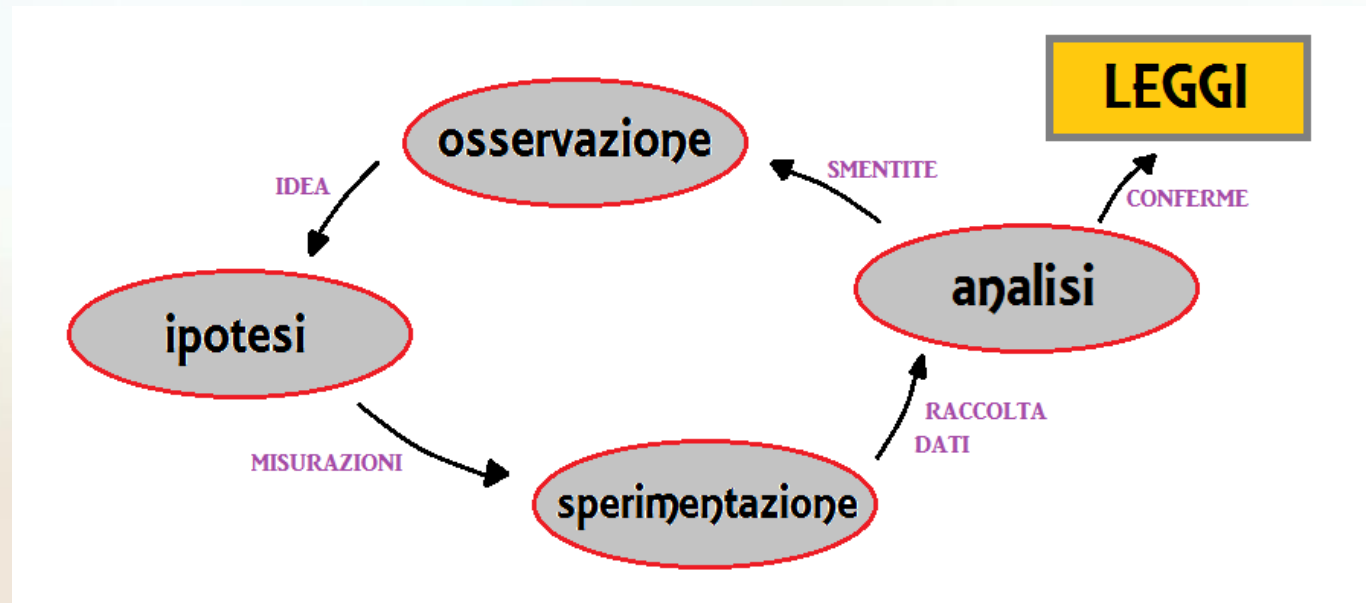
Tuttavia al momento di effettuare nuove misure più accurate gli studenti preferivano limitarsi a considerazioni qualitative e evitavano di stimare effettivamente l'incertezza .

E' emersa in questa occasione il limite di aver iniziato il laboratorio con questa attività con studenti privi di esperienza sulla misura.

L'idea di verificare in laboratorio che le misure non vengono quello che ci si aspetta e possa guidare a comprendere il senso del concetto di incertezza è stata discussa nel gruppo LSS in itinere.

In questo contesto sarebbe meglio dedicare più esperienze a familiarizzare sul concetto di misura e di incertezza.

Dopo questa fase di misurazione, si sono tirate le fila del percorso, individuando nelle vari momenti del processo svolto nei gruppi le linee guida del metodo scientifico discusso nelle lezioni precedenti, riassunto in una mappa concettuale condivisa.



In questa esperienza l'analisi ha confermato l'ipotesi iniziale: il diametro è direttamente proporzionale alla circonferenza, da cui la conferma della legge.

L'attività laboratoriale è proseguita con un'altra fase finalizzata ad evidenziare la ciclicità del metodo scientifico: in questo secondo caso la scelta è stata quella di partire da un'ipotesi non confermata dalla successiva analisi dei dati raccolti sperimentalmente e che dunque dovesse essere rivalutata da capo.

L'esperimento è stato condotto con alcuni pacchi di pasta, un metro ed una corda elastica, opportunamente agganciata ad una pentola. L'ipotesi di partenza è stata che il peso dei pacchi di pasta inseriti nella pentola fosse in relazione di proporzionalità diretta con l'allungamento della corda stessa, così come suggerito dalla Legge di Hooke. Con gli strumenti a disposizione, si è esplorata l'ipotesi che questo inducesse una relazione di proporzionalità diretta tra massa e allungamento.



Si sono effettuate le misurazioni più volte per ovviare ad errori dovuti alla scarsa accuratezza e si è data una stima degli errori strumentali (supponendo che i pacchi di pasta avessero una massa di effettivamente 500 g ciascuno).

Massa	Allungamento	Allungamento/Massa
1 kg	0,4 cm	0,4
2 kg	1 cm	0,45
3 kg	1,6 cm	0,53
4 kg	2,5 cm	0,63
5 kg	3,9 cm	0,78

La classe è risultata concorde nel dire che, pur considerando gli errori di misura, l'ipotesi iniziale di proporzionalità diretta tra massa e allungamento risultava confutata. Oltretutto si può aggiungere una considerazione sull'andamento del valore di tale rapporto che appare non casuale ma crescente.

Si sarebbero potute fare considerazioni sulla tensione di snervamento, che fa perdere linearità alla relazione tra allungamento e massa, ma si è scelto di ometterlo per concentrarsi sull'obiettivo principale dell'esperienza: si è toccato con mano un caso in cui il metodo scientifico non si può concludere con la formulazione di una legge, almeno non generalizzata a qualunque valore delle grandezze in esame.

L'unica possibilità per lo scienziato in questo caso è formulare una nuova ipotesi (ad esempio l'esistenza di una relazione diversa tra le due grandezze, o l'esistenza di un valore limite oltre cui la proporzionalità non è più diretta), raccogliere nuovi dati ed effettuare su di essi una nuova analisi.

Questa esperienza è stata approfondita in seguito con uno degli esperti (VM) rianalizzando i dati sperimentali e valutando le incertezze mancanti. Con una corretta valutazione delle incertezze i primi 4 valori della tabella precedenti sono compatibili con la legge di Hooke e solo gli ultimi due indicano la necessità di nuove ipotesi.

In una riedizione del percorso sarà possibile utilizzare alcuni accorgimenti (fare più misure con pacchi da 250 g, parlare di tolleranza commerciale e dare una stima dell'incertezza sulla massa in questo caso) per far emergere più chiaramente la legge e un suo limite di applicazione.

Considerazioni

- Il vero limite di questa attività è stato la scarsa abitudine degli studenti a questo tipo di approccio all'apprendimento. Sono molto legati alla memorizzazione di frasi e hanno timore di investire il tempo in un processo di apprendimento che trascenda dalle parole usate.
- D'altra parte un altro limite riscontrato è stata la dispersività di certi momenti di passaggio che necessitano di una progettazione logistica più accurata, per limitare i tempi morti.
- L'esperimento con la pentola gravitava intorno alla cattedra ed era condotto dal docente con due aiutanti. In futuro si può prevedere di predisporre almeno tre o quattro postazioni in cui ciascun gruppo possa raccogliere i suoi dati autonomamente.
- Il riscontro positivo è dato chiaramente da quegli studenti che hanno preso spunto da questa attività per effettuare un salto di qualità nelle proprie modalità di apprendimento, raggiungendo almeno in parte gli obiettivi prefissati in partenza.

Le Forze di Attrito

Questa attività laboratoriale è stata inserita all'inizio della trattazione della relativa unità didattica.

È stata l'esperienza di laboratorio con più partecipazione e con più ricadute in natura di conoscenze e competenze.

Non aver operato quasi nessuna formalizzazione delle grandezze in gioco e delle relazioni che tra esse sussistono ha permesso alla classe di lavorare in un clima di curiosità e di scoperta.

Anche stavolta, come in tutto l'anno, è stato molto più semplice lavorare su un'analisi qualitativa (deducendo ad esempio le differenze tra attrito statico ed attrito dinamico o le conseguenze della variazione di una singola grandezza), piuttosto che su una rigorosa raccolta di dati e sulla stima dei relativi errori di misura.

Anche sotto questo aspetto tuttavia posso affermare che si tratta dell'esperienza con maggiore successo.

Obiettivi specifici dell'attività:

- ▣ Acquisire un approccio rigoroso e scientifico ai fenomeni della realtà;
- ▣ stimolare la curiosità per le cause che determinano alcuni fenomeni della quotidianità;
- ▣ comprendere le relazioni tra forza di attrito, massa e composizione dei materiali nel fenomeno di scivolamento di un oggetto a contatto con un altro;
- ▣ distinguere l'attrito statico dall'attrito dinamico;
- ▣ acquisire un linguaggio che permetta di descrivere correttamente un fenomeno;
- ▣ stimolare e rinforzare la collaborazione nel gruppo classe.

Si è divisa la classe in gruppi da 3-4 persone ed ogni gruppo aveva a disposizione un oggetto da cucina dotato di un gancio (pentole e taglieri) ed un dinamometro.

Dopo aver illustrato l'utilizzo del dinamometro ed aver evidenziato le accortezze da tenere per effettuare delle misurazioni più possibile efficaci, è stato chiesto ai gruppi di raccogliere come dati le forze necessarie per mettere in movimento gli oggetti (poggiati sul banco) e le forze necessarie per mantenerli in movimento.



Si è constatato come tutti i gruppi, pur lavorando con oggetti diversi ed ottenendo dunque valori diversi l'uno dall'altro, erano accomunati da un risultato: la forza necessaria per mettere in movimento l'oggetto fermo era sempre maggiore di quella che permetteva di mantenerlo in movimento.

A questo punto si è stimolata la classe nel comprendere quali grandezze fisiche fossero in gioco nell'esperimento e si è valutato di variarne alcune per rendere più significativa l'analisi del fenomeno.

È stato immediato individuare la massa come fattore determinante per il fenomeno, mentre solo dopo alcune riflessioni sono stati presi in considerazione i materiali di cui sono composti gli oggetti a contatto.

Si è cominciato quindi variando la massa, aggiungendo come in figura alcune masse in dotazione nel laboratorio e raccogliendo come prima i dati relativi alle forze. Valutando opportunamente gli errori di misurazione si è potuto concludere che:

- la forza per mettere in movimento l'oggetto risultava ancora maggiore di quella per mantenerlo in moto, per qualunque valore di massa aggiunto;
- ad un aumento della massa corrispondeva sempre un aumento delle forze;
- la variazione di massa è risultata direttamente proporzionale alla variazione sia della prima che della seconda forza.



A questo punto si è provveduto a modificare anche le superfici a contatto, ad esempio ponendo un panno al di sotto dell'oggetto da muovere.

Le valutazioni in quest'ambito sono state principalmente qualitative, vista la forte incertezza delle misurazioni dovuta alla non uniformità della superficie di scorrimento.

Ad ogni modo si è potuto dedurre che:

- le superfici a contatto determinano la forza di attrito;
- fissate due superfici omogenee a contatto, valgono tutte le proprietà in precedenza dimostrate.



Al termine di questa attività laboratoriale sono stati formalizzati i concetti acquisiti, introducendo i concetti di forza di attrito statico e forza di attrito dinamico, enunciando le relative leggi ed interpretandone il significato alla luce dei risultati ottenuti.

Considerazioni

- La classe ha tratto giovamento da questa attività di laboratorio. Si sono notati evidenti miglioramenti nel linguaggio, nell'analisi e nella descrizione di un fenomeno e nell'allontanamento dalla logica dello studio mnemonico a favore di un apprendimento strutturato. Si tratta di piccoli successi, ma la classe ha acquisito una nuova consapevolezza dopo questo lavoro.
- Anche questa volta, è stato faticoso tentare di effettuare stime degli errori di misura per arrivare a precise valutazioni quantitative.
- Una causa potrebbe essere la dispersività tipica di questi lavori di gruppo. Per questo in futuro si propone di usare, soprattutto in questa fase iniziale, dei fogli di lavoro che guidino i ragazzi alla registrazione dei dati ed alle conseguenti deduzioni.

Se ben impostate, queste schede possono rispondere in parte ad entrambe le criticità denotate, alleggerendo il lavoro di compilazione e guidando il processo logico deduttivo laddove il docente non riesce a supportare tutti con la stessa efficacia.

La densità ed i fluidi

Nell'ultima unità didattica sono stati affrontati alcuni concetti di fluidodinamica, approfondendo in particolare il principio di Archimede ed il legame tra il fenomeno del galleggiamento ed il concetto di densità.

Il successo dell'attività di laboratorio, prevista verso la fine del percorso, ha risentito molto delle due giornate di sciopero dei docenti e del personale ATA che hanno avuto luogo in concomitanza con due tra le ultime lezioni dell'anno; nella prima occasione era presente a lezione solo una ragazza e nella seconda erano presenti in dieci. Le circostanze in un certo senso hanno reso l'attività molto più efficace del previsto per i pochi allievi presenti, permettendo un approccio didattico più mirato e coinvolgente, ma ovviamente il lavoro è risultato irrecuperabile per gli assenti.

È stato possibile, in particolare nella prima occasione, effettuare un lavoro minuzioso e costruttivo con l'unica ragazza presente, con il dichiarato obiettivo tra gli altri di formarla ad un tutoraggio di laboratorio nella volta successiva, in cui l'attività è stata in gran parte replicata. Il risultato di questa operazione, seppur al di sotto delle aspettative, può essere comunque considerato soddisfacente.

Obiettivi specifici dell'attività:

- Acquisire un approccio rigoroso e scientifico ai fenomeni della realtà;
- stimolare la curiosità per le cause che determinano alcuni fenomeni della quotidianità;
- comprendere la relazione tra densità e galleggiamento;
- padroneggiare il linguaggio della fisica, distinguendo con chiarezza alcune delle principali grandezze che nel linguaggio comune sono oggetto di equivoci (velocità - accelerazione - forza, densità - peso - massa).
- stimolare e rinforzare la collaborazione nel gruppo classe;
- aver cura degli oggetti di laboratorio e comprenderne le potenzialità.

I dieci studenti, divisi in tre gruppi, disponevano di una brocca graduata, di alcuni sassi di dimensioni varie e di una bilancia. In questa prima fase sui sassi sono state effettuate delle misurazioni del volume per immersione (quindi in maniera indiretta) e delle misurazioni della massa con la bilancia (in maniera diretta).

I valori di densità così ricavati sono risultati sufficientemente simili per i vari sassi da poter supporre di utilizzare un valore medio di queste densità per stimare la massa di un nuovo sasso.



Gli studenti hanno quindi utilizzato questo valore di densità stimato, insieme alla misura del volume, ricavata ancora per immersione, per calcolare una stima della massa.

Due gruppi su tre hanno ottenuto valori plausibilmente confrontabili con quelli poi verificati in maniera diretta con la bilancia.

Il valore apparentemente inattendibile del terzo gruppo è servito da spunto per stimare con cura gli errori di misura e per riflettere sul fatto che gli oggetti analizzati non erano in possesso di una distribuzione uniforme di massa e che quindi le assunzioni di partenza potevano essere errate.

A questo punto sono stati forniti dei calibri e delle masse da laboratorio cilindriche uguali per volume ma ciascuna di materiale diverso;

per esse abbiamo accettato l'ipotesi di distribuzione uniforme di massa, assumendole dunque come oggetti più conformi alle ipotesi iniziali.

Su tali campioni di massa si sono effettuate nuove misure del volume per via indiretta, ma stavolta a partire da misurazioni del diametro e dell'altezza con il calibro;

in seguito è stata ricavata la densità dei materiali utilizzando il valore della massa misurato con la bilancia.

Anche stavolta si è continuato utilizzando questa stima della densità per valutare la massa di nuovi campioncini dello stesso materiale ma con diverso volume.



L'esperienza di laboratorio si è conclusa notando che tutte le densità ricavate avevano valori maggiori di 1 g/cm^3 (valore approssimativo della densità dell'acqua).

Si è richiamato il principio di Archimede, e il docente, con l'aiuto di uno studente, ha effettuato misurazioni della massa e delle tre dimensioni di un tagliere di legno di forma pseudo-poliedrica, ricavandone così il volume; il rapido calcolo della densità dell'oggetto ha dato un valore inferiore ad 1 g/cm^3 , verificando così come effettivamente il principio di Archimede desse una spiegazione plausibile del galleggiamento di quell'oggetto e non degli altri finora analizzati.

Considerazioni

- Nonostante quest'attività abbia avuto luogo alla fine dell'anno, la formalizzazione della stima degli errori appare ancora alla classe come un lavoro superfluo e è perseguita in modo svogliato, a differenza del resto dell'attività di laboratorio.
- Ovviamente il docente ha sempre profuso i necessari sforzi per superare queste dinamiche ed offrire le motivazioni per ribaltarle. Il contesto scuola in parte rende questo approccio degli studenti alla materia duro da sconfiggere, in quanto la Fisica è una materia svolta per due ore settimanali soltanto nel primo anno: inizialmente la materia è percepita come molto distante dalle peculiarità della scuola e dai schemi mentali usuali.
- Il successo che con quasi tutti si è potuto raggiungere è stato quello di stimolare la curiosità per i fenomeni che si osservano nella quotidianità e di sviluppare in tal senso un pensiero critico. Il raggiungimento di una cura significativa per il rigore scientifico è risultato molto più raro ed in ogni caso è apparso estemporaneo.

Solo in quest'ultima attività di laboratorio si é richiesto con fermezza le relazioni di laboratorio ed ottenuto qualche miglioramento, seppure gli elaborati siano complessivamente insoddisfacenti (come si può vedere nei due esempi mostrati nel seguito).

Questo strumento è di grande importanza anche in ambito valutativo, pur ritenendo che sia molto difficile nel corso di un solo anno scolastico per la classe nel suo complesso raggiungere una maturità di linguaggio e di esposizione più che sufficienti in questa disciplina.

Esempi di relazioni di laboratorio

Relazione di Fisica

Il giorno 12 Maggio alle ore di Fisica siamo andate in laboratorio.
Per prima cosa le prof. ci ha diviso in gruppi, poi a ciascun gruppo ha dato una brocca.
Come prima cosa abbiamo pesato la brocca vuota sulla bilancia e pesava 51,7 g.
Dopo l'abbiamo riempita d'acqua fino a mezzo litro e l'abbiamo ripesato: il suo peso ora era 531,2 g.
Dopo aver fatto queste misurazioni dovevamo trovare la Massa; e quindi abbiamo fatto la seconda misurazione cioè 531,2 meno la prima cioè 51,7 e abbiamo trovato 479,5 ma la abbiamo spostata in kg ed è venuta 0,479.
Poi dovevamo trovare la dimensione, e quindi abbiamo fatto la massa cioè 0,479 diviso il volume 0,0005 ed è venuto 958.
Poi abbiamo fatto un'esperimento con un uovo.
Dopo una di nostro gruppo non è andata bene perché avevamo sbagliato un calcolo ed infatti alla fine ce lo ha detto la prof. Agostini. Noi abbiamo continuato con l'altro esperimento con dei cubetti.

Prima abbiamo misurato il lato che veniva 2 e lo abbiamo trasformato in kg; cioè 0,02.
Poi dovevamo trovare il volume, e quindi abbiamo moltiplicato 0,02 per 3 volte ed è venuto 0,00008 m³.

Poi, per trovare la massa abbiamo pesato ogni cubetto e il risultato lo abbiamo trasformato in kg:

$$1^{\circ} = 2,0g = 0,0020 \text{ kg}$$

$$2^{\circ} = 43,1g = 0,0431 \text{ kg}$$

$$3^{\circ} = 48,3g = 0,0483 \text{ kg}$$

$$4^{\circ} = 50,8g = 0,0508 \text{ kg}$$

Dopo per trovare la densità abbiamo diviso la massa per il volume ($d = \frac{m}{V}$) di ogni cubetto:

$$1^{\circ} = \frac{0,0020}{0,00008} = 362,5$$

$$2^{\circ} = \frac{0,0431}{0,00008} = 5387,5$$

$$3^{\circ} = \frac{0,0483}{0,00008} = 6037,5$$

$$4^{\circ} = \frac{0,0508}{0,00008} = 6350$$

Esempi di relazioni di laboratorio

Relazione di Fisica

Il giorno 12 maggio 2015 nelle ore di Fisica siamo andate in laboratorio a fare diversi esperimenti.

Averemo una brocca con dell'acqua, un vaso, 4 cubetti (di peso differente), e una bilancia.

All'inizio abbiamo pesato la brocca senza acqua e aveva un peso di $51,7\text{ g}$, poi l'abbiamo riempita con mezzo litro d'acqua e aveva un peso di $531,2\text{ g}$. Quindi per trovare la massa abbiamo sottratto il peso iniziale $\rightarrow 51,7\text{ g}$ e quello della brocca con acqua $\rightarrow 531,2\text{ g}$, con un risultato di $479,5\text{ g}$, poi l'abbiamo trasformato in kg quindi ci è venuto $0,4795\text{ kg}$. E ora per trovare la densità abbiamo diviso la massa per il volume; cioè: $0,4795 : 0,0005$, con un risultato di 958 .

Poi abbiamo fatto un altro esperimento con un vaso che però per noi non è andato a buon fine, perché non veniva un logico o meglio dire un giusto risultato a causa di un calcolo sbagliato.

Siamo passate direttamente ai cubetti: abbiamo misurato il lato che viene fuori e per trovare il volume abbiamo moltiplicato il lato del cubetto per 3 volte con un risultato di $0,000008\text{ m}^3$. Poi abbiamo pesato la massa:

- Cubetto gingiro chiaro = $2,9\text{ g} \rightarrow 0,0029\text{ kg}$
- " " scuro = $73,1\text{ g} \rightarrow 0,0731\text{ kg}$
- " " oro = $68,3\text{ g} \rightarrow 0,0683\text{ kg}$
- " " bronzo = $50,9\text{ g} \rightarrow 0,0509\text{ kg}$

Per trovare la densità abbiamo diviso la massa di ogni cubetto per il volume:

- $0,0029 : 0,000008 = 362,5$
- $0,0731 : 0,000008 = 9137,5$
- $0,0683 : 0,000008 = 8537,5$
- $0,0509 : 0,000008 = 6362,5$

Verifiche degli apprendimenti

La valutazione si è svolta secondo tre modalità:

- valutazione orale, tenendo conto degli interventi e dei contributi alla discussione e anche - ma non sempre - della tradizionale interrogazione;
- valutazione del lavoro svolto in laboratorio, della qualità delle esperienze effettuate e della loro documentazione;
- verifica scritta con domande a risposta aperta sia su aspetti concettuali che sull'uso corretto del linguaggio scientifico.

Esempi di domanda aperta

2) Descrivi, aiutandoti con esempi concreti, il processo che guida il metodo scientifico. Come vengono gestiti gli errori in questo processo? [3 punti]

5) Occorrono almeno due strumenti per misurare una velocità. Quali? E perché non ne basta uno? [1 punto]

Esempi di domanda aperta

1) Nella legge Fisica $F = k x$ si individua una relazione di proporzionalità diretta. Tra quali grandezze? Qual è il significato e quali sono le proprietà di tale relazione?

[3 punti]

4) Sono date le seguenti misure con i rispettivi errori assoluti:

[2 punti]

$$x_1 = 230 \text{ kg} \quad \Delta x_1 = 1 \text{ kg}$$

$$x_2 = 81 \text{ s} \quad \Delta x_2 = 3 \text{ s}$$

$$x_3 = 22.5 \text{ km} \quad \Delta x_3 = 110 \text{ m}$$

Calcola i corrispondenti errori relativi ed errori percentuali, confrontando brevemente l'accuratezza delle tre misurazioni alla luce dei risultati finali.

Analisi dei risultati ottenuti

- **Motivazione e interesse:** sono cresciuti nel corso dell'anno, raggiungendo un livello più che sufficiente per la maggioranza degli allievi.
- **Rendimento:** tutta la classe ha raggiunto una comprensione sufficiente ed in alcuni casi molto buona dei concetti analizzati, arrivando talvolta ad effettuare connessioni autonome tra le esperienze laboratoriali e la teoria studiata sui libri.
- **Collaborazione:** la scelta di lavorare spesso per gruppi ha stimolato dinamiche positive di trasmissione di concetti e di supporto reciproco nella comprensione dei percorsi affrontati.

Analisi dei risultati ottenuti

Si sottolinea come faticosamente si sia condotto un lavoro di **rottura dello schema di apprendimento tradizionale**, essenzialmente mnemonico, riscontrato nel gruppo classe. I risultati in questo senso non sono stati globalmente soddisfacenti e probabilmente devono essere verificati su un periodo più lungo di un unico anno scolastico.

Solo una piccola percentuale di allievi ha compreso appieno il **rigore scientifico**. Tendenzialmente è sempre stato condotta più volentieri un'analisi di tipo qualitativo rispetto ad una di tipo quantitativo.

Analisi dei risultati ottenuti

Da migliorare e potenziare:

- progettare più attività per introdurre il concetto di misura e incertezza,
- richiedere fin dall'inizio semplici relazioni con valutazione,
- aumentare in futuro la frequenza di attività di tipo laboratoriale: esse sono state verificate tutte positivamente, in particolare per quanto concerne il loro contributo per la comprensione dei fenomeni. Il livello di attenzione degli allievi è cresciuto col tempo e, anche in virtù di ciò, si ritiene di dover aumentare in futuro la frequenza di tali attività, senza paura che gli allievi percepiscano l'inevitabile dispersività che a tratti si verifica in questi contesti rispetto ad una lezione frontale.

Valutazione dell'efficacia del percorso: considerazioni del gruppo di ricerca LSS

Il gruppo LSS ha permesso un'ampia condivisione delle scelte metodologiche e delle esperienze tra docenti sia a livello disciplinare che didattico e gestionale; la ricaduta sulle attività in classe è stata evidente.

La possibilità di verificare il proprio percorso in itinere con i colleghi ed i coordinatori ha permesso di usare i punti di debolezza come chiavi per ripartire.

In questo senso la didattica offerta ai ragazzi è diventata più efficace.