

# INTRODUZIONE AL CONCETTO DI CARICA ELETTRICA

classe prima, a.s. 2009/2010

Paola Falsini

Seminario Nazionale CIDI, 9 maggio 2010

## La scelta metodologica:

*La storia della disciplina suggerisce l'articolazione di un percorso didattico in cui lo studente sia protagonista, attraverso l'osservazione di fenomeni, l'individuazione di problemi, la formulazione di ipotesi interpretative, l'esecuzione di esperimenti, l'esplicitazione degli "errori", la costruzione di nuovi strumenti concettuali ...*

Altri percorsi già elaborati e sperimentati:

- *Dall'horror vacui al concetto di pressione atmosferica*
- *Moti celesti e moti locali (Galileo)*
- *La spiegazione dei moti celesti e moti locali (Newton)*
- *Dalle macchine ai concetti di lavoro e energia*
- *Macchine termiche, principi della termodinamica*
- ....
- **ELETTROMAGNETISMO?**

**UNA STORIA MOLTO COMPLESSA ...**

- *Harvard Case Histories in Experimental Science,*  
“The development of the concept of electric charge”  
by Roller and Roller [1957]
- Arons
- Barsantini
- Gruppo Cidi Fisica
- Esperienza scuola primaria in Friuli

## Classe prima, 3 settimane: FENOMENI ELETTRICI

Costruzione del concetto di forza  
come interazione tra due oggetti

*COMPITI A CASA ... un po' diversi:*

- *Osservazioni del cielo*
- *Horror vacui*
- *Fenomeni termici*
- *Ottica*
- *Moto parabolico*
- *Sezioni coniche*

# A CASA:

I. Scegli alcuni oggetti di vari materiali ... strofinali con una sciarpa o un pezzo di carta tipo Scottex o un panno di lana o un foulard di seta, etc. Verifica che cosa accade se li avvicini (senza contatto) a oggetti molto leggeri (piume, pezzetti, di carta, polistirolo sbriciolato, ..)... *Se l'oggetto strofinato attira a sé oggetti leggeri diremo che è elettrizzato*

- *La quasi totalità degli studenti (20 su 23) ha descritto il risultato atteso*
- *I casi di esiti negativi sembrano imputabili all'umidità dell'aria*
- *9 studenti su 23 hanno notato che non riuscivano a elettrizzare gli oggetti metallici*

## A CASA:

II. Prendi due strisce di nastro adesivo trasparente (circa 8 cm), falle aderire alla superficie pulita di un tavolo, staccale; verifica se sono elettrizzate (cioè se attirano oggetti leggeri). Se non risultano elettrizzate cambia superficie (legno, formica, vetro, metallo, ceramica, ..) oppure tipo di nastro. *Cosa osservi avvicinandole?* Ripeti per altre superfici che elettrizzano i nastri strappati da esse e registra cosa succede avvicinando i due nastri strappati dalla stessa superficie.

- *Solo 5 studenti su 23 hanno osservato che le due strisce tendono ad allontanarsi, si respingono*
- *Molti si sono limitati a osservare che si elettrizzavano e che ciò accadeva con diversi tipi di superficie*
- *Anche nella classe quarta, in cui era stato testato il lavoro a casa, solo 4 su 23 hanno osservato la repulsione*

## A CASA:

III. Prova a avvicinare tra loro due nastri elettrizzati strappati da superfici diverse (per esempio un nastro strappato dalla plastica e uno dal vetro; per ciascun nastro devi verificare che è elettrizzato). *Cosa osservi?* Ripeti l'operazione per il maggior numero possibile di coppie di superfici. *Cosa osservi?* Registra tutte le osservazioni con cura.

- *Pochi risultati positivi: 6 casi di repulsione e 8 di attrazione...*
- *... e solo tre studenti li hanno osservati entrambi*
- *Molti non hanno neppure avvicinato tra loro i nastri*
- *In quarta risultati positivi*

# A CASA:

IV. Prendi due strisce di nastro adesivo e falle aderire l'una all'altra in modo che la parte appiccicosa di una sia a contatto con quella liscia dell'altra; segna le due strisce in modo che siano riconoscibili: verde quella che presentava all'altra il lato liscio, rossa l'altra (fai molta attenzione a questa distinzione). Stacca le strisce una dall'altra ... *Cosa osservi se avvicini le due strisce?* Riconsidera le coppie di oggetti usate al punto I: *cosa osservi se avvicini i due oggetti dopo averli strofinati tra loro?*

- *TUTTI hanno osservato che le due strisce si attraggono*
- *Solo 4 sono tornati a considerare i casi della prima esperienza*

## A CASA:

V. Prepara due nastri come al punto IV e attaccali a un tavolo in modo che penzolino verticali, affiancati, non troppo vicini. Avvicina prima al rosso e poi al verde ciascuno degli oggetti elettrizzati al punto I (e tutti quelli che ti vengono in mente e riesci a elettrizzare). Registra in una tabella tutto ciò che osservi (se c'è interazione e di che tipo) e commenta

- *Risultati accettabili solo per la metà circa degli studenti (era andata decisamente meglio con la quarta)*
- *Una studentessa scrive: “con la striscia verde la plastica non interagisce, anzi si allontanano”*



# Finalità di carattere generale:

- Capire che la scienza non coincide con l'elenco delle leggi e delle teorie
- Imparare qualcosa sul *fare scienza*
  - » OSSERVARE / INTERPRETARE
  - » FENOMENO / IDEA
  - » LE SPIEGAZIONI DI UN FENOMENO CAMBIANO ...

## *Un po' di storia ...*

- Gilbert, 1600: chiama *elettrici* i corpi che si comportano come l'ambra (*electron*) e *non elettrici* i metalli
- Cabeo, circa metà '600 scopre la *repulsione*
- Gli Accademici del Cimento scoprono che l'attrazione è scambievole
- Hauksbee (morto nel 1713), costruisce la prima macchina elettrostatica
- Gray, 1729 scopre la conduzione elettrica: i corpi si possono elettrizzare anche per contatto oltre che per strofinio. *Conduttori e isolanti*. Capisce che i conduttori sono i non elettrici e gli isolanti gli elettrici. Scopre l'elettrizzazione per induzione.
- Dufay, intorno al 1730 scopre che esistono due tipi di elettrizzazione che lui chiama *resinosa* e *vetrosa*. Propone una *teoria a due fluidi elettrici* e introduce il termine *carica*, che fa pensare a qualcosa che si aggiunge (come quando si carica un'arma da fuoco)
- Franklin (1706-1790) propone una teoria a un fluido: se un corpo ne ha in eccesso rispetto alla sua condizione normale allora è *positivo*, se in difetto è *negativo* (idea di conservazione). Stabilisce arbitrariamente che il vetro si carichi positivamente: ***per questo gli elettroni sono negativi e i protoni positivi***

# A scuola, in laboratorio...

Si ripropongono situazioni sperimentali analoghe a quelle degli esperimenti a casa e si invitano gli studenti a riconoscere le somiglianze:

- *Abbiamo strofinato una bacchetta con un panno. Posizioniamo la bacchetta su un apposito sostegno e avvicinandole il panno abbiamo notato che vi era **attrazione** tra i due oggetti.*
- *La professoressa ha elettrizzato due bacchette: una di **vetro** e una di **plastica**. Avvicinandole abbiamo visto che vi era un'**interazione**: si **attragono**.*
- *Elettrizzando **due bacchette di plastica** e avvicinandole tra loro si **respingono**.*
- *Le ultime due situazioni mi ricordano gli esperimenti fatti a casa con lo scotch: due strisce staccate da due superfici diverse si **attraevano**. Due strisce staccate dalla stessa superficie si **respingevano** (ma questo lo avevano osservato in pochi)*
- *Abbiamo fatto delle prove: la prof staccava due strisce di scotch da coppie di superfici differenti e poi le avvicinava tra loro. Abbiamo osservato un fatto strano: le due strisce si **respingevano** sempre, mentre ci si aspettava che in qualche caso si **attraessero**.*

In sintesi abbiamo osservato:

- **Attrazione tra corpi elettrizzati**
- **Repulsione tra corpi elettrizzati**
- **Attrazione tra un corpo elettrizzato e uno non elettrizzato**

- *Avvicinando un pezzo di metallo **non** elettrizzato e due strisce di scotch elettrizzate dopo averle attaccate e staccate tra loro abbiamo notato che **le** **attira**. Questo perché un corpo elettrizzato attira uno neutro... ma qui quello neutro è pesante e quello elettrizzato è leggero ... ci fa capire che le forze vanno a coppie, dove c'è una forza ce n'è sempre un'altra*
- *Dopo avere elettrizzato due strisce come sopra vi abbiamo avvicinato una **bacchetta di plastica** elettrizzata e abbiamo visto che una striscia viene **attratta** l'altra **respinta**.*
- *Staccando una striscia di scotch da una superficie di plastica e la avviciniamo alle due strisce staccate l'una dall'altra ci aspettiamo la stessa situazione di prima: un'**attrazione** e una **repulsione**.*
- *Abbiamo elettrizzato prima una bacchetta di **plastica** e poi una di **vetro**. Le abbiamo avvicinate ad una **pallina di alluminio** non elettrizzata. Abbiamo notato che entrambe le bacchette inizialmente **attirano** la pallina ma dopo averla toccata la **respingono!***

*Nel 1600 l'inglese Gilbert chiamò **elettrici** i corpi che per strofinio acquistavano la proprietà di **attrarre** oggetti leggeri.*

*Li chiamò così perché la parola elettrico deriva dal greco electron che vuol dire **ambra** e si erano accorti che l'ambra strofinata **attirava gli oggetti leggeri**.*

*I **metalli** sono oggetti **non elettrici**. Cioè non acquistano la proprietà di attrarre oggetti leggeri.*

*Abbiamo fatto aderire due strisce di nastro adesivo l'una all'altra in modo che la parte appiccicosa di una sia a contatto con la parte liscia dell'altra; abbiamo poi staccato queste strisce l'una dall'altra e le abbiamo attaccate a un barra in modo che penzolino verticali e infine abbiamo avvicinato loro alcuni oggetti e abbiamo osservato varie situazioni:*

- Avvicinando un oggetto di **plastica** abbiamo notato che c'è interazione (!!!!) con una striscia, repulsione con l'altra*
- Avvicinando invece un oggetto di **vetro** otteniamo una situazione contraria ossia che se prima avevamo un'interazione con una striscia adesso con quella medesima striscia abbiamo una repulsione e con quella striscia che prima si respingeva adesso abbiamo un'interazione*

# ESISTONO DUE TIPI DI ELETTRICITA'

(Dufay, 1730)

Qualunque corpo elettrizzato è attratto dalla plastica e respinto dal vetro o attratto dal vetro e respinto dalla plastica (la plastica si comporta come l'ambra). Non esistono altri casi e quindi tutti i corpi elettrici si dividono in due categorie:

- **VETROSA** → (corpi che respingono il vetro)
- **RESINOSA** → (corpi che respingono l'ambra/plastica)

## COME SONO STATI INTERPRETATI IN PASSATO I FATTI OSSERVATI?

- Dufay propose una teoria a due fluidi elettrici (elettricità vetrosa e resinosa) e introdusse il termine **carica**, che fa pensare a qualcosa che si aggiunge (come quando si carica un'arma da fuoco).
- Neutro è un corpo in cui i due fluidi sono in uguale quantità; nello strofinio un corpo riceve una quantità di fluido elettrico dell'altro e l'altro corpo perde quella quantità. Attrazione tra corpi carichi in modo diverso, repulsione se carichi nello stesso modo
- Franklin invece sosteneva che esistesse **un solo tipo** di fluido elettrico:  
ogni corpo ha la sua dose di fluido elettrico e nello strofinio questa dose viene **alterata**. Se al corpo strofinato **viene aggiunto** del fluido elettrico si dice che il corpo è carico **positivamente** se invece al corpo **viene tolto** del fluido allora esso è carico **negativamente**. Da qui i termini "positivo" e "negativo" usati oggi.  
Franklin decise che il vetro si elettrizza positivamente e la plastica/ambra negativamente. Questa cosa l'ha scelta a caso.

Usiamo la teoria a due fluidi perché è quella che successivamente si è rivelata corretta, anche se Franklin aveva un po' ragione: solo uno dei due fluidi si muove!

Per i due fluidi non usiamo gli aggettivi *vetroso* e *resinoso*, ma *positivo* e *negativo*.

Si passa a riesaminare i fatti osservati e a interpretarli:

- *Attrazione tra un corpo carico e uno neutro*: la bacchetta di plastica è carica *negativamente* cioè eccede di fluido elettrico negativo mentre la pallina *neutra* ha dosi uguali di entrambi i fluidi. Siccome i fluidi dello stesso segno si *respingono* avvicinando la bacchetta alla pallina i fluidi negativi contenuti nella pallina *si allontanano* da quelli della bacchetta e si “mettono dietro” i fluidi positivi, e siccome due fluidi opposti *si attraggono* allora alla bacchetta e la pallina si attirano. Lo fanno perché il fluido positivo della pallina e quello negativo della bacchetta sono più vicini tra loro di quanto lo siano i due fluidi negativi. **INDUZIONE**



- Repulsione (una pallina neutra, leggera, prima è attratta da una bacchetta elettrizzata, poi, dopo il contatto, è respinta; e questo accade anche con una bacchetta di vetro):

*la bacchetta nel contatto cede parte della sua carica alla pallina e dunque i due corpi diventano carichi dello stesso segno e si respingono*

## Osserviamo e interpretiamo nuovi fatti

### *CONDUZIONE:*

*Su un bicchiere di plastica è appoggiato un cavatappi di metallo. A sinistra del bicchiere abbiamo la nostra bacchetta di plastica, mentre alla destra la nostra pallina di alluminio appesa. Se avviciniamo la bacchetta di plastica elettrizzata al metallo ad una estremità, la pallina dall'altra parte viene attratta [se si usa una bacchetta di alluminio si può anche vedere una scintilla]. Se ripetiamo lo stesso procedimento, mettendo al posto del cavatappi di metallo un righello di plastica, la pallina non viene attratta, resta immobile. Se come base, al posto del bicchiere di plastica, mettiamo un lattina di alluminio il fenomeno non avviene*

### *Come ce li spieghiamo questi fatti?*

*Il fluido positivo del metallo si avvicina al fluido negativo della bacchetta; quello negativo va all'altra estremità (INDUZIONE); così il fluido positivo della pallina va verso il fluido negativo del metallo (quello negativo si allontana) e la pallina viene attratta (induzione).*

### *Perché allora non succede con la plastica?*

*Perché il righello di plastica non fa muovere i suoi fluidi e quindi la pallina non si muove. La plastica quindi è un **isolante**. Invece si dice che il metallo è **conduttore**.*

Come possiamo interpretare il fatto che i metalli non si elettrizzano per strofinio?

L'esperienza mostra che  
GLI ELETTRICI SONO GLI ISOLANTI,  
I NON ELETTRICI I CONDUTTORI ... ..

Come possiamo interpretare il fatto che nelle giornate umide gli esperimenti sull'elettricità riescono peggio?

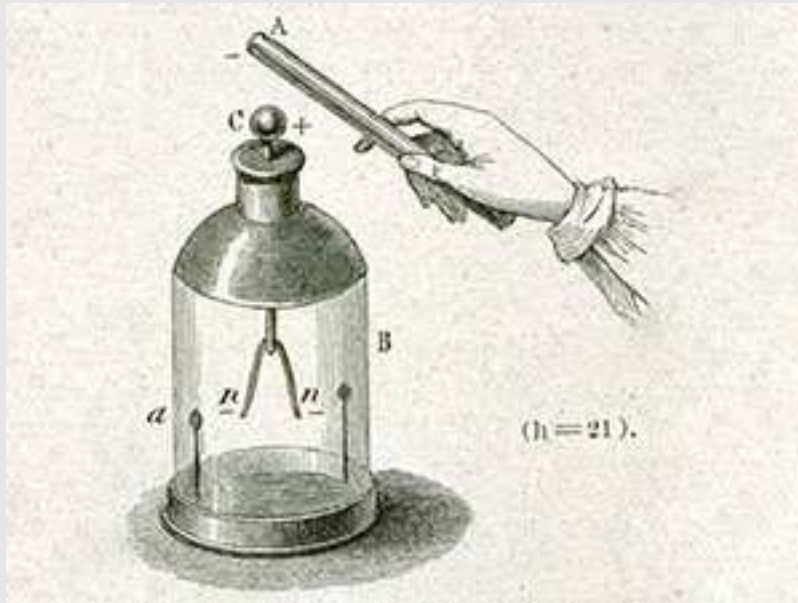
L'ARIA è ISOLANTE (perché altrimenti i corpi elettrizzati si scaricherebbero di continuo), ma ...

Come possiamo interpretare il fatto che nelle giornate asciutte si prende più facilmente la scossa?

Se l'aria è isolante si accumula tanta carica ... ..

# L'ELETTROSCOPIO

*Se avviciniamo un bacchetta di plastica elettrizzata all'asticella di metallo le due foglioline nel bulbo di vetro si **divaricano**, nel momento in cui allontaniamo la bacchetta tornano **al loro posto**.*



*Perché avvicinando la bacchetta le due foglioline si divaricano?*

*La bacchetta è caricata **negativamente** quindi il fluido **positivo** delle foglioline si sposta verso di essa (nella parte superiore della asticella metallica). Quindi nelle due foglioline rimane solo il fluido **negativo** e quindi si **respingono** tra loro.*

# VERIFICA

- 1) Quali corpi vennero denominati da Gilbert *elettrici*? Per quale motivo li chiamò così?
- 2) Come interpretiamo ciò che si osserva avvicinando due nastri adesivi strappati dalla stessa superficie? Disegna le forze presenti su ciascun nastro.
- 3) Come interpretiamo ciò che si osserva quando due nastri adesivi vengono avvicinati dopo essere stati strappati l'uno dall'altro (liscio/appiccicoso)? Indica un'altra situazione in cui abbiamo osservato qualcosa di simile.
- 4) In relazione al quesito 3, cosa si osserva se avviciniamo, prima a un nastro e poi all'altro, una bacchetta di plastica elettrizzata? E se ripetiamo l'operazione con una bacchetta di vetro elettrizzata? E cosa può accadere se si avvicina un qualunque altro oggetto elettrizzato? Come si interpretano questi fatti? E cosa se ne può concludere?
- 5) Spiega qual è l'origine del termine *carica* e degli aggettivi *positivo* e *negativo*. Quali aggettivi venivano usati in precedenza e perché?

- 6) Come s'interpreta con la teoria dei due fluidi elettrici il fatto che un corpo elettrizzato attira sempre uno non elettrizzato? Che nome si dà a ciò che accade nel corpo non elettrizzato? Disegna le forze presenti sui due corpi
- 7) In riferimento al quesito 4, cosa accade se si avvicina un oggetto non elettrizzato prima a un nastro e poi all'altro? Come s'interpreta questo fatto? Disegna le forze presenti su ciascun oggetto.
- 8) Che cosa accade avvicinando una bacchetta di plastica elettrizzata a una pallina appesa a un filo di plastica? Come s'interpreta questo fatto? Cosa succede se ora si avvicina una bacchetta di vetro elettrizzata alla pallina? Come s'interpreta questo fatto? Disegna le forze presenti nelle varie fasi (4 fasi).
- 9) Descrivi l'esperimento in cui abbiamo incontrato per la prima volta l'idea della distinzione tra conduttori e isolanti. Quale altro fenomeno avviene in tale situazione?
- 10) Alla luce della distinzione tra conduttori e isolanti, interpreta il diverso comportamento di *elettrici e non elettrici*.
- 11) Gli esperimenti sull'elettricità riescono meglio nelle giornate asciutte, quando può anche capitare di ottenere delle scintille; come s'interpretano questi fatti?
- 12) Come è costituito, a cosa serve e come si usa un *elettroscopio*?

## RISULTATI VERIFICA

