IRIS AperTO

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

La storia della fisica come strumento per la didattica

This is the author's manuscript

Original Citation:

Availability:

This version is available http://hdl.handle.net/2318/155950 since 2016-06-29T21:04:24Z

Publisher:

INFN Laboratori Nazionali di Frascati. SIDS – Ufficio Biblioteca e Pubblicazioni

Terms of use:

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

27 April 2024

IRIS AperTO

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO

This is the author's final version of the contribution published as:

[**Leone M.** La storia della fisica come strumento per la didattica. *ComunicareFisica2012*, INFN Laboratori Nazionali di Frascati. SIDS – Ufficio Biblioteca e Pubblicazioni, Frascati (Roma) 2014.]

The publisher's version is available at:

[http://h t t p : / /www. l n f . i n f n . i t / s i s / f rascat i ser ies / i tal ianco l lect io n /p re -down load .php?fn=Vo lume4%2FCF2012.pdf]

When citing, please refer to the published version.

La storia della fisica come strumento per la didattica

Matteo Leone
Dipartimento di Filosofia e Scienze dell'Educazione
Università degli Studi di Torino

Abstract: La possibile funzione didattica della storia della fisica, e più in generale della storia della scienza, è questione antica e controversa. Una recente sperimentazione didattica su un campione di bambini della scuola primaria dimostra che la storia dell'elettricismo dei primi anni dell'Ottocento può essere un valido strumento per l'identificazione di alcune difficoltà concettuali dei bambini relativamente ai circuiti elettrici in corrente continua.

La storia della scienza è solitamente assente nella didattica delle scienze nella scuola primaria e secondaria, e nei casi in cui è presente ha un ruolo fondamentalmente accessorio e cosmetico, come testimoniato dai manuali e dai sussidiari dove i contenuti didattici disciplinari sono talvolta corredati da medaglioni biografici di grandi scienziati o dalla cronaca di importanti scoperte scientifiche. Cronache e medaglioni appaiono infatti concettualmente e stilisticamente slegati dal corpo dei manuali e il rapporto tra i contenuti trasmessi e il passato della disciplina rimane fortemente ambiguo.
Nel corso degli anni, tuttavia, un numero sempre crescente di ricercatori è giunto alla conclusione che la storia della scienza, e in particolare la storia della fisica, possa essere uno strumento didattico sotto almeno tre profili distinti: motivazionale, ovvero come fattore di sviluppo di attitudini positive verso la scienza; culturale, per trasmettere una visione meno distorta della natura della scienza; metodologico, per diagnosticare e superare difficoltà concettuali degli studenti. La sperimentazione di seguito illustrata, si pone come fine proprio quello di dimostrare con un esempio concreto che la storia della fisica può essere un potente strumento didattico per diagnosticare, ed eventualmente superare, alcune difficoltà concettuali incontrate dagli studenti.

Le idee spontanee dei bambini sulla corrente elettrica

I dati sperimentali pubblicati in letteratura (es. Driver et al 1994), frutto di numerose ricerche condotte su studenti di scuola primaria e secondaria, posti solitamente di fronte a problemi di tipo pila – lampadina, concordano nell'individuare quattro principali modelli di circuito elettrico in corrente continua tra gli studenti: il modello unipolare, ovvero un circuito aperto nel quale un unico filo collega un polo della pila alla lampadina; il modello a correnti che si scontrano, ove la corrente fluisce da entrambi i poli della batteria e la luce della lampadina è talvolta spiegata in termini di "scontro" delle due correnti; il modello del consumo di corrente, secondo il quale c'è meno corrente nel filo che ritorna alla batteria poiché la corrente è consumata dalla lampadina; e infine il modello "scientifico", dove si ha corrente costante lungo tutto il circuito chiuso.
Al fine di studiare i modelli di circuito nei bambini della scuola primaria, anche attraverso l'uso di materiali derivati dalla storia della fisica, nell'anno scolastico 2011/2012 è stata condotta dal sottoscritto una sperimentazione su un campione formato da circa 40 bambini di due classi della 5° primaria di una scuola della periferia nord di Torino, che in precedenza non avevano affrontato nel loro curriculum scolastico argomenti legati alla corrente elettrica. La durata dell'intervento è stata di 12 ore per classe.

Nella prima fase della sperimentazione, dopo la presentazione ai bambini di una pila mezzatorcia e di una lampadina, si è fornita loro la seguente consegna: “Disegna la pila e la lampadina e illustra come la lampadina possa accendersi. Utilizza simboli che aiutino a capire il funzionamento di ciò che accade”. Si è posta particolare attenzione, nella formulazione della consegna e nei chiarimenti successivi, di ridurre al minimo la presenza di indizi, omettendo ad esempio l’uso di sostantivi quali “elettricità”, “corrente elettrica”, “circuito”, o verbi quali “collegare”, che potessero predeterminare l’esito della prova.
Dall’analisi dei disegni prodotti dai bambini è emerso che una netta maggioranza di bambini (circa 70% del campione) propone di collegare pila e lampadina secondo un modello unipolare.
In una fase successiva dell’attività si è proceduto nuovamente a diagnosticare la popolarità dei modelli circuitali attraverso la somministrazione, al medesimo campione di bambini, di un quesito strutturato ispirato a Cosgrove et al (1985). Ciascun bambino doveva scegliere quale dei quattro modelli grafici di circuito meglio rispecchiava le proprie idee in merito al passaggio della corrente elettrica. Ogni disegno raffigurava una pila e una lampadina connesse da due fili. La procedura ha dato risultati molto diversi rispetto alla fase del disegno libero, e in particolare una ridotta incidenza del modello unipolare, comparabili a quelli ottenuti da Cosgrove et al (1985).
Attraverso un’ulteriore fase di lavoro con schedine simboliche, riproducenti pile e lampadine, e cavetti in rame con pinze a coccodrillo, si è potuto comprendere come il materiale (reale o simbolico) fornito ai bambini possa essere responsabile dei risultati contradditori ottenuti attraverso le due procedure diagnostiche di cui sopra. In particolare, come riferito da Lorenzo, “*se la lampadina è collegata da tutti e due i lati, prende più energia*”, ovvero la lampadina si accenderebbe ugualmente anche se collegata da un solo lato. La propensione dei bambini come Lorenzo per il modello unipolare non emergerebbe dunque da un test, come quello somministrato, nel quale a tale modello è associata l’idea di assenza di corrente in un filo collegato all’altro lato della pila.

Materiali ispirati alle idee degli scienziati sulla corrente elettrica (circa 1800-1825)

La sperimentazione in oggetto è proseguita con la realizzazione dei collegamenti circuitali proposti dai bambini nelle fasi precedenti e con la conseguente scoperta sperimentale che la chiusura del circuito è condizione necessaria per l’accensione della lampadina.
Successivamente, al fine di verificare l’effettivo superamento del modello unipolare, si è proposta ai bambini una situazione sperimentale ispirata all’effettivo sviluppo degli studi elettricità prodotta dalla pila a inizio Ottocento.
Come è noto, in seguito alla realizzazione della pila di Volta (1799), rapidamente i fisici aderirono all’idea di “*circuito voltaico chiuso*” dove, adottando più o meno implicitamente un modello idrodinamico qualitativo, circola una “*corrente*” elettrica (Kipnis 2009).
Una volta inventata, la pila venne immediatamente utilizzata anche per produrre effetti chimici. A partire dal 1800, infatti, W. Nicholson e A. Carlisle ottennero la decomposizione dell’acqua in idrogeno e ossigeno attraverso la corrente voltaica. E’ tuttavia singolare constatare come, nell’ambito di queste ricerche, furono effettuati tentativi di ottenere produzione di gas per azione diretta di un singolo polo della batteria (Cuvier 1801). Ancora nel 1825, il fisico di Ginevra Auguste De La Rive, autorevole sostenitore della teoria chimica della pila di Volta, verificò (con esito, ovviamente, negativo) se era possibile ottenere l’elettrolisi dell’acqua con un singolo polo della pila o con i due poli opposti di due pile differenti (figura 1a) (De La Rive 1825).
Sulla base degli esperimenti di De La Rive, è stata proposta ai bambini una situazione circuitale nella quale i due poli opposti di due pile distinte, non connesse tra loro, sono collegati a una lampadina (figura 1b). Posti di fronte all’interrogativo “la lampadina si

accende?", non sorprendentemente un'ampia maggioranza dei bambini ha risposto affermativamente (per risultati analoghi tra studenti della scuola secondaria si rimanda a Benseghir & Closset 1993). Più che la dimensione quantitativa delle risposte, risulta tuttavia di interesse il tenore delle spiegazioni fornite dai bambini, dalle quali emerge come il modello unipolare sia lungi dall'essere marginale o facilmente superabile. Una bambina, Roxy, ha ad esempio spiegato che la lampadina si accende "*perché le due pile sono come una pila sola, perché se colleghi un filo al + della prima pila e l'altro al – della seconda pila è come se [avessi] collegato tutti i due fili a soltanto una pila*". Secondo Valeria, invece, "*la lampadina per accendersi deve avere energia positiva (+) e energia negativa (-)*".

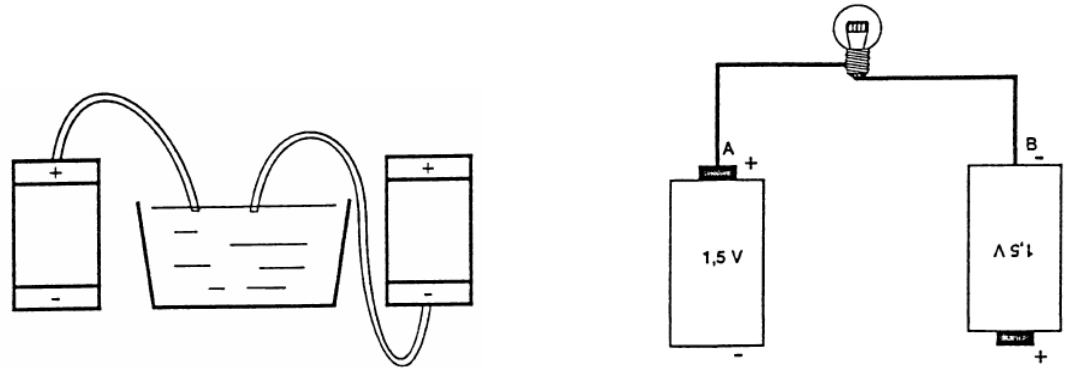

Figura 1 – (a) Esperimento di De La Rive. (b) Schema proposto ai bambini (Benseghir & Closset 1993).

Una seconda situazione sperimentale proposta ai bambini è stata invece volta a studiare le caratteristiche della corrente in un circuito pila-lampadina come quello che forzatamente emerge in seguito alla realizzazione concreta dei collegamenti circuitali.
Storicamente, il problema di stabilire intensità e senso di percorrenza della corrente venne risolto nel 1825 da Peter Barlow. Sulla base della scoperta dell'elettromagnetismo da parte di Ørsted e della conseguente idea di Ampère di misurare la corrente in un filo attraverso la deviazione di un ago magnetico (1820), Barlow scoprì che l'angolo di deviazione magnetica si riduceva sensibilmente all'aumentare della lunghezza di un filo. Le attese di Barlow, storicamente collocate all'interno della controversia sulla natura dell'elettricità tra la teoria del fluido singolo e la teoria dei due fluidi (Binnie 2001), coniugavano sostanzialmente i modelli delle correnti contrapposte e della corrente che si consuma. Secondo Barlow (1825), infatti, "*se questa diminuzione deriva da una dissipazione di fluido elettrico nel suo percorso, allora, nell'ipotesi di un fluido singolo, l'azione dovrebbe essere più intensa nella parte di filo più vicina al polo positivo della batteria rispetto all'altra estremità. Mentre se si ammette la presenza di due fluidi che fuoriescono da entrambe le estremità della batteria, l'azione al centro del filo dovrebbe essere assai minore rispetto alle parti adiacenti ai due poli*".
Barlow determinò quindi l'intensità di corrente attraverso la misura della deflessione degli aghi magnetici in diversi punti del filo (B, C e D nella figura 2a), scoprendo così che la corrente è costante ovunque, indipendentemente dalla lunghezza del filo.
Nell'ambito della sperimentazione didattica è stato sottoposta ai bambini una situazione circuitale concettualmente analoga al circuito di Barlow, dove tuttavia, in luogo degli aghi magnetici vengono utilizzate lampadine collegate in serie aventi funzione di indicatore relativo dell'intensità di corrente (figura 2b). L'interrogativo posto ai bambini è stato: "Le quattro lampadine producono tutte la stessa luce?" Al di là delle ripartizione quantitativa delle risposte (il campione si è suddiviso sostanzialmente in parti eguali), risulta essere estremamente interessante l'analisi delle spiegazioni formulate dai bambini. Questa analisi fa emergere che alcuni bambini, rispetto alla situazione proposta, formulano spiegazioni in

termini di correnti contrapposte e di un legame tra effetto luminoso e scontro delle correnti. A titolo di esempio, Lorenzo sostiene che "*le lampadine che stanno al lato si accenderanno un po' di meno perché l'energia che è nelle [lampadine] che stanno ai lati la trasmettono a quelle centrali*". Altre spiegazioni richiamano invece un modello di corrente che si consuma. Ad esempio, secondo Youness "*potrebbe essere che una lampadina assorba potenza dall'altra*" e secondo Matteo "*farà più luce la prima*". Altri bambini, infine, formulano una sorta di modello "ibrido", che richiama singolarmente quello delle correnti contrapposte che si consumano congetturato da Barlow. Tale modello si ritrova ad esempio in Aurora ("*le prime lampadine riceveranno più luminosità mentre quelle centrali non tanto perché la luminosità se la trattengono tutta*"), in Ignacio ("*le prime lampadine si prendono più elettricità rispetto alle altre, e quindi le lampadine del centro ricevono meno elettricità*") e in Marco ("*l'elettricità se la prendono quasi tutta le due all'esterno e a quelle all'interno ne arriverà di meno*").

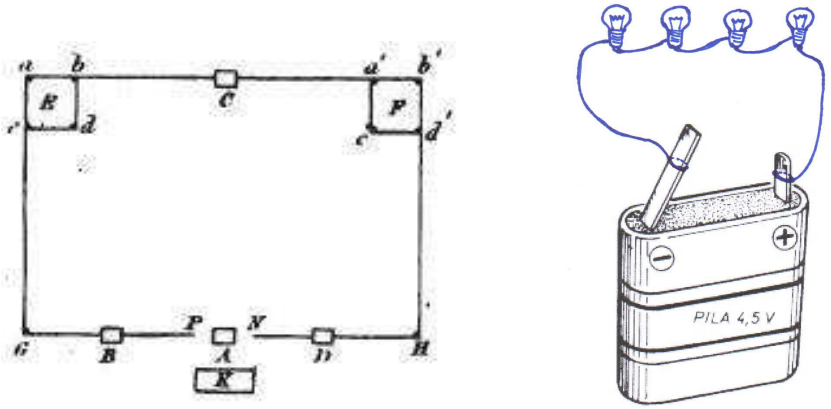

Figura 2 – (a) Circuito di Barlow. (b) Circuito proposto ai bambini.

Conclusioni

Dalla sperimentazione effettuata emerge che, a livello di classe 5° primaria, il modello unipolare di circuito elettrico è assai più radicato rispetto alle attese, e che i fattori metodologici rivestono un ruolo chiave nella diagnosi delle idee spontanee.
In merito al ruolo della storia della fisica, sono emerse significative analogie tra alcuni episodi dello sviluppo storico delle ricerche sull'elettricità e le idee spontanee dei bambini. Inoltre, la storia della fisica, attraverso la produzione di materiali didattici ad essa ispirati, ha dimostrato di avere un ruolo importante nel mettere in luce sia la tenacia del modello unipolare, sia l'esistenza tra i bambini di un inatteso modello di corrente elettrica.

Bibliografia

Barlow, P. (1825). On the laws of electro-magnetic action, as depending on the length and dimensions of the conducting wire, and on the question, whether electrical phenomena are due to the transmission of a single or of a compound fluid?, *The Edinburgh Philosophical Journal, 12*, 105-114.

Benseghir, A. and Closset, J.-L. (1993). Prégnance de l'explication électrostatique dans la construction du concept de circuit électrique: points de vue historique et didactique, *Didaskalia, 2,* 31-47.

Binnie, A. (2001). Using the history of electricity and magnetism to enhance teaching, *Science & Education, 10*, 379-389.

Cosgrove, M., Osborne, R., and Carr, M. (1985). Children's intuitive ideas on electric current and the modification of those ideas. In: R. Duit, W. Jung and C. von Rhöneck (Eds.), *Aspects of understanding electricity: Proceedings of an international workshop*. IPN: Kiel, 247-256.

Cuvier, G. (1801). Rapport sur le galvanisme, *Journal de Physique, 52*, 318-324; Expériences galvaniques, *Magasin Encyclopédique*, *6:1,* 371-378; Rapport. Sur des expériences galvaniques, *Mémoires des sociétés savantes et littéraires de la république française, 9*, 132-137.

De La Rive, A. (1825). Mémoire sur quelques uns des phénomènes que presente l'électricité voltaique dans son passage à travers les conducteurs liquids, *Annales de Chimie et de Physique, 28,* 190-221.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science. Research into children's ideas*. Routledge: London and New York.

Kipnis, N. (2009). A law of physics in the classroom. *Science & Education, 18,* 349-382.