

# ENERGIA, POTENZA, RENDIMENTO: PAROLE CHIAVE PER LA COMPrensIONE DI FENOMENI FISICI

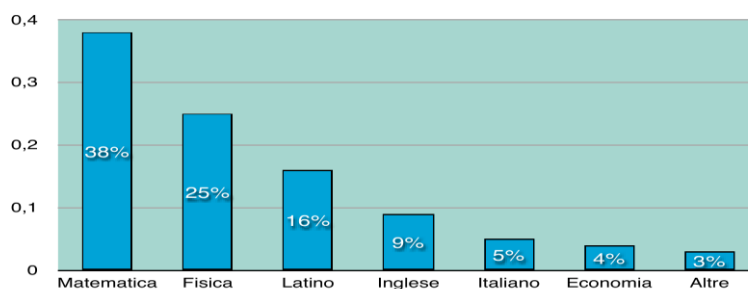
*Paolo Grosso, Daniela Marocchi (1)*

*(1) Dipartimento di Fisica – Università di Torino*

## Premessa

Troppe volte si sente dire dagli studenti che la matematica e la fisica sono “materie inutili” e troppo “astratte”; talvolta questo giudizio nasce come conseguenza del fatto che esse vengano sentite come un insieme di regole, formule e leggi povere di applicabilità diretta e di legami con la realtà. (figura 1, Risultati del sondaggio svolto da Studenti.it, a cui hanno partecipato più di 1500 studenti)

Un esame svolto sui libri di testo dal 1950 a oggi dimostra come nell’insegnamento della fisica la sequenza dei capitoli e l’insieme degli argomenti che ricevono maggior attenzione non sono cambiati di molto, nonostante in questi cinquant’anni la scuola e la società abbiano subito profondi cambiamenti. È possibile che tutti questi cambiamenti, ed il procedere stesso della ricerca, non abbiano avuto effetto significativo sull’insegnamento delle discipline scientifiche? Per presentare la fisica si ritiene ancora un percorso obbligato partire da quell’astrazione che è il punto materiale?



*Figura 1*

Quest’impostazione rischia di non coinvolgere lo studente in un approfondimento di come i concetti che gli vengono presentati siano in realtà strettamente connessi con i fenomeni del mondo che lo circonda, con la conseguenza di non invogliarlo a sforzarsi di conoscerne e comprenderne i meccanismi più profondi. Spesso così egli si accontenta di uno studio troppo mnemonico della fisica e della matematica, con il conseguente giudizio negativo su di esse.

Sorge quindi spontanea la domanda: ‘Una maggiore concretezza potrebbe essere d’aiuto per prevenire le difficoltà degli studenti ed il rifiuto verso queste materie?’

La nostra proposta si inserisce in questo filone di ricerca, con lo scopo di testare un metodo didattico basato prevalentemente sulla sperimentazione di laboratorio; in particolare proponiamo le linee guida di un percorso, sperimentato nell’anno scolastico 2011-12, che si proponeva di portare gli studenti a una maggiore e più chiara comprensione del concetto di energia e delle quantità fisiche ad essa legate.

## Il Progetto

L’attività è stata strutturata in un percorso che si è sviluppato in tre momenti principali:

- Esperienza di laboratorio
- Prova pratica
- Problemi teorici

### **Esperienza di laboratorio**

In questa parte di progetto l’obiettivo proposto agli studenti è stato la misura del rendimento di un motore di Stirling.

Una volta presentata la strumentazione in dotazione abbiamo volutamente consegnato loro una scheda di laboratorio ‘povera’, in cui erano riportate solamente delle “domande-guida”, cioè quesiti e indizi che potessero aiutare ed indirizzare i ragazzi ad individuare la via sperimentale più corretta per raggiungere l’obiettivo dell’esperienza, ma non la sequenza delle operazioni da svolgere. Il nostro obiettivo è stato proprio che fossero gli studenti a cercare di “districarsi”, senza paura di eventuali errori, tra tutte le problematiche che l’esperienza di laboratorio può presentare.



*Figura 2*

La scelta di utilizzare questa tipologia di scheda è stata dettata anche dalla volontà di evitare che gli studenti eseguissero in modo meccanico i passaggi riportati, perché così facendo non avrebbero avuto lo stimolo a confrontarsi direttamente ed in modo concreto con le grandezze fisiche in gioco. Sperimentando in modo più libero, senza troppe costrizioni dettate dalla scheda di laboratorio, e venendo incentivati, attraverso il lavoro di gruppo, a proporre idee e

modi per arrivare a calcolare l'efficienza del motore, hanno potuto comprendere anche dai loro sbagli.

Inoltre spesso gli studenti si abituano alla presentazione dei concetti fisici mediante i libri di testo e raramente da un punto di vista sperimentale. Conseguenza di questo approccio è che concetti strettamente concreti come energia, potenza e rendimento vengono percepiti come elementi essenzialmente teorici, che non trovano immediato riscontro pratico. Partire da una azione di laboratorio ha voluto invertire questa tendenza ed evidenziare la concretezza delle grandezze fisiche in gioco.

Il risultato finale è stato sicuramente anche un più profondo apprendimento del significato fisico delle grandezze in questione.

### **Prova pratica**

“A che cosa corrisponde 1 Joule?”; “Secondo te 1 Watt è una quantità grande o piccola?”; “Fai degli esempi di potenza di oggetti che conosci”.



*Figura 3*

Tutti riusciamo facilmente a visualizzare il significato di un metro o di un chilo, ma quando si parla di grandezze quali il Joule o il Watt la questione diventa più oscura. Così è anche per buona parte degli studenti che, in generale, trovano difficoltoso riuscire a quantificare queste grandezze fisiche. Alcuni poi, anche fuorviati dai comuni modi di dire, confondono i concetti di energia e potenza utilizzandoli come sinonimo l'uno dell'altro. La via didattica che abbiamo scelto di utilizzare per cercare di migliorare questi due aspetti è consistita in una sorta di

“prova pratica”: ogni studente aveva il compito di portare su per due rampe di scale due fusti di acqua di peso noto (vedi Figura 3). Misurando il dislivello totale e il tempo impiegato per svolgere questa prova gli allievi hanno potuto calcolare la potenza da loro sviluppata nel compiere questo esercizio. Ragionando su questa semplice prova sono quindi riusciti a comprendere che ciò che lega la potenza all’energia è un legame di tipo temporale.

Ciò che ha permesso loro di individuare questa relazione è stata la corrispondenza, che loro stessi hanno evidenziato, tra la potenza sviluppata e la fatica spesa. Una maggiore fatica fatta si associa, infatti, ad un tempo minore impiegato per eseguire l’esercizio, ma il tempo minore corrisponde anche ad aver sviluppato una maggiore efficienza (→ potenza) nel compiere il compito assegnato: nel caso pratico si è trattato di una potenza muscolare, registrata mentalmente come fatica, collegabile anche al concetto di potenza come definita in fisica.

Infine calcolare le potenze da loro sviluppate e confrontarle con quelle standard indicate sugli elettrodomestici più utilizzati ha aiutato gli studenti ad avere un’idea più chiara dell’entità delle grandezze che comunemente usiamo e di cui abbiamo esperienza nell’uso quotidiano.

Questa è stata la parte del progetto che ha maggiormente interessato gli alunni, essendo molto legata all’esperienza. Grazie ai confronti con le grandezze tipiche che caratterizzano il mondo che ci circonda, siamo riusciti a rendere concreti i concetti ed a legare, con un percorso esperienziale, le grandezze fisiche utilizzate alle loro unità di misura.

### **Problemi teorici**

Si è deciso infine di proporre ai ragazzi alcuni problemi da risolvere; pur essendo semplici, essi contenevano degli stimoli adatti ad incuriosire ed a mostrare come la soluzione, non immediata, richiedesse la necessità di porsi degli interrogativi.

I temi trattati all’interno di questi quesiti hanno spaziato da argomenti di attualità (come per esempio questione legate all’utilizzo delle fonti di energia rinnovabili) ad indovinelli più scherzosi e intriganti nei quali si è richiesto di individuare quale fosse la grandezza fisica mancante (per esempio l’efficienza di un motore) senza la quale tentare di risolvere il problema non avrebbe potuto portare a risultati corretti. In ogni caso anche questa seconda tipologia di problemi era caratterizzata dal fatto che i concetti erano da applicare a problemi reali, a differenza di molti testi utilizzati nei libri essenzialmente per permettere l’acquisizione di una maggiore familiarità nell’applicazione delle formule appena presentate.

Obiettivo specifico di questa ultima parte di progetto è stato quello di portare gli allievi ad una maggiore consapevolezza del fatto che la fisica è, prima di tutto, uno strumento reale che permette di raggiungere una maggiore consapevolezza nell’affrontare anche le tematiche del mondo contemporaneo.

Utilizzare questa tipologia di esercizi è servito anche per verificare come sia possibile, già con le nozioni di fisica che si imparano a scuola, studiare e dare stime anche quantitative su argomenti legati alla realtà quotidiana e di cui spesso si sente parlare attraverso i mass-media.

Questi problemi hanno permesso di applicare i concetti di energia, potenza e rendimento, appresi nelle prime due fasi del progetto, a questioni di interesse comune con l’obiettivo anche di ampliare le conoscenze relativamente ad alcuni “miti” (come per esempio ad alcune problematiche legate al tema delle macchine alimentate ad idrogeno) che, sovente, vengono presentati in modo non propriamente scientifico dai mezzi di comunicazione. Si può infatti notare come, specialmente nel settore energetico, esista una confusione nella presentazione dei diversi temi, non di rado anche sfruttata per fini ideologici da un’informazione non sempre

fornita correttamente. Un'educazione dei giovani studenti fondata su analisi critiche e interpretazioni scientifiche diventa quindi sempre più necessaria ai fini di una più corretta e consapevole cultura.

### Risultati della sperimentazione

L'energia è una delle grandezze fisiche più complesse e difficili da comprendere a fondo nei suoi diversi aspetti. Nei libri di Fisica essa viene di norma introdotta all'interno del programma di Meccanica (quindi nella fase iniziale del corso di Fisica) come la capacità di un sistema o di un corpo di svolgere lavoro: questa è la definizione che maggiormente rimane impressa nella mente degli studenti, anche se l'argomento "energia" in realtà presenta un alto livello di complessità e molte implicazioni e connessioni con diversi rami della fisica. Una comprensione solamente legata all'effetto meccanico di capacità di produrre lavoro costituisce una riduzione che, di certo, non aiuta gli studenti a concepirne al meglio l'ampio significato fisico.

ENERGIA	%	ENERGIA	%
Cinetica	82,5	Solare	24,2
Potenziale	78,3	Luminosa	20,8
Termica	75,8	Idroelettrica	20,0
Meccanica	70,8	Elettromagnetica	17,5
Elettrica	60,0	Geotermica	11,7
Elastica	40,8	Interna	8,3
Chimica	39,2	Calore	7,5
Nucleare	30,8	Sonora	6,7
Eolica	30,0	Lavoro	3,3

Figura 4

Un test iniziale che abbiamo proposto agli studenti analizzava proprio la conoscenza relativa alle varie forme sotto cui l'energia si presenta ed ha evidenziato come la comprensione fosse soprattutto mnemonica e legata a quel particolare aspetto presentato a scuola che si stava studiando al momento. Nella Figura 4 viene presentato il risultato del primo test proposto agli studenti, in cui dovevano rispondere alla domanda: "Quali differenti tipologie di energia conosci?". Nella seconda colonna è riportata la percentuale di studenti che hanno citato quella particolare forma di energia: era prevista la possibilità di risposte multiple.

Questo aspetto è stato solo parzialmente superato con la sperimentazione, forse anche perché la presentazione di altre forme di energia è avvenuta in un tempo troppo breve e con una metodologia essenzialmente di lezione frontale.

Per quanto riguarda invece una maggiore comprensione della differenza e del legame fra energia e potenza, sicuramente il lavoro sperimentale ha migliorato la percezione degli

studenti, che hanno anche imparato ad utilizzare con maggior sicurezza le corrette unità di misura.

L'attività di laboratorio e l'esperienza pratica hanno reso molto più concreto quanto presentato, soprattutto per la possibilità di sperimentare, almeno in parte, liberamente e verificare sul campo quanto affermato dal docente durante le lezioni. Minore apprezzamento hanno avuto le necessarie procedure sperimentali (ripetizione delle misure, registrazione dei dati, calcolo degli errori, scrittura della relazione...) viste non come una stretta necessità, ma come un di più solo parzialmente comprensibile.

### Conclusioni

Per poter valutare in modo più corretto quali risultati si siano raggiunti con questo progetto, alcune settimane prima e dopo l'esperienza abbiamo sottoposto agli studenti un test a risposta multipla con domande relative agli argomenti trattati.

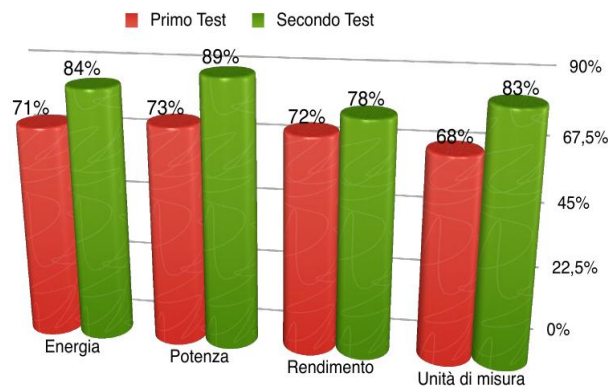


Figura 5

Dall'analisi dei dati raccolti è stato possibile osservare una maggiore comprensione dei concetti studiati sia a livello teorico sia nella loro applicazione a problemi. Inoltre i ragazzi si sono dimostrati maggiormente interessati e coinvolti grazie alla quantità di attività, anche pratiche, presenti nell'attività proposta.

Al termine di questo lavoro si può quindi confermare che quando gli argomenti di fisica vengano affrontati mediante un approccio più sperimentale si ottengono risultati migliori, anche dal punto di vista della conoscenza 'disciplinare' della materia, rispetto a quelli che si otterrebbero con un insegnamento basato sulle sole lezioni frontali. Inoltre questo tipo di approccio si configura come uno strumento adatto per interessare ed avvicinare i ragazzi allo studio della fisica; la formalizzazione teorica che può poi seguire si avvantaggia così del supporto di interesse suscitato a cui dare una risposta in modo anche formalmente rigoroso.

## Bibliografia

Besson U., De Ambrosio A. (2011) *L'effetto serra e l'insegnamento di concetti e fenomeni fisici legati all'energia* Giornale di Fisica LII,3.

Gallitto, A., Fiordilino, E. (2011) *Fisica: un percorso di laboratorio sulle tematiche energetiche* Giornale di Fisica LII, 4.

Goldring H., Osborne J. (1944) *Students' difficulties with energy ad related concepts* Physics Education, 29, 26-31.

Grosso P. (2013) *Energia, potenza e rendimento: proposta di un percorso didattico e di avvicinamento alle tematiche energetiche* Tesi Magistrale, Università degli Studi di Torino.