

# L'ENERGIA IN CHIMICA

## Un percorso didattico per il biennio delle superiori

### Riassunto

Viene proposto un percorso didattico per l'introduzione del concetto di energia nei corsi di chimica del biennio delle scuole superiori. L'impostazione parte dal presupposto che non sia stato ancora seguito alcun corso di fisica e si basa sui concetti di movimento e di velocità, già familiari all'età di 14 anni.

### Abstract

In this paper the authors suggest a teaching activity introducing the concept of energy. This activity is aimed at secondary students who never studied physics before. The general lines of this teaching activity are based on the concepts of movement and speed, which teenagers have already taken in.

### Premessa

#### L'impostazione prevalente

L'introduzione del concetto di energia nei libri di testo di chimica[1] delle scuole superiori non è oggetto di particolare attenzione, nonostante esso sia un prerequisito importante non posseduto dalla maggior parte degli alunni.

L'argomento è solitamente affrontato in uno dei modi seguenti:

- Il concetto viene dato per scontato.
- L'argomento non viene trattato, si rimanda esplicitamente ai corsi di fisica.
- L'esposizione si basa sulle due definizioni: <<l'energia è la capacità di compiere lavoro>><sup>1</sup> e <<il lavoro è il prodotto della forza applicata per lo spostamento>>.

Le prime due impostazioni evitano semplicemente il problema, la terza ha il limite di essere quasi incomprensibile per gli studenti cui è diretta. Le difficoltà di comprensione possono essere ridotte definendo il lavoro come <<qualsiasi processo equivalente al sollevamento di un peso>>[2],

---

G. SCIOLLA(\*)  
M. SPEZZIGA(\*\*)

---

ma la definizione di energia resta insoddisfacente, anche perché sbagliata[3][4] fuori dell'ambito della dinamica.

Poiché non è opportuno rinviare la comprensione di questo concetto ad anni successivi, bisogna predisporre una impostazione semplificata, "su misura" per i corsi di chimica.

#### Un percorso didattico alternativo

Abbiamo esaminato, a questo scopo, il modo in cui l'argomento viene presentato in alcuni libri delle medie e delle elementari. Il risultato è stato assai deludente: si ha spesso l'impressione di leggere il riassunto di testi di ordini scolastici superiori e quasi sempre <<energia è capacità di compiere lavoro>> e <<lavoro è forza per spostamento>>.

Un approccio completamente diverso, più adeguato ai nostri scopi, è stato individuato in un testo divulgativo di Vittorio Silvestrini[5]: da esso abbiamo tratto spunto per impostare le nostre lezioni sull'argomento.

Esso si basa sui concetti di movimento e di velocità, familiari agli studenti del primo anno di superiori. Ricordiamo a questo proposito che Piaget dimostrò come, a livello intuitivo, il concetto di velocità sia acquisito molto precocemente, prima dello stesso concetto di tempo[6]. Inoltre G. Toraldo di Francia, partendo dalle conclusioni di Piaget, ha sottolineato l'innaturalità del presentare la velocità come grandezza derivata e ha suggerito la sua introduzione come grandezza fondamentale. [6]

L'impostazione proposta, avendo intento introduttivo, non può essere una trattazione "rigorosa": essa invece è legata in gran parte al <<procedimento intuitivo, che rappresen-

ta la prima forma di conoscenza, preliminare a successivi apprendimenti>>[7].

#### L'ENERGIA CINETICA

1. Il concetto di energia si può introdurre a partire dalla sua forma più semplice da discutere: l'energia di movimento (energia cinetica). Si può iniziare, cioè dando una prima parziale definizione di energia nei seguenti termini: **L'energia è la proprietà che un corpo possiede per il fatto di essere in movimento e cresce con l'aumentare della velocità.** Tutti gli alunni sanno riconoscere un oggetto in movimento e sanno che "l'intensità" del movimento è misurata dalla velocità (km/h o m/s).

2. Ci sono due domande alle quali saper rispondere, per afferrare il concetto di energia cinetica:

- Di quanto varia l'energia cinetica all'aumentare della velocità?
- Esistono altre caratteristiche dell'oggetto, oltre la velocità, da cui dipende l'energia cinetica? Se sì, quali?

3. In base alla definizione appena fornita di energia, gli studenti sono portati ad ipotizzare una proporzionalità diretta tra energia cinetica e velocità. Si possono allora informare gli studenti che alcune grandezze, come gli spazi di arresto delle automobili, dipendono in modo direttamente proporzionale dalla energia cinetica del veicolo: pertanto la relazione esistente tra spazi di arresto e velocità ci fornirà il tipo di relazione esistente tra energia cinetica e velocità. Questo esame è facilitato dal fatto che lo spazio di arresto è una delle caratteristiche delle automobili documentate dalle stesse case costruttrici o, comunque, prese in considerazione dai test eseguiti dalle riviste del settore. La tabella n°1 contiene i dati ripresi e riadattati da una di tali riviste[8].

*Che cosa succede allo spazio di arresto se la velocità dell'automobile raddoppia? E' opportuno far rispondere gli alunni prima di mostrare i dati della tabella, in quanto le loro convinzioni sono in contrasto con la ri-*

---

(\*) Istituto Tecnico per Geometri  
"F. Brunelleschi", Oristano

(\*\*) Istituto Tecnico per Geometri  
"Nervi", Selargius (CA)

<sup>1</sup> Con le varianti "capacità di compiere lavoro e scambiare calore", "capacità di compiere lavoro, produrre calore o luce"

**Tabella 1.** Spazi di arresto e velocità

Velocità (km/h)	Spazi di arresto (m)
30	3,7
50	10,3
60	14,8
90	33,2
100	41,0
110	49,6
120	59,0
140	80,3

sposta corretta: questo costituisce un'ottima motivazione (dissonanza cognitiva) per la discussione successiva e per un eventuale approfondimento riguardante l'educazione stradale. Dall'esame della tabella si può ricavare che lo spazio di arresto non dipende in modo direttamente proporzionale dalla velocità, infatti a 60 km/h esso è quadruplo rispetto a quello richiesto a 30 km/h. Poiché gli spazi di arresto sono direttamente proporzionali al quadrato della velocità anche l'energia cinetica è direttamente proporzionale al quadrato della velocità.

4. Per rispondere alla seconda domanda del punto n°2 non possiamo confrontare gli spazi di arresto di veicoli di massa diversa viaggianti alla stessa velocità. Infatti l'efficienza dei freni aumenta all'aumentare del carico e mezzi diversi hanno impianti frenanti diversi. Si può ricorrere alla considerazione che *l'effetto, lo sconquasso* provocato da un urto, ad esempio di un'automobile contro un muro, dipende dall'energia cinetica del veicolo al momento dell'urto stesso. *A parità di velocità, lo sconquasso prodotto dall'urto di un camion sarà lo stesso di quello prodotto da un'utilitaria? No! Perché?* Perché il camion è più grande, ha una massa maggiore. (Lo *sconquasso* non è certamente una grandezza misurabile[9], ma il concetto è abbastanza intuitivo e aiuta a trarre conclusioni corrette nella discussione dell'argomento in esame). La proporzionalità diretta tra energia cinetica e massa può essere ricavata *intuitivamente* esaminando mezzi di trasporto in movimento come camion con rimorchio o treni con più vagoni. Un convoglio di due vagoni della stessa massa avrà un'energia cinetica doppia di quella posseduta da ciascuno di essi, alla stessa velocità.

5. A questo punto è possibile introdurre, naturalmente senza alcuna *dimostrazione*, la relazione  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ .

18

se in precedenza e la si può usare per definire il joule come **l'energia di un oggetto di 2 kg che si muove alla velocità di 1 m/s**. Per acquisire confidenza con la "grandezza" del joule, si possono calcolare energie cinetiche tipiche di un uomo che cammina o che corre, di un'auto che viaggia in città o in autostrada, ... Il concetto di energia cinetica, una volta appreso, può essere utilizzato per introdurre le altre forme di energia.

6. Si può infatti completare la 'definizione' di energia nel modo seguente: **Energia è, non solo energia di movimento ma anche ciò che può essere ottenuto dall'energia di movimento e ciò che può essere trasformato in energia di movimento.**

#### L'ENERGIA POTENZIALE

7. L'energia potenziale può essere presentata discutendo l'esperienza concettuale proposta a questo riguardo da Silvestrini[5] di un vagoncino, sprovvisto di motore, che si muove su un binario, il cui primo breve tratto pianeggiante è seguito da una lunga salita. Con il contributo degli studenti si descrive ciò che accade al vagoncino: nel tratto pianeggiante (breve) esso procede approssimativamente sempre alla stessa velocità, rallenta quando inizia la salita fino a fermarsi, quindi procede a ritroso accelerando durante la discesa e, una volta raggiunto il tratto rettilineo, riacquista approssimativamente la velocità iniziale.

8. Si discute quindi l'energia cinetica posseduta dal vagoncino nei vari tratti del percorso, in base all'andamento delle velocità presentato nel punto precedente. *Che cosa succede quando inizia la salita? Quanta energia cinetica ha il vagoncino nell'istante in cui si ferma, prima di ridiscendere in direzione opposta? Che cosa succede all'energia cinetica del vagoncino durante la discesa? Quanta sarà l'energia cinetica una volta raggiunto nuovamente il tratto rettilineo?* Il punto focale è chiedersi in che cosa si trasforma l'energia cinetica perduta e successivamente che cosa si ritrasforma nella stessa. Il vagone perde energia cinetica portandosi "**più in alto**" e acquista energia cinetica portandosi "**più in basso**".

9. In base al punto n°6 si conclude che "essere in alto" equivale al possedere energia. Quando il vagoncino è in alto ha una forma di energia do-

vuta alla sua posizione (ha energia di **posizione, posizionale** o **potenziale**).

#### PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE E ALTRE FORME DI ENERGIA

10. Utilizzando la "definizione" al punto n°6 si possono unificare le conoscenze già possedute dagli allievi su altre forme di energia (energia elettrica, energia chimica,...). Al riguardo si possono discutere esempi di trasformazione di energia cinetica in questi tipi di energia e viceversa. Data la sua maggiore complessità, è meglio rinviare un po' la discussione sull'energia termica.

11. Una volta acquisita maggiore familiarità con l'energia e le sue forme si può enunciare e discutere il principio di conservazione dell'energia: **l'energia non può essere né creata né distrutta, in un sistema isolato la sua quantità totale resta costante (si conserva). Essa può essere trasformata (da una forma ad un'altra), trasferita (da un oggetto ad un altro), accumulata.**[5]

#### L'ENERGIA TERMICA

12. L'energia termica può essere introdotta con una esperienza concettuale analoga a quella utilizzata nella discussione della energia potenziale. Un vagoncino procede su un tratto di binario pianeggiante: che cosa succede se si aziona il freno fino all'arresto? In che cosa si è trasformata l'energia cinetica?

13. Utilizzando anche esempi analoghi più familiari (fermare una ruota di bicicletta con una mano) si fa osservare che si scaldano i freni, le ruote, i binari. Compare una nuova forma di energia: l'energia termica. L'aumento di energia termica è segnalato generalmente da un aumento di temperatura, così come l'aumento di energia potenziale è segnalato da un aumento dell'altezza a cui si trova l'oggetto.

14. Il superamento della confusione, spesso frequente negli alunni, tra energia termica e temperatura può essere ottenuto con un cenno al modello cinetico - corpuscolare della materia. In questo ambito si può definire l'energia termica come somma delle energie dei moti dovuti all'agitazione termica e illustrare la relazione tra temperatura ed energia cinetica media delle particelle stesse.

#### ENERGIA POTENZIALE E DISTANZA

15. Prima di affrontare lo studio della

struttura dell'atomo (modello a orbitali o, preferibilmente, modello a strati basato sulle energie di ionizzazione successive[10]) è opportuno mostrare che l'energia potenziale è legata alla presenza di forze (gravitazionale, elettrica) e mostrare qualitativamente come essa vari al variare della distanza: diminuisce nelle posizioni in cui l'oggetto si porta acquistando energia cinetica a spese della propria energia potenziale.

**16. Se tra due oggetti vi è una forza attrattiva (gravitazionale, elettrica) la loro energia potenziale aumenta all'aumentare della distanza; se tra due oggetti vi è una forza repulsiva (elettrica) la loro energia potenziale diminuisce all'aumentare della distanza.**

17. Il punto precedente è utile per capire come varia l'energia potenziale degli elettroni nell'atomo e per discutere i valori delle energie di ionizzazione successive.

18. E' possibile utilizzare queste ultime considerazioni per spiegare l'energia di reazione.

19. Possono essere oggetto di approfondimento le modalità di trasferimento dell'energia: in particolare il calore ed il lavoro. **Il lavoro è qualsiasi processo equivalente al sollevamento di** un corpo. Esso può essere calcolato come  $W = F \times s$  (questa

espressione diventa in questo modo il punto di arrivo e non di partenza del percorso didattico). Utilizzando i concetti di calore e lavoro potrebbero essere ridiscussi gli esempi e le definizioni già dati in precedenza, realizzando così un percorso a spirale. È alquanto probabile, tuttavia, che questa rivisitazione sia lasciata all'insegnante di fisica.

### Conclusioni

Questa impostazione semplificata è da noi utilizzata da oltre dieci anni con studenti del primo anno degli Istituti Tecnici per Geometri. Il tempo richiesto per lo svolgimento è accettabile e, in ogni caso, esso è ampiamente recuperato in seguito, grazie alla migliore capacità di comprensione e di apprendimento che derivano da una piena padronanza dei prerequisiti. Questa impostazione, inoltre, non è stata di alcun ostacolo al successivo approfondimento degli stessi concetti nell'insegnamento della fisica.

### Bibliografia

- [1] AA. VV., *Conoscere la chimica*, Zanichelli, Bologna, 1990 – V. Amendola, G. Rizzelli, *Chimica per concetti*, Etas Libri, Milano, 1998 – A. Bargellini, *Chimica*, Signorelli, Milano, 1997 – D. Bovi, G. Favero, *Chimica*, Etas Libri, Milano, 1997 – M. Cioffi, *Come fare chimica oggi*, SEI, Torino, 1990 – G. Fabbri (a cura di), *Itine-*

*rari di chimica*, Calderini, Bologna, 1991 – F. Olmi, T. Pera, *ChimicaMente*, McGraw Hill, Milano, 1998 – S. Passannanti, S. Ponente, *Corso di chimica con esperienze di laboratorio*, Tramontana, 1994 – R. Pentimalli, *Il multilibro di chimica*, La Scuola, Brescia, 1997 – P. Pistarà, *Nuova Chimica*, Atlas, Bergamo, 1995 – F. Randazzo (a cura di) *Invito alla chimica*, Marietti, Casale Monferrato, 1991 – B. Slater, J. Thomson, *Chimica*, Morano, Napoli, 1991 – S. Zumdhal, *Chimica*, Etas Libri, Milano, 1993.

[2] P.W. Atkins, *Il secondo principio*, Zanichelli, Bologna, 1988 pag. 24

[3] L. Viglietta, Una definizione molto usata ma scorretta, *La Fisica nella Scuola, Speciale: L'insegnamento del II Principio della Termodinamica*, 1989, Anno XXII n. 2, pag. 84

[4] J. Ogborn, La storia di "X", *La Fisica nella Scuola, inserto allo Speciale: L'insegnamento del II Principio della Termodinamica*, 1989, Anno XXII n. 2, pag. 24

[5] V. Silvestrini, *Che cos'è l'entropia?*, Editori Riuniti, Roma, 1985 pagg. 10-28.

[6] G. Toraldo di Francia, *L'indagine del mondo fisico*, Einaudi, Torino, 1976 pag 85

[7] Apprendimento e istruzione secondo J. S. Bruner, in P. Boscolo, *Psicologia dell'apprendimento scolastico. Aspetti cognitivi e motivazionali*, Utet, Torino, 1997, pag. 11.

[8] Auto, marzo 1995, pag 197 Conti Editore, Bologna.

[9] G. Tonzig, *100 errori di fisica*, Sansoni, Firenze, 1991, pag. 92

[10] P. Mirone Energie di ionizzazione e struttura elettronica dell'atomo, *La Chimica nella Scuola*, n°3 1987, pag. 12



Dipartimento di Chimica  
Università di Bari

**EDICHEM99**  
**LA CHIMICA NELLA PROSPETTIVA**  
**DEL NUOVO SECOLO**



Società Chimica Italiana  
Divisione di Didattica

discutere le problematiche scolastiche siano ancora ampi.

**Riportiamo in sintesi i resoconti dei coordinatori delle varie sessioni**

**SCI, Divisione di Didattica Chimica**  
**Assemblea dei Soci della Divisione**  
**Bari, 14 dicembre 1999**

### Relazione del Presidente

(lcerruti@ch.unito.it)

Per i Soci della Divisione l'assemblea annuale non è un atto formale, che si compie per dovere statutario, ma è il luogo privilegiato per fare un consultivo dell'attività che si è svolta nell'anno appena trascorso, e per discutere il futuro della Divisione sotto forma di progetti concreti. La scorsa assemblea si tenne nel corso della Conferenza sulla didattica della chimica, organizzata splendidamente dai Colleghi di Bologna nel dicembre 1998. Già in quella occasione sentimmo quanto fosse stata valida l'opera dei Presidenti, professori Paolo Edgardo Todesco ([todesco@ms.fci.unibo.it](mailto:todesco@ms.fci.unibo.it)) e Eugenio Torracca ([Torracca@uniroma3.it](mailto:Torracca@uniroma3.it)),

*Tre anni dopo l'esperienza, vissuta durante il X Congresso svoltosi a Verbania presso l'ITI "Cobianchi", la Divisione ha tenuto il suo XI Congresso a Bari, sede prestigiosa che ricorda l'attività pionieristica profusa dal prof. Vito Donato Bianco nel campo della didattica.*

*CnS si associa ai ringraziamenti, espressi da più parti, per la riuscita dell'impresa organizzativa non indifferente rivolti al Comitato Organizzatore ed in particolare al prof. Salvatore Doronzo.*

*Va posto l'accento sulle difficoltà incontrate a causa delle defezioni di alcuni*

*relatori. A queste difficoltà è stato possibile far fronte attingendo alle risorse della Divisione, che in questa occasione ha messo in campo relatori e contenuti di qualità elevata.*

*Quanto detto in precedenza ha portato ad avere una più elastica scaletta degli interventi che ha favorito una più vivace discussione sui temi del Congresso, sulle prospettive e sugli orizzonti (sempre nebulosi) che si affacciano sul mondo della scuola. E' stato lasciato spazio agli interventi degli insegnanti, puntuali e costruttivi; per il futuro è auspicabile che gli spazi per*



Continua alla pagina 26