

Ministero dell'Istruzione Università e Ricerca
Liceo Scientifico Statale "Niccolò Rodolico"
sede: via A. Baldovinetti, 5 - 50143 Firenze
tel: 055/702447 – fax: 055/702491
e-mail: liceorodolico@liceorodolico.it
e-mail PEC: fips21000p@pec.it

Laboratorio del Sapere Scientifico (LSS):
laboratorio di
Fondamenti Epistemologici e Metodologia didattica
delle Scienze sperimentali (FEMS)

Strutturazione di
un'ipotesi di ITINERARIO
relativo all'innovazione della didattica delle
SCIENZE SPERIMENTALI
(Fisica, Chimica, Biologia, Scienze della Terra)
nel LICEO SCIENTIFICO.
Periodo di elaborazione: 1° semestre 2012

work in progress

**«...l'ape fa vergognare molti architetti con la
costruzione delle sue cellette di cera. Ma ciò
che fin da principio, distingue il peggiore
architetto dall'ape migliore, è il fatto che egli ha
costruito la celletta nella sua testa
prima di costruirla in cera. ...»**

K. Marx

**«La scienza si fa con i fatti come una casa
si fa con i mattoni, ma l'accumulazione dei
fatti non è scienza più di quanto un mucchio
di mattoni non sia una casa.»**

H. Poincaré

P R E M E S S A

Visto che la **finalità** di un **Laboratorio del Sapere Scientifico** (LSS) è sostanzialmente quella di innovare l'insegnamento scientifico migliorandone la qualità dal punto di vista dell'efficacia formativa, attraverso una didattica che ricerchi, progetti, sperimenti, verifichi e documenti percorsi fondati su un'attività di formazione / ricerca (riflessione epistemologica e metodologica) e sulla verticalizzazione degli itinerari, la strutturazione dei percorsi considerati come "passi" nell'ipotesi di itinerario didattico integrato descritto nello schema di pag. 4, è stata realizzata a partire dai seguenti punti:

- **scelta di temi fondamentali** all'interno delle diverse scienze sperimentali;
- **preparazione di un "contesto di senso" e della sua evoluzione** cominciando con la presentazione di un fenomeno o di un particolare aspetto problematico di un fenomeno o anche di semplici evidenze sperimentali;
- **osservazione, descrizione e interpretazione delle fenomenologie**, sulla base delle conoscenze acquisite e applicando il metodo scientifico da considerare e da acquisire come "specializzazione" del metodo comune di conoscenza del mondo "di fuori";
- **ricostruzione di concetti, definizioni, leggi e, in definitiva, di teorie o di loro parti**, come conclusioni di un percorso, prima, e di un itinerario, infine.

Particolare attenzione è stata riservata

- alla **scelta dei contenuti** sia in relazione alla loro rilevanza nell'ambito di ogni specifica scienza sperimentale, sia in relazione al livello al quale si svolge l'azione didattica;
- alle **scelte metodologiche** fondate comunque
 - a. sulla rilevanza dell'osservazione "comune" come punto di avvio sul quale operare con il metodo scientifico di conoscenza invece che con quello comune, e dal quale realizzare la ricostruzione di concetti, ipotesi e teorie; in sostanza, è necessario riportare gli studenti a "guardarsi intorno"; certamente questo deve essere soltanto il primo passo perché, al livello liceale, devono imparare anche ad osservare con il metodo scientifico e a ricavarne conclusioni di tipo teorico ossia a costruire modelli di oggetti e di fenomeni, cioè gli oggetti e i fenomeni della realtà così come viene rappresentata dalla nostra impresa scientifica;
 - b. sulla elaborazione di percorsi che facciano cogliere allo studente la prassi e il senso del fare scienza come questione di scelte che vanno a condizionare risultati e conclusioni.

Un ringraziamento particolare va al **Dr. Tiberio Di Corcia** che, con competenza, convinto apprezzamento per questa iniziativa e disponibilità, è stato di continuo e valido supporto per il gruppo LSS/FEMS.

FISICA

SCIENZE NATURALI

Strutturazione - attraverso l'esame di fenomeni di comune e quotidiana osservazione (caduta degli oggetti e simili) - del metodo scientifico di conoscenza da usare, come specializzazione e in sostituzione del metodo comune di conoscenza, per l'analisi dei fenomeni. 1^a classe

ricostruzione della **MECCANICA CLASSICA**
da fenomeni di **MOTO** sulla Terra
TRASLAZIONE **ROTAZIONE**
2^a classe e prima parte 3^a classe

ricostruzione della **TEORIA EVOLUZIONISTICA**
da fenomeni di **INQUINAMENTO**

ricostruzione delle **TEORIE del MECCANICISMO DETERMINISTICO**

ricostruzione della **ELETTROSTATICA CLASSICA**
da **evidenze macroscopiche**
seconda parte 4^a classe

CHIMICA

BIOLOGIA

GEOLOGIA

ricostruzione della **TEORIA GRAVITAZIONALE**
dal **MOTO** dei corpi celesti
seconda parte 3^a classe

fenomeni di **trasformazione della materia**

fenomeni di **interazione con gli organismi**

ricostruzione della teoria della **propagazione energetica ONDULATORIA** e della **TERMODINAMICA**
dai fenomeni **acustici, ottici e termici**
prima parte 4^a classe

ricostruzione della **TEORIA della CORRENTE ELETTRICA**
da **fenomenologia elettrodinamica**
5^a classe

fenomeni di **interazione con la Terra**

ricostruzione della **CRISI del MECCANICISMO DETERMINISTICO** e del suo **SUPERAMENTO**
5^a classe

ricostruzione della **TEORIA del MAGNETISMO STAZIONARIO**
da **evidenze macroscopiche**
5^a classe

ricostruzione di **elementi di teoria degli indicatori biologici**

ricostruzione della **TEORIA del MAGNETISMO VARIAZIONALE** e dell'**ELETTROMAGNETISMO**
da **fenomenologia elettrodinamica**
5^a classe

ricostruzione di **elementi di teoria orogenetica**

dalle **radiazioni CATODICA / ANODICA**, α / β

da **radiazione di CORPO NERO**

da **EFFETTO FOTOELETTRICO**

LEGENDA:

→ percorso didattico da strutturare

→ percorso didattico già strutturato o in via di strutturazione

INDICE

A. Tiberio Di Corcia / Daniela Gallo / Maria Teresa Ciranni

*Il fenomeno dell'inquinamento dell'aria
dal punto di vista della reattività biologica.....pag. 6*

B. Andrea Fubini

*I moti dei corpi celesti e
la ricostruzione della teoria gravitazionale.....pag. 20*

C. Giovanna Catania

*Le evidenze macroscopiche e
la ricostruzione dell'elettrostatica classica.....pag. 27*

D. Alessandra Renzi

*La fenomenologia elettrodinamica e
la ricostruzione della teoria della
corrente elettrica nei conduttori ohmici.....pag. 36*

E. Giovanna Pelli

*Le evidenze macroscopiche e
la ricostruzione della teoria del
magnetismo stazionario.....pag. 39*

CONCLUSIONE.....pag. 47

PERCORSO A.

Tiberio Di Corcia / Daniela Gallo / Maria Teresa Ciranni

***Il fenomeno dell'inquinamento dell'aria
dal punto di vista della reattività biologica***

classe: 2^a F, indirizzo "scienze applicate"

tempo impiegato: *work in progress*; svolte 8 delle 9 ore previste più visita guidata di un'intera giornata

1. Introduzione.....	pag. 7
2. Obiettivi.....	pag. 7
3. Prerequisiti.....	pag. 8
4. Organizzazione dei contenuti specifici e Indicazioni metodologiche.....	pag. 8
5. Verifiche proposte.....	pag. 13
6. Riflessioni conclusive.....	pag. 17
7. Appendice: scheda predisposta per scelta e monitoraggio degli alberi.....	pag. 18

1. Introduzione

In questa unità didattica viene illustrata una metodologia per utilizzare i licheni che crescono sulle cortecce degli alberi (specie corticicole, epifite) come indicatori del grado di inquinamento dell'aria, attraverso il calcolo dell'Indice di Biodiversità Lichenica (IBL).

Esistono diverse tecniche di biomonitoraggio che consentono di valutare la qualità dell'aria tramite licheni. In questo lavoro si fa riferimento alla metodica maggiormente impiegata in Italia, proposta dal professor Pier Luigi Nimis (Università degli Studi di Trieste) nel 1989 e perfezionata negli anni successivi. Tale tecnica, basata sulla frequenza delle specie licheniche corticicole entro un reticolo di campionamento costituito da subunità di area costante (10 cm x 10 cm), consente di ricavare valori di BL che dipendono dalle reazioni delle comunità licheniche nei confronti delle sostanze fitotossiche presenti nell'aria. Si possono infatti verificare variazioni nel numero, nella frequenza e nella copertura delle specie; valori elevati di BL indicano condizioni ambientali favorevoli per le comunità, mentre la loro diminuzione denota un peggioramento della qualità ambientale.

La finalità dell'esperienza non è, comunque, la mera riproduzione di un protocollo già strutturato, ma è quella di potenziare la capacità di osservazione della natura e di misurazione scientifica di variabili diverse, stimolando gli studenti ad utilizzare le conoscenze acquisite per risolvere problemi derivanti da situazioni concrete mediante il lavoro diretto sul campo ed in laboratorio, che consente loro di essere parte attiva del processo di apprendimento attraverso l'acquisizione di documentazione per la riflessione e la comunicazione.

Il punto di partenza del lavoro è stato porre agli studenti alcune domande: qual è la qualità dell'aria nel giardino della scuola? c'è differenza nella qualità dell'aria nelle diverse zone del giardino della scuola? possiamo utilizzare i licheni come bioindicatori della qualità dell'aria?

Le domande possono essere considerate trainanti il processo di costruzione di un metodo di biomonitoraggio autentico, elaborato dagli studenti per controllare la qualità dell'aria della loro scuola.

2. Obiettivi

■ generali

Saper osservare e analizzare fenomeni naturali complessi.

Saper utilizzare modelli appropriati per interpretare i fenomeni.

Utilizzare le metodologie acquisite per porsi con atteggiamento corretto di fronte a casi reali.

Analizzare le relazioni tra l'ambiente abiotico e le forme viventi per interpretare le modificazioni ambientali di origine antropica e comprenderne le ricadute future.

■ specifici

Comprendere come la qualità dell'aria influenza gli organismi viventi.

Comprendere come alcuni organismi viventi possono essere utilizzati per lo studio della qualità dell'aria.

Dedurre un modo di studiare l'inquinamento atmosferico.

3. Prerequisiti

- Conoscere la composizione dell'aria; le suddivisioni dell'atmosfera; le origini dell'atmosfera terrestre attuale.
- Possedere conoscenze di base sull'inquinamento atmosferico.
- Possedere conoscenze di base sulle alghe.
- Possedere conoscenze di base sui funghi:
saper distinguere i funghi saprofiti da quelli parassiti e da quelli che stabiliscono relazioni mutualistiche,
saper descrivere il corpo fruttifero di un fungo,
saper descrivere il ciclo vitale dei funghi, distinguendo la generazione aploide da quella diploide e da quella dicariotica,
saper descrivere le caratteristiche salienti dei principali cinque gruppi di funghi.
- Possedere nozioni di base sulle piante.
- Saper utilizzare le chiavi di classificazione degli alberi.
- Saper usare lo stereomicroscopio ed il microscopio.

Lo studio dell'atmosfera e dei suoi fenomeni è una parte di programmazione della classe I del Liceo scientifico; inoltre gli studenti di questa seconda, nel precedente anno scolastico, hanno partecipato ad un corso teorico-pratico della Regione toscana sull'inquinamento atmosferico.

Per quanto riguarda l'acquisizione delle altre conoscenze e competenze considerate propedeutiche, in quanto parte integrante della programmazione curriculare di questo anno scolastico, sono state verificate con questionari a risposta multipla ed interrogazioni orali¹.

4. Organizzazione dei contenuti specifici e Indicazioni metodologiche

Lezioni

1^a (1 h) lezione frontale

Gli studenti acquisiscono le conoscenze di base sui licheni .

In particolare si sottolineano le caratteristiche di questa particolare forma di simbiosi. I licheni sono l'espressione di un'associazione simbiotica tra un fungo (per lo più un Ascomicete, più raramente un Basidiomicete) ed un'alga (alga verde e/o cianobatterio). Le alghe e i cianobatteri sono organismi autotrofi in grado di compiere il processo fotosintetico. Il fungo, eterotrofo, assume dal suo partner algale gli zuccheri e, in cambio, fornisce all'alga acqua, sali minerali e protezione dal disseccamento e dalle forti radiazioni solari.

Semplificando si può dire che il fungo simbionte (micobionte) offre ospitalità e coltiva tra le sue lunghe cellule (ife) delle piccole alghe (fotobionti) che gli forniscono il nutrimento.

Il risultato della simbiosi è la costituzione di un corpo vegetativo (chiamato tallo) dotato di una morfologia particolare, completamente differente da quella dei due organismi di partenza. Le forme

¹ Si veda il punto 5. **Verifiche proposte.**

dei talli sono diverse, ma quelle principali sono tre: si riconoscono licheni crostosi, fogliosi e fruticosi.

Il libro di testo tratta l'argomento licheni in modo essenziale; per gli approfondimenti necessari si fa riferimento al sito della Società italiana di lichenologia <http://www.lichenologia>

2ª (1 h) esercitazione sul campo ed in laboratorio

Gli studenti in laboratorio osservano campioni di licheni presi nel giardino della scuola utilizzando stereomicroscopio e microscopio.

In particolare, osservazione di sezioni di tallo (tallo omeomero, tallo eteromero), rizine, apoteci, periteci, soredi; l'osservazione è finalizzata al riconoscimento di specie mediante chiave dicotomica. <http://www.musei.piacenza.it/storianaturale/pubblicazioni/quaderni/8.3%20Quaderno%20licheni.pdf>.

3ª (1 h) lezione frontale

Gli studenti acquisiscono le conoscenze di base sui licheni come bioindicatori e bioaccumulatori.

Il metabolismo dei licheni dipende strettamente dall'atmosfera.

Essi sono caratterizzati da:

1. una buona resistenza agli stress ambientali di tipo termico e idrico;
2. un lento accrescimento;
3. una notevole capacità di assorbire e di accumulare le sostanze presenti nell'atmosfera;
4. una notevole sensibilità agli agenti inquinanti, dovuta all'impossibilità di eliminare le sostanze tossiche per l'assenza di ogni tipo di meccanismo di escrezione.

Queste caratteristiche fanno, dei licheni, degli ottimi indicatori della qualità ambientale, cioè dei bioindicatori.

I bioindicatori sono quegli organismi nei quali è possibile individuare, e spesso quantificare, la presenza di determinate sostanze inquinanti.

I licheni rispondono ottimamente a questi requisiti attraverso le seguenti reazioni:

- alterazione della crescita, della vitalità, del colore e della forma del tallo;
- alterazione della fertilità (riduzione del numero e delle dimensioni degli apoteci);
- rarefazione dei talli e riduzione delle dimensioni dei singoli individui fino alla loro completa scomparsa (deserto lichenico);
- diminuzione delle specie presenti nel tempo e nello spazio.

Molti talli lichenici assorbono e accumulano diverse sostanze inquinanti: radionuclidi, zolfo, fluoro, idrocarburi clorurati, metalli, nonché particelle, polveri e fumi in sospensione nell'aria, la cui presenza è dovuta principalmente agli scarichi urbani o alla combustione di petrolio e di carbone.

E' importante precisare che i licheni considerati per la valutazione della biodiversità, sono essenzialmente quelli epifiti, il che consente di limitare la variabilità di parametri ecologici

indipendenti dall'inquinamento, quali tenori in basi o capacità idrica, assai variabili nei substrati litici o di altra natura.

4ª (1 h) lezione interattiva

Gli studenti acquisiscono conoscenze sul metodo di rilevamento dei dati

In questa lezione si danno agli studenti solo informazioni tecniche sul rilevamento, chiedendo loro, sulla base di quanto hanno acquisito sui licheni di impostare un protocollo sperimentale per rispondere alla domanda:

C'è differenza nella qualità dell'aria nelle diverse zone del giardino della Scuola?

Le indicazioni che vengono fornite sono:

- suddividersi in gruppi di lavoro in modo tale che ogni gruppo sia responsabile dei dati di una stazione di rilevamento (in questo caso, gli studenti sono 22, ogni gruppo è responsabile di un singolo albero e le stazioni di rilevamento sono 2);
- individuare le aree da monitorare e riconoscere gli alberi adatti al biomonitoraggio attraverso una scheda predisposta².

Gli alberi scelti non dovrebbero avere la corteccia acida, ad esempio le conifere sono preferibilmente da evitare, mentre sono adatti i tigli o le querce. Inoltre per limitare l'introduzione di variabili, nei monitoraggi locali, gli alberi scelti dovrebbero essere della stessa specie.

L'albero dovrebbe avere le seguenti caratteristiche:

1. inclinazione del tronco non superiore ai 10°, per evitare effetti dovuti all'eccessiva eutrofizzazione di superfici molto inclinate;
2. circonferenza minima di 60 cm, per evitare situazioni con flora lichenica pioniera;
3. assenza di danni evidenti alla corteccia (verniciature, gravi malattie della pianta etc.).

Per la rilevazione, ogni gruppo deve costruirsi un reticolo costituito da quattro sub-unità – ciascuna formata da una serie lineare di cinque quadrati – che deve essere disposto verticalmente sul tronco a circa 1 metro di altezza, orientato verso un punto cardinale (N, E, S, W).

Terminata la fase istruttoria, si chiede agli studenti di costruire un percorso per analizzare la qualità dell'aria nel giardino della Scuola.

Gli studenti sono inizialmente molto perplessi, qualcuno chiede dei riferimenti bibliografici e sitografici, altri sono già stufi di parlare di licheni; proviamo quindi a mettere ordine in maniera analitica, con uno schema alla lavagna, attraverso la formulazione di domande più circostanziate e l'individuazione di eventuali approfondimenti da svolgere come “compiti per casa”.

Domanda

1- I licheni possono fornirci indicazioni sulla qualità dell'aria?

² Si veda il punto 7. **Appendice: scheda predisposta per scelta e monitoraggio degli alberi.**

Risposta

Sì, perché l'abbiamo studiato, sì perché c'è scritto sulle fotocopie, sì perché il loro metabolismo dipende dall'aria che assorbono attraverso il tallo.

Domanda

2- Possiamo quindi utilizzare i licheni per valutare la qualità dell'aria del nostro giardino? Se sì, quali parametri possiamo utilizzare? In che modo è possibile elaborare i dati raccolti?

Risposta

Sì, sono decenni che utilizzano i licheni come biondicatori, quindi possiamo farlo anche noi con la stessa tecnica!

Potremmo contarli, più sono presenti migliore sarà la qualità dell'aria; ma sugli alberi è difficile ad occhio o con la lente distinguere i licheni dai muschi o dalla stessa corteccia, dovremmo esercitarci nel riconoscimento direttamente sul campo.

Terminiamo la lezione dando come compito a casa la costruzione del reticolo per la rilevazione e l'impegno a fotografare e raccogliere campioni di licheni.

5ª (1 h) lezione interattiva

Si è ritenuto opportuno introdurre una ulteriore lezione per riassumere tutte le informazioni sui licheni come bioindicatori e valutare, in seguito alle esercitazioni sul campo, le competenze acquisite. Essendo un lavoro di gruppo e per accelerare la fase operativa, per la valutazione è stata scelta la lezione dialogata.

Dai dati raccolti gli studenti hanno capito l'impossibilità di contare i singoli licheni perché questo organismo cresce espandendo il tallo sul substrato, fatto di ife fungine e alghe intrecciate.

Dalla discussione emergono altre idee: qualcuno suggerisce di utilizzare come parametro la superficie di copertura lichenica aiutato nel calcolo dalle maglie del reticolo; potrebbe essere un buon indicatore della vitalità dei licheni, ma difficile da misurare perché la copertura dei licheni epifiti non assume una forma geometrica facilmente misurabile.

Qualcuno a questo punto osserva che l'unica cosa facilmente osservabile sul campo è il “tipo” di lichene.

Si decide quindi di utilizzare come indice il numero di specie presenti in ogni quadrato della griglia; sul campo, con l'ausilio di una lente d'ingrandimento, è possibile distinguere le diverse specie, basandosi sul loro colore e/o la loro forma (morfologia: crostosa, fogliosa e fruticosa); per classificarli è necessario prelevare dei campioni e osservarli allo stereomicroscopio in laboratorio.

6ª (1 h) lezione interattiva

Gli studenti, opportunamente guidati, individuano le aree del giardino da confrontare nel biomonitoraggio (stazioni di rilevamento).

Il giardino della scuola presenta due zone separate dall'edificio scolastico.

Una, antistante l'edificio, ospita il parcheggio ed è vicina a via Baldovinetti, strada d'intenso traffico negli orari d'ingresso e di uscita della scuola.

La parte posteriore del giardino, è invece lambita da una via esclusivamente pedonale.

Queste due zone sembrano quindi aree ideali per saggiare il metodo di biomonitoraggio tramite la deduzione di differenze nella qualità dell'aria.

Scelgono degli alberi adatti al biomonitoraggio (tre per stazione di rilevamento).

Scelgono il metodo da adottare per il rilievo e il relativo biomonitoraggio e preparano le schede di rilevamento con l'indicazione:

1. dell'orientamento del reticolo (bussola o GPS dello smartphone),
2. dell'altezza della griglia rispetto la base del tronco (metro a nastro),
3. della circonferenza del tronco su cui viene messo il reticolo (metro a nastro).

7ª (1h) esercitazione sul campo

Gli studenti procedono ai rilievi sul campo:

- schedatura dell'albero con ricerca della parte del tronco più ricca di licheni (rapporto qualitativo),
- misurazione dell'altezza del reticolo,
- corretta applicazione e orientamento del reticolo,
- classificazione delle specie di licheni epifiti presenti nel reticolo,
- trascrizione dei dati sulla presenza delle singole specie all'interno di ciascuno dei rettangoli che costituiscono il reticolo.

8ª (1 h) lezione frontale

Prima dell'elaborazione dei dati raccolti ho ritenuto opportuno svolgere una lezione per illustrare il metodo più diffuso in Italia per il calcolo dell'IBL, in modo da confrontarlo con quello messo appunto dalla classe ed apportare le opportune modifiche.

Nello specifico sono state fornite indicazioni per l'elaborazione dei risultati del campionamento.

Il primo passo per il calcolo dell'IBL è sommare le frequenze delle specie rilevate su ciascun albero. Poiché è prevedibile una differenza di crescita sui diversi lati del tronco, le frequenze vanno tenute separate per ciascun punto cardinale. Per ciascun albero si otterranno così quattro somme di frequenze (BLN, BLE, BLS, BLW). Come già impostato dagli studenti nella scheda di rilevazione, per ciascuna stazione si effettueranno le seguenti operazioni:

- 1) sommare, per ciascun albero, le frequenze di tutte le specie (BL del rilievo)
- 2) sommare le BL di tutti gli alberi realizzati nello stesso punto cardinale e dividere per il loro numero
- (3) (BL del punto cardinale).

3) sommare le BL dei 4 punti cardinali (BL della stazione di rilevamento).

Nella stessa lezione si inserisce la gita di istruzione alla diga di Ridracoli, che ha previsto oltre alla visita della diga situata nel parco delle foreste Casentinesi, un percorso didattico sull'attività di biomonitoraggio ambientale attraverso l'osservazione e il conteggio delle specie licheniche presenti sul posto.

L'attività svolta, ha previsto una lezione introduttiva e un laboratorio. Soprattutto il laboratorio, ha ulteriormente approfondito le conoscenze degli studenti ed ha chiarito loro sia le modalità di riconoscimento delle diverse specie attraverso l'uso di chiavi dicotomiche, che la corretta procedura di conteggio delle specie licheniche, utile ai fini del calcolo delle BL.

9ª (1h) lezione in laboratorio d'informatica (ancora da svolgere)

Impostazione di un foglio di calcolo per l'elaborazione dei dati (medie, deviazione standard, errori connessi al campionamento) come descritto in precedenza.

5. Verifiche proposte

1	LICEO SCIENTIFICO STATALE "NICCOLO' RODOLICO"
---	---

a. s. 2011-2012

Classe II sez. F

Compito di Biologia n 3

Cognome e nome

BARRARE IL COMPLETAMENTO CHE RITENETE CORRETTO, QUINDI DARE UNA BREVE MOTIVAZIONE DELLA RISPOSTA.

punti 3

1 Quale tra le seguenti affermazioni riferite ai funghi è corretta?

- A sono simili ai batteri perché utilizzano una digestione extracellulare per ottenere le sostanze nutritive
- B sono simili alle piante perché le loro cellule contengono cloroplasti
- C sono differenti dagli animali perché sono autotrofi
- D sono simili alle piante perché le loro cellule hanno una parete cellulare costituita da cellulosa

2 Quale tra le seguenti affermazioni è falsa?

- A i primi fossili di piante risalgono a circa 475 milioni di anni fa
- B i fossili delle prime piante mostrano spine e altre difese contro gli animali erbivori
- C nel passaggio dall'acqua alla terraferma le piante hanno ottenuto un maggior irraggiamento di luce solare
- D il gruppo di alghe più vicino alle piante dal punto di vista evolutivo è quello delle caroficee

3 A quale dei seguenti gruppi di piante appartengono gli alberi da frutta, gli ortaggi, il riso e il grano?

- A alle gimnosperme
- B alle piante non vascolari
- C alle angiosperme
- D alle pteridofite

4 Esaminando al microscopio un organismo trovato presso uno stagno, un microbiologo si accorge che ogni sua cellula contiene due nuclei. Secondo te, di che tipo di organismo si tratta?

- A del gametofito di una pianta
- B di un fungo
- C di una briofita
- D dello sporofito di una pianta

- 5 Quale tra le seguenti strutture presenti nel ciclo vitale di una quercia corrisponde alla fase in cui il muschio appare come un tappeto spugnoso di foglioline verdi?
- A la cellula uovo e il gamete maschile
 - B l'albero adulto
 - C il fiore
 - D il granulo di polline e l'ovulo
-
-

- 6 In quale tra le seguenti piante è dominante la fase sporofitica, vengono prodotti i semi, ma non compaiono frutti?
- A in una felce
 - B in un abete
 - C in un tulipano
 - D in un platano
-
-

°/°/°/°

BARRARE I DUE COMPLETAMENTI CHE RITENETE CORRETTI, QUINDI DARE UNA BREVE MOTIVAZIONE DELLA RISPOSTA.

punti 4

- 7 Le angiosperme differiscono da tutte le altre piante perché sono dotate di
- A un sistema vascolare
 - B fiori
 - C un ciclo vitale con alternanza di generazioni
 - D semi
 - E frutti
-
-

- 8 Nei fiori, i sepali

- A sono esterni ai petali e formano il calice.
 - B sono verdi e assomigliano alle foglie.
 - C sono i filamenti che sorreggono le antere.
 - D sono costituiti da uno stigma e dall'ovario.
 - E sono colorati e formano la corolla.
-
-

°/°/°/°

BARRARE "V" SE RITENETE L'AFFERMAZIONE VERO ED "F" SE LA RITENETE FALSA, IN OGNI CASO DARE UNA BREVE MOTIVAZIONE DELLA RISPOSTA.

punti 2

- 9 I muschi sono meno evoluti sia delle felci sia delle caroficee in quanto non possiedono tessuti vascolari. V F
-

- 10 Gli ascomiceti sono più evoluti dei basidiomiceti in quanto in questi ultimi è ancora presente la riproduzione asessuata. V F
-

- 11 Le epatiche sono meno evolute delle gimnosperme. VF
-

- 12 Solo nei muschi la fecondazione richiede la presenza di acqua. VF
-

Nel brano seguente, barrare i termini in neretto che ritenete errati

punti 3

- 13 Il successo evolutivo delle **gimnosperme/angiosperme** è dovuto a strutture specializzate che rendono mirata la **impollinazione/fecondazione** con un conseguente grande risparmio di **polline/cellule uovo** rispetto alla produzione decisamente maggiore da parte delle **gimnosperme/angiosperme** che si affidano solo al vento; il frutto favorisce una **dispersione/riproduzione** più efficace rispetto **ai semi/alle spore**.

14 Completare il brano**punti 2**

I licheni sono associazioni mutualistiche tra alghe verdi, oppure, e funghi. I funghi, che sono organismi, consumano le molecole di prodotte dagli organismi fotosintetici, mentre le alghe verdi utilizzano l'acqua e i minerali trattenuti dai funghi. I licheni si riproducono asessualmente per....., ma le alghe e i funghi possono anche riprodursi indipendentemente le une dagli altri.

15 Rispondere alla seguente domanda.**punti 3**

Le briofite sono organismi vegetali con caratteristiche che le collocano tra le piante molto primitive. Descrivi questi aspetti di primitività.

Totale punti 42

2 LICEO SCIENTIFICO STATALE "NICCOLO' RODOLICO"
--

a. s. 2011-2012

Classe II sez. F

Compito di Biologia n 3

BARRARE IL COMPLETAMENTO CHE RITENETE CORRETTO, QUINDI DARE UNA BREVE MOTIVAZIONE DELLA RISPOSTA.**punti 3**

- 1 Quale tra le seguenti affermazioni riferite ai funghi è falsa?
- A svolgono un ruolo ecologico importante come decompositori
 - B favoriscono il riciclo della materia organica
 - C comprendono specie che producono antibiotici
 - D dal punto di vista evolutivo sono più vicini alle piante che agli animali

- 2 Quale tra i seguenti tipi di piante identifica un gruppo che comprende tutti gli altri?
- A angiosperme
 - B gimnosperme
 - C piante vascolari
 - D piante con i semi

- 3 Un esploratore ha scoperto una nuova specie di pianta. Dotata di radici, fusto e foglie, questa pianta si riproduce attraverso semi, ma non produce fiori appariscenti. In quale gruppo pensi che si possa classificare?
- A felci
 - B briofite
 - C gimnosperme
 - D angiosperme

- 4 Nel profondo di una foresta pluviale presso i tropici, un botanico scopre una pianta insolita che possiede tessuti vascolari ben formati, una cuticola con stomi, gameti maschili flagellati, strutture riproduttive a cono che contengono semi e un ciclo riproduttivo con alternanza di generazioni. Egli è particolarmente contento della scoperta perché è piuttosto raro che due di queste caratteristiche si presentino nella stessa pianta. Quali?
- A il tessuti vascolari e l'alternanza di generazioni
 - B i semi e le cellule flagellate
 - C l'alternanza di generazioni e i semi
 - D i coni e i tessuti vascolari

5 A differenza delle felci, le piante come le conifere

- A vivono anche in montagna.
 - B si riproducono mediante semi.
 - C appartengono al gruppo delle tracheofite.
 - D hanno gameti racchiusi all'interno di coni legnosi.
-
-

6 Solo le dicotiledoni hanno

- A il seme con una sola foglia embrionale e foglie con nervature ramificate.
 - B parti fiorali multiple di tre e due cotiledoni all'interno del seme.
 - C nervature delle foglie ramificate e parti fiorali multiple di quattro o cinque.
 - D vasi nel fusto disposti in ordine sparso e due cotiledoni nel seme.
-
-

o/o/o/o

BARRARE I DUE COMPLETAMENTI CHE RITENETE CORRETTI, QUINDI DARE UNA BREVE MOTIVAZIONE DELLA RISPOSTA.

punti 4

7 La banda di Caspary

- A è uno strato di cellule le cui membrane selezionano attivamente le molecole da far entrare nello xilema
- B ha la funzione di accumulare le sostanze di riserva e di demolire le sostanze tossiche per la pianta
- C è la parte della radice che produce i peli radicali, strutture che aumentano la superficie di assorbimento
- D è uno strato impermeabile posto tra le cellule adiacenti che costituiscono l'endoderma
- E ha la funzione di bloccare il passaggio delle sostanze in entrata che si insinuano tra le pareti cellulari della radice

8 Le angiosperme differiscono da tutte le altre piante perché sono dotate di

- A un sistema vascolare
 - B fiori
 - C un ciclo vitale con alternanza di generazioni
 - D semi
 - E frutti
-
-

o/o/o/o

BARRARE "V" SE RITENETE L'AFFERMAZIONE VERO ED "F" SE LA RITENETE FALSA, IN OGNI CASO DARE UNA BREVE MOTIVAZIONE DELLA RISPOSTA.

punti 2

) Le felci sono più evolute dei muschi se si prende in considerazione la prevalenza dello sporofito sul gametofito.

V F

d) I funghi sono meno evoluti delle felci perché non possono produrre spore per meiosi. VF a) I fiori con impollinazione anemofila (operata dal vento) hanno una maggiore produzione di polline di quelli impollinati dagli insetti. V F

b) I frutti sono strutture specializzate per la dispersione del polline. V F

Nel brano seguente, barrare i termini in neretto che ritenete errati

punti 3

Il ciclo vitale dei funghi mangerecci è costituito da 2/3 fasi costituite da individui dotati di diverso patrimonio cromosomico. I corpi fruttiferi sono formati da ife **aploidi/binucleate** che, dopo la fecondazione, contengono **gameti/zigoti** che non vanno incontro a processi **mitotici/meiotici**, ma liberano subito le spore aploidi. Le spore cadono sul terreno e germinano, producendo **gametofiti/ife** aploidi di due diversi ceppi di accoppiamento che possono **fondersi/fecondarsi** dando origine a un micelio eterocariotico.

Le piante, come gli animali, hanno bisogno di azoto per sintetizzare

Questo elemento è molto abbondante nell'aria allo stato gassoso; tuttavia, le piante riescono a

..... l'azoto solo se esso è presente nel suolo sotto forma di ioni

minerali. Tali sostanze sono fornite al terreno dai batteri azotofissatori che

..... l'azoto atmosferico in ammoniaca e dai batteri ammonificanti che,

..... l'humus, apportano ioni ammonio. Tra alcune piante e i batteri

azotofissatori si può stabilire un rapporto che entrambi i tipi di

organismi.

15 Traccia il percorso evolutivo delle piante, dai muschi alle angiosperme, segnalando gli aspetti più significativi.

.....

6. Riflessioni conclusive

Anche se l'unità didattica non è stata completata, è possibile fornire indicazioni sulle possibili estensioni della proposta.

Gli studenti potrebbero:

- confrontare l'IBL che hanno calcolato con i dati ufficiali rilevati dalle agenzie per l'ambiente;
- ripetere la stessa indagine in luoghi diversi, più vicino e più lontano dalle potenziali fonti di inquinamento atmosferico;
- utilizzare i GIS;
- confrontare le diverse tecniche (dirette e indirette) per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico;
- utilizzare i licheni come bioaccumulatori ed individuare qualitativamente e/o quantitativamente sostanze chimiche inquinanti.

Non è stato ancora possibile valutare l'unità didattica se non per le conoscenze sui licheni (inserire questionario) ma, a lavoro terminato, la valutazione sarà effettuata considerando i seguenti descrittori:

1. abilità nel formulare ipotesi sui risultati;
2. comprensione della correlazione tra la qualità dell'aria e la salute degli esseri viventi attraverso la salute dei licheni.

Il livello di competenza sarà misurato attraverso

- l'interpretazione delle mappe dell'IBL ottenute;
- l'identificazione dei licheni e dell'albero su base morfologia.

7. Appendice: scheda predisposta per scelta e monitoraggio degli alberi

DESCRIZIONE DELL'ALBERO					Scheda:			
DENSITÀ	albero isolato		ALTEZZA [m]	modesta		< 5		
	gruppi radi di alberi			media		5 ÷ 10		
	alberi numerosi (bosco)			elevata		> 10		
PORTAMENTO	eretto		incurvato		prostrato		cespuglioso	
TRONCO	fusto			ceppo			circonferenza	cm
CORTECCIA	liscia		rugos		screpolata		squamosa	lenticolare
FOGLIE	aghi singoli			aghi a 2/5			aghi a ciuffi numerosi	
	foglie opposte				foglie alterne			
	foglie dure, spesse e/o coriacee, sempreverdi							
	foglie leggere, caduche, di consistenza erbacea							
FIORE (*)								
FRUTTO	cono		legnoso		carnoso		altro	

Sitografia

www.dister.unige.it/LabLic/start.html

Il manuale IBL (Indice di Biodiversità Lichenica) *on line*

http://sira.arpat.toscana.it/sira/documenti/manuale_ibl.pdf

Dall'Università dell'Oregon: "Divertiti con i licheni: impara ad identificare questi curiosi organismi"

<http://mgd.nacse.org/hyperSQL/lichenland/>

North American Lichen Project

<http://www.lichen.com/>

"*Lichens et qualité de l'air*" (sito creato da un professore di Liceo, in Francia)

<http://www2.ac-lille.fr/lichen/>

Air Quality Biomonitoring Program on National Forests of Northwest Oregon and Southwest Washington

<http://www.fs.fed.us/r6/aq/lichen/welcome.htm>

Database sui licheni

<http://www.wsl.ch/relics/rauminf/riv/datenbank/lichen/aboutlichen.html>

Sito completo sui licheni e l'inquinamento atmosferico a cura di

Paola Cardoni e Giacomo Magliaro da Jesi (Ancona)

www.tamtamscuola.it/licheni/licheni_index.html

Sito nazionale dell'ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/Manuali_e_linee_guida/Documento/manuali_lineeguida_2001_2.html

PERCORSO B.

Andrea Fubini

***I moti dei corpi celesti e
la ricostruzione della teoria gravitazionale***

classe: 3^a F

tempo impiegato: 9 ore

1. Introduzione.....	pag. 21
2. Obiettivi.....	pag. 21
3. Prerequisiti e Organizzazione dei contenuti specifici.....	pag. 22
4. Indicazioni metodologiche.....	pag. 22
5. Riflessioni conclusive.....	pag. 25

1. Introduzione

Il percorso formativo proposto dalla nostra scuola secondaria e più in generale dalla nostra società pone scarsa attenzione allo sviluppo delle capacità di osservazione dei ragazzi.

Sotto l'impulso originario della pedagogia proposta dalle cosiddette “scuole nuove”, la scuola primaria ha progressivamente posto l'osservazione di semplici fenomeni alla base dell'insegnamento scientifico e non. Tuttavia sembra che tale impulso si esaurisca entrando nella scuola secondaria, come se si ritenga che il progressivo sviluppo delle capacità di astrazione del bambino-ragazzo renda superfluo la sistematizzazione e la successiva riflessione sulle esperienze vissute. La parte esperienziale e osservativa viene così “retrocessa” progressivamente da elemento fondante della formazione del ragazzo e mero strumento per stimolarne la curiosità.

Succede così che alle superiori gli studenti siano sempre meno propensi ad “accettare la sfida” che l'osservazione di un fenomeno pone. Davanti a una lezione di tipo laboratoriale o esperienziale, non è raro sentire da parte dei ragazzi osservazioni o domande del tipo:

- *che titolo devo mettere sul quaderno?*
- *professore, ma ce la facciamo a finire il programma?*
- *c'è sul libro?*

L'osservazione è quindi vissuta dai nostri studenti quasi come una perdita di tempo che li allontana dalle conclusioni, dalle formule, dalle leggi, insomma da quello che devono studiare.

Invece, per usare le parole di J. Bruner, *«la nostra istruzione scientifica dovrebbe tener conto in ogni sua parte dei processi vivi del fare scienza, e non limitarsi e essere un resoconto della “scienza finita” quale viene presentata nel libro di testo, nel manuale e nel comune e spesso noiosissimo esperimento dimostrativo»*¹. È necessario quindi spostare l'attenzione da un interesse per la natura la fuori (*nature-as-out-there*) alla ricerca sulla natura.

Poiché la curiosità è spesso ritenuta una caratteristica legata all'infanzia, i ragazzi crescendo quasi si vergognano a mostrarla. Un'età critica in questo senso è il passaggio dalla pre-adolescenza alla piena adolescenza. Per questo motivo ho scelto di proporre questo tipo di percorso in una terza superiore.

2. Obiettivi

• Generali

- Sviluppo delle capacità di osservazione;
- Sviluppo della capacità di astrazione e formalizzazione di fenomeni osservati;
- Comprensione dei modelli fisici come strumenti interpretativi della natura.

• Specifici

- Sviluppare una tecnica adatta a osservare un determinato fenomeno;
- Osservare e saper descrivere il moto di alcuni corpi celesti su archi di tempo sufficientemente lunghi;
- Saper descrivere i moti celesti osservati in modo qualitativo sia mediante il modello tolemaico che mediante un modello eliocentrico;
- Saper descrivere quali fenomeni non sono interpretabili qualitativamente mediante il modello tolemaico;
- Saper descrivere il moto gravitazionale (limitandosi al caso di orbite circolari) mediante le leggi di Newton, sapendo maneggiare opportunamente il formalismo matematico;

¹ J. Bruner, *La cultura dell'educazione*, Feltrinelli, Milano, 1997, p. 140.

◦ Saper formalizzare e generalizzare il modello gravitazionale usando le opportune approssimazioni per confrontare il moto lunare e la caduta libera di un grave sulla terra.

3. Prerequisiti e Organizzazione dei contenuti specifici

Ho affrontato questo argomento nella parte finale dell'anno, avendo già affrontato i seguenti contenuti che sono i **prerequisiti essenziali** per affrontare i contenuti successivamente esposti:

- Cinematica del moto circolare uniforme, introdotto come paradigma dei moti periodici;
- Leggi della dinamica;
- Equazione della circonferenza sul piano cartesiano;
- Definizioni e principali proprietà dell'ellisse.

Schema dei contenuti

Fase 1

- Osservazione di alcuni moti di corpi celesti tra cui
 - moto del Sole lungo l'eclittica;
 - moto di Marte relativamente alle stelle della costellazione del Leone;
 - fasi lunari;
 - moto di rotazione delle stelle attorno alla Stella Polare;
 - osservazione delle fasi di Venere (mediante il software *Stellarium*)
- Elaborazione delle osservazioni, differenza tra osservazione qualitativa e quella quantitativa.
- Interpretazione delle osservazioni svolte sia mediante il modello tolemaico che mediante un modello eliocentrico.

Fase 2

- Suddivisione dei fenomeni osservati fra quelli interpretabili (qualitativamente) e quelli non interpretabili attraverso il modello tolemaico;
- *Excursus* storico: dalle osservazioni di *Tycho Brahe* alle leggi di *Keplero*;
- Riformulazione delle leggi di *Keplero* nel caso di orbite circolari usando il linguaggio e le grandezze studiate nella parte di cinematica del corso.

Fase 3

- Interpretazione del moto gravitazionale (limitandosi al caso di orbite circolari) mediante le leggi di *Newton* e ricavandosi la forza di gravitazione tra il sole e il pianeta;
- Generalizzazione del modello gravitazionale usando le opportune approssimazioni per confrontare il moto lunare e la caduta libera di un grave sulla terra ripercorrendo e semplificando il ragionamento di *Newton*;
- Riflessioni sul lavoro di *Newton* come paradigma del pensiero scientifico moderno.

4. Indicazioni metodologiche

Prima di affrontare esplicitamente i contenuti, intorno alla prima metà di marzo, ho chiesto agli studenti di fotografare ogni notte il pianeta Marte da marzo fino a fine aprile. Con l'ausilio del software *Stellarium* ho mostrato come riconoscere il pianeta nel cielo osservando che si trovava nella costellazione del Leone vicino a due stelle abbastanza luminose (*Regolo* e *Algieba*), che ho suggerito di inserire sempre nell'inquadratura della foto. In **figura 1** ho riportato una delle foto più belle, scattata il 28 marzo e successivamente rielaborata al computer da una studentessa.



Figura 1: foto scattata il 28 Marzo 2012 dalla studentessa Giulia R. Si riconoscono Marte (sulla sinistra) e tre stelle della costellazione del Leone, dal basso verso l'alto: *Regolo*, *η -Leo*, *Algieba*.

La stessa studentessa dopo due giorni dall'inizio dell'attività ha osservato che Marte mostrava un colore rossastro e mi ha domandato se era possibile che *Regolo* fosse azzurra (effettivamente è quella la classe spettrale della stella). Circa un terzo della classe (9 studenti) singolarmente o a gruppi hanno “accettato la sfida” e sono riusciti a produrre delle foto di qualità. Vorrei segnalare infine un gruppo che tutte le sere verso le 10 si ritrovava in piazza del Galluzzo per scattare le foto. L'osservazione è stata in parte rovinata dal permanere di una perturbazione meteorologica nei dieci giorni a cavallo della Pasqua, proprio quelli in cui Marte ha invertito il proprio moto apparente.

Lezione 1 [1 h]

Nella prima lezione i singoli studenti o i gruppi hanno esposto i loro lavori mostrando le foto effettuate. È subito stato chiaro come la distanza di Marte dalle stelle variasse. Ho condotto la lezione attraverso delle “domande guida”.

Come varia?

Gli studenti si sono accorti che Marte nelle foto scattate prima di Pasqua si avvicinava a *Regolo*, mentre nelle foto scattate in tempi successivi vi si allontanava.

Come facciamo a essere sicuri di ciò? Cosa possiamo misurare?

Per gli studenti passare dall'osservazione qualitativa a quella quantitativa ha sicuramente presentato le maggiori difficoltà. Alla fine guidati anche da me abbiamo stabilito di prendere una “unità di misura astronomica” che veniva suggerita dalle foto: la distanza tra *Regolo* e *Algieba* e misurare così la distanza di Marte da *Regolo*.

Per finire la lezione ho chiesto agli studenti quali fenomeni periodici osserviamo abitualmente nel cielo (avevamo già affrontato l'argomento in occasione dell'introduzione allo studio del moto circolare uniforme). Sono venuti fuori i seguenti moti:

- Moto periodico del Sole lungo l'eclittica
- Moto periodico della Luna (presenza delle fasi)

Relativamente a questo aspetto, ho chiesto in quale fase è possibile osservare la Luna la mattina dopo l'alba e quando la sera prima del tramonto, nessuno mi ha saputo rispondere. Ho assegnato come compito per la volta successiva questa osservazione.

- Moto di rotazione delle stelle attorno alla Stella Polare, in senso antiorario

Lezione 2 [1.5 h]

Dopo aver riepilogato i moti celesti osservati ho proposto come modello interpretativo un sistema geocentrico. Come questo modello è abbastanza semplice interpretare il moto apparente del Sole, le fasi lunari e il moto diurno delle stelle. La prima difficoltà è stata incontrata quando si è provato a spiegare il moto retrogrado di Marte. Come soluzione ho proposto il modello tolemaico con epicicli e deferenti, simulando il modello mediante un applet trovato in rete (<http://astro.unl.edu/naap/ssm/animations/ptolemaic.swf>).

Riflettendo sulle fasi lunari ho chiesto agli studenti se altri pianeti potessero mostrare un fenomeno simile. La risposta è stata affermativa, ma, dato la dimensione apparente dei pianeti, è impossibile vedere tali fasi ad occhio nudo. Ho quindi proposto di compiere la stessa osservazione compiuta da Galileo e puntare il nostro “cannocchiale” (i.e. *Stellarium*) su Venere. Abbiamo osservato che il pianeta mostra delle fasi del tutto analoghe a quelle lunari.

Quando si può osservare Venere?

Per rispondere a questa domanda abbiamo fatto un po' di “prove”, l'uso del computer ci permette infatti di velocizzare la parte osservativa. È risultato che Venere è visibile a ovest poco dopo il tramonto e a est poco prima dell'alba. In altre parole Venere ed il Sole sono sempre vicini nel cielo e questo all'interno del modello tolemaico era descritto dal fatto che il centro dell'epiciclo si trovasse nel punto di intersezione tra il deferente e la congiungente tra la Terra e il Sole.

Secondo il modello tolemaico, osservando Venere, che tipo di fasi si sarebbe visto?

Riflettendo a questa domanda i ragazzi hanno capito l'inconciliabilità tra l'osservazione e la predizione del modello.

Lezione 3 [1.5 h]

In questa lezione di tipo frontale ho ripercorso a grandi linee le tappe che hanno portato alla formulazione delle tre leggi di *Keplero* passando per il lavoro di osservazione di *Tycho Brahe*.

La riflessione che ho proposto alla classe ha riguardato un confronto tra il nostro lavoro osservativo e quello svolto dall'astronomo danese. Anche se con le dovute proporzioni noi avevamo fatto in piccolo ciò che *Tycho* aveva svolto alla fine del XVI secolo, ma con una fondamentale differenza, le nostre erano state osservazioni qualitative, quelle di *Tycho Brahe* invece erano state osservazioni di tipo quantitativo. Questo avrebbe poi permesso a *Keplero* di formulare un modello in grado di interpretare i fenomeni osservati e formulare delle previsioni.

Dopo aver enunciato le prime due leggi di *Keplero*, usando un foglio di calcolo e alcuni dati astronomici relativi ai pianeti del nostro sistema solare, ho mostrato che esiste una relazione tra la distanza media di un pianeta dal Sole e il suo periodo di rivoluzione. Ho quindi enunciato la terza legge di *Keplero*.

Infine con l'aiuto degli studenti le leggi di *Keplero* sono state riformulate nel caso di orbite circolari usando il linguaggio e le grandezze studiate nella parte di cinematica del corso.

Ho assegnato come compito per la volta successiva come era possibile spiegare il moto retrogrado di Marte usando il modello di *Keplero*.

Lezione 4 [2 h]

In questa lezione ho voluto verificare quanto gli studenti avessero rielaborato e fatto propri i contenuti del corso fin qui trattati. Così ho chiamato alla lavagna una studentessa (Eva G.) che aveva sempre mostrato interesse per la materia oltre a capacità critiche e di sintesi molto buone. Dopo aver ripercorso le tre leggi di *Keplero* e partendo da queste, le ho chiesto di interpretare i moti gravitazionali (secondo l'ipotesi semplificatrice di orbite circolari) attraverso i principi della dinamica, ipotizzando quindi una forza esercitata dal Sole sul pianeta.

Eva, con qualche suggerimento da parte mia, è riuscita a mettere insieme i principali concetti sul moto circolare uniforme, le leggi della dinamica e le leggi di *Keplero*, ricavando l'espressione della forza di attrazione gravitazionale.

Attraverso un momento frontale ho ripercorso per tutta la classe i principali passaggi logico-formali affrontati.

Qual è la differenza tra il modello di Keplero e quello newtoniano nell'interpretazione dei moti gravitazionali?

Dopo una breve discussione ho fornito alla classe una risposta citando *Feynman*: «Fin qui *Newton* non aveva detto niente di nuovo, perché aveva solo affermato due cose che *Keplero* aveva già detto in un linguaggio diverso.».

Lezione 5 [1 h]

Come nella lezione precedente ho chiamato uno studente, Matteo, alla lavagna e gli ho chiesto di interpretare l'accelerazione di caduta dei corpi sulla Terra in base alla legge di gravitazione trovata e discussa nell'ultima lezione. Matteo applicando la seconda legge di *Newton* ha intuito abbastanza facilmente il percorso giusto per arrivare alla relazione cercata, dando per scontato, con mio stupore, passaggi logici non banali e su cui sarà opportuno tornarci in futuro quando gli studenti avranno a disposizione strumenti matematici adeguati. Dopo aver fornito alcuni dati astronomici, la successiva domanda è stata:

Qual è il rapporto tra l'accelerazione di gravità terrestre e l'accelerazione centripeta del moto (supposto circolare) di rivoluzione lunare?

Si è arrivati così a stabilire la relazione che leggherebbe le due accelerazioni nell'ipotesi che la caduta dei gravi sulla terra sia dovuta alla forza gravitazionale trovata studiando il moto orbitale dei pianeti. Abbiamo cioè una previsione.

Lezione 6 [2 h]

Quest'ultima lezione ha avuto un carattere principalmente frontale. Innanzi tutto si è trattato di far capire agli studenti la novità del pensiero scientifico moderno per il quale è fondamentale confermare una previsione quantitativa attraverso una misura.

Come misurare l'accelerazione centripeta del moto (supposto circolare) di rivoluzione lunare?

O riformulando la domanda con il linguaggio di *Newton*

Come misurare di quanto cade la Luna verso Terra in un secondo?

La prima questione che ho sollevato è stata proprio quella terminologica:

Cosa vuol dire che la Luna cade?

Alcuni studenti della classe hanno dato delle risposte intuitive e allo stesso tempo imprecise e confuse. Per sistematizzare il concetto ho mostrato come e sotto quali condizioni l'equazione di una circonferenza si possa approssimare con quella di una parabola, tale processo di approssimazione è sicuramente stato uno dei punti più ostici per i ragazzi e ho dovuto ricorrere a vari esempi numerici.

Conoscendo le misure del periodo di rivoluzione lunare e della distanza media Terra-Luna abbiamo così potuto ricavare la misura della caduta verso la Terra della Luna in un secondo, confrontandola con quella di una “mela” nello stesso tempo. Il risultato di questa misura ci ha permesso così di confermare l'ipotesi sull'universalità della legge di gravitazione.

A causa di alcune lezioni perse nel mese di maggio non ho potuto effettuare una verifica scritta su questo modulo, ma ho sentito oralmente solo alcuni studenti. Tuttavia per avere un *feedback* più obiettivo sul livello di rielaborazione dei contenuti proposti, ho chiesto a Eva e Matteo di rielaborare queste lezioni, scrivendo delle note per la classe: il risultato è stato pubblicato sul sito della scuola all'indirizzo

<http://www.liceorodolico.it/appunti/appunti%20di%20fisica/dal%20sistema%20geocentrico%20a%20quello%20eliocentrico.pdf>

5. Riflessioni conclusive

Il percorso proposto ha sicuramente creato aspettative e interesse nella classe anche se non in modo omogeneo e uniforme. Sicuramente gli studenti hanno apprezzato la parte osservativa, che è stata vissuta non solo come un semplice compito scolastico. C'è stato chi ha approfondito il proprio interesse per la fotografia e chi ha usato l'osservazione del cielo come un momento di socializzazione. Le foto scattate sono state anche un modo per coinvolgere la parte della classe che per problemi pratici o per scarso interesse o scarsa determinazione non hanno svolto l'osservazione nel modo richiesto. Sicuramente le foto dei compagni sono risultate agli occhi della classe più “attendibili”, “reali” e “descrittive” di quelle che è possibile trovare su un libro di testo o su internet.

Il percorso effettuato, partendo da semplici osservazioni degli astri e passando per dei richiami storici ai lavori di *Keplero* e *Newton*, ha permesso di trattare la legge di gravitazione universale restituendogli la centralità all'interno dello studio della dinamica e non come un “corpo estraneo” introdotto magari tra la forza elastica e quella di attrito.

Credo sia interessante osservare come la maggior parte degli studenti durante le verifiche orali abbia saputo interpretare meglio il moto retrogrado di Marte attraverso il sistema tolemaico che attraverso le leggi di *Keplero*. Purtroppo, per problemi di tempo, non ho avuto modo di effettuare questa riflessione con la classe e sarà necessario ritornarci all'inizio della quarta, magari con la collaborazione del docente di filosofia.

La difficoltà maggiore che ho incontrato è invece stata quella di fornire agli studenti una trattazione organica e compatta. Infatti nelle verifiche orali effettuate sono stati pochi gli studenti capaci di orientarsi all'interno dei diversi contenuti affrontati, inquadrandoli in un percorso logico o si potrebbe dire in una narrazione. Due sono le cause che sono riuscito a individuare.

1. Ho cercato di mantenere sempre alto il livello dialettico, dando molto peso alle domande e cercando le risposte come sintesi della discussione che si sviluppava in classe. Questo, se da un lato è stato sicuramente stimolante sia per me che per gli studenti, ha messo in difficoltà tutti quegli studenti abituati ad attendere la risposta da apprendere e ha reso le lezioni un po' dispersive.

2. Il percorso è stato di 9 ore; in assoluto non sono tante, ma relativamente all'orario curricolare di fisica di una terza liceo scientifico vecchio ordinamento (66 ore/anno), corrisponde a più di un mese di scuola. Questo eccessivo protrarsi nel tempo delle lezioni ha reso sicuramente più complicato non perdere il filo della trattazione.

PERCORSO C.

Giovanna Catania

***Le evidenze macroscopiche e
la ricostruzione dell'elettrostatica classica***

classe: 5^a D

tempo impiegato: 15 ore

1. Introduzione.....	pag. 28
2. Obiettivi.....	pag. 29
3. Impostazione epistemologica.....	pag. 29
4. Prerequisiti e Organizzazione dei contenuti specifici.....	pag. 30
5. Indicazioni metodologiche.....	pag. 31
6. Verifiche proposte.....	pag. 31
7. Riflessioni conclusive.....	pag. 32
8. Appendice: strutturazione del metodo scientifico di conoscenza.....	pag. 33
9. Appendice: consolidamento e approfondimento elettrostatica.....	pag. 34

1. Introduzione

La **Fisica insegnata** diventa formativa quando mantiene il suo ruolo di **scienza** ovvero di **metodo di conoscenza**: quando cioè non viene identificata con le sue conclusioni formalizzate e forzatamente slegate fra loro, ma quando trasmette il modo con cui quelle conclusioni vengono elaborate e strutturate; dunque, per mantenere alla Fisica insegnata il suo ruolo di scienza, è necessario mettere in primo piano la questione del “significato fisico” e della “scelta”, cioè trasmetterla – appunto – come metodo guidando gli studenti nella “ricostruzione” – non tanto storica¹ quanto **epistemologica e metodologica** delle teorie considerate dall’insegnante, alla luce di iniziali scelte interpretative, fondamentali per l’elaborazione del sapere scientifico.

Il fatto che una ricostruzione verso la quale sono guidati e indirizzati gli studenti sia connotata in modo epistemologico e metodologico, richiede – da parte dell’insegnante – di trasmettere quell’attività di scelta (perché “questo” e non “quello”, perché “di qua” e non “di là”, ecc.) che è fondamentale, prima di tutto il resto, per la costruzione del sapere scientifico; di conseguenza, a monte, è stato necessario svolgere un’analisi tesa a un’interpretazione epistemologica del corpo della Fisica così come si è andato e si va strutturando².

La vera e propria attività di laboratorio³ considerata non attività di “verifica”, ma – anch’essa – contributo alla ricostruzione di una teoria così come, nella pratica scientifica, avviene grazie alla dialettica fra teorizzazione e sperimentazione, risulta ancora praticamente assente da questa ricostruzione dell’*elettrostatica classica*; infatti, il punto di avvio del percorso realizzato, non può che essere l’insieme delle evidenze sperimentali quali l’attrazione dei capelli e di pezzetti di carta. Tali evidenze sperimentali sono irrinunciabili per questo percorso e sono cosa diversa dall’attività di laboratorio: sono infatti appartenenti a quelle individuabili in natura da parte di chiunque, a quelle da cui ha avuto inizio la Fisica come scienza sperimentale e, infine, a quelle dalle quali non si può prescindere per sostituirle con esperimenti⁴; infatti, non si possono costringere gli studenti a “far finta” di non avere un’esperienza “comune” e ad assumere, come proprie, modellizzazioni e astrazioni realizzate altrove da chi sa già usare il metodo scientifico e sa cosa vuole ottenere. Un’esperienza di laboratorio utile da inserire nella ricostruzione dell’*elettrostatica classica*, potrebbe essere quella⁵ per mezzo della quale individuare gli aspetti da definire – mezzo materiale compreso – come variabili attraverso le quali costruire la definizione della forza elettrostatica che, per il momento, è stata raggiunta soprattutto per confronto con quella della *forza gravitazionale*.

D’altra parte, non si può pretendere nemmeno di guidare gli studenti nella ricostruzione degli elementi del sapere scientifico scelti come fondamentali, se non prendono consapevolezza del “metodo scientifico di conoscenza” e non imparano a maneggiarlo⁶. Se non avviene l’integrazione con il metodo “comune” di conoscenza a partire dalle evidenze sperimentali “comuni”, il metodo scientifico non ha possibilità di diventare ampliamento e approfondimento del “contesto di senso” degli studenti. Infine, una particolare attenzione richiede il linguaggio e non soltanto per il fatto ovvio che l’acquisizione del linguaggio specifico corretto, è sintomo di integrazione del metodo scientifico nel proprio “contesto di senso”. Qui ci si riferisce soprattutto all’uso di termini che gli studenti hanno nel

¹ Il supporto storico anche come ricorso a scritti originali quali strumenti di studio, può essere utilizzato se, a monte, c’è una scelta interpretativa – ossia epistemologica – che permetta di selezionare i passaggi storici “rilevanti” rispetto alla scelta fatta in assenza della quale la storia è un mare indifferenziato dove o non si riesce a “pescare” o, se si “pesca” senza un criterio esplicito, si ricade in una didattica all’interno della quale gli alunni non si rendono conto del motivo per cui un elemento storico sia considerato importante e un altro trascurabile anche se quest’ultimo appare spesso più fondato del primo, nel “buon senso comune”.

² Si veda il punto 3. **Impostazione epistemologica.**

³ A questo proposito, si veda A. Fubini, *Le narrazioni nella scienza*, alla sezione LSS/FEMS del sito www.liceorodolico.it, piattaforma LSS/FEMS, settore “fondamenti epistemologici e metodologici”, 2011.

⁴ Il termine “esperimento” è qui utilizzato a connotare qualcosa che prevede l’uso di apparati sperimentali spesso complessi e, comunque, da utilizzare in modo preordinato in quanto finalizzati ad ottenere risultati già noti in partenza. Con il termine “esperienza”, invece, si indica un’attività di laboratorio durante la quale viene “ricostruita”, secondo il metodo scientifico e dunque in modo anche quantificabile, una fenomenologia di individuazione “comune” per il livello di ricostruzione teorica, raggiunto.

⁵ Si veda il punto 4. **Prerequisiti e organizzazione dei contenuti specifici.**

⁶ Si veda il punto 8. **Appendice: strutturazione del metodo scientifico di conoscenza.**

vocabolario ma che, nella loro testa, sono vuoti di significato il quale – va da sé – non viene acquisito soltanto perché un termine viene usato; perché possano entrare nel “contesto di senso”, è necessario passare per l’analisi e la teorizzazione di altri fenomeni di individuazione tutt’altro che “comune” e impossibile al momento della ricostruzione dell’*elettrostatica classica*. Tale difficoltà è stata affrontata e risolta⁷, in questa ricostruzione, a proposito per esempio, dei termini “atomo”, “elettrone”, “protone”, ecc. che entrano nella Fisica non soltanto ben dopo una prima strutturazione “classica” dell’*elettrostatica* ma, soprattutto, ci entrano dall’analisi di fenomenologie di evidenza tutt’altro che “comune” e per individuare le quali è necessario avere ricostruito almeno le parti essenziali della Fisica classica⁸. D’altra parte, il motivo del rifiuto ad adottare prematuramente termini che sembrano entrati nell’uso, è stato semplicemente spiegato allo scopo di evitare che gli studenti arrivino alla conclusione di essere coinvolti in uno studio di livello “inferiore”⁹.

2. Obiettivi

Sono stati elaborati anche sulla base delle indicazioni ministeriali più recenti in materia di efficacia dell’insegnamento: non è da considerarsi sufficiente l’acquisizione di pure e semplici conoscenze sia pure accompagnate dalle capacità per utilizzarle; si deve dunque aggiungere – come obiettivo irrinunciabile – l’acquisizione di competenze e, quindi, di autonomia nella scelta delle conoscenze, delle capacità e degli strumenti da usare di volta in volta.

A. generali

a. Contribuire alla formazione complessiva all’interno della quale l’acquisizione di contenuti sia condizione necessaria – ma non sufficiente – per il perseguimento degli obiettivi, non obiettivo in sé; in sostanza, si tratta di trasmettere un’idea di Fisica più aderente, dal punto di vista epistemologico, a quella di scienza: da una parte, metodo di interazione con la realtà e, dall’altra, metodo di costruzione di fenomeni ideali. Di conseguenza, sono da trasmettere l’importanza del “procedimento” sulla conclusione e l’assunzione di un atteggiamento prevalentemente “concettuale”; quindi, dovunque venga intrapresa, a qualsiasi livello, anche la formalizzazione, questa – pur interpretata con rigore – non deve mai precedere il livello dei “significati fisici” e delle “scelte” né deve mai essere fine a se stessa.

b. Contribuire a far emergere e/o consolidare attitudini nonché a favorire il raggiungimento di risultati di eccellenza.

B. specifici

a. Capacità di analizzare evidenze sperimentali e fenomenologie di base utilizzando il metodo scientifico per ricostruire gli elementi teorici fondamentali.

b. Capacità di applicare gli elementi teorici “ricostruiti” sia come *problem solving* sia come basi per ulteriori teorizzazioni.

c. Capacità di confrontare e di sintetizzare risultati ottenuti applicando la teoria ricostruita con risultati ottenuti grazie all’attività di laboratorio.

3. Impostazione epistemologica

Gli obiettivi posti al punto 2. si appoggiano, in sostanza, sul riconoscimento della natura metodologica e culturale della Fisica, e quindi sulla necessità di trasmetterla come metodo basato sull’innovazione concettuale. Di conseguenza, è stato necessario individuare e assumere un **“filo conduttore”** capace di inserire ogni elemento teorico ricostruito, in una struttura unitaria ed evolutiva; in assenza di un

⁷ Si veda il punto 4. **Prerequisiti e Organizzazione dei contenuti specifici**.

⁸ Si veda lo **schema** (pag. 4) **dell’itinerario didattico complessivo** elaborato dal LSS/FEMS.

⁹ Si veda il punto 7. **Osservazioni conclusive**

“filo conduttore”, infatti, non sarebbe possibile guidare gli studenti a ricostruire le teorizzazioni relative alle diverse fenomenologie in quanto, anche avendo a disposizione il metodo scientifico, non disporrebbero di criteri per compiere, di volta in volta, le scelte necessarie.

Il problema dell’individuazione del “filo conduttore”, è stato risolto assumendo, per la “ricostruzione” didattica, uno di quelli che sembrano condurre, dall’interno, anche la ricerca: **la tendenza a mantenere o a ritrovare un’unità teorica.**

4. Prerequisiti e Organizzazione dei contenuti specifici

Per quanto riguarda i **prerequisiti**, basta rifarsi allo **schema dell’itinerario didattico complessivo** (pag. 4) e a tutto quanto risulta precedere la ricostruzione della *elettrostatica classica*. A completamento e riferendosi al punto **3. Impostazione epistemologica**, risulta necessario il concetto di **teoria fondamentale nei suoi aspetti strutturali** (idea di “materia”, teoria relativistica, anomalia teorica, ipotesi *ad hoc*, ecc.) e **funzionali**; la classe con la quale il percorso è stato strutturato, aveva acquisito questo prerequisito nel corso della ricostruzione della *meccanica classica* insieme ai concetti altrettanto necessari di **conservazione** e di **invarianza**, di **stato** e di **equilibrio**.

Per quanto riguarda i **contenuti specifici**, sono stati organizzati come si vede nello schema dettagliato di seguito nella sua versione completa. La classe con cui il percorso è stato realizzato nella prima parte del 5° anno, non era “riformata” (ha cominciato ad affrontare la Fisica al 3° anno e non al 1°); di conseguenza, non è stato possibile articolarlo completamente¹⁰ pur salvaguardandone l’impostazione, i passaggi e le ricostruzioni essenziali.

► le evidenze macroscopiche di base e l’ipotesi di campo elettrostatico

- l’ipotesi della *carica elettrica* come proprietà della materia: il concetto di *carica elettrica* e l’adeguamento elettrostatico dell’idea di materia
- l’oggetto materiale carico e la *distribuzione della carica*: **concetto di densità di carica e definizioni**; il modello di carica puntiforme
- il concetto e la definizione di *forza elettrostatica* (forza di *Coulomb*) come forza “a distanza”, il concetto di “campo” e la sua relazione con l’“etere meccanico”
- il concetto e la definizione di *campo elettrostatico*

► la teorizzazione del campo elettrostatico come campo di *forza conservativo*

- il *lavoro* della *forza elettrostatica*
- il concetto e la definizione di *energia potenziale* elettrostatica
- il concetto e la definizione di *potenziale elettrostatico* e la *differenza di potenziale*
 - linee di forza / di campo e superfici equipotenziali
 - l’operatore *flusso* come descrittivo di conservatività
 - il *flusso* del *campo elettrostatico* e la legge di *Gauss*
- il *campo elettrostatico* presso una distribuzione di carica e la legge di *Coulomb*

► la teorizzazione del campo elettrostatico come campo di *forza schermabile*

- i comportamenti della materia nel *campo elettrostatico*: i concetti di materiale dielettrico e non-dielettrico, la polarizzazione e la ionizzazione come fenomeni di interazione
 - la scala delle *costanti dielettriche*
- la schermabilità del *campo elettrostatico*: la diminuzione da parte dei dielettrici e l’azzeramento da parte dei non-dielettrici

► lo stato elettrostatico e l’equilibrio

- la condizione dell’equilibrio elettrostatico
- l’equilibrio dei non-dielettrici carichi e le sue conseguenze
 - lo squilibrio dei non-dielettrici carichi e il suo recupero: il “contatto” e l’“induzione” come fenomeni di acquisizione di carica causati dal recupero dell’equilibrio
- il limite dell’acquisizione di carica dei non-dielettrici:

¹⁰ Per quanto riguarda l’attività di laboratorio, si è già detto al punto **1. Introduzione**; per quanto riguarda le altre parti trascurate, nello schema, sono evidenziate.

► **svolgimento di problemi
relativi all'elettrostatica**

• problemi di dinamica e di energetica
relativi alla *forza elettrostatica* e al suo lavoro

► **uso del laboratorio**

• individuazione delle variabili con le quali
costruire la definizione della *forza elettrostatica* e
individuazione dei caratteri di *forza conservativa*

5. Indicazioni metodologiche

Visto che una didattica della Fisica organizzata per essere formativa, deve mettere gli studenti in grado di usare il metodo scientifico di conoscenza sulle evidenze fenomenologiche proposte di volta in volta, l'insegnamento deve essere condotto in modo tale da favorire l'acquisizione della consapevolezza che la scienza non "scopre" ma "inventa" i fenomeni a partire da "qualcosa" che avviene in natura, costruendo una realtà scientifica "ideale" in quanto basata su scelte epistemologiche e interpretative, e non una realtà "reale".

La didattica apparsa più adeguata è risultata un'equilibrata combinazione di "frontalità" e di "interattività" e, comunque, sempre affidata all'interazione diretta classe/insegnante. Infatti, le spiegazioni sono dotate di momenti di verifica dell'effettivo livello di comprensione; alcuni segmenti di teorizzazione sono lasciati al tentativo di costruzione autonoma da parte degli studenti; percorsi e/o risultati "sbagliati" sono adeguatamente valorizzati se appaiono frutto di rielaborazione autonoma e consapevole; quando si riuscirà ad integrare nel percorso anche l'attività di laboratorio indicata al punto 4. Prerequisiti e Organizzazione dei contenuti specifici, gli studenti – come sempre, in laboratorio – saranno incaricati, a gruppi di non più di quattro, del montaggio e dell'uso dell'apparato sperimentale e degli strumenti di misura con conseguenti elaborazione, valutazione e integrazione nella teoria, dei risultati ottenuti.

Il materiale e lo strumento fondamentale per lo studio, sono rappresentati, quindi, dagli appunti che gli studenti sono, con grande cura, messi nella necessità e nella condizione di raccogliere, di redigere e di rielaborare personalmente. A complemento è stata elaborata una scheda di approfondimento¹¹ e sono state utilizzate parti¹² di Einstein – Infeld, *l'Evoluzione della Fisica*.

Occorre precisare che il punto più qualificante e più delicato, nello schema del punto 4. **Prerequisiti e Organizzazione dei contenuti specifici**, è proprio quello iniziale, cioè il passaggio dall'individuazione delle evidenze sperimentali all'ipotesi e al concetto di *carica elettrica*: tale passaggio nonché il modo di utilizzare e di applicare il concetto di *carica elettrica* nel seguito della trattazione, richiederanno la stesura di una scheda di approfondimento.

6. Verifiche proposte

Nel corso dell'a.s. 2011-12, per i motivi già esposti in paragrafi precedenti, non è stato possibile trovare il tempo per sottoporre a controllo il percorso che qui viene descritto. Nelle normali verifiche – sia scritte che orali – sono state rivolte agli studenti domande del tipo riportato nel riquadro che segue.

¹¹ Si veda il punto 9. **Appendice: consolidamento e approfondimento elettrostatica, paragrafi A. e D.**; i paragrafi B. e C. evidenziati, riguardano gli argomenti trascurati ed evidenziati a loro volta nella scheda del punto 4. **Prerequisiti e Organizzazione dei contenuti specifici**.

¹² I paragrafi primo e ultimo del cap. 2; il paragrafo primo del capitolo 3.

La forza elettrostatica è conservativa: quali sono i motivi per cui viene riconosciuta come tale?

La definizione di lavoro elettrostatico: come si deduce la sua dipendenza dalla ddp (differenza di potenziale) fra i 2 punti fra i quali la forza elettrostatica fa lavoro?

Le superfici equipotenziali del campo elettrostatico e la sua direzione sono perpendicolari: come si collega questo fatto alla conservatività della forza elettrostatica?

Forza conservativa: esporre il concetto.

La forza elettrostatica e quella gravitazionale sono ambedue conservative: indicare le analogie e, al contrario, le differenze.

Nell'eventualità che la carica elettrica sia fra le grandezze fisiche che si conservano, indicare il motivo e le condizioni della conservazione.

Stato elettrostatico ed equilibrio: esporre i relativi concetti.

Stato elettrostatico ed equilibrio: come si arriva a individuare nel potenziale elettrostatico la grandezza che misura lo stato elettrostatico?

Qual è la condizione necessaria per modificare lo stato di un sistema? precisare tale CN se si tratta di modificare lo stato elettrostatico.

Qual è la condizione necessaria per poter realizzare l'equilibrio elettrostatico in un sistema?

Descrivere un oggetto non-dielettrico carico.

Descrivere e interpretare il fenomeno che avviene quando un oggetto non-dielettrico neutro è messo a contatto con un secondo oggetto non-dielettrico carico.

Descrivere e interpretare il fenomeno che avviene quando un oggetto non-dielettrico neutro è posto nel campo elettrostatico di un secondo oggetto non-dielettrico carico.

7. Riflessioni conclusive

Sono fondamentalmente due.

La prima. Una metodologia didattica come quella descritta, dato l'elevato coefficiente di innovazione, richiede grande attenzione per evitare le "trappole" indotte dall'abitudine e dalla fretta e, in particolare, per allontanare quella tentazione suicida sul piano formativo e ben riassunta con «a domanda, risponde», che porta a trascurare il processo – completo di scelte – a conclusione del quale si raggiunge una certa conclusione. Trascurare questo processo, dunque, equivale – fra l'altro – a trasmettere e a confermare la convinzione piuttosto frequente che attribuisce assolutezza alle conclusioni scientifiche. Questa prassi così negativa non può, però, essere eliminata se non con un'“**azione di sistema**” autorevole, che possa coinvolgere il contesto (famiglie, dirigenti, colleghi, studenti, ecc.) all'interno del quale si hanno reazioni del tipo, per esempio, «ma, così, si perde tempo!», che si attivano nei confronti delle “azioni individuali” bloccandole il più delle volte. L'“**azione di sistema**” è, inoltre, necessaria per ottenere un'indispensabile verticalizzazione dei percorsi scolastici.

La seconda. Di fronte alla necessità di valutare questa metodologia didattica così fortemente innovativa, è necessario essere prudenti nel giudicare i risultati che si ottengono. “**Risultato positivo**” non vuol dire che gli studenti, improvvisamente, non trovano più difficoltà oppure che, in massa, ottengono votazioni positive dall'oggi al domani; nel nostro contesto, ci si può aspettare che avvenga, in una fase iniziale che può essere anche lunga, esattamente il contrario. Tuttavia, in presenza di quell'“**azione di sistema**” di cui si dice sopra, i risultati positivi arrivano e, quando arrivano, sono notevolmente positivi. Un risultato positivo si comincia a ottenere – e si ottiene di fatto – quando, fra le domande degli studenti, cominciano a comparire cose del tipo «non mi è chiaro come si arriva a....»; un altro risultato positivo si ha quando uno studente riesce a procedere da solo, prima della

spiegazione dell'insegnante, nella ricostruzione di un "pezzetto" di teorizzazione o di un'ipotesi di sintesi fra risultati teorici e sperimentali.

8. Appendice: strutturazione del metodo scientifico di conoscenza¹³

► la Fisica come scienza naturale

- l'oggetto materiale e il fenomeno naturale
 - il concetto "comune" di materia
- dalla conoscenza "comune" alla conoscenza "scientifica":
l'individuazione delle sue tre fasi (osservazione, descrizione, interpretazione)
- la specificità della Fisica rispetto alle altre scienze naturali

► la Fisica come scienza sperimentale e teorica (I)

- il linguaggio fondato sulla scelta e sulla misurabilità: la costruzione dei concetti di definizione e di grandezza fisica, di misura, di campione e di unità di misura, di grandezza fisica fondamentale e derivata, di variazione
- il concetto "comune" di equilibrio e l'individuazione del suo ruolo nei fenomeni

► il metodo "scientifico" di conoscenza

- la precisazione delle fasi di conoscenza di un fenomeno
- l'osservazione di un fenomeno come costruzione di oggetti ideali:
organizzazione dei criteri di scelta di aspetti materiali da definire,
definizione delle grandezze fisiche scelte e delle loro variazioni
- la descrizione e l'interpretazione di un fenomeno come concetti "comuni"
 - il concetto di teoria fisica come "somma" dei risultati delle tre fasi di conoscenza e come costruzione di fenomeni ideali

► l'osservazione di fenomeni di comune individuazione

- l'individuazione degli aspetti comuni a tutti gli oggetti materiali e la scelta di quelli da definire a prescindere dal fenomeno studiato
 - il significato fisico di *tempo*; i significati fisici di *spazio* e di *lunghezza*; i significati fisici di *area* e di *volume*
- l'impossibilità di definire la grandezza *tempo* dal suo significato fisico ed elaborazione del concetto di definizione operativa;
la definizione operativa di tempo dalla definizione di *intervallo di tempo*
- l'impossibilità di determinare la grandezza *spazio* definita come *lunghezza* ed elaborazione del concetto di grandezza vettoriale; il vettore come strumento geometrico e la differenza fra vettore e grandezza fisica vettoriale; la definizione della grandezza *spazio* e la soluzione del problema della sua indeterminazione
 - l'addizione vettoriale e la definizione di *spostamento* come variazione di *spazio*; le moltiplicazioni fra vettori e le definizioni di *area* e di *volume*

► l'osservazione dei fenomeni come attività di laboratorio

- il concetto di strumento di misura: i concetti di sensibilità e di precisione e l'impossibilità di misure "esatte"
 - il problema della misura e le cifre significative
 - la scelta dello strumento di misura in relazione all'apparato sperimentale: esperienza di laboratorio
- il concetto di errore sperimentale
 - la valutazione delle cifre significative, della misura e dell'errore sperimentale per le grandezze a misura diretta: esperienza di laboratorio
 - la valutazione delle cifre significative, della misura e dell'errore sperimentale per le grandezze a misura indiretta: esperienza di laboratorio
 - la valutazione delle cifre significative, della misura e dell'errore sperimentale da rilevamenti ripetuti: esperienza di laboratorio

► la Fisica come scienza sperimentale e teorica (II)

- il linguaggio fondato sulla misurabilità: il concetto di dimensione fisica e la sua relazione con i concetti di grandezza fisica e di unità di misura
 - la dimensione fisica delle grandezze *tempo*, *spazio*, *area* e *volume*
 - la dimensione fisica delle variazioni
 - i concetti di significato fisico, di definizione e di definizione operativa: la loro relazione e la loro differenza

¹³ Questo percorso è stato costruito per la prima classe e prevede di essere completato nella parte iniziale della seconda classe. Qualcosa del genere è ritenuto indispensabile dall'autore.

► il movimento degli oggetti materiali macroscopici
e rigidi come fenomeno fondamentale

- il concetto di oggetto "macroscopico" e "rigido" sulla superficie terrestre
- il moto traslatorio e il punto materiale; il moto rotatorio e l'oggetto esteso

9. Appendice: consolidamento e approfondimento elettrostatica

A.

Per qualunque **campo conservativo**, insieme al concetto di **superficie equipotenziale**, sono da introdurre quelli di **linea di forza** e di **linea di campo**: la prima è quella linea che, in ogni punto del campo, ha come tangente, la direzione del vettore *forza*; la seconda è quella linea che, in ogni punto del campo, ha come tangente, la direzione del vettore *campo*. Visto, però, che il vettore *forza* e il vettore *campo* hanno la stessa direzione (quella del vettore *spazio* della posizione considerata rispetto alla sorgente), le linee di *forza* e le linee di *campo* coincidono. Poiché tale coincidenza discende direttamente dalla **conservatività** di un *campo*, la coincidenza del sistema delle linee di *forza* e del sistema delle linee di *campo*, diventa a sua volta una caratteristica dei campi conservativi. Inoltre, le linee di *campo* – in caso di conservatività – sono sempre aperte: difatti, la loro chiusura presupporrebbe che la stessa sorgente possa produrre un campo contemporaneamente attrattivo e repulsivo in quanto le linee sono orientate come è orientato il campo di cui sono rappresentazione in base alle convenzioni relative agli esploratori.

Visto che il *campo elettrostatico* è un caso di **campo conservativo**, le linee di *forza*, oltre che essere sempre aperte, intersecano normalmente la superficie esterna della sorgente perché, essendo questa una superficie di punti a distanza nulla dalla sorgente stessa, è la prima superficie equipotenziale. Viceversa, a grande distanza dalla sorgente e di qualunque sorgente si tratti, le superfici equipotenziali sono, in buona approssimazione, sferiche: qualunque sia la sorgente, a grande distanza, viene approssimata a una sorgente puntiforme.

B.

C.

D.

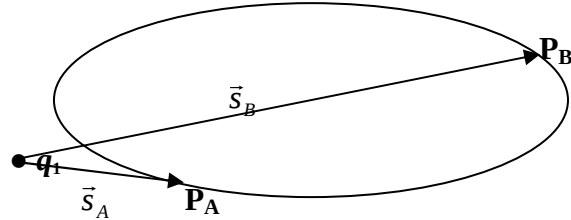
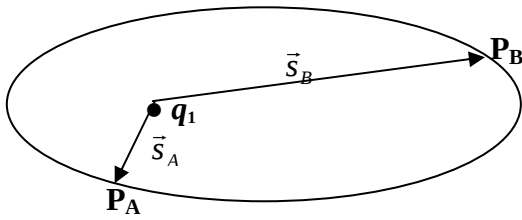
L'**azzeramento del campo elettrostatico** all'interno di qualunque spazio conduttore: il motivo per cui avviene questo fenomeno è lo stesso che spiega il verificarsi di tutti i fenomeni considerati dalla fisica; quando essi avvengono spontaneamente, il "motore" è sempre il tentativo di un sistema di ripristinare un equilibrio perduto; di conseguenza, per ogni fenomeno che avviene spontaneamente, c'è un sistema che evolve verso uno stato di maggior disordine; per mantenere o per ripristinare o per introdurre un livello maggiore di ordine, occorre fornire al sistema, dall'esterno, energia capace di compiere lavoro cioè occorre squilibrarlo riducendo, con ciò, il suo contenuto entropico.

L'**introduzione**, nel mezzo conduttore, di una "**sorgente**" q_1 oppure l'**inserimento** del mezzo conduttore in un **campo elettrostatico**, disturba l'equilibrio del mezzo che fa in modo, ionizzandosi, di recuperarlo. Una volta **raggiunto di nuovo l'equilibrio**, tutti i suoi punti si trovano ad avere lo stesso potenziale.

Come si distribuisce la carica sulla superficie esterna del mezzo conduttore in equilibrio: in tutti e due i casi (introduzione, nel mezzo conduttore, di una "sorgente" oppure inserimento del mezzo conduttore nel campo elettrostatico di una "sorgente") ogni punto del conduttore assume un potenziale elettrostatico dipendente dalla distanza fra il punto e la "sorgente" – interna o esterna che essa sia – e dunque, se P_A e P_B sono due punti qualsiasi sulla superficie del conduttore e se $r = |\vec{s}|$,

$$V_A = k q_1 / r_A$$

$$V_B = k q_1 / r_B$$



Una volta raggiunto l'equilibrio, la situazione del *potenziale* degli stessi due punti, diventa:

$$V_{A \text{ equil}} = k q_A / r_A$$

$$V_{B \text{ equil}} = k q_B / r_B$$

nella quale si deve avere $V_{A \text{ equil}} = V_{B \text{ equil}}$ e, quindi, $q_A / r_A = q_B / r_B$ dalla quale si deduce che la carica va a distribuirsi, in ogni punto della superficie di un conduttore carico in equilibrio, in modo direttamente proporzionale alla distanza che ogni punto ha dalla posizione della "sorgente" all'interno o all'esterno del conduttore. Di conseguenza, si accumulerà maggiore quantità di carica nei punti del conduttore più lontani da tale posizione e, in pratica, maggior quantità di carica negativa si sposterà nei punti della superficie che si vengono a trovare a *potenziale* maggiore per riequilibrarlo.

Se si confronta la condizione dell'equilibrio elettrostatico con la condizione dell'equilibrio meccanico traslazionale, per esempio, si trova che, mentre quest'ultima è $d\vec{p} / dt = 0$, la prima è $dV / ds_x = 0 \quad dV / ds_y = 0 \quad dV / ds_z = 0$ che vuol dire che il *potenziale* non deve variare per alcuno spostamento nei confronti della "sorgente".

PERCORSO D.

Alessandra Renzi

***La fenomenologia elettrodinamica e
la ricostruzione della teoria della
corrente elettrica nei conduttori ohmici***

classe: 5^a L

tempo impiegato: non valutabile

1. Considerazioni preliminari.....pag. 37

Visto che la ricostruzione di questo frammento di teoria, dipende strettamente dalla ricostruzione della *elettrostatica classica* la cui fenomenologia precede, come individuazione “comune”, quella della fenomenologia elettrodinamica, la decisione è stata quella di rimandare la costruzione del percorso sulla corrente elettrica per realizzarlo sulla base del percorso precedente.

1. Considerazioni preliminari

Al di là della costruzione dell'itinerario didattico complessivo¹ e delle sue motivazioni generali, questo percorso relativo al fenomeno della corrente elettrica, in particolare, nasce dalla constatazione che molti studenti hanno difficoltà ad affrontarlo. A mio avviso il problema nasce lì dove si deve costruire, dalla fenomenologia individuata, il concetto di corrente elettrica. Si tratta dello stesso tipo di problema che sorge nel momento in cui è necessario costruire, da una fenomenologia, il concetto di energia. Inoltre, gli studenti arrivano ad affrontare certi argomenti con una serie di preconcetti non “digeriti” e spesso scorretti che purtroppo sono ben radicati.

Se si confrontano alcuni libri di testo, ci si rende subito conto di un salto concettuale importante nel passare dal concetto di *carica elettrica* a quello di corrente elettrica: i manuali, fra l'altro senza rilevare che la *carica elettrica* è una grandezza fisica, cioè uno strumento costruito per analizzare alcune fenomenologie, mentre la corrente è una di queste fenomenologie, affermano semplicemente che «le correnti elettriche sono cariche in moto» e, con questo, esauriscono la trattazione di un nodo concettuale fondamentale nella ricostruzione didattica di una teoria. Tale leggerezza crea nello studente il convincimento – destituito di ogni fondamento – di aver compreso tutto ciò che sta dietro a questo passaggio tutt'altro che banale.

Nell'anno scolastico 2011-2012, in una classe quinta non ancora “riformata”, ho tentato di osservare e di capire quali fossero i nodi concettuali da sciogliere sull'argomento. Nel loro libro di testo (*l'evoluzione della FISICA* di Parodi, Ostili, Onori) per esempio, dopo aver trattato i fenomeni elettrostatici e definito il *campo elettrico*, si passa a introdurre la corrente elettrica nel seguente modo: «Se prendiamo in considerazione il movimento delle cariche elettriche, il contributo maggiore alla determinazione del loro moto è dato dal campo elettrico in cui sono immerse, potendo trascurare l'effetto della gravitazione, a causa delle piccolissime masse in gioco...». Poi, dopo alcune descrizioni, prosegue con l'analogia tra “moto” delle cariche elettriche e moto dei fluidi tanto che paragona un filo metallico in cui si trasmettono cariche elettriche, con un tubo in cui scorre un liquido. Infine si arriva alla formalizzazione: «Se Δq è la quantità di carica elettrica che passa attraverso la sezione S del filo metallico in un tempo Δt , possiamo definire, analogamente al caso dei fluidi, la quantità fisica *intensità di corrente elettrica* come il rapporto tra le due grandezze.».

La metodologia – **del tutto preliminare alla strutturazione del percorso** – che ho seguito dunque, è stata quella di cercare di individuare, tramite domande specifiche, i nodi concettuali e i misconcetti che vengono prodotti con un apprendimento del tipo proposto dai manuali. Dopo averli individuati, ho utilizzato alcune esperienze di laboratorio di tipo qualitativo per arrivare alla formulazione di un modello plausibile che permetta di descrivere e di interpretare con il metodo scientifico, i fenomeni osservati. Solo in un secondo tempo sono passata alla formalizzazione.

Un esempio di domanda da porre agli studenti, che evidenzia certi tipi di difficoltà è il seguente: “cosa ci permette di ipotizzare che lo strumento “carica elettrica” con cui sono state descritte e interpretate le evidenze elettrostatiche prodotte da sfregamento, possa essere usato anche nel modello di ciò che si trasmette in un conduttore collegato a una batteria?”.

¹ Si veda lo **schema** a pag. 4.

Gli studenti ai quali ho rivolto una simile domanda, non sono stati in grado di formulare una risposta esauriente.

Una delle risposte più significative mi ha fatto riflettere sul fatto che gli alunni “credono” che “qualcosa” di indefinito che chiamano “elettricità”, “si consumi” al passaggio della corrente in un circuito. Questa rappresentazione errata probabilmente proviene dalla loro esperienza relativa a circuiti chiusi su batterie che, dopo un certo tempo, si esauriscono. Quindi, avendo osservato questo fatto, concludono che, nei circuiti elettrici, “qualcosa” viene consumato; e il “qualcosa” che si trovano a portata di mano, è la solita generica “elettricità”.

Dopo aver trattato l'elettrostatica – che veniva ricostruita come compare in questo lavoro proprio in quello stesso periodo – e introdotta la corrente elettrica in modo “tradizionale”, seguendo la strada del libro di testo, ho provato a verificare quale fosse il grado di comprensione degli studenti ponendo loro alcune domande cruciali anche con le indicazioni del testo *Guida all'insegnamento della fisica* di Arnold Arons della Zanichelli. Grazie a queste domande, è stato facile rendermi conto che gli studenti sapevano tranquillamente definire l'intensità di corrente e, magari, sapevano anche risolvere i circuiti e le varie applicazioni, ma non ne avevano metabolizzato il concetto.

Da questo tipo di osservazioni ho cercato di creare un percorso di approfondimento allo scopo di ovviare, per il momento, a quell'approccio superficiale, nozionistico e non integrabile nel “contesto di senso” degli studenti, che diventasse per loro almeno uno strumento di lavoro. A mio avviso, in quest'ottica, l'approccio laboratoriale di tipo qualitativo è stato il più efficace ed ha permesso di passare dall'esperienza pratica alla formazione di concetti astratti. Grazie ad alcune semplici evidenze sperimentali, è possibile far riflettere gli alunni sul fatto che l'eletttrizzazione per strofinio, la corrente causata da induzione magnetica, gli effetti di tipo fisiologico, la deflessione magnetica, una delle possibilità di riscaldare, le scintille, la scarica, svariate azioni chimiche nonché i fenomeni su cui si basano – per esempio – la pila di Volta o la termocoppia, appartengono tutte alla vastissima fenomenologia “elettrica”. A questo punto si può passare ad introdurre i concetti di percorso chiuso e infine, a parlare di corrente elettrica e circuiti. Tutti gli studenti a questo livello hanno sicuramente qualche idea su che cosa sia un circuito elettrico, ma se si chiede loro di fare funzionare una lampadina fornendo dei fili di diversa natura (conduttori e isolanti), delle lampade e delle batterie, non tutti riescono immediatamente a costruirne uno funzionante.

E' importante permettere loro di "perderci tempo" giocando con i vari elementi del circuito, fino a che non sarà chiaro che solo alcune combinazioni sono efficaci. E' importante che loro schematizzino con disegni le combinazioni che funzionano e quelle che non hanno alcun effetto.

In questo modo si arriva a introdurre i concetti di “conduttore” e di “isolante” classificando i vari materiali e si arriva con più consapevolezza alla comprensione della necessità del percorso chiuso per ottenere effetti quali il riscaldamento del conduttore o l'accensione della lampadina.

Questo approccio aiuta a confermare la dinamicità del fenomeno e a formare, nella mente degli studenti, un modello interpretativo basato su osservazioni qualitative una delle quali è quella secondo cui gli effetti osservati sono gli stessi in qualunque punto del conduttore: se si sposta l'inserimento della lampadina nel circuito, gli effetti non cambiano.

PERCORSO E.

Giovanna Pelli

***Le evidenze macroscopiche e
la ricostruzione della teoria del
magnetismo stazionario***

classe: 5^a E

tempo impiegato: 10 ore più una visita guidata

1. Introduzione.....	pag. 40
2. Obiettivi.....	pag. 40
3. Prerequisiti e organizzazione dei contenuti specifici.....	pag. 40
4. Indicazioni metodologiche.....	pag. 41
5. Verifiche proposte.....	pag. 44
6. Riflessioni conclusive.....	pag. 45

1. Introduzione

Lo scopo di quest'unità didattica è quello di avvicinare gli studenti ai fenomeni magnetici di base e a quelli elettromagnetici, in quanto, in base alla mia esperienza di insegnante di fisica, posso affermare che la maggioranza degli studenti non ha familiarità con questi fenomeni e molto spesso i fenomeni elettrici e quelli magnetici vengono confusi, da qui la necessità di far compiere agli studenti osservazioni dirette per far acquisire un'esperienza concreta indispensabile per individuare analogie e differenze fra i due fenomeni e iniziare una riflessione sulle esperienze svolte, al fine di giungere alla costruzione di concetti, di definizioni e alla formulazione di ipotesi e successivamente di leggi.

Nell'affrontare questo percorso ho incontrato forti resistenze da parte degli alunni di quinta infatti essi hanno creduto di perdere tempo *"con giochetti che si fanno alla scuola media"* e avrebbero preferito un insegnamento tradizionale fatto di definizioni delle nuove grandezze fisiche, di leggi che regolano il magnetismo e di applicazioni delle leggi studiate alla risoluzione dei problemi. Inoltre gli studenti migliori e anche i più preoccupati per l'esame di maturità, mi hanno richiamato più volte alla necessità di svolgere più in fretta l'unità didattica sul magnetismo al fine di completare il programma di fisica, visto che alcune classi parallele erano già molto "più avanti" rispetto a loro. A questo punto, per tranquillizzare la classe e riconquistare la loro fiducia, ho dovuto, addirittura, promettere che avrei affrontato questa sola unità didattica con un approccio fenomenologico - induttivo.

Nonostante queste difficoltà iniziali, gli esperimenti, le osservazioni e le discussioni svolte in classe o nel laboratorio di fisica o a casa hanno incuriosito e coinvolto anche i più scettici e la partecipazione al dialogo educativo è divenuta sempre più intensa e attiva e anche le loro conoscenze e competenze su questo argomento sono divenute effettivamente più solide e concrete.

2. Obiettivi

- **Generali**

- o Sviluppo delle capacità di osservazione;
- o Sviluppo delle capacità di interpretazione dei fenomeni osservati;
- o Sviluppo della capacità di astrazione e formalizzazione dei fenomeni analizzati.

- **Specifici**

- o Saper osservare e descrivere i fenomeni magnetici di base,
- o Individuare analogie e differenze con i fenomeni elettrici già studiati;
- o Determinare l'origine del magnetismo,
- o Determinare l'intensità del campo magnetico mediante la forza che esso esercita su un filo percorso da corrente,
- o Determinare l'intensità del campo magnetico generato da un filo rettilineo percorso da corrente.
- o Conoscere la forza di Lorentz e il moto di una carica in un campo magnetico uniforme.

3. Prerequisiti e Organizzazione dei contenuti specifici

Questa unità didattica è stata svolta nel mese di aprile, dopo aver trattato i seguenti argomenti che sono i prerequisiti necessari per affrontare i contenuti esposti successivamente:

- Fenomeni di elettrostatica

- La corrente elettrica continua
- La corrente elettrica nei conduttori metallici.

Schema dei contenuti

Fase 1. Osservare e identificare i fenomeni

- Fenomeni magnetici e esperimenti sulle interazioni fra correnti e magneti.
- Azione di un filo percorso da corrente su un ago magnetico;
- Azione del campo magnetico su un filo percorso da corrente;
- Linee di campo magnetico generato da spire e solenoidi.

Fase 2. Formulare ipotesi esplicative utilizzando modelli, analogie, leggi

- Modulo del vettore B
- Legge di *Biot- Savart*
- L'esperimento di *Thomson* e la determinazione del rapporto e/m .

4. Indicazioni metodologiche

Lezione 1 (1 h)

In classe ho portato calamite di diversa forma, aghi magnetici, limatura di ferro, chiodi di acciaio, aghi per cucire, pezzi di ferro, di rame, di ottone e alluminio.

1° Domanda: che cos'è una calamita? E che proprietà ha?

I ragazzi, dopo aver utilizzato calamite, aghi, pezzi di ferro e altri metalli essi hanno evidenziato che le calamite sono caratterizzate dalle seguenti proprietà:

- Attirano il ferro e l'acciaio mentre non hanno nessun effetto sul rame, ottone e alluminio.
- Due calamite possono attrarsi o respingersi.
- Se è sospesa e libera di ruotare si dispone in una precisa direzione.

Esperimenti:

- Due calamite a barra sospese con filo, se vengono avvicinate l'una all'altra con i poli dello stesso tipo affacciati, ruotano e si dispongono parallelamente l'una all'altra.
- Poli dello stesso tipo si respingono, ruotano e si agganciano tra loro le parti di colore diverso.

Conclusioni a cui è giunta la classe dopo una discussione sugli esperimenti svolti:

- o *Ogni calamita ha due poli, di comportamento opposto e sono essi che interagiscono con il ferro,*
- o *Due calamite si comportano esattamente come due bacchette dello stesso materiale, elettrizzate per strofinio.*

2° Domanda : E' possibile separare i due poli?

Tagliando in molte parti una calamita rettilinea si ottengono tante piccole calamite con due poli ciascuna.

Conclusioni: *non è possibile avere una calamita con un solo polo. Prima differenza dei fenomeni magnetici dai fenomeni elettrici.*

3° Domanda: è possibile magnetizzare un pezzo di ferro o di acciaio per contatto o per strofinio?

Esperimento: Un ago di acciaio strofinando sempre nella stessa direzione con un polo della calamita riesce ad attrarre della limatura di ferro, inoltre la calamita attira chiodi e ciascuno di essi si magnetizza per contatto e attira a sua volta altri chiodi.

Conclusioni: è possibile magnetizzare il ferro o l'acciaio per contatto e per strofinio.

4° Domanda: è possibile magnetizzare il ferro per induzione?

Magnetizzazione per induzione: magnetoscopio.

Compito a casa: Costruzione a casa del magnetoscopio.

Conclusioni degli studenti: È possibile magnetizzare ferro e acciaio sia per contatto che per induzione in modo analogo a quanto avviene per l'elettrizzazione.

5ª Domanda: è possibile annullare il potere magnetico dei due poli di una calamita?

Un nastro di acciaio magnetizzato si smagnetizza se si avvicinano tra loro i due poli, altra analogia con le cariche elettriche.

Esperimento: un ago d'acciaio magnetizzato, se viene arroventato alla fiamma perde il suo potere magnetico, un pezzetto di filo di ferro che normalmente viene attratto da una calamita perde questa proprietà dopo essere stato arroventato.

Le prime ipotesi sul magnetismo:

Dagli esperimenti visti si possono trarre le seguenti conclusioni:

- ✓ Ogni calamita, naturale o artificiale ha due poli indivisibili che hanno comportamento opposto,
- ✓ Poli di tipo opposto si attirano, poli dello stesso tipo si respingono con una **forza che agisce a distanza**
- ✓ Si possono magnetizzare solo oggetti di ferro, acciaio
- ✓ La magnetizzazione può avvenire per strofinio, per contatto e per induzione.
- ✓ Con il riscaldamento a temperatura elevata i corpi magnetizzati perdono il proprio potere magnetico.

Tutti i fenomeni indicano la presenza di una interazione tra magneti che si manifesta con forze che agiscono a distanza come quella gravitazionale o quella elettrica. Quindi per analogia si possono interpretare questi fenomeni ammettendo che ogni magnete crei intorno a sé un **campo magnetico**.

Lezione 2 (1 h)

In laboratorio di fisica. Aghi magnetici e calamite.

Aghi magnetici disposti sul tavolo, avviciniamo una calamita, tutti ruotano e puntano verso questa i poli dello stesso tipo. Gli aghi possono essere utilizzati come magneti di prova per studiare il campo. Presenza del campo magnetico terrestre.

Linee di campo magnetico: visualizzazione mediante la limatura di ferro, le linee di campo di un magnete ad U, si nota che è simile a quello di un dipolo.

Definizione della direzione e del verso del campo magnetico generato da una calamita.

Osservazioni

Gli studenti, al termine di tutte queste esperienze, hanno notato evidenti analogie tra il comportamento dei magneti e quello delle cariche elettriche e questo fa supporre che esista una relazione tra le cariche interne alla materia e le proprietà magnetiche di questa. Inoltre, la perdita di proprietà magnetiche ad opera della temperatura fa ipotizzare che le proprietà magnetiche dipendano da un certo ordine interno che viene meno con l'agitazione termica.

Un corpo elettrizzato non interagisce con i magneti né si osservano effetti magnetici tra due corpi elettrizzati.

Cenno storico all'opera De magnetibus di Gilbert sul magnetismo terrestre, già analizzato nel dettaglio con l'insegnante di Scienze.

Lezione 3 (1 h)

L'esperimento di *Oersted*: descrizione dell'esperimento condotto da Oersted e ripetizione dell'esperimento in laboratorio di fisica.

Visualizzazione delle linee di campo generato da un filo rettilineo percorso da corrente, direzione e verso del campo magnetico.

Dopo l'esperimento ho richiamato la classe a riflettere sulla diversità di quest'ultima interazione rispetto a tutte le altre precedenti incontrate e conosciute (gravitazionali, elettriche). Qui l'interazione genera dei momenti torcenti piuttosto che delle forze collineari.

Conclusioni elaborate al termine di questa lezione dal gruppo classe:

- o Una carica elettrica ferma genera sempre attorno a sé un campo elettrico

- o Una carica elettrica in movimento genera attorno a sé un campo magnetico.

Compiti assegnati per casa.

Ripetere l'esperimento di Oersted a casa utilizzando una piccola bussola e un circuito formato da pile a secco, lampadine e filo. Una volta montato il circuito studiare:

- La deflessione della bussola al di sopra e al di sotto del filo percorso da corrente,
- L'effetto prodotto sull'ago della bussola invertendo i poli della batteria,
- L'effetto magnetico tutto attorno al filo,
- Qualitativamente l'effetto che si ottiene variando la distanza della bussola dal filo,
- L'effetto che si ottiene, fissata la distanza della bussola dal filo, inserendo nel circuito ulteriori lampadine, sia in serie che in parallelo
- L'effetto che si ottiene inserendo in serie altre batterie con la prima.

Lezione 4 (1h)

Verifica e discussione del lavoro svolta a casa. Partendo da questa esperienza e dalle osservazioni effettuate ho illustrato la regola della mano destra al fine di determinare la direzione del campo magnetico

Sovrapposizione degli effetti magnetici generati da fili percorsi da corrente: discussione in classe e prime ipotesi.

In laboratorio di fisica abbiamo montato un circuito con batteria, lampadina e un lungo filo piegato in modo tale da avere in alcune posizioni l'effetto di un singolo filo attraversato da corrente, in altre si ha l'effetto di due fili che trasportano corrente nella stessa direzione e in un'altra posizione ancora si hanno due fili che trasportano corrente in direzioni opposte. Utilizzando un ago magnetico si osserva che in alcune posizioni il momento torcente è uguale in altre è doppio e in altre ancora è nullo.

Compiti assegnati per casa tratti dalla descrizione degli esperimenti condotti da Oersted:

- Cambiando il metallo che costituisce il filo cambiano gli effetti sull'ago magnetico?
- Gli effetti sull'ago magnetico cambiano se tra il filo e l'ago magnetico interponiamo legno, plastica e altri materiali?
- Se sostituiamo all'ago magnetico un ago di rame o di vetro o di plastica che cosa osserviamo?

Lezione 5 (1h)

In laboratorio di Fisica: Campo magnetico generato da una spira e da un solenoide percorso da corrente: linee di campo visualizzate con la limatura di ferro e determinazione della direzione e del verso del campo magnetico.

Lezione 6 (1 h)

Gli esperimenti condotti da *Ampère* dopo la scoperta di *Oersted*: introduzione storica.

Ipotesi di *Ampère*:

- Se una corrente costante esercita un'azione meccanica su un ago magnetico allora per la terza legge della meccanica, un magnete deve esercitare delle forze su un filo percorso da corrente,
- Se un campo magnetico viene creato da una corrente e a sua volta agisce su una corrente allora due correnti devono interagire,
- Se un campo magnetico viene generato da correnti allora il magnetismo naturale deve essere generato da microscopiche correnti all'interno della materia.

Verifica in laboratorio dell'azione reciproca tra correnti.

Discussione: l'azione reciproca tra correnti è un'interazione elettrostatica oppure è un fenomeno nuovo e diverso?

Questa attività ha impegnato la classe o almeno gli studenti più interessati in una riflessione sui fenomeni osservati e li ha costretti a riconsiderare e analizzare di nuovo le esperienze di elettrostatica condotte nei mesi precedenti al fine di rispondere alla domanda proposta.

La discussione si è conclusa con la lettura delle osservazioni di *Ampère* su questo problema.

Compiti assegnati per casa : costruzione di un'elettrocalamita.

Lezione 7 (1 h)

Discussione e verifica dell'elettrocalamita costruita da ogni gruppo a casa. In laboratorio di fisica nuovi esperimenti con l'elettrocalamita.

Conclusioni a cui la classe è giunta dopo l'attività di laboratorio:

Inserendo un pezzo di ferro all'interno di una bobina, questo si magnetizza e diventa una calamita in grado di attrarre altri oggetti di ferro o acciaio. L'azione magnetica cessa non appena si apre il circuito. Viceversa inserendo nella bobina un nucleo di acciaio esso conserva la sua magnetizzazione anche se si interrompe il passaggio di corrente.

Nota storica sugli studi di Ampère e interpretazione di Ampère del fatto che l'intensità del campo magnetico generato dal solenoide aumenta se si inserisce al suo interno un nucleo di ferro.

Lezione 8 (1 h)

Nelle lezioni precedenti attraverso varie osservazioni e la ripetizione degli esperimenti storici di Oersted e di *Ampère* gli studenti hanno compreso la perfetta equivalenza tra gli effetti magnetici prodotti da una calamita e quelli prodotti da una corrente elettrica e siamo giunti a concludere che:

- a. Un campo magnetico è sempre generato da cariche elettriche in movimento e agisce su cariche elettriche in movimento.

Dopo aver osservato qualitativamente i fenomeni dovremmo passare alla ricerca delle relazioni matematiche che intercorrono tra correnti e correnti e magneti.

Esperienza qualitativa: “filo di prova percorso da corrente” con cui esploriamo il campo magnetico generato da un magnete a U. Il filo disposto perpendicolarmente alle linee di forza del campo magnetico subisce una forza perpendicolare alla direzione della corrente e alla direzione del campo, i fili paralleli al campo non subiscono invece alcuna forza.

Per determinare l'intensità del campo magnetico avremmo dovuto compiere esperimenti quantitativi ma il nostro laboratorio è privo dei dispositivi scientifici che determinano B “pesando” la forza che agisce su una lunghezza nota di filo percorso da corrente, oppure avrei anche potuto costruire la “bilancia delle correnti” come propone il libro di testo: La Fisica del PSSC, ma per mancanza di tempo ho fatto vedere alla classe il film tratto da MIT OpenCourseWare lezione del prof. *Lewin*, intitolato: campo magnetico, forze magnetiche, dipolo magnetico.

Lezione 9 (1 h)

Intensità del campo magnetico creato da un filo percorso da corrente: legge di *Biot - Savart*, per svolgere questa lezione ho affiancato la mia spiegazione con la proiezione del film tratto da MIT OpenCourseWare lezione del prof. *Lewin*, intitolato: legge di *Biot- Savart*.

Lezione 10 (1 h)

Forza di *Lorentz*, descrizione del moto di una carica in un campo magnetico uniforme ed esperienza di *Thomson* attraverso la quale si giunge a determinare la carica specifica dell'elettrone.

Lezione 11 (intera mattinata)

La classe è stata condotta ai laboratori di Fisica del Polo Scientifico di Sesto Fiorentino e hanno determinato la carica specifica dell'elettrone con il tubo a fascio filiforme e hanno compiuto esperimenti col tubo a raggi catodici.

5. Verifiche proposte

Verifica delle competenze.

Quesiti

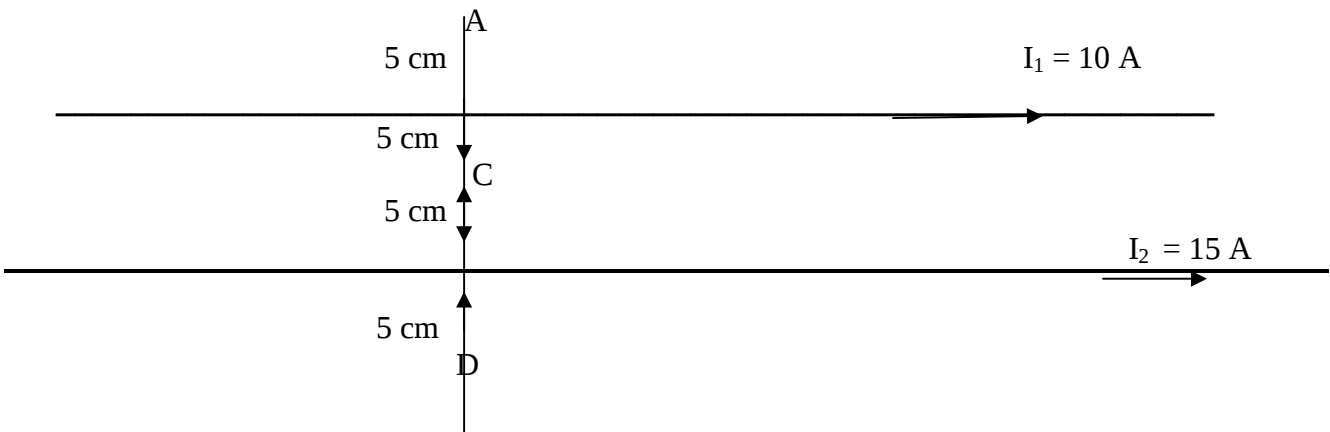
1. Quali sono le condizioni necessarie perché le cariche elettriche agiscano sui magneti?
2. Come possiamo sapere che una corrente produce nello spazio circostante un campo magnetico? Qual è l'andamento del campo magnetico vicino a un conduttore rettilineo?
3. Un filo percorso da corrente è posto in un campo magnetico uniforme. Sul filo non agisce alcuna forza. Spiega come mai.

4. Un elettrone si muove con velocità costante in una regione priva di campi elettrici. Si può concludere che in questa regione il campo magnetico è nullo? Giustifica la tua risposta.
5. Descrivi come servirsi del moto di una particella carica per distinguere un campo elettrico da un campo magnetico.

Verifica delle conoscenze

Problemi

1. Una linea elettrica ad alta tensione trasporta una corrente di 110 A in una zona in cui il campo magnetico terrestre ha un'intensità di 0,59 G e punta verso Nord, 72° al di sotto dell'orizzontale. Determina la direzione e l'intensità della forza magnetica esercitata su un tratto di linea lungo 250 m nel caso in cui la corrente scorre:
- orizzontalmente verso est,
 - orizzontalmente verso sud.
2. Nell'esperimento di Oersted, supponi che la bussola fosse a 0,25 m dal filo conduttore. Supponendo che per deflettere l'ago della bussola in maniera apprezzabile fosse necessario un campo magnetico di intensità pari alla metà di quello terrestre (45 mT), quale intensità doveva avere la corrente che percorreva il filo?
3. Una particella carica attraversa una regione di spazio in cui sono presenti campi elettrici e magnetici. La velocità della particella è $\underline{V} = (4400 \text{ m/s})\underline{i} + (2700 \text{ m/s})\underline{j}$; il campo magnetico $\underline{B} = (0,750 \text{ T})\underline{k}$. Calcola l'intensità che deve avere il campo elettrico $\underline{E}$ affinché la forza risultante sulla particella sia nulla.
4. Fra due case in campagna c'è una linea elettrica su pali, composta da diversi fili paralleli fra loro. A un certo punto due di questi fili, distanti 10 cm fra loro sono percorsi l'uno da una corrente di 10 A e l'altro da una di 15 A. Determinate:
- l'intensità e la direzione del vettore campo magnetico $\underline{B}$ nei punti indicati in figura con A, C, D.
 - determinare l'intensità della forza con cui si attraggono fra loro due tratti di conduttore affiancati, lunghi 10 cm ciascuno.



5. Un solenoide è formato da 25 m di filo di resistività uguale a $2,3 \cdot 10^{-8} \text{ Ohm} \cdot \text{m}$. Il filo, che ha un raggio di 2,1 mm, è arrotolato uniformemente su un tubo di plastica di diametro 4,5 cm e lungo 1,65 m. Determina la fem alla quale vanno collegati gli estremi del filo per produrre un campo magnetico di 0,015 T all'interno del solenoide.

6. Riflessioni conclusive

Le prime sette lezioni hanno sicuramente permesso alla classe di imparare ad *osservare* i fenomeni fisici e individuare analogie e differenze con i fenomeni elettrici precedentemente studiati.

Mentre le ultime lezioni devono essere ancora migliorate con esperimenti quantitativi al fine di far giungere gli studenti alla matematizzazione dei fenomeni osservati, mediante la ricerca delle relazioni che legano le varie grandezze fisiche. Questo tipo di esperimenti li aiuterebbe, anche, ad apprendere come si analizzano e si organizzano i dati registrati in laboratorio.

Spero, quindi in seguito, di riuscire o a far acquistare alla scuola apparecchi scientifici che determinano B pesando la forza che agisce su un filo percorso da corrente o di realizzare, se aiutata da un tecnico di laboratorio, il dispositivo proposto dal libro di testo “*La fisica del PSSC*” in quanto questa struttura artigianale offre il vantaggio di permettere agli studenti di esplorare la variazione della forza al variare dell’angolo tra il filo e la direzione del campo magnetico, mentre gli apparecchi che comunemente si acquistano permettono la misura della forza solo quando le due direzioni sono ortogonali.

Le criticità incontrate sono state in parte superate mostrando alla classe filmati, simulazioni al computer dell’esperimento non riproducibile e in altre situazioni ho utilizzato la Storia della Fisica per illustrare come i grandi fisici del passato: *Gilbert*, *Ampère* e *Faraday*, abbiano affrontato e risolto i medesimi problemi.

Altre volte invece ho ritenuto utile portare la classe nei laboratori Scientifici dell’Università di Fisica, utilizzando l’*Open Lab* di Sesto Fiorentino, anche questo momento mi è sembrato particolarmente apprezzato dagli studenti, felici di essere entrati in “veri laboratori scientifici”.

Bibliografia

- Walzer, *Corso di Fisica*, volume 3, Linx
- *La Fisica del PSSC*, Volume B, Zanichelli
- Palladino Bosia, *Fisica*, Volume C, Petrini Editore
- Arons, *Guida all’insegnamento della Fisica*, Zanichelli

CONCLUSIONE

Il lavoro qui presentato è la “fotografia” dello “stato dell’arte” a metà, circa, dell’impegno triennale che LSS/FEMS si è assunto. È questo il motivo per cui non può che essere considerato un work in progress.

Ancora una volta, si evidenziano le maggiori – rispetto alla Fisica – difficoltà di strutturare percorsi coerenti nel campo dell’insegnamento liceale delle cosiddette “Scienze naturali”: nonostante che sia stato individuato¹ nella **teoria evoluzionistica**, un caposaldo teorico al quale e sul quale lavorare, ne dovranno probabilmente essere individuati altri per raggiungere l’obiettivo di strutturare un itinerario che possa dirsi, non solo efficiente quale è già, ma anche sufficientemente completo per le necessità formative e pratiche di un liceo scientifico.

Di importanza non secondaria è anche il problema dell’integrazione con la parte di itinerario relativa alla Fisica: come si può vedere¹, al momento, l’integrazione è rappresentata dalla **strutturazione didattica** – assunta dalla Fisica – **del metodo scientifico di conoscenza**.

All’interno dell’itinerario della Fisica, va completata, a livelli differenti per ognuno, la strutturazione dei percorsi relativi ai segmenti teorici individuati come fondamentali¹.

Come si può constatare, nei singoli percorsi, sono presenti – anche per questo, a livelli differenti – elementi di valutazione dei risultati ottenuti nelle classi coinvolte. Sarebbe opportuno completare questo aspetto in quanto tale e affiancarlo con una valutazione sia dei singoli percorsi che dell’itinerario complessivo rispetto agli obiettivi di un LSS.

Infine, ciò che emerge dai contributi che costituiscono il lavoro, è **l’urgenza dell’avvio di un’“azione di sistema”** che non appare rinviabile alla conclusione della fase di ricerca / azione nelle singole sedi di LSS.

¹ Si veda lo **schema di ipotesi di un itinerario complessivo** a pag 4.