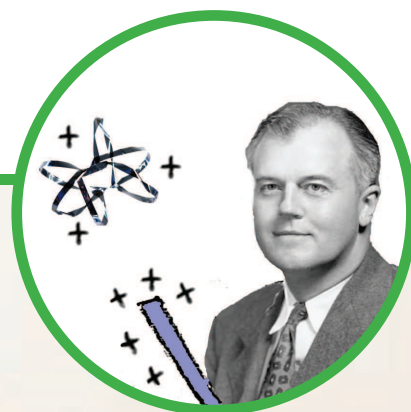


IO SONO ELETTRICITÀ

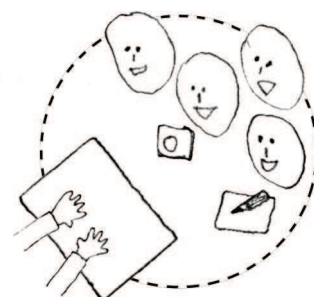
*Gli "esperimenti dalla cattedra" con l'elettrostatica sono tra i più avvincenti e stimolanti di tutta la storia della fisica.
E si possono condurre con materiali semplici.*



Una raccolta di esperimenti per cominciare a parlare di elettricità. Le cose che ci circondano sono fatte di atomi, i quali a loro volta sono un equilibrio di cariche elettriche positive (i nuclei) e negative (gli elettroni).

Gli esperimenti e le storie di questo capitolo possono servire quando si affrontano:

- l'elettricità
- l'energia
- gli atomi



LA STORIA

Philadelphia, 1747

Benjamin Franklin era un uomo molto conosciuto in città. Tipografo fin da bambino, era l'editore della *Gazzetta della Pennsylvania* e dell'*Almanacco del Povero Riccardo*, fondatore della Biblioteca della città e del corpo dei Pompieri.

Nel 1747 Benjamin Franklin ricevette un regalo da Peter Collinson, un suo amico di Londra. Il regalo era un tubo di vetro, un "tubo elettrico".

Strofinato con la seta, il tubo di vetro era un generatore di elettricità. In quel periodo, l'elettricità era molto in voga soprattutto grazie all'invenzione della *Bottiglia di Leida*, un contenitore di elettricità che permetteva di dare scosse elettriche e fare lunghe scintille.

Con il tubo di vetro Franklin si appassionò allo studio dell'elettricità, come scrive a Collinson ringraziandolo per il regalo:

Il vostro gentile regalo di un tubo elettrico, con istruzioni su come usarlo, ci ha messi tutti a fare esperimenti elettrici, nei quali abbiamo anche osservato alcuni fenomeni che pensiamo siano nuovi. Non sono mai stato impegnato prima in studi che assorbissero così tanto la mia attenzione e il mio tempo (28-3-1747).



Benjamin Franklin (1705-1790)

Gli esperimenti di Franklin

Con il tubo di vetro strofinato con la seta si potevano fare esperimenti meravigliosi, soprattutto attrarre e respingere oggetti leggeri, come piume, semi dei sofioni, pezzettini di foglia d'oro, e tenerli tutti sospesi in aria, respingendoli col tubo elettrificato.

Possiamo ripetere questi esperimenti, come vedremo nelle prossime pagine, con un palloncino al posto del

tubo di vetro, attirando o respingendo pezzettini di carta, bolle di sapone, foglioline di metallo, capelli, muri... una grande varietà di esperimenti.

La teoria di Franklin (+) e (-)

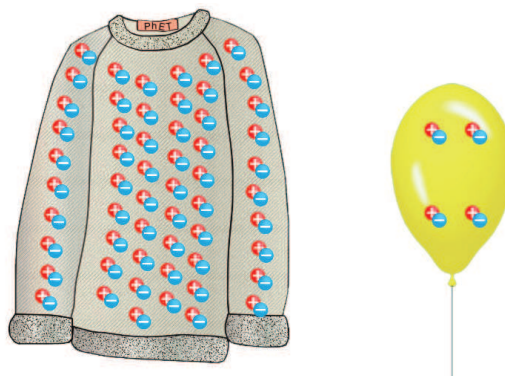
Franklin avanzò una teoria, ossia un gruppo ristretto di principi con i quali si può rendere conto dei diversi esperimenti.

Alla base della sua teoria c'erano l'eccesso e il difetto di fluido elettrico, che Franklin indicò con (+) e (-).

La teoria dell'elettricità ha analogie con la teoria del magnetismo. In entrambe c'è una polarità, una presenza di opposti. Nel magnetismo la polarità è indicata con (N) e (S), i poli Nord e Sud, mentre per l'elettricità Franklin introdusse il (+) e (-). Attrazioni e repulsioni seguono le stesse regole, poli opposti si attraggono, poli uguali si respingono.

Tra i due poli (N) e (S) del magnetismo c'è un qualcosa di intermedio, di neutro: il ferro stesso. Oggi sappiamo che gli atomi di ferro sono piccole calamite, e per questo il ferro viene attratto sia da (N) che da (S).

Anche tra i due poli (+) e (-) dell'elettricità c'è qualcosa di intermedio, di neutro: e si tratta di tutte le cose. Oggi sappiamo infatti che tutte le cose sono fatte di atomi con cariche (+) (i nuclei) e cariche (-) (gli elettroni), e gli oggetti carichi (+) o (-) si attirano con tutte le cose come le calamite si attirano con il ferro.



Franklin stabilì che il vetro strofinato con la seta si carica (+), mentre la seta si carica (-). Da questa convenzione e dalle attrazioni-repulsioni seguono i segni di tutti i caricamenti per strofinio.

Quando strofiniamo il palloncino di gomma con la lana di una sciarpa o di un maglione, il palloncino si carica (-) e la lana si carica (+).

Possiamo visualizzare questa teoria con le simulazioni interattive del progetto *PhET*, da cui è proposto il di-

segno precedente. Si tratta di programmi di computer interattivi, che si possono usare in classe con la lavagna luminosa, o personalmente su tablet o smartphone.

La scuola di Franklin

Nel periodo in cui Franklin, ricevuto il dono del tubo di vetro, faceva esperimenti elettrici, era molto impegnato anche nell'educazione.

Partecipò al progetto di una scuola (elementare, media e superiore), scrivendo le *Proposte sull'Educazione della Gioventù in Pennsylvania* (1749)

Che una casa sia destinata per la Scuola, se non in Città, almeno non molte miglia da essa; la Posizione sia sopraelevata e asciutta, e se possibile, non lontano da un Fiume, con un Giardino, un Frutteto, un Prato, e un Campo o due.

Che la Casa sia fornita di una Biblioteca (se in Campagna, perché se in Città, possono servire le Biblioteche Cittadine) con Mappe di tutte le Nazioni, Mappamondi, alcuni Strumenti matematici, Apparati per esperimenti in Filosofia Naturale, e Meccanica; Stampe, di tutti i Generi, e Progetti, Edifici, Macchine, &c.

Nella sua *Idea di una Scuola Inglese* (1751) egli specificò il curriculum dei primi cinque anni. Era sostanzialmente come la nostra scuola primaria, con la differenza che si entrava a 8 anni. Al tempo, pare, i bambini generalmente leggevano bene a 10 anni.

La prima preoccupazione di Franklin era l'*Inglese*. Parlarlo, leggerlo, scriverlo, capirlo, la grammatica, la lingua. Era un'epoca senza programmi ministeriali, senza libri di testo, senza esami. Le materie di insegnamento che Franklin considerava più importanti a questo livello erano *imparare una bella scrittura, disegnare, aritmetica*. Poi sottolineava l'importanza della *Storia*, che teneva come materia principale per la lettura. E così anche la *Storia Naturale*, da accompagnarsi con un po' di pratica, giardinaggio ed escursioni nelle fattorie.

Franklin seguì molto la scuola: egli era, diremmo oggi, nel Consiglio di Istituto. Ebbe anche molto da tribolare con gli altri consiglieri, per esempio cercando inutilmente di far aumentare lo stipendio ad un bravo insegnante che lo aveva più basso degli altri, e che alla fine si licenziò, facendo calare il livello e la reputazione della scuola. Franklin commentò *Per risparmiare 50 sterline abbiamo perso 50 studenti...*

Benjamin Franklin fece molti esperimenti elettrici, inventando il parafulmine, il condensatore piano, le campanelle elettriche, il motore elettrostatico.

Diventò un diplomatico e fu uno dei padri fondatori de-

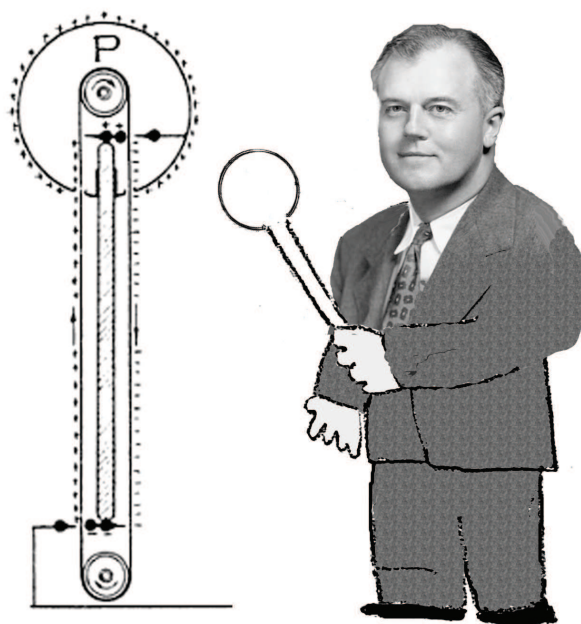
gli Stati Uniti d'America. È anche grazie alla sua figura se nello spirito americano ci sono alcune delle sue qualità: essere pratici, intraprendere, cominciare cose nuove, inventare.

Boston, 1929

Il giovane fisico Robert J. Van de Graaff aveva lo spirito pratico di un inventore.

Aveva studiato a Tuscaloosa, in Alabama, dove era nato. Poi era andato qualche anno a perfezionarsi in Europa (in Francia da Marie Curie e a Oxford) per poi tornare a lavorare a Princeton e a Boston.

Robert inventò il Generatore di Van de Graaff, una macchina per accumulare elettricità, in cui una cinghia di gomma mossa da un motore porta l'elettricità, ottenuta strofinandosi sul rullo, fino a una sfera di metallo.



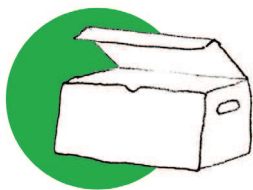
Robert J. Van de Graaff (1901-1967)

Nei metalli si può per così dire aggiungere elettricità, come si aggiunge aria in una gomma di bicicletta. La "pressione" dell'elettricità è chiamata *voltaggio*.

Van de Graaff costruì generatori sempre più grandi, che al tempo servivano per studiare i nuclei degli atomi. Il suo primo generatore arrivava al voltaggio di 80.000 volt. L'ultimo, che costruì a Boston, era il più grande del mondo e arrivava a 2 milioni di volt.

Oggi questo generatore non è più usato per la ricerca sui nuclei, si usano macchine diverse molto più grandi. Ma il generatore ha trovato casa al Museo della Scienza di Boston, dove spara fulmini tre volte al giorno nel *Teatro dell'Elettricità*. Perché l'elettricità è sempre un grande spettacolo, come lo era nella casa di Franklin.

I MATERIALI



NELLA SCATOLA TROVATE



- confezione da 100 palloncini lunghi
- una pompa
- una siringa



- 150 forme in mylar
- con carta leggera che le separa una dall'altra



- funflystick
- o bacchetta elettromagnetica, con diverse forme in mylar.
- Necessita di due pile stilo AA da 1,5 volt



- 6 bolle di sapone
- servono anche per gli esperimenti sulla CO₂ (capitolo 1)



È NECESSARIO PROCURARSI ANCHE

SCUOLA



- forbici
- nastro adesivo
- va bene di qualsiasi marca, ma segnaliamo che lo "scotch Magic" spesso funziona meglio degli altri nastri adesivi.

CASA



- una sciarpa di lana, o berretto, o un generico panno... meglio se può venire "dedicata" al laboratorio e rimanerci.
- la lana di qualità (cachemire, merinos) ci sembra funzionare meglio.

RIPOSTIGLIO



- una bacinella trasparente
- dove lasciare cadere il filo d'acqua che si fa con la siringa

RIUSO



- guanto usa e getta tipo supermercato
- sacchetti o buste di plastica da ritagliare

I.

palloncino come tubo elettrico o Esperimenti di Franklin

COSA SERVE

- palloncini lunghi e pompa per gonfiarli, sciarpa
- forme di mylar, pezzi di carta, forbici
- siringa piena d'acqua, bacinella, bolle di sapone
- guanto usa e getta, sacchetto del supermercato

COSA FARE

preparazione a casa

1. ritagliare la "medusa" dal sacchetto di plastica
2. esercitarsi nei diversi esperimenti, nel gonfiare e annodare i palloncini, e soprattutto nel far volare gli oggetti con sicurezza

attrazioni

3. palloncino e pezzettini di carta [#035]. Ritagliare coriandoli dalla carta sottile che separa i pezzi di mylar. Strofinare il palloncino con la lana, e avvicinarlo lentamente, dall'alto, ai pezzetti di carta. Li attira, anche da parecchi centimetri. È come una padella di pop-corn, i pezzi saltano in giro...
4. palloncino e filo d'acqua [#036]. Si fa scendere un filo d'acqua dalla siringa, e vi si avvicina lentamente il palloncino carico tenendolo perpendicolare. Il filo d'acqua devia sensibilmente, attirato
5. palloncino e bolle di sapone [#037]. Uno studente gonfia una bolla di sapone, noi la attiriamo dall'alto con il palloncino. La lasciamo scendere un poco, la ri-attiriamo. Si può tenerla così sospesa in mezzo alla stanza, finché non scoppia.

Un grappolo di bolle di sapone che tocca il palloncino può caricarsi a sua volta e venire respinto

6. palloncino e capelli. Si gira per la classe, strofinando il palloncino con la lana, e un po' anche con i capelli degli studenti, che vengono attirati
7. palloncino e lavagna, muro o soffitto. Chiedendo "me lo tieni per favore?" si può accostare il palloncino carico alla lavagna, dove si attacca. Il palloncino si può attaccare al soffitto, lanciandolo per il lungo o solo accostandovelo con la punta



repulsioni

8. repulsione palloncini [#040]. Due palloncini, entrambi strofinati, si respingono. È possibile sospenderne uno al soffitto, e poi spingerlo (respingerlo) con l'altro palloncino, senza toccarlo, facendolo inclinare e infine attaccarsi tutto sul soffitto
9. palloncino e guanto [#038]. Strofinare bene bene due palloncini e un guanto del supermercato. Il guanto si appiccica al banco mentre viene strofinato. Lanciare con rapidità il guanto in aria, senza che si attacchi al braccio, e subito inserire i palloncini carichi sotto il guanto volante, per tenerlo sospeso.
10. palloncino e "medusa" [#039]. Lo stesso esperimento con una "medusa" di plastica. I diversi lembi della medusa si respingono tra loro

conduttori

11. palloncino e mylar [#041]. Le forme di mylar sono come bolle di sapone che non scoppiano. Si possono attirare e, una volta toccato il palloncino, respingere. Si possono scaricare toccandoli col dito.

COSA SUCCEDDE

È una serie di esperimenti diversi con la versione economica del tubo di vetro di Franklin, il palloncino. Possono servire da sfondo a una storia delle diverse scoperte sull'elettricità, e ad illustrare le diverse teorie.



CORTI
ESPERIMENTI

#035, #036, #037, #038, #039, #040, #041

GLI ESPERIMENTI

II.

bacchetta elettromagica o Esperimenti di Van de Graaff

COSA SERVE

- la bacchetta elettro-magica
- 2 pile stilo AA da 1.5 volt
- le forme in Mylar
- palloncini, pompa e sciarpa di lana
- nastro adesivo

COSA FARE

bacchetta elettromagica

1. far volare oggetti in mylar con la bacchetta elettromagica [#005]
2. quando la forma in mylar, inizialmente scarica, tocca la bacchetta carica, si carica anchessa, dello stesso segno, e viene respinta. Essendo carica, si attirerà con tutti i corpi neutri circostanti (noi stessi, i banchi, la lavagna, i muri) e si respingerà con la bacchetta
3. è bene esercitarsi a "manovrare" questi oggetti volanti, in modo da poter agevolmente raccontare e spiegare tenendoli in volo
4. far rimbalzare rapidamente la forma in mylar tra la bacchetta (si carica) e il proprio dito (si scarica)

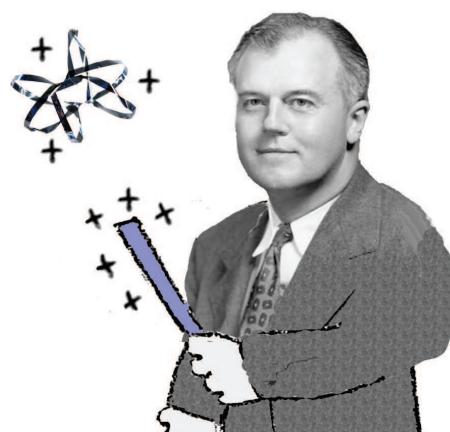
(+) e (-), bacchetta elettromagica e palloncino

5. la bacchetta elettromagica si carica (+), mentre il palloncino di gomma strofinato si carica (-). È possibile allora fare esperimenti belli tenendo sospese più forme in mylar
6. due mylar respinti dai palloncini, entrambi carichi (-), si respingeranno tra loro, e non riusciremo a farli toccare
7. un mylar (-) respinto da un palloncino e un mylar (+) respinto dalla bacchetta possono invece essere avvicinati. Si attireranno e, toccandosi, si scaricheranno reciprocamente [#042]

Sicurezza!



Non tenere la bacchetta elettromagica (Funflystick) in funzione a lungo toccando oggetti metallici (ad esempio termosifoni o computer) per non caricarli eccessivamente e prendere una scossa..



esperimenti col nastro adesivo

8. srotolare bruscamente un pezzo di nastro adesivo, lungo una spanna o due dal suo rotolino, e lasciarlo pendere. Avvicinare la mano. Il nastro adesivo, caricatosi per strofinio, si muove verso di essa [#043]
8. attaccare due pezzi di nastro adesivo tra loro, non colla contro colla, ma colla contro dorso. Separandoli bruscamente, uno si carica (+) e l'altro si carica (-). Attaccarli al bordo del banco o ad un'asta, e atturarli o respingerli con mani, palloncini, bacchette.

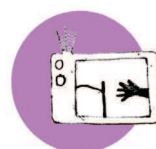
COSA SUCCEDDE

La Bacchetta elettromagica è un piccolo Generatore di Van de Graaff. Invece di terminare con una grande sfera di metallo, termina con un tubo di cartone. Questo tubo si carica (+) dallo strofinio di una cinghia interna mossa da un motorino (a questo servono le pile).

Non è necessario tenere premuto il pulsante per tenere carica la bacchetta elettromagica, a meno che la giornata non sia molto umida.

Quando tocchiamo col dito il cartone, la bacchetta si scarica e bisogna premere ancora il pulsante per ricaricarla.

Può darsi che, mentre la bacchetta si carica (+), noi stessi, se non siamo connessi "a terra", ci carichiamo (-).



CORTI
ESPERIMENTI
#005, #042, #043

APPROFONDIMENTI



VIDEO

Sul sito reinventore.it sono disponibili due filmati di approfondimento sui temi dell'elettrostatica.



ELETTRICITÀ (+) O (-) con articoli



LA BOTTIGLIA DI LEIDA con articoli

CORTI ESPERIMENTI

Sul sito reinventore.it sono inoltre disponibili i filmati di numerosi "corti esperimenti" sull'elettrostatica. Limitatamente ad attrazioni e repulsioni, cariche (+) e cariche (-), l'elenco dei corti esperimenti è il seguente:

- #035 Palloncino e pezzettini di carta
- #036 Palloncino e filo d'acqua
- #037 Palloncino e bolle di sapone
- #038 Palloncino e guanto
- #039 Palloncino e medusa
- #040 Repulsione palloncini
- #041 Palloncino e mylar
- #005 La Bacchetta Elettromagica
- #042 Mylar (+) e (-)
- #043 Nastro adesivo (+) e (-)
- ... e altri prossimi venturi...

DOMANDE DISEGNATE



Sul sito reinventore.it sono liberamente scaricabili le Domande Disegnate, pagine in PDF con domande e piccoli quiz sugli esperimenti di questo capitolo.



SALA PROFESSORI

Sul sito reinventore.it sono liberamente disponibili diversi articoli sull'elettricità. Storie, esperimenti, insegnamenti...

Ci sono tre articoli della serie "Spazzascienza" (come realizzare esperimenti con materiali poveri e di riuso). Si tratta di Gray e l'alluminio da cucina in [I conduttori di elettricità](#), Franklin e i palloncini in [Il tubo elettrico](#), e i fratelli Musschenbroek e una "Bottiglia di Leida" con bicchieri di plastica in [Bicchieri e bottiglie elettriche](#).

Due articoli di approfondimento accompagnano i video nel *Progetto di Diffusione della Cultura Scientifica*.

Un articolo è [ELETTRICITÀ \(+\) E \(-\)](#) che approfondisce diversi aspetti di questi esperimenti di elettrostatica:

- attrazioni e repulsioni
- carica (+) e carica (-)
- la cannuccia di Gray
- il Mylar

L'articolo è accompagnato da una scheda di [Suggerimenti didattici per la scuola primaria](#) che vi invitiamo calorosamente a consultare.

Il secondo articolo di approfondimento è intitolato [LA BOTTIGLIA DI LEIDA](#) e tratta la storia di questo dispositivo, unitamente a schede sulla costruzione e suggerimenti didattici.

La bottiglia di Leida permette a uno o più studenti di prendere la scossa o di vedere forti scintille elettriche, anche quando caricata solo con palloncino e lana. È un esperimento molto popolare tra gli studenti, che così ripetono i girotondi nei salotti in voga nel settecento.

In "sala professori" si trova anche una Antologia di testi originali, o tradotti, di scienziati e insegnanti.

Sui temi dell'elettrostatica ci sono [A distanze prodigiose](#) (di Stephen Gray, sulla scoperta dei conduttori), [La mia casa era piena di gente](#) (di Franklin, sugli esperimenti col tubo di vetro) e [Una curiosità ragionevole](#) (di Nollet, sulle lezioni di elettrostatica con esperimenti).

BIBLIOGRAFIA

Gli esperimenti di elettrostatica, fin dalla loro scoperta, sono stati una presenza costante nei libri di esperimenti, per i grandi come per i piccoli.

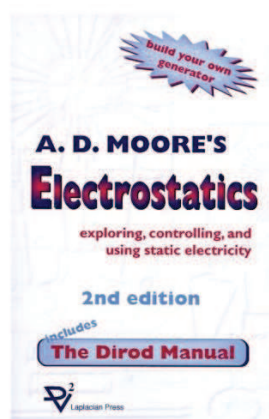
Le scoperte sull'elettricità hanno sempre avuto un grande successo di pubblico. Uno dei maggiori *elettricisti* del Settecento, l'abate Nollet, istituì un *Corso di lezioni pubbliche di fisica*, e portò in auge gli *esperimenti a lezione*. C'era una componente teatrale che rendeva le lezioni molto avvincenti. Gli spettatori si riunivano in girotondo per prendere la scossa tutti insieme.

Una caratteristica dell'insegnamento sull'elettricità è il pullulare di una miriade di piccoli esperimenti diversi. Per esempio, la semplice attrazione dei pezzettini di carta può subire molte variazioni. Si possono ritagliare le sagome di un ballerino o una ballerina, e farli saltare e piroettare.

Le variazioni o invenzioni di questo tipo sono centinaia. L'insegnante di scienze e scrittore George William Francis a metà dell'Ottocento con *Esperimenti Elettrici* ne pubblicò una raccolta di oltre 400.

E quindi chi insegna elettrostatica si può dotare di un piccolo "arsenale" di esperimenti.

Un esempio molto noto è il grande divulgatore A.D. Moore, autore del bellissimo libro *Elettrostatica*.



A.D. Moore, 1968 (2a ed 1997)
L'elettricità statica
come si studia, si governa, si adopera
Zanichelli, 1970

Moore, ingegnere elettrico in pensione, esperto e appassionatissimo di elettricità, girava le scuole proponendo spettacoli con il suo *Zoo elettrostatico*, in cui c'erano lampadine, scintille elettriche, motori di Franklin, condensatori elettrici realizzati con terrine di cucina, e molti congegni di sua invenzione.

UNIVERSALITÀ

Il piccolo *Zoo elettrostatico* che l'insegnante può mettere insieme per gli esperimenti potrà contenere non solo strumenti elettrici propriamente detti (elettroscopio, bottiglia di Leida, generatore di Van de Graaff) ma i materiali più disparati:

- nastro adesivo, gomme da cancellare, cannucce
- sciarpe di lana, scialli di seta...
- pezzi di polistirolo, di vetro, bicchieri di plastica
- alluminio da cucina, lattine vuote
- semi dei soffioni (ottimi da attirare-respingere)
- piume, coriandoli, guanti del supermercato
- palloncini di gomma, bolle di sapone
- palline dell'albero di Natale, bava da pesca

Un simile arsenale, oltre che assistere grandemente l'insegnante, aiuta a comunicare un concetto importante, che i giapponesi chiamano *Universalità*.

Gli effetti elettrici non sono confinati nelle apparecchiature specializzate, nei laboratori della Nasa. Gli effetti elettrici sono *universali*, sono ovunque, perché tutte le cose sono fatte di cariche (+) e cariche (-). Sono anche dentro di me, come posso verificare quando in un viaggio in macchina le vibrazioni mi fanno strofinare con il sedile e mi carico di elettricità, e prendo la scossa.

E allora si capisce che si possono usare diverse cose per strofinare: lana, seta, ma anche sacchetti di plastica, le mani nude, la gomma da cancellare.

E anche un sasso qualunque si può caricare (+) o (-).



E-SHOP

Sul sito reinventore.it nella sezione e-shop si possono trovare molti strumenti a basso costo per lo studio dell'elettricità.

- il Mylar, la sottile pellicola di plastica con depositato uno strato di alluminio, in diverse forme.
- La bacchetta elettromagica, sia nella versione semplice che nella versione Science Kit elettrostatico.
- Il Kit Palloncino di Franklin, che contiene pompa, palloncini e forme di Mylar.