

INDICE

1. Introduzione	pag. 2
2. Scelta dell'argomento	pag. 5
3. Indagine sulle conoscenze pregresse	pag. 5
4. La pila di Volta	pag. 7
5. L'esperienza di Oersted	pag. 9
6. La rotazione continua di Faraday	pag. 11
7. L'induzione elettromagnetica	pag. 13
8. Ancora induzione elettromagnetica	pag. 15
9. Le prime invenzioni pratiche che sfruttano il principio dell'induzione elettromagnetica	pag. 16
10. Conclusioni	pag. 17
<i>Bibliografia</i>	pag. 20
<i>Testi consultati</i>	pag. 21

1. Introduzione

Al termine di questo percorso di studio e di aggiornamento sulla didattica per l'insegnamento della matematica e delle scienze nella scuola secondaria di primo grado è giunto il momento di fare alcune riflessioni sulle metodologie didattiche che utilizzavo negli anni passati per insegnare queste discipline; in particolare, in questo elaborato, si vuole porre l'attenzione sulla didattica in fisica.

La mia prima esperienza di insegnamento è avvenuta nella primavera del 2001 e da allora ho insegnato ogni anno scolastico fino ad ora. In questi anni il mio modo di insegnare è cambiato, è andato "migliorando", in quanto da un lato ho potuto imparare molto da alcuni miei colleghi di materia e dall'altro i cambiamenti avvenuti nella mia vita mi hanno permesso di avere una visione più completa del ruolo dell'insegnante e dei rapporti con gli alunni e non da ultimo con le loro famiglie.

Per quanto riguarda in modo specifico l'insegnamento della fisica devo riconoscere che, probabilmente, il metodo da me utilizzato non è mai stato coinvolgente ed appassionante per i ragazzi. Consisteva in lezioni frontali, con la lettura del testo in adozione svolta in classe, spesso interrotta da mie spiegazioni per riassumere e focalizzare l'attenzione su di un aspetto piuttosto che su di un altro. Assegnavo domande da svolgere a casa per far interiorizzare i concetti di base, poi la lezione successiva avveniva la correzione. Per alcuni argomenti facevo risolvere dei problemi, sia insieme in classe che a casa per compito. Talvolta il libro di testo proponeva delle schede riportanti esperimenti che nei primi anni di insegnamento saltavo completamente, perché lontane dalla mia formazione e, quindi, a mio parere improponibili, poi, negli ultimi anni, le leggevo e commentavo insieme agli alunni in classe, coadiuvata solamente l'anno scorso da un libro di testo che riportava in un CD alcune esperienze di laboratorio. Tuttavia, essendo la scuola dove lavoravo priva di computer, ce n'era solo uno chiuso in cassaforte e sempre prenotato da altri insegnanti, ero costretta a consigliare ai miei alunni di visionare a casa i contenuti del CD, ma non tutti potevano, perché ancora molte famiglie dei nostri studenti non hanno un computer. Altre volte suggerivo loro di provare a svolgere a casa degli esperimenti che riportava il testo. Devo riconoscere che alcuni di loro seguivano i miei suggerimenti e poi la lezione successiva raccontavano ai compagni ed alla sottoscritta come era andata l'esperienza fatta. Non ho mai pensato di svolgere io o far svolgere agli alunni delle esperienze laboratoriali in aula, questo anche perché non me ne ero mai posta il problema, dato che tutti gli insegnanti che ho avuto nel corso degli studi mi hanno presentato la fisica come una disciplina prettamente teorica,

da svolgere utilizzando semplicemente il libro di testo per imparare leggi e formule, saper fare dimostrazioni, senza mai vedere l'aspetto sperimentale della disciplina ed i suoi legami con il mondo reale. Solo all'Università, in uno degli esami di fisica, un professore ci ha fatto fare degli esperimenti in laboratorio, ma con strumentazioni che le scuole secondarie di primo grado non posseggono e pertanto nel momento in cui sono diventata insegnante io stessa, non mi sono posta il problema di effettuare esperimenti di fisica.

In conclusione, posso dire che le metodologie didattiche da me utilizzate erano "astratte", teoriche, prive di un aggancio con la realtà, lontane dalla vita degli studenti e quindi, penso anche poco interessanti, in quanto mancava il loro coinvolgimento diretto e la possibilità di vivere in prima persona alcuni dei momenti della storia della fisica attraverso la ricostruzione di alcuni esperimenti.

Alla fine dell'unità didattica la verifica verteva su quesiti di teoria a risposta aperta o chiusa, sulla risoluzione di alcuni problemi cui applicare semplici formule o su quesiti tratti da situazioni laboratoriali mai effettuate in aula ma lette sui libri, come se fossero esperienze effettivamente realizzate: una pura astrazione.

Il mio metodo di insegnamento della fisica non sembra però un'eccezione: da quanto emerge dalla letteratura, nella maggior parte dei corsi di scuola secondaria le lezioni consistono proprio nella ripetizione di concetti espressi nel libro di testo e la pratica laboratoriale è spesso tralasciata (Heering, 2000).

Per quanto mi riguarda, quest'anno è accaduto qualcosa che ha stravolto il mio modo di pensare e di insegnare la fisica e non solo; il corso PAS mi ha permesso di vedere l'insegnamento da un altro punto di vista: l'esperienza laboratoriale al centro del processo di apprendimento.

Attraverso questa metodologia didattica l'alunno diventa il vero protagonista del processo di apprendimento; attraverso l'esperienza diretta si sviluppa la manualità, la progettualità e la creatività, facendo "toccare con mano" il sapere scientifico, in modo che l'alunno sia coinvolto in prima persona e condivida con i compagni questa esperienza che deve essere tale da "stravolgere la sua vita", da trasformarlo in modo da non dimenticarla più (Bion, 1961).

La pedagogia rogersiana sostiene che gli esseri umani sono dotati di una naturale tendenza a conoscere, capire e ad apprendere, hanno cioè una motivazione cognitiva. Inoltre, Rogers sosteneva che l'apprendimento è veramente significativo quando il contenuto è vissuto dallo studente come rilevante per la soddisfazione dei suoi bisogni e la realizzazione delle sue

finalità personali. L'apprendimento significativo nasce dall'esperienza e dal fare: lo studente è parte attiva del processo di insegnamento-apprendimento. Sempre Rogers sosteneva che l'apprendimento auto-promosso e auto-gestito è quello che coinvolge il sentimento oltre che l'intelletto ed è il più duraturo e pervasivo.

Dal corso PAS ho imparato che agli studenti bisogna proporre attività significative e motivanti, che non rischino di essere o sembrare una perdita di tempo ai docenti, me compresa, agli alunni ed ai genitori. Noi insegnanti dobbiamo essere i primi convinti delle attività didattiche e delle metodologie che proponiamo.

Il lavoro proposto in questa tesi è un'ideazione di un percorso didattico in fisica che va dalla scoperta della corrente elettrica tramite la realizzazione della pila di Volta all'elettromagnetismo con Faraday. Il progetto prevede una serie di lezioni che ripercorrono la storia della corrente elettrica continua e alternata, abbinando alla teoria, affrontata anche tramite tecniche multimediali, la pratica sperimentale diretta.

Purtroppo non ho potuto sperimentare in classe questo percorso in quanto prevede come destinatari gli alunni della classe terza ed io, quest'anno scolastico, ero insegnante di sostegno in tre classi seconde. Mi riprometto, comunque, di sperimentarlo alla prima occasione.

Le modalità in cui si è scelto di svolgere il percorso didattico hanno previsto una verifica di monitoraggio iniziale per individuare le conoscenze degli studenti, in seguito la presentazione degli argomenti è avvenuta inserendoli nel loro contesto storico, associati alla realizzazione di esperimenti, si è poi concluso con la redazione individuale di una mappa concettuale che sintetizzi il percorso didattico affrontato e la realizzazione (a casa) di filmati, da parte degli alunni divisi in gruppi, riproducenti gli esperimenti effettuati in classe.

Punto focale dell'esperienza didattica è l'attività di laboratorio, inteso sia come luogo fisico sia come momento in cui l'alunno è attivo, formula le proprie ipotesi e ne controlla le conseguenze, progetta e sperimenta, discute e argomenta le proprie scelte, negozia e costruisce significati, porta a conclusioni temporanee e a nuove aperture la costruzione delle conoscenze sia personali che condivise.

Per quanto riguarda i momenti di valutazione degli alunni è importante sottolineare come dice Rogers che l'autovalutazione e l'autocritica facilitano molto di più lo sviluppo dell'autonomia, dell'autofiducia e della creatività che non la valutazione esterna.

2. Scelta dell'argomento

Per lo svolgimento di questo elaborato ho scelto di trattare la corrente elettrica approfondendo il concetto di corrente continua e corrente alternata. Si tratta di un argomento che per la sua comprensione necessita di sperimentazioni pratiche, poiché si è notato che spesso gli studenti ricordano informazioni puramente mnemoniche ma non ne hanno ben chiari i concetti portanti, presumibilmente poiché non li hanno verificati personalmente.

A tal proposito si è scelto di inserire nel percorso didattico la riproduzione di esperimenti storici per dare modo a tutti gli alunni di legare i concetti ad una componente emotiva legata all'esplorazione dell'ignoto e alla scoperta di qualcosa di nuovo. La pratica sperimentale è di notevole supporto nella comprensione di concetti altrimenti molto difficili da interiorizzare soprattutto per coloro che apprendono maggiormente attraverso attività pratiche (Gardner, 1991), nonché tutti gli studenti con BES.

Nella prima lezione dovrebbero emergere le difficoltà degli alunni nonché i misconcetti legati presumibilmente a libri e ad approcci inadeguati, ambienti di apprendimento scadenti, carenza di analisi fenomenologica e tecniche di insegnamento inadeguate.

I più comuni misconcetti sono legati a relazioni inesistenti tra poli magnetici e cariche elettriche statiche, supponendo che cariche elettriche possano essere attratte o respinte dai poli di un magnete, a seconda del segno della carica, della quantità di carica e dell'orientazione del polo. Queste concezioni errate sono probabilmente causate da paragoni troppo marcati tra fenomeni elettrici e fenomeni magnetici. L'esistenza di forze create da cariche elettriche può suggerire inconsapevolmente che le forze magnetiche possano anch'esse venire generate da cariche magnetiche, entità distinte e separate dai poli (Raduta, 2005).

3. Indagine sulle conoscenze pregresse

All'inizio del percorso didattico, le conoscenze pregresse degli studenti sono indagate mediante un brainstorming seguito dalla compilazione di mappe concettuali individuali.

L'analisi delle conoscenze pregresse degli alunni guida la scelta di determinati argomenti su cui prestare maggiore attenzione nello svolgimento del percorso didattico, al fine di correggere misconcetti o consolidare concetti corretti (Silva, 2007).

Bisogna tenere in considerazione che non tutti gli studenti hanno le medesime capacità e che il lavoro di crescita individuale non è mai pari a quello collettivo, pertanto, occorre ricercare

il metodo migliore per coinvolgere, in relazione alle capacità individuali, tutti gli studenti, perché anche gli alunni con BES possono dare il loro contributo alla crescita collettiva del “sapere” nella classe.

Si è quindi scelto di proporre alla classe, con la partecipazione di tutti gli alunni, la realizzazione di un brainstorming, utilizzando la LIM e partendo dalle parole “corrente elettrica”.

In un secondo momento si chiede agli alunni di compilare individualmente una mappa concettuale che leghi per mezzo di connettivi logici le parole ed i concetti evidenziati nel brainstorming. Questa operazione obbliga gli alunni, singolarmente, a chiarirsi i legami che esistono tra i vari concetti, pur senza dover sottostare ad uno schema troppo rigido.

Tale operazione, da svolgersi prima di aver trattato l’argomento, è possibile, come evidenziato in letteratura dalla corrente didattica del costruttivismo, perché esistono idee già formate nella mente dei ragazzi e quindi l’apprendimento non parte da un territorio neutro. Pertanto, l’insegnamento deve ampliare la conoscenza degli alunni a partire da conoscenze pregresse, riorganizzando i collegamenti nel modo corretto, favorendo in questo modo un apprendimento significativo e a lungo termine (Teixeira, et al., 2012).

Gli strumenti utilizzati in questa lezione sono la LIM, che permette il salvataggio del brainstorming, nonché fogli su cui ogni studente ha costruito la propria mappa concettuale o, meglio ancora se la scuola ne dispone, i computer collegati in rete sui quali gli alunni hanno potuto costruire le mappe concettuali mediante l’utilizzo del software Cmap Tools. Tale software permette un alto livello di personalizzazione delle mappe concettuali, favorendo un’elaborazione creativa del processo di organizzazione mentale (Novak, 2006).

L’utilizzo di mappe concettuali facilita il confronto delle idee emerse dagli alunni grazie alla semplicità con cui le relazioni che legano i vari concetti sono illustrate, evidenzia subito la rappresentazione mentale dell’alunno e facilita l’insegnante nel separare le strutture logiche corrette e coerenti dai collegamenti erronei o mal formulati (Koponen & Pehkonen, 2009).

Una volta emerse le concezioni alternative degli studenti, si calibra l’intervento didattico sulle effettive esigenze di apprendimento e si elabora la sequenza didattica più opportuna per operare un cambiamento concettuale. Il cambiamento avviene principalmente per analogia o per contrasto: nel primo caso si ricercano i punti comuni fra le conoscenze pregresse dell’allievo ed i nuovi concetti per accomodarli nella struttura mentale adattandoli a quanto già preesisteva, nel secondo caso l’approccio è più drastico e punta ad una rottura netta mettendo in contrapposizione l’idea pregressa ed il nuovo concetto con cui la si vuole

sostituire. Il cambiamento concettuale avviene quando l'alunno si rende conto dell'inadeguatezza della propria idea e riconosce nella nuova maggior coerenza.

Definito il punto di partenza con questa prima lezione, dopo aver attentamente valutato quanto è emerso, inizio la trattazione degli argomenti scelti, inserendoli nel loro periodo storico avvalendomi della lettura di fonti originali e di esperimenti.

In sintesi, nelle lezioni seguenti, cercherò di far comprendere agli alunni come la “corrente elettrica” possa essere di due tipi: continua ed alternata, come siano state scoperte le due tipologie e da chi, quali siano alcune applicazioni attuali.

4. La pila di Volta

Propongo alla classe la lettura insieme di alcune pagine tratte dallo scritto del 1800 di Alessandro Volta, relativo alla scoperta della corrente elettrica continua mediante la realizzazione della pila. In questo testo gli alunni possono comprendere come effettivamente Volta abbia lavorato nella realizzazione di questo importantissimo strumento.



1. Ritratto di A. Volta



2. Pila di A. Volta

Focalizzo l'attenzione degli studenti sul fatto che Volta evidenzia come il contatto bimetallico sia il vero motore dell'elettricità, scartando qualsiasi interpretazione di natura chimica. Egli chiama la sua invenzione “organo elettrico artificiale”, richiamandosi al potere

elettrico sviluppato in natura dalla torpedine. Il nome pila è successivo e si richiama alla forma stessa dello strumento.

Nella seconda parte della lezione la classe si divide in gruppi di tre alunni ciascuno e provano a ricostruire la pila utilizzando dei materiali “poveri” che hanno provveduto a portare da casa su mio suggerimento.

Scopo delle esperienze laboratoriali è quello di far acquisire agli studenti una metodologia di indagine fondata sull’osservazione dei fatti e sulla loro interpretazione, con spiegazioni e modelli sempre suscettibili di revisione e di riformulazione. L’alunno deve comprendere come si è sviluppato il sapere scientifico, come si è arrivati alle attuali conoscenze, passando attraverso successi ed insuccessi.

Gli alunni devono annotare nel loro quaderno di scienze l’esperienza laboratoriale imparando ad esporre in forma chiara ciò che si è sperimentato, utilizzando un linguaggio appropriato.

In seguito, spiego ai ragazzi che la teoria voltiana del contatto lasciò il posto all’interpretazione chimica del funzionamento della pila (non sono solo gli elettroni a muoversi, ma anche gli ioni).

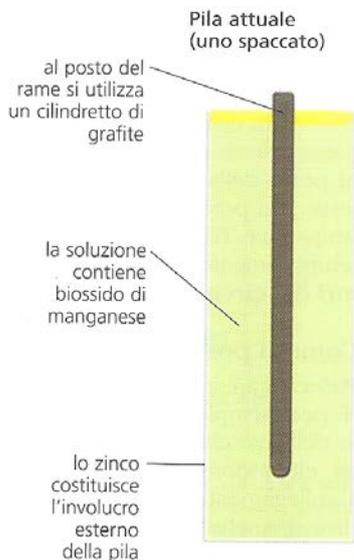
Questo fenomeno è osservabile nell’esperimento realizzato in classe: i dischi di alluminio (utilizzati al posto dello zinco) si corrodono, consumandosi, mentre su quelli di rame (le monetine dei centesimi di euro) si formano dei depositi.

Sottolineo nella spiegazione come dall’invenzione di Alessandro Volta avrà origine l’elettrochimica e, successivamente, l’elettromagnetismo e le applicazioni moderne dell’elettricità.

La corrente elettrica che attraversa un filo conduttore consiste in un flusso di elettroni che si muovono al suo interno per un tempo prolungato e in modo ordinato. La corrente fluisce a causa della differenza di potenziale o tensione elettrica tra polo negativo e polo positivo. Tale differenza di potenziale è mantenuta da un generatore che può essere una pila, come quelle che utilizziamo quotidianamente.

La corrente continua è prodotta da generatori in grado di mantenere costante nel tempo la differenza di potenziale ed è costituita da un flusso di elettroni che procedono in un solo verso.

Le pile attuali
Oggi le pile hanno lo stesso funzionamento di quella di Volta ma utilizzano sostanze diverse e hanno una diversa disposizione dei metalli.



3. Schema di una pila attuale.

5. L'esperienza di Oersted

Propongo alla classe la lettura insieme di alcune pagine tratte dalla memoria originale di Oersted relativa all'esperimento con il filo percorso da corrente e l'ago magnetizzato. In questo modo colloco storicamente l'esperimento svolto e fornisco alcuni suggerimenti operativi agli studenti, da cui trarre spunti e suscitare curiosità che li stimolino a cercare spiegazioni di quello che vedono accadere.

Si propone, quindi, agli alunni di sperimentare, divisi in gruppi di tre-cinque persone (dipende dalle bussole disponibili), che l'ago della bussola viene deviato da una corrente elettrica che circola in un filo conduttore collegato ai poli di una pila. Si invitano poi gli studenti a spostare l'ago della bussola in varie posizioni e ad invertire i poli della pila.

Per lo svolgimento dell'esperienza laboratoriale viene fornito ad ogni gruppo un kit comprendente una pila da 1,5 V, un filo conduttore in rame ed una bussola.

L'esperienza insegna ad utilizzare un approccio scientifico con l'aiuto dell'insegnante, dei compagni, in modo autonomo, ad osservare e descrivere lo svolgersi dei fatti, formulare domande, anche sulla base di ipotesi personali, proporre e realizzare semplici esperimenti in piccoli gruppi.

Durante le attività sperimentali gli alunni devono sempre annotare nel loro quaderno di scienze quanto hanno osservato e provare a trarre delle conclusioni che poi saranno condivise.

La modalità scelta per la presentazione dei risultati è la discussione aperta in classe. Al termine del tempo previsto per l'esplorazione dei fenomeni i ragazzi presentano le loro osservazioni, esaminano le analogie e le differenze emerse dal lavoro degli altri gruppi, condividono teorie ed osservazioni per giungere al termine a conclusioni comuni. L'insegnante fa da moderatore nel dibattito, per coordinare gli interventi ma non per imporre una particolare interpretazione del fenomeno, a meno che non emergano gravi imprecisioni concettuali di fondo.

Al termine della lezione i risultati di tali dibattiti vengono trascritti sulla LIM in forma di mappa concettuale condivisa dalla classe. Questa scelta didattica trasmette l'idea della costruzione comune del sapere scientifico, non come elaborazione singola dello studente.

L'attività laboratoriale rafforza negli alunni la fiducia nelle proprie capacità di pensiero, la disponibilità a dare e ricevere aiuto, ad imparare dagli errori propri ed altrui, ed apre ad opinioni diverse pur sostenendo la capacità di argomentare le proprie.

In seguito, inquadrò l'elettromagnetismo dal punto di vista storico.

I filosofi greci, già nel 600 a.C., sapevano che sfregando un pezzo di ambra, esso attraeva pezzetti di paglia.

I Greci sapevano anche che alcune pietre esistenti in natura, che noi ora sappiamo essere composte di magnetite, avevano il potere di attrarre il ferro.

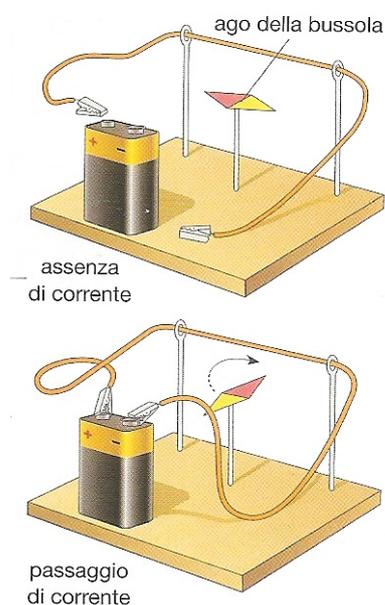
Le scienze dell'elettricità e del magnetismo si svilupparono per secoli in modo indipendente, fino a che nel 1820 Oersted (1777-1851) professore di Copenaghen, convinto che invece esistesse un legame tra fenomeni elettrici e magnetismo, trovò una connessione fra di esse: una corrente elettrica in un cavo ha il potere di deflettere un ago magnetico posto nelle immediate vicinanze.

Oersted scoprì che le correnti elettriche generano forze magnetiche e che queste forze agiscono sempre sui magneti in modo che questi si orientino perpendicolarmente alla direzione della corrente.



4. Ritratto di Hans Christian Oersted.

Il movimento dell'ago della bussola al passaggio della corrente dimostra che quest'ultima genera un campo magnetico.



5. Schema esperimento di Oersted.

Infine, spiego agli alunni che Biot e Savart, continuando gli studi nel campo dell'elettromagnetismo, determinano come la forza scoperta da Oersted dipenda dalla distanza tra il filo e il magnete.

6. La rotazione continua di Faraday

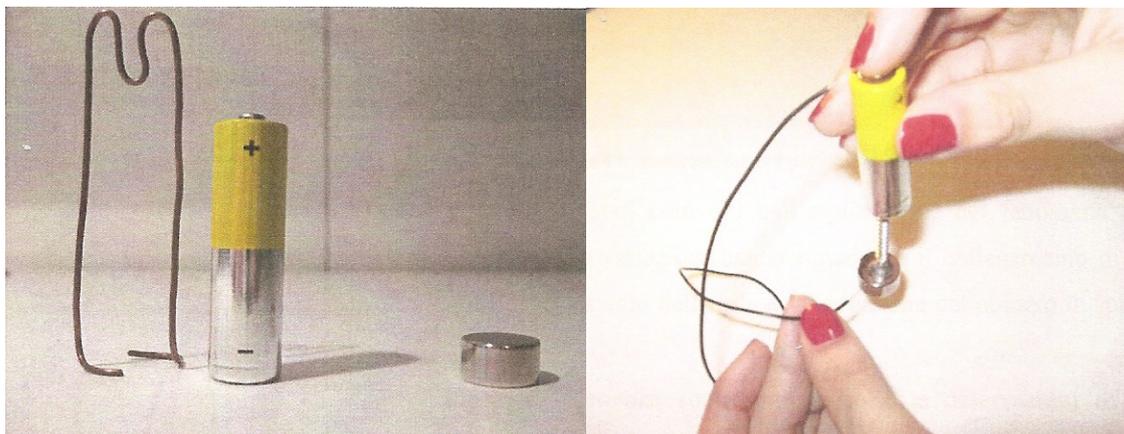
Gli alunni vengono suddivisi in gruppi (il numero di alunni per gruppo dipenderà dalla quantità dei materiali a disposizione), si proporrà la realizzazione di due diversi esperimenti. Ogni alunno dovrà annotare sul proprio quaderno di scienze i materiali adottati, le modalità di sperimentazione, le osservazioni e le conclusioni.

Nel primo esperimento si osserva la rotazione continua di Faraday, utilizzando un magnete al neodimio, un filo metallico sagomato e una pila da 1,5 V. La rotazione del filo percorso da corrente è ottenuta mediante la disposizione del filo sagomato sulla pila, posizionata sopra il magnete al neodimio, in modo che le estremità del filo in contatto con il lato del magnete lo sfiorino ed il circuito sia chiuso. In questa esperienza viene riprodotto il primo motore della storia.

Nel secondo esperimento si osserva la rotazione continua di Faraday utilizzando un magnete al neodimio, una vite da legno autofilettante (ferromagnetica, non di rame o ottone), un filo di rame elettrico e una pila da 1,5 V. La rotazione dell'insieme magnete-vite è ottenuta posizionando una vite sul magnete e sospendendo il sistema così composto ad una pila da 1,5 V, la cui estremità è stata collegata tramite un filo elettrico al magnete. La vite riesce a stare attaccata alla pila attraverso la punta, perché sulla punta si concentrano molte linee di forza del campo magnetico.

Sia nel primo che nel secondo esperimento si fa osservare che cosa accade invertendo la polarità del magnete o il senso di circolazione della corrente.

Con questi due esperimenti Faraday mette in evidenza come non si parli più forze attrattive o repulsive che agiscono lungo la congiungente due punti (come le forze tra cariche positive e negative) ma di forze che agiscono in modo circolare intorno al filo (rotazione).



6. Materiale per esperimento rotazione filo.

7. Esperimento rotazione sistema vite-magnete.

Segue la lettura in classe di alcune pagine scritte da Faraday in occasione dell'esperimento di rotazione continua.

Dopo aver discusso insieme la possibile spiegazione del fenomeno, al termine delle attività sopra descritte, dovrebbe emergere il concetto di campo magnetico prodotto dal filo percorso da corrente così come quello prodotto dal magnete al neodimio (simile al campo magnetico generato dal pianeta Terra visibile nelle illustrazioni del libro di testo: ma allora, che cosa provoca il campo magnetico terrestre, dei materiali magnetici o delle correnti sotto la crosta terrestre? Si accenna alle diverse interpretazioni storiche). Per aiutare gli studenti nella visualizzazione tridimensionale delle linee di forza del campo magnetico si compie la seguente esperienza alla cattedra introducendo un magnete in un vaso di vetro trasparente contenente olio di vaselina o olio di semi (importante che sia trasparente) e limatura di ferro.

Il magnete, messo in una provetta di vetro all'interno del barattolo, è mantenuto in posizione verticale mediante la pellicola trasparente. Dopo un ragionevole tempo di attesa, la limatura di ferro si magnetizza ed osserviamo che si allinea lungo le linee di forza del campo magnetico che divengono così visibili.

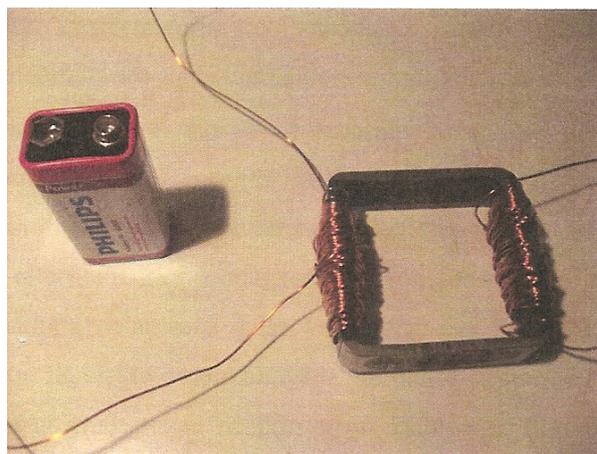
7. L'induzione elettromagnetica

Chi era Faraday? Siamo nel 1821 e Faraday (1791-1867), un geniale fisico sperimentale, capace di intuizioni fisiche prodigiose, le cui note di laboratorio non contengono neppure un'equazione, aveva iniziato a studiare i rapporti tra elettricità e magnetismo, finalmente dopo 10 anni di lavoro scopre l'induzione elettromagnetica nel 1831.

Racconto agli alunni la storia di Faraday che poverissimo e giovanissimo va a lavorare da un rilegatore di libri e coglie l'occasione per leggere e studiare tutti i libri di scienze. Viene mandato ad una conferenza e prende appunti dettagliati e fa disegni specifici, poi rilega tutto e lo regala a Davy. Faraday non aveva basi di matematica ma era molto bravo a fare esperimenti.



8. Ritratto di Michael Faraday.



9. Materiali per esperimento induzione elettromagnetica.

Faraday fa esperimenti a partire dalla considerazione che se una spira in cui passa corrente interagisce così fortemente con un'altra spira, anch'essa percorsa da corrente, in modo da attrarla o respingerla, probabilmente la stessa spira, che chiamiamo circuito primario,

sarebbe anche in grado di indurre un flusso di corrente in un circuito secondario che ne sia inizialmente privo.

Utilizzando un secondario con molti avvolgimenti, e come misuratore di corrente un galvanometro ad ago magnetico, posto molto vicino al secondario, dimostra che l'effetto cercato si ottiene quando la corrente varia di intensità nel primario, in particolare l'ago del galvanometro ha una brusca deviazione quando la corrente nel primario viene inserita e quando viene tolta.

Faraday si accorge poi che la variazione di corrente nel primario non è l'unica causa che induce corrente nel secondario: anche quando la corrente nel primario è costante nel tempo, il movimento reciproco dei due circuiti produce una corrente nel secondario. Lo stesso effetto si ottiene sostituendo il primario con un magnete.

Per avere l'induzione elettromagnetica è necessario che le cariche elettriche siano in movimento, infatti non è stata sperimentata alcuna relazione tra il magnetismo e l'elettricità statica.

Per interpretare il fenomeno dell'induzione elettromagnetica Faraday introduce il concetto di linee di forza, ovvero linee rispetto alle quali un sottile ago magnetico si dirigerebbe tangenzialmente. Tanto la corrente nel primario, quanto il magnete sono "sorgenti" di queste linee. Viene indotta una corrente elettrica in un circuito quando questo attraversa delle linee di forza oppure, reciprocamente, quando le linee di forza lo attraversano. L'intensità della corrente dipende dal numero di linee di forza attraversate nel tempo.

A questo punto si propone agli alunni la suddivisione in gruppi di lavoro (il numero di alunni per gruppo dipenderà dalla quantità dei materiali a disposizione), ogni gruppo sarà dotato di galvanometro, pila da 1,5 V, un anello quadrato di ferro due lati del quale sono stati avvolti da nastro isolante e ricoperti con avvolgimenti di filo di rame, trattato con vernice isolante (vedi immagine 9). Ogni alunno dovrà annotare sul proprio quaderno di scienze i materiali adottati, le modalità di sperimentazione, le osservazioni e le conclusioni.

Questo esperimento permette di osservare che una corrente che circola in una bobina (circuito primario) ne induce un'altra in una bobina accanto (circuito secondario) che ne è priva. Si nota che l'induzione avviene al variare della corrente elettrica: chiusura ed apertura del circuito. La corrente indotta scorre all'interno del filo conduttore con verso opposto se messo in relazione alle fasi di chiusura e successiva riapertura del circuito o ai due possibili orientamenti della pila.

La divisione della classe in piccoli gruppi durante le attività laboratoriali dà la possibilità ad ogni alunno di prendere parte attivamente all'esplorazione didattica, magari con l'aiuto dei compagni in caso di bisogno, favorendo allo stesso tempo lo scambio di opinioni con gli altri componenti del gruppo.

Al termine di ciascuna fase di sperimentazione saranno confrontate le ipotesi formulate e le conclusioni raggiunte da ciascun gruppo con lo scopo finale di ottenere una spiegazione condivisa da tutta la classe.

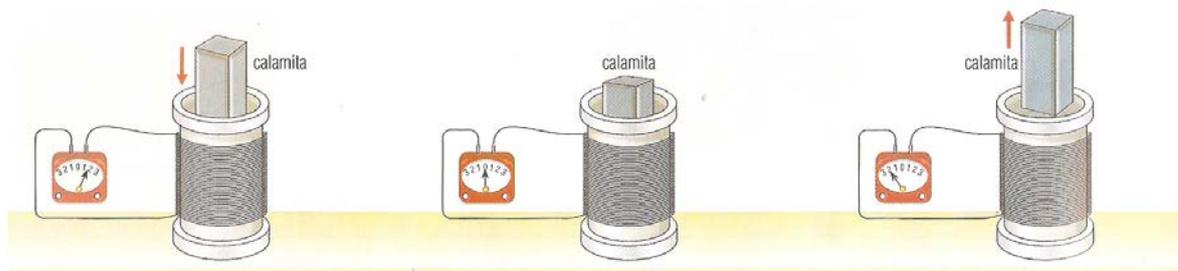
8. Ancora induzione elettromagnetica

La classe viene nuovamente divisa in gruppi, a ciascuno dei quali è fornito un magnete al neodimio, un filo di rame ricoperto di vernice isolante ed un galvanometro. Si chiede agli studenti di realizzare una bobina avvolgendo il filo conduttore attorno ad un cilindro di cartoncino, in modo che il magnete possa passare al suo interno. Il diametro, la lunghezza ed il numero di avvolgimenti della bobina vengono annotati dagli alunni e sono differenti da un gruppo all'altro. I capi della bobina vengono collegati al galvanometro per rilevare il passaggio di corrente elettrica all'interno del filo conduttore. Si fa osservare come l'orientamento del magnete possa influire sul segno della corrente indotta. Se si attaccano tra loro più magneti si osserva come la presenza di un campo magnetico più forte induca una corrente di maggior intensità nella bobina. Una maggior intensità della corrente indotta è altresì legata ad una maggior lunghezza ed a un maggior numero di avvolgimenti del filo conduttore e alla velocità con cui il magnete viene fatto entrare e uscire dalla bobina.

La corrente che si produce è alternata perché il flusso di elettroni cambia periodicamente il verso di percorrenza.

Anche in questa attività ogni alunno deve annotare sul proprio quaderno di scienze i materiali adottati, le modalità di sperimentazione, le osservazioni e le conclusioni.

Al termine dei lavori, attraverso l'esposizione condivisa in classe di quanto è emerso dai lavori di gruppo si compila una mappa condivisa che riassume i concetti e le teorie emerse dalle esperienze laboratoriali di Faraday che sono state prese in esame.



Se fra le spire di una bobina si introduce una calamita, sul quadrante dell'amperometro a cui la bobina è collegata si osserva un movimento della lancetta che segnala passaggio di corrente.

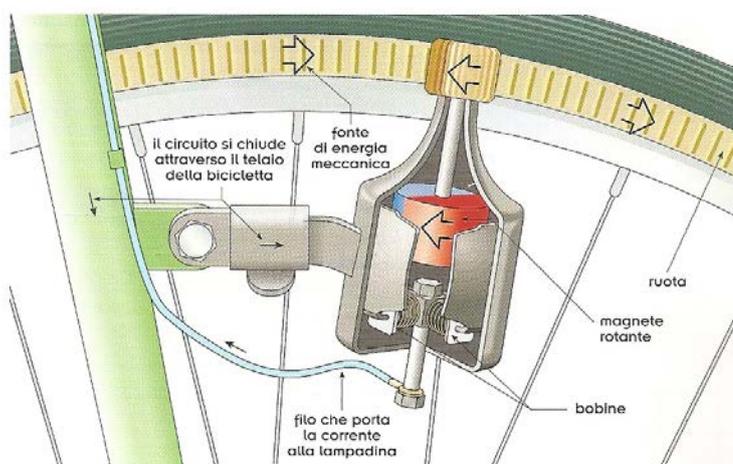
Quando la calamita è ferma nella bobina, la lancetta torna nella posizione iniziale.

Estraendo la calamita dalla bobina, la lancetta si muove ma in direzione opposta.

10. Muovendo velocemente un magnete all'interno della bobina si genera corrente elettrica alternata.

9. Le prime invenzioni pratiche che sfruttano il principio dell'induzione elettromagnetica

Nel 1865 Pacinotti inventa la dinamo che sfrutta il principio dell'induzione elettromagnetica mediante un magnete rotante all'interno di tante piccole bobine, tenuto in movimento da forze esterne. La produzione di corrente è dovuta alle variazioni di campo magnetico, se aumento la velocità con cui il magnete si muove aumento anche la corrente elettrica. In realtà, non si tratta unicamente di un generatore, ovvero di un sistema che trasforma energia meccanica in energia elettrica, ma di una macchina che può funzionare anche da motore, in grado, cioè, di compiere la trasformazione inversa in quanto, se percorsa da corrente, compie lavoro sull'esterno.

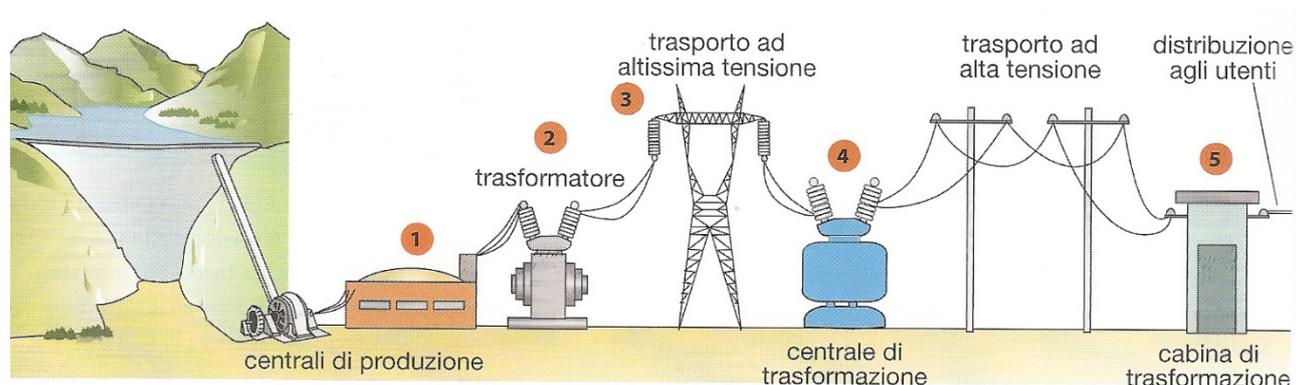


Una dinamo al lavoro. La ruota della bicicletta, ruotando, imprime un moto rotatorio a un magnete racchiuso tra due bobine: si genera così una corrente elettrica che, attraverso un filo di rame, arriva al fanale che si accende.

11. Schema dinamo (in realtà si tratta di un alternatore).

Nel 1886 Stanley realizza il trasformatore con il quale la corrente alternata a bassa tensione può essere portata ad alta tensione e viceversa; questo strumento è utile perché sono necessarie tensioni diverse; per tornare all'esperimento svolto in classe, per variare il voltaggio di uscita devo variare il numero di avvolgimenti nel primario e nel secondario.

L'alternatore, insieme al trasformatore, consente di distribuire energia, in quantità prima impensabili, a grande distanza ed in modo capillare. Nelle centrali elettriche gli alternatori trasformano energia meccanica, ricavata da forme primarie di energia, in energia elettrica, sotto forma di corrente alternata a bassa tensione; la corrente viene trasformata ad alta tensione per consentirne la trasmissione, limitando le perdite, lungo cavi metallici (linee di trasmissione); quindi una nuova trasformazione a bassa tensione consente un comodo utilizzo della corrente agli utenti, sia come energia termica e illuminazione, grazie all'effetto Joule, sia come energia meccanica grazie a motori.



12. I passaggi che subisce la corrente durante il “viaggio dal produttore al consumatore”.

10. Conclusioni

Al termine del percorso didattico svolto a scuola sarebbe interessante portare gli alunni al museo di fisica per vedere come si è sviluppata la conoscenza scientifica nel tempo, attraverso l'osservazione dei vari strumenti che sono stati inventati per portare avanti la ricerca sperimentale che non è mai conclusa. Ci sono sempre fenomeni da indagare e studiare al fine di capire quale è la causa che li determina e secondo quali leggi si sviluppano.

A conclusione dell'attività, dopo aver realizzato sulla LIM una mappa concettuale condivisa che riassume tutti i concetti emersi nella trattazione della corrente elettrica, si può nuovamente far lavorare la classe per gruppi (a casa) facendo scrivere loro la sceneggiatura

di un esperimento, diverso per ogni gruppo, scelto tra quelli proposti a lezione, che in seguito filmano. Ogni alunno deve avere un ruolo, ci deve essere anche il regista.

La valutazione finale riguarderà come gli alunni hanno partecipato e collaborato alla realizzazione degli esperimenti in classe, verrà valutato il lavoro finale “filmato” e la mappa concettuale finale, individuale, compilata al termine del percorso didattico, che lo dovrà riassumere in modo schematico.

Quest’ultima mappa sarà valutata in base alla correttezza e alla creazione di nuovi collegamenti, alla comparsa o scomparsa di idee rispetto alla mappa concettuale iniziale, alla correzione di teorie errate dopo aver svolto la sequenza didattica.

Purtroppo, come ho già sottolineato all’inizio di questo elaborato, non ho potuto verificare sperimentalmente in classe la funzionalità del percorso didattico ideato, ma ritengo sia utile alla comprensione ed interiorizzazione degli argomenti scelti, in quanto coinvolge gli studenti in prima persona, in modo attivo e lasciando spazio alla loro creatività; inoltre, questo tipo di approccio allo studio della fisica è sicuramente valido anche per gli alunni con BES.

La riproduzione degli esperimenti storici è funzionale alla didattica, sia sul versante della motivazione sia su quello del miglioramento della comprensione.

L’utilizzo della storia nella didattica della fisica pur avendo avuto una progressiva diffusione nel corso degli anni, rimane sempre un fenomeno minoritario e non ancora molto diffuso nel panorama scolastico (Leite, 2002). La causa di tutto ciò si può sicuramente ricondurre alla secolare dicotomia creatasi tra il sapere “umanistico” ed il sapere “scientifico” e alla barriera tanto alta quanto artificiale costruita per tenerli separati.

Nei libri di testo la storia della fisica è spesso relegata in box al margine della pagina, che contengono brevi biografie degli scienziati più influenti.

Risulta, tuttavia, importante utilizzare l’approccio storico nella didattica perché dall’analisi delle scoperte e del lavoro compiuto nel passato è possibile indirizzare la ricerca di future nuove modalità di sperimentazione (Henshaw, 1950).

La lettura dei testi originali scritti dai fisici fornisce il vantaggio di non porre intermediari fra lo studioso, la sua concezione del fenomeno e lo studente (Henshaw, 1950). Le fonti disponibili, permettono, inoltre, di ricostruire con maggior precisione gli esperimenti effettuati e le strumentazioni utilizzate per compierli, in modo da permettere una riproduzione dell’esperimento il più fedele possibile all’originale. Tutto questo permette, anche, una spiegazione maggiormente calata nell’atmosfera dell’epoca e quindi una spiegazione più efficace (Hottecke, 2000).

La scelta del momento in cui queste pagine storiche vengono lette in classe non è neutrale ma funzionale all'effetto ricercato. I testi originali possono essere forniti prima della ricostruzione sperimentale per fungere da substrato su cui innestare tutte le osservazioni elaborate nel prosieguo della sequenza didattica (Braga, et al., 2012); possono essere letti in parallelo con il lavoro fornendo un'altra "voce" alla spiegazione didattica; oppure al termine della sequenza didattica presentando una concezione storica con cui confrontare le teorie costruite dagli studenti nel corso delle loro sperimentazioni ed arricchirle completando il quadro.

Il parlare di fisica rimarcando e sottolineando le radici storiche di un determinato fenomeno può, inoltre, essere un ulteriore stimolo per gli alunni, che non sono abituati ad una trattazione degli argomenti con questa modalità e può quindi suscitare in loro anche una certa curiosità e desiderio di approfondimento della conoscenza.

Un approccio storico alla fisica, specialmente se effettuato in una sequenza didattica investigativa e prolungata, lascia questioni aperte che non possono essere risolte nel breve spazio di una lezione, ma preannunciano un successivo approfondimento. All'interno di queste situazioni ancora aperte l'alunno è portato a formulare teorie, a rivederle costantemente alla luce di nuove osservazioni, a discuterne con i compagni di classe ed a valutare per ogni proposta punti forti e criticità argomentative o sperimentali (Heering, 2000). Inoltre questa modalità favorisce la nascita della consapevolezza che il sapere scientifico nasce da un confronto di idee, teorie, sperimentazioni, condivisione di risultati e accordo comune sulla loro validità. Unitamente a ciò si riscontrano miglioramenti sul piano dello sviluppo delle abilità argomentative e cognitive: uno studente o un gruppo deve saper padroneggiare la propria teoria per poterla difendere in una discussione con i compagni di classe o per tentare di farla prevalere in un confronto (Pessoa de Carvalho & Infantosi Vannucchi, 2000).

Si tratta ora di attendere la prima occasione propizia per sperimentare questo percorso didattico affinché si possa confermarne la validità o eventualmente operare alcune modifiche per migliorarne la riuscita.

Bibliografia

Bion W., 1961. *Experiences in Groups*. London: Tavistock.

Braga M., Guerra A. & Reis J. C., 2012. The Role of Historical-Philosophical Controversies in Teaching Sciences: The Debate Between Biot and Ampere. *Science and Education*, 21(6), pp.921-934.

Gardner H., 1991. *The unschooled mind: How children learn and how schools should teach*. NY: Basic Books.

Heering P., 2000. Getting Shocks: Teaching Secondary School Physics Through History. *Science and Education*, 9(4), pp.363-373.

Henshaw C. L., 1950. Do Students Find History Interesting in Physical Science Courses?. *American Journal of Physics*, 18(3), p. 373.

Hottecke D., 2000. How and what can we learn from replicating historical experiments? A case study. *Science and Education*, 9(4), pp.346-362.

Koponen I. T. & Pehkonen.M., 2009. Coherent Knowledge Structures of Physics Represented as Concept Networks in Teacher Education. *Science and Education*, 19(3), pp. 259-282.

Leite L., 2002. History of Science in Science Education: Development and Validation of a Checklist for Analysing the Historical Content of Science Textbooks. *Science and Education*, 11(4), pp.333-359.

Novak J., 2006. *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct them*, Pensacola: IHMC.

Pessoa de Carvalho A. M. & Infantosi Vannucchi A., 2000. History, Philosophy and Science teaching: Some Answers to “How?”. *Science and Education*, 9(5), pp.427-448.

Raduta C., 2005. *General Students' Misconceptions related to Electricity and Magnetism*. (Online) Available at: arXiv:physics/0503132.

Silva C. C., 2007. The Role of Models and Analogies in the Electromagnetic Theory: A Historical Case Study. *Science and Education*, 16(7-8), pp.835-848.

Teixeira E. S., Greca I. M. & Freire O. J., 2012. The History and Philosophy of Science in Physics Teaching. *Science and Education*, 21(6), pp.771-796.

Testi consultati

AA. VV., 2012. *Annali della Pubblica Istruzione "Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione"*. Le Monnier.

AA. VV., 2014. Dispense e materiali didattici forniti da tutti gli insegnanti del PAS.

AA. VV., 1999. *1799:...e la corrente fu. Duecento anni dalla pila di Volta*. Università degli Studi di Pavia.

Bertini G., Danise P. & Franchini E., 2011. *Scienza under 14*, vol. 3. Mursia Scuola.

Brizzi G., Pastorini G. & Busà E., 2010. *Con gli occhi della scienza* vol. 3. Le Monnier Scuola.

Faraday M., 1844. *Experimental Researches on Electricity*. Londra: Richard and John Edward Taylor.

Ianes D. & Cramerotti S., 2013. *Alunni con BES*. Trento: Erickson.

Lazzarini C. M., tesi di laurea a.a.2012/2013. *Protagonisti, strumenti ed esperimenti storici per l'apprendimento dell'elettromagnetismo*. Università degli Studi di Pavia.

Leopardi L. & Gariboldi M., 2008. *Linea scienze. La materia e l'energia*. Garzanti Scuola.

Negrino B. & Rondano D., 2006. *Esplorare le scienze. La materia e le sue trasformazioni*. Il Capitello.

Oersted H. C., 1820. Esperienze intorno all'effetto del conflitto elettrico sull'ago calamitato (Online). Available at: <http://storiascienza.wikifoundry.com/page/Esperienze+intorno+all%E2%80%99effetto+del+conflitto+elettrico+sull%E2%80%99ago+calamitato>.

Randazzo F., Arzuffi A. & Stroppa P., 2014. *Green*, vol. 3. La Scuola.

Volta A., 1800. *Lettera a Sir Joseph Banks*. (Online). Available at: <http://ppp.unipv.it/Volta/pages/Volta13.htm>.