



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO**  
TIROCINIO FORMATIVO ATTIVO – I CICLO DI TFA ORDINARIO  
Classe A049 Matematica e Fisica

**RELAZIONE FINALE**

RELAZIONE DI

**SPAGNOLO Salvatore**

Matricola 0612036

RELATORE

**Prof. AGLIOLO GALLITTO Aurelio**

CORRELATORE

**Prof.ssa LUPO Lucia**

## **Abstract**

La presente relazione ha l'obiettivo di raccontare le fasi salienti del tirocinio di formazione attiva che ho svolto a Palermo da febbraio a luglio del 2013. Essa è articolata in tre parti.

Nella prima parte è descritta la fase di tirocinio diretto che ho svolto presso il Liceo Scientifico S. Cannizzaro di Palermo in affidamento al tutor prof. Antonino Zanca. Questo periodo è stato molto importante per acquisire un punto di vista interno sulla vita del docente e degli studenti dentro la scuola, per comprendere quali caratteristiche deve avere un docente oggi e per calibrare e integrare sul campo gli strumenti fornitici nelle altre fasi del tirocinio.

Oggetto della seconda parte della relazione è la fase di tirocinio indiretto che ho svolto sotto la guida della prof.ssa Lucia Lupo, il mio tutor coordinatore. Durante le discussioni sviluppate insieme a lei e ai miei colleghi tirocinanti, ho avuto modo di riflettere criticamente su alcune tematiche del mondo della scuola fondamentali per la formazione di un docente quali per esempio la libertà di insegnamento, i laboratori di didattica, i nuclei fondanti disciplinari.

Nella terza e ultima parte è descritta un'esperienza significativa legata all'area della didattica disciplinare. In particolare, la mia scelta è ricaduta su un esperimento condotto con il prof. Aurelio Agliolo Gallitto durante il corso di Laboratorio di Fisica che a mio avviso porta in sé un bagaglio di concetti estremamente importanti, utili e spendibili in ambiente scolastico, applicando le conoscenze psicopedagogiche acquisite durante il mio tirocinio.

La relazione si chiude con le conclusioni in cui traccio un bilancio generale del mio tirocinio che, in ultima analisi, è stato per me un'esperienza ricca, formativa e professionalizzante.

## INDICE

### **PARTE PRIMA: L'ESPERIENZA DEL TIROCINIO DIRETTO**

<b>1.1 Introduzione</b>	<b>pag.2</b>
<b>1.2 Descrizione della realtà scolastica sede dell'attività di tirocinio</b>	<b>pag.2</b>
<b>1.3 Descrizione delle attività e delle competenze didattiche acquisite</b>	<b>pag.8</b>
<b>1.4 Conclusioni</b>	<b>pag.12</b>

### **PARTE SECONDA: L'ESPERIENZA DEL TIROCINIO INDIRETTO**

<b>2.1 Le tematiche affrontate</b>	<b>pag.14</b>
------------------------------------	---------------

### **PARTE TERZA: ESPERIMENTO PER LA MISURA DEL COEFFICIENTE DI ATTRITO DINAMICO CON IL METODO ENERGETICO**

<b>3.1 Introduzione</b>	<b>pag.30</b>
<b>3.2 La fisica e i suoi nuclei fondanti</b>	<b>pag.30</b>
<b>3.3 Il Laboratorio di Fisica</b>	<b>pag.33</b>
<b>3.4 L' Inquiry-Based Science Education (IBSE)</b>	<b>pag.34</b>
<b>3.5 Esperimento per la misura del coefficiente di attrito dinamico con il metodo energetico</b>	
<b>3.5.1 Percorso didattico</b>	<b>pag.36</b>
<b>3.5.2 Diagramma di corpo libero e teorema lavoro-energia</b>	<b>pag.37</b>
<b>3.5.3 Aspetti concettuali del problema</b>	<b>pag.38</b>
<b>3.5.4 Misura del coefficiente di attrito dinamico</b>	<b>pag.40</b>
<b>3.5.5 Difficoltà tecniche, concettuali e problemi di linguaggio</b>	<b>pag.42</b>
<b>3.6 Conclusioni</b>	<b>pag.43</b>

<b>CONCLUSIONI GENERALI</b>	<b>pag.44</b>
-----------------------------	---------------

<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>pag.46</b>
---------------------	---------------

## **Introduzione**

Oggi la realtà scolastica è molto complessa e articolata e il docente che la vive quotidianamente deve essere in grado di porre in atto strategie educative e sperimentare sempre nuovi percorsi se vuole raggiungere gli obiettivi che stanno alla base del suo lavoro.

Nel corso degli anni, infatti, a seguito delle riforme che via via hanno modificato la struttura scolastica in moltissimi dei suoi aspetti, abbiamo assistito al cambiamento della figura del docente: egli si è trasformato da depositario assoluto del sapere a guida propositiva e fonte continua di stimoli affinché lo studente diventi da semplice ricettore di informazioni a costruttore attivo di conoscenza.

Il percorso per diventare insegnante è stato oggetto di diversi interventi legislativi negli ultimi anni. Il Tirocinio Formativo Attivo (TFA), ultima declinazione legislativa di questo percorso, ha l'intento di fornire agli aspiranti docenti, le conoscenze e gli strumenti necessari all'acquisizione delle competenze proprie della professione, nell'ottica di formare docenti sempre pronti a riflettere sul proprio ruolo, in una logica di continua integrazione e mediazione tra teoria e prassi.

Nella sua articolazione in insegnamenti di scienze dell'educazione, insegnamenti di didattiche disciplinari, tirocinio diretto e indiretto, il TFA copre un ampio spettro di argomenti sia dal punto di vista concettuale, sia dal punto di vista applicativo offrendo al tirocinante una visione d'insieme generale della professione del docente.

Ciò che emerge da questo quadro è una figura caratterizzata da una professionalità di livello elevato. Per il docente è indispensabile un continuo studio per l'aggiornamento delle conoscenze non solo legate alla disciplina ma anche alla metodologia didattica. Egli deve inoltre essere capace di instaurare proficui rapporti di collaborazione con il dirigente scolastico, con i colleghi, con il personale tecnico, amministrativo e ausiliario, con i genitori e con le risorse extrascolastiche.

Oggi, il docente che manca di questi requisiti è destinato all'insuccesso.

## **PARTE PRIMA: L'ESPERIENZA DEL TIROCINIO DIRETTO**

### **1.1 Introduzione**

Il mio percorso formativo ha previsto, in ottemperanza al D.M. 249/2010 per il conseguimento dell'abilitazione all'insegnamento [1], che una fase del tirocinio fosse svolta direttamente a scuola, col duplice obiettivo di fornire al tirocinante un punto di osservazione interno sull'attività del docente e degli studenti e di metterlo nelle condizioni di poter intervenire in vario modo nella gestione della didattica in classe.

L'esperienza del tirocinio rappresenta certamente la migliore occasione per l'acquisizione degli strumenti caratterizzanti la professione docente ed è in questa sede che devono quindi essere trattate e sviluppate in ogni loro sfaccettatura le competenze professionali tali da permettere un ingresso consapevole e preparato nel mondo del lavoro che si è chiamati a svolgere. In questo senso, possono essere individuati due assetti formativi: uno professionalizzante e uno più aderente alla didattica disciplinare. Per il primo assetto, alcuni concetti chiave sono per esempio l'autonomia del sistema scolastico, gli organi collegiali, la progettazione, la valutazione, la scelta dei libri di testo. Per quel che riguarda la didattica disciplinare, invece, si possono citare l'analisi disciplinare, la comunicazione della disciplina e i suoi temi, le competenze disciplinari, la didattica speciale. Il tirocinio diretto rappresenta la fase in cui l'aspirante docente è messo nelle condizioni pratiche di intercettare questi temi chiave nel reale, nella sua esperienza a scuola coadiuvato dal tutor accogliente nei tempi e nei modi appropriati.

Questa parte della presente relazione è strutturata in tre parti. Nella prima, descriverò la fase osservativa del tirocinio diretto, raccontando la realtà scolastica sede dell'attività di tirocinio (la scuola, la sua tipologia, il POF, le classi, la composizione e la programmazione del Consiglio di Classe, il tutor, le sue scelte didattiche e la programmazione disciplinare adottata); la seconda parte sarà dedicata alla descrizione e riflessione critica sull'esperienza svolta nelle classi con particolare attenzione alle attività che ho svolto e alle competenze didattiche acquisite (fase operativa); l'ultima parte è invece dedicata alle conclusioni che posso trarre da questa parte di tirocinio svolto.

### **1.2 Descrizione della realtà scolastica sede dell'attività di tirocinio**

Ho svolto il mio tirocinio diretto al Liceo Scientifico Statale "Stanislao Cannizzaro" dal 6 maggio al 10 giugno. Il mio tutor è stato il prof. Antonino Zanca, ingegnere di formazione, che insegna matematica e fisica da oltre un decennio e che si trova in questo liceo da due anni.

L'Istituto si trova in un quartiere residenziale di Palermo e, come si può leggere nel Piano dell'Offerta Formativa (POF, documento che nel corso del tempo ha assunto importanza sempre

maggiore nel mondo della scuola e di cui parlerò più approfonditamente nella seconda parte della Relazione) [2], il liceo “S. Cannizzaro” è il più antico liceo scientifico della città; è stato fondato nel 1923, nell’anno in cui la legge istituiva il nuovo ordinamento, raccogliendo l’eredità trasmessa dalla sezione fisico-matematica dell’Istituto Tecnico. Dal 1955 si trasferisce nell’attuale sede in via Generale Arimondi 14 costruita appositamente per ospitare l’istituto.

L’istituto accoglie circa 1800 studenti, distribuiti in 73 classi, di cui 14 prime. Le classi del primo biennio e le terze classi, a seguito della riforma in vigore dall’anno scolastico 2010/2011, funzionano tutte con lo stesso piano di studi e con lo stesso quadro orario. Le altre classi sono ancora distinte in corsi ordinari, corsi con sperimentazione linguistica, e corsi con sperimentazione informatica. Io, in particolare, ho svolto il mio tirocinio nelle classi III L e IV L, appartenenti ai corsi ordinari, e II G, III G, IV G e VH appartenenti a corsi con sperimentazioni informatiche. L’Istituto possiede una succursale presso l’I.T.I. “Vittorio Emanuele III” in via Duca della Verdura, che accoglie 9 classi di triennio (la III G, la IV G e la V H, per esempio, si trovano in succursale).

I docenti sono 126, gli ausiliari e il personale di segreteria sono 37; inoltre 9 i tecnici di laboratorio e 3 gli insegnanti tecnico-pratici.

Particolare enfasi nel POF del Cannizzaro viene data alla certificazione di competenze, secondo il ben noto schema dei quattro assi culturali, che la scuola può rilasciare al secondo anno su richiesta dello studente. Ho potuto assistere alla raccolta in II G dei certificati di competenza da parte del mio tutor. È stato interessante osservare l’attenzione posta dagli studenti su questa operazione di raccolta: l’associazione di valore che l’alunno compie valutando i propri certificati di competenza e l’operazione stessa di raccolta vanno nella direzione della formazione di un portfolio personale, strumento ritenuto fondamentale dalla didattica e dalla docimologia moderna nell’ottica di permettere nel discente lo sviluppo di una competenza molto importante: l’autovalutazione.

Durante la lettura del POF del Cannizzaro sono rimasto colpito dal mancato approfondimento di un tema fondamentale e oggi molto sentito: gli interventi di inserimento e integrazione degli alunni diversamente abili. Ho domandato delucidazioni su questo fatto al mio tutor il quale mi ha riferito che, avendo notato anche lui in precedenza questo aspetto, lo ha interpretato come dovuto alla circostanza che tradizionalmente il Cannizzaro non presenta un numero sensibile di studenti con disabilità, e che quindi nel corso del tempo non si è sviluppata una particolare sensibilità nei confronti di questa problematica.

Come ho già scritto, il mio tirocinio diretto si è svolto dal 6 maggio al 10 giugno per un totale di 112 ore, 8 ore in più rispetto alle 104 contemplate dal mio progetto personalizzato. Questa fase del tirocinio di formazione attiva rappresenta sicuramente il momento migliore per osservare gli strumenti che caratterizzano la professione del docente sul campo.

Oltre a prendere visione del POF della scuola, la fase osservativa del tirocinio diretto si è svolta a stretto contatto con il mio tutor durante la sua attività professionale dentro e fuori la classe.

Il periodo del tirocinio diretto si è svolto dopo la conclusione della parte del tirocinio che ci ha fornito gli strumenti concettuali e tecnici propri della metodologia didattica e della pedagogia. Questo mi ha permesso di avere un quadro d'insieme abbastanza preciso su ciò che è importante osservare in classe sia nell'attività del docente sia nell'agire dei ragazzi. Ho annotato giornalmente tutto ciò che mi è sembrato utile per maturare una riflessione su temi generali inerenti l'esperienza a scuola: metodologie e strumenti didattici, modalità di spiegazione e di verifica, stili di apprendimento, comportamento dei ragazzi e loro reazioni a determinati stimoli didattici ed educativi.

Naturalmente la fase osservativa (come pure quella operativa) è stata fortemente influenzata dal fatto che il mio tirocinio si è svolto nella parte finale dell'anno scolastico, poiché la didattica e la valutazione erano abbastanza polarizzati sull'imminente fine dell'anno scolastico. Ciò nonostante, il periodo è stato ricco di spunti di riflessioni.

Il mio tutor mi ha mostrato molti degli strumenti della docenza: le tipologie di verifica e le griglie associate, il registro di classe e quello personale, la programmazione e la gestione del gruppo classe, le innovazioni tecnologiche (per esempio la Lavagna Interattiva Multimediale, LIM), i libri di testo e la loro adozione, il ruolo e la funzione degli organi collegiali principali.

In particolare, a proposito degli organi collegiali, ho avuto l'opportunità di partecipare a vari Consigli di classe e a un Collegio dei docenti.

Purtroppo non ho potuto assistere alle riunioni del Consiglio di classe sulla redazione della programmazione di classe. Il mio tutor mi ha riferito che, all'inizio dell'anno scolastico, ogni docente redige una sua programmazione inserendo gli obiettivi e le competenze che gli alunni dovrebbero raggiungere entro la fine dell'anno scolastico, tenendo conto del POF e delle disposizioni consigliate dal Dipartimento di appartenenza (per esempio sulle griglie di valutazione affinché il giudizio su un alunno non dipenda in modo troppo arbitrario dal docente della classe che frequenta). In base alle programmazioni dei singoli docenti, il consiglio redige una programmazione di classe che contiene gli obiettivi socio-comportamentali, gli obiettivi cognitivi-trasversali, le competenze chiave trasversali, le competenze da acquisire a conclusione dell'obbligo di istruzione declinati secondo lo schema moderno degli assi culturali.

In uno dei Consigli di classe a cui ho partecipato, ho appreso anche che un libro di testo non può essere cambiato per i sei anni successivi alla sua adozione a meno che non si faccia una relazione scritta dettagliata che motivi le ragioni del cambiamento (è consentito ad esempio sostituire quei testi che non sono ancora disponibili in formato digitale); esiste anche un tetto massimo di spesa per

l'acquisto di tutti i libri, distinto in importi diversi per ogni classe del quinquennio.

Ho potuto discutere con il mio tutor anche della scelta che aveva effettuato, poco prima che io cominciassi il mio tirocinio, circa i libri di testo. È stato molto interessante confrontarmi con lui su questo tema. Come ho potuto verificare direttamente in classe, nell'impalcatura didattica da lui adottata per il lavoro svolto in classe, il libro di testo assume un ruolo molto importante. Sia per la fisica, sia per la matematica, per esempio, le interrogazioni orali sono condotte spesso a partire dagli esercizi presenti nei libri di testo. A mio avviso questo metodo ha il grosso vantaggio di indurre gli studenti a utilizzare il libro di testo (soprattutto quello di matematica) con più frequenza e attenzione.

Durante il Collegio dei docenti ho invece assistito alla discussione, fra le altre cose, di un punto a mio avviso interessante: la gestione della comunicazione con i genitori degli alunni bocciati. Durante questa discussione particolarmente accesa, è emersa la difficoltà da parte del vicepresidente di poter gestire il rapporto con tutti i genitori degli alunni bocciati alla fine della scuola in assenza dei professori della classe di appartenenza. Si è infine deciso che il compito di comunicare con i genitori fosse dato ai coordinatori di ogni classe, accompagnato da uno o due docenti delle discipline in cui si sono verificate le carenze più gravi.

Ho avuto modo di parlare col mio tutor delle prove INVALSI (di cui parlerò più ampiamente nella seconda parte della relazione). A dispetto del giudizio generalmente negativo che ho riscontrato nelle discussioni avute con altri docenti del Cannizzaro, il mio tutor ha un'opinione positiva sulle prove INVALSI. Ritiene, infatti, giusta l'introduzione nel mondo della scuola di strumenti che possano rivelarsi utili per la programmazione didattica e in generale per la valutazione scolastica oggettiva.

Un'attività extrascolastica cui ho avuto modo di partecipare è stata accompagnare gli alunni della V H alla conferenza, tenuta presso Palazzo Branciforti a Palermo, dalla dott.ssa Fabiola Gianotti, celebre fisico italiano, responsabile al CERN di Ginevra del progetto ATLAS sulla rilevazione del bosone di Higgs. L'incontro con una persona così importante e affermata a livello internazionale ma nello stesso tempo disponibile e umile è stato secondo me importante e formativo per gli studenti.

Vedere che lo studio e la dedizione al lavoro possono portare alla realizzazione di grandi imprese senza necessariamente rinunciare alle proprie passioni, può essere per uno studente prossimo alla maturità, fondamentale soprattutto in momento così delicato in cui è chiamato a prendere decisioni importanti per la vita in un periodo di crisi e incertezze come quello che stiamo vivendo adesso.

Come descriverò meglio nel seguito, mi è stato chiesto di tenere una lezione agli studenti sul Modello Standard per prepararli all'incontro con la dott.ssa Gianotti. È stato bello per me vedere

che alla fine dell'incontro, due studenti della V H hanno posto delle domande pertinenti che rivelavano riflessione sui temi che avevo trattato durante la lezione.

Entrando nel merito della metodologia didattica adottata dal mio tutor, posso intanto premettere che ho avuto la fortuna di poter osservare la sua professionalità in un contesto molto ampio. Come ho già scritto, infatti, le classi in cui ha insegnato quest'anno andavano dal secondo al quinto anno anche se in nessuna di queste insegnava sia matematica sia fisica (in particolare matematica in III L e IV L e fisica in II G, III G, IV G V H).

In ogni classe, il tutor è sempre capace di creare un clima in classe sereno e costruttivo. Alterna momenti di lavoro a momenti di alleggerimento in cui gli studenti possono esprimersi liberamente ma chiaramente sempre nei limiti dettati dal contesto scolastico. Questo atteggiamento gli ha permesso non solo di instaurare un rapporto sincero e onesto con tutti gli alunni, ma anche di creare un clima aperto e costruttivo in cui ogni studente, per quanto timido o insicuro, ha il diritto di esprimere il proprio parere o i propri dubbi. L'incursione nel proprio personale e il sapiente e dosato uso di un umorismo mai sopra le righe, rende capace il tutor di spogliarsi, nei modi e nei tempi appropriati, della patina rigida e a volte repulsiva di cui può a volte essere rivestita la figura dell'insegnante. In una logica di didattica moderna in cui il docente deve riuscire a cogliere e valutare competenze dallo spettro a volte complesso e non sempre facilmente individuale, il clima instaurato in classe rappresenta a mio avviso un elemento formidabile per intercettare, e in seguito approfondire con altre modalità, qualità a volte importanti ma non sempre evidenti.

Le lezioni di matematica tenute dal mio tutor sono precise e lineari. Usualmente porta con sé dei fogli che denotano una preparazione rigorosa e puntuale della lezione. Sfruttando la lavagna in ardesia (in nessuna delle classi in cui tiene le sue lezioni è presente una LIM), usa gessetti di colore diverso per evidenziare i diversi concetti coinvolti nella lezione e ha una scrittura chiara dal tratto preciso e facile da comprendere da qualunque punto dell'aula. La lezione è sempre partecipata con continui interventi da parte degli studenti e ricca di spunti che riguardano il quotidiano. Il prof. Zanca non si rifiuta mai di rispiegare un concetto anche più volte qualora sia richiesto da uno studente. Alla fine della parte teorica segue sempre una parte applicativa in cui il tutor esegue degli esercizi e dei problemi riguardanti le parti di programma appena spiegate.

Come ho già scritto, le interrogazioni orali partono sempre dagli esercizi che il tutor trae dal libro di testo aumentando via via la difficoltà. Durante l'interrogazione riporta dettagliatamente tutto quello che fa lo studente nel suo registro personale e non nega piccoli suggerimenti o indicazioni volutamente non troppo precisi, al fine di condurre lo studente nella direzione giusta qualora mostri delle difficoltà.

Le prove di verifica in classe sono sempre precedute da almeno una lezione partecipata di riepilogo in cui il mio tutor prepara gli studenti alla prova. Ho potuto constatare che questa scelta ha un duplice vantaggio: se da un canto serve a preparare lo studente al compito scritto rendendolo più sicuro di sé, da un altro forza la classe a ripensare insieme agli argomenti oggetto della prova consentendo, in una sorta di *cooperative learning* generale, il collegamento di concetti a volte appresi in modo particellizzato. Ho avuto l'opportunità di accompagnare una lezione di riepilogo del tutor in III L in laboratorio di informatica al computer. Mentre il tutor spiegava l'argomento oggetto della prova (i fasci di coniche dipendenti da un parametro) io, usando il software GeoGebra al pc, rappresentavo il fascio stesso sfruttando la funzione slider del programma. Esso permette di scrivere un luogo geometrico di punti dipendente da uno o più parametri che possono essere variati dall'operatore con una conseguente rappresentazione "istantanea" in video del luogo stesso. Questo metodo ha riscosso parecchio successo fra gli alunni e alcuni di essi hanno deciso di usare per il loro studio il software come ho potuto dedurre dalle domande che hanno posto a me e al mio tutor nei giorni successivi all'esercitazione.

Le verifiche scritte di matematiche cui ho assistito consistevano di due problemi da risolvere in due ore e durante lo scritto, il Prof. Zanca non dice quasi nulla agli studenti salvo che non riguardi l'interpretazione del testo e della consegna. Egli corregge poi il compito secondo una sua griglia personale di cui abbiamo discusso e che sostanzialmente in linea con quella elaborata dal Dipartimento di Matematica e Fisica del Cannizzaro. Mi ha anche detto che spesso per le prove e le lezioni usa il materiale docente fornito dalla casa editrice del libro di testo.

Anche per quel che riguarda la fisica, appare evidente che le lezioni sono sempre ben preparate e rigorose. Dopo una prima parte in cui fa un rapido punto degli argomenti trattati fino a quel momento, segue una parte più problematica che, sotto forma di domande e osservazioni, serve a introdurre il nuovo argomento che viene tipicamente affrontato sotto il profilo concettuale. A questa fase segue sempre una parte applicativa in cui il tutor risolve commentando dettagliatamente uno o più esercizi tratti dal libro di testo con particolare attenzione alle unità di misure e agli ordini di grandezza coinvolti. Continui riferimenti al quotidiano arricchiscono la lezione rendendola interessante e coinvolgente per gli studenti.

Il mio tutor mi ha riferito che i ragazzi hanno affrontato esperienze di laboratorio durante l'anno. Quando sono arrivato, ho vissuto quindi più da vicino la chiusura dell'anno scolastico con tutto quello che questo comporta: spiegazione degli ultimi argomenti del programma, ultime prove orali e scritte, elaborazioni di attività che permettessero agli studenti, stanchissimi e prossimi all'estate o agli esami di maturità, di sostenere l'ultimo periodo dell'anno. Quest'ultimo aspetto è risolto dal mio tutor con ricorso a videolezioni e visioni di documentari. In effetti, ho potuto notare che queste

attività, svolgendosi in modalità diversa dall'assetto classe vero e proprio, alleggeriscono l'atmosfera scolastica ma nello stesso tempo consentono di veicolare contenuti disciplinari importanti. Il mio tutor, in particolare, è solito portare in sala video i suoi studenti per la visione in inglese delle splendide lezioni di fisica del prof. Walter Lewin del MIT. Sono rimasto assolutamente sorpreso dal vedere gli studenti così attenti durante la visione di una lezione di fisica in inglese che ha il grosso vantaggio di consentire l'acquisizione delle competenze che rientrano nell'ambito delle competenze di cittadinanza attiva europee (in particolare comunicazione nelle lingue straniere e competenze di base in scienza e tecnologia).

Anche per la fisica, le interrogazioni sono condotte a partire dagli esercizi tratti dal libro di testo. I ragazzi, in particolare, sono abituati a calcolare rapidamente a mente i valori delle grandezze coinvolte usando la notazione scientifica e le approssimazioni, metodologia che trovo estremamente proficua per comprensione di alcuni nuclei fondanti della fisica (argomento che tratterò più diffusamente nella seconda e nella terza parte della relazione).

Le verifiche scritte sono solitamente un misto di domande a risposta multipla e problemi. Anche per quel che riguarda la fisica, non dice quasi nulla agli studenti salvo che non riguardi l'interpretazione del testo e della consegna.

Durante il mio tirocinio ho purtroppo vissuto insieme al tutor e agli studenti il dramma della morte violenta di un alunno della scuola a causa di un incidente stradale. Da tirocinante appena arrivato in un contesto per me nuovo, ho cercato di affrontare la questione partecipando a un evento che, benché abbia coinvolto tutta la scuola e in particolare i ragazzi, si riferiva ad una persona che non ho avuto modo di conoscere direttamente. Il mio tutor ha trattato la questione nelle sue classi in modo ammirevole e sensibile affrontando il tema della morte in adolescenza e nello stesso tempo non sottraendosi al suo ruolo di pedagogo introducendo con la dovuta delicatezza, vista la vicinanza cronologica dell'evento, il tema della sicurezza stradale.

### **1.3 Descrizione delle attività e delle competenze didattiche acquisite**

Durante il periodo di tirocinio diretto ho raggiunto gli obiettivi previsti in questa fase secondo una loro suddivisione in sapere, saper fare, saper essere. Ovviamente questo traguardo va commisurato con la brevità del tempo che ho avuto a disposizione in questa fase del tirocinio ed è soprattutto grazie alla professionalità e alla disponibilità del mio tutor accogliente che sono riuscito a raggiungere questi obiettivi. Di seguito presento l'elenco dettagliato:

#### Sapere

- conoscere la normativa scolastica;
- conoscere i contenuti, gli obiettivi e le strategie didattiche disciplinari;

- conoscere le strategie di intervento educativo;
- conoscere gli strumenti didattici;
- conoscere metodi e tecniche di insegnamento;

### Saper fare

- analizzare contenuti e obiettivi delle discipline per identificarne i nuclei fondanti;
- costruire e scegliere strumenti utili alla conoscenza della classe;
- elaborare una programmazione modulare per competenze sulla base della struttura epistemologica delle singole discipline e della situazione iniziale della classe;
- analizzare libri di testo;
- gestire il gruppo classe e individuare un progetto formativo personalizzato per ogni alunno;
- esaminare e scegliere libri di testo conformi agli obiettivi della programmazione;
- progettare e realizzare lezioni, verifiche, valutazioni;
- elaborare, sperimentare e verificare materiali e strumenti didattici (schede didattiche, mappe concettuali, prove di verifica, griglie di valutazione ...);
- sperimentare e verificare progetti laboratoriali;
- sperimentare modalità di lavoro in gruppo, facendo diretta esperienza delle dinamiche psicosociali connesse alla dialettica identità/alterità;
- utilizzare tecnologie didattiche nuove, quali quelle digitali, e adottare di conseguenza sperimentazioni nella metodologia di insegnamento;
- gestire l'innovazione e organizzare tempi, spazi, gruppi di apprendimento, materiali anche multimediali;
- elaborare e gestire progetti, documentando, verificando e valutando le attività svolte.

### Saper essere

- vivere l'insegnamento come una professione che abbia al centro del proprio agire gli alunni, da considerare soggetti attivi della loro formazione culturale;
- favorire negli alunni la crescita integrale della persona nella dimensione intellettuale, affettiva e relazionale, nella consapevolezza che l'insegnante svolge un ruolo determinante nel loro percorso formativo;
- fare acquisire agli alunni conoscenze, abilità e competenze attraverso attività miranti a promuoverne un metodo di studio autonomo e flessibile, capacità logico-critiche, autonomia di giudizio e rispetto consapevole della pluralità di idee;
- sapersi relazionare con il gruppo classe e con ogni singolo alunno;

- sapersi relazionare con le famiglie, con le quali va condiviso il processo formativo scolastico degli alunni, con i colleghi, con il dirigente scolastico e con il personale ATA;
- interagire con soggetti, istituzionali e non, esterni alla scuola per favorire l'inserimento di questa in un contesto più ampio che possa riconoscerne la rilevanza culturale;
- rendere significative e motivanti le attività didattiche attraverso una programmazione efficace e coerente con gli obiettivi didattico-educativi individuati dal consiglio di classe;
- utilizzare tutte le metodologie della didattica e le risorse tecnologiche come veicolo di apprendimento critico;
- riflettere sul significato e sui problemi dell'essere insegnante oggi, anche nell'ottica della formazione alla cittadinanza europea;
- riflettere sulle proprie motivazioni a intraprendere la professione docente;
- mostrarsi disponibili al cambiamento e al confronto.

Entrando più nello specifico delle attività didattiche che ho svolto in classe, ho avuto l'opportunità di tenere due lezioni da due ore sulla relatività speciale, due da due ore sul Modello Standard delle particelle in V H e due lezioni di un'ora di geometria euclidea condotte con l'ausilio di Geogebra in III L.

Le lezioni di relatività hanno permesso agli studenti di accedere a una parte della fisica moderna che alcuni ragazzi disconoscevano del tutto e che altri invece conoscevano per semplici nozioni farraginose ricavate da fonti extra-scolastiche (libri di divulgazione, trasmissioni televisive, etc.). In effetti, la teoria della relatività difficilmente è trattata in classe vista la vastità e la difficoltà del programma di fisica del V anno di liceo scientifico. Di contro, è ormai obbligatorio da programma ministeriale lo studio delle conoscenze di fisica moderna sviluppate nel XX secolo con particolare riguardo alla teoria della relatività ristretta di Einstein e alla meccanica quantistica (nascita della teoria dei quanti, Planck, effetto fotoelettrico, ipotesi di De Broglie, il principio di indeterminazione, quantizzazione dell'atomo).

Nel concepire e tenere la lezione, ho preferito adottare il metodo della lezione frontale partecipata. Ho scelto questo metodo perché mi ha permesso di monitorare costantemente lo stato di partecipazione e comprensione da parte degli studenti. Preparare la lezione è stato particolarmente impegnativo per via della mia brevissima esperienza d'insegnamento a scuola che, prima del tirocinio, si limitava ad una breve supplenza nel maggio del 2009 e a un progetto PON in una scuola elementare. Ho utilizzato un libro di testo per licei consigliato dal mio tutor, e ho integrato gli aspetti più squisitamente concettuali utilizzando un noto libro di divulgazione di fisica moderna scritto da A.Einstein e L.Infeld [3].

Ho condotto la lezione in classe partendo dalla crisi della fisica classica a cavallo fra il XIX e il XX secolo, evidenziando la necessità sia concettuale sia sperimentale di un cambio di paradigma scientifico. Ho messo sempre in evidenza che in queste fasi il percorso della scienza non è mai lineare ed il “successo finale” è dovuto sempre al contributo più o meno importante di tanti scienziati. Sono passato poi a delineare le basi e gli assunti fondamentali della teoria della relatività, esponendo gli esperimenti che la avvalorano potendosi interpretare solo grazie ad essa. Durante la spiegazione, la maggior parte dei ragazzi partecipava attivamente intervenendo per porre domande, e per richiedere approfondimenti, mostrando curiosità e interesse. A fine lezione il mio tutor ha rilevato che un paio di essi non hanno usualmente questo atteggiamento in classe.

Prima di congedare i ragazzi ho suggerito loro una bibliografia adeguata al loro livello di istruzione per approfondire gli argomenti trattati.

La conferenza della Dott. Gianotti è stata l'occasione per poter parlare ai ragazzi di Modello Standard e fisica delle particelle. L'argomento è tanto affascinante quanto ostico e anche in questo caso è stato abbastanza arduo rimodularlo in modo da proporlo a ragazzi di un quinto liceo scientifico. In questo caso ho deciso di gestire la lezione affidandomi a una mappa concettuale che ho preparato per l'occasione e che ho distribuito ai ragazzi all'inizio della prima lezione. Ho inizialmente introdotto i principi della meccanica quantistica necessari alla trattazione della fisica delle particelle nucleari e subnucleari, per poi passare alla disamina degli esperimenti e dei problemi concettuali che stanno alla base della teoria. Anche questa volta la reazione dei ragazzi è stata al di sopra delle aspettative: molti di loro, infatti, mi hanno chiesto di continuare la prima lezione oltre l'orario scolastico rimanendo a scuola dopo l'orario di uscita. Un paio di studenti, inoltre, ha scelto questo argomento per l'esame orale della maturità e quindi ho continuato ad interagire con loro anche dopo la fine della scuola.

Come ho già accennato, ho avuto anche l'occasione di tenere due lezioni di un'ora sulla geometria euclidea in III L. L'idea di questa lezione è nata da una discussione che ho avuto col mio tutor sulle lezioni di storia della matematica e di laboratorio di matematica che, contemporaneamente al tirocinio diretto, stavo intanto seguendo all'università per la parte di tirocinio dedicata alla didattica disciplinare. In effetti, in quelle occasioni avevo avuto modo di apprezzare enormemente l'importanza, in didattica, della storia della matematica e della geometria sintetica e la possibilità di creare percorsi didattici estremamente stimolanti e formativi per gli studenti con l'ausilio di un software didattico (nel mio caso GeoGebra).

Purtroppo non avevamo a disposizione un laboratorio con computer per tutti gli studenti, quindi le due lezioni sono state condotte con l'ausilio della LIM che proiettava quello che intanto io costruivo sul computer. Ho sempre evitato, durante le lezioni, che gli studenti assistessero passivi a ciò che

dicevo. Con domande continue e quesiti posti sotto forma di “sfida”, ho coinvolto molti ragazzi in alcune delle tematiche che avevo intenzione di trattare ma, al contrario delle lezioni condotte in V H, in questo caso non sono riuscito a incuriosire tutti. Il mio tutor ha ascritto questo fatto alla circostanza che, trovandoci ormai nella parte finale dell’anno, la stanchezza abbia prevalso sull’interesse.

In seguito al fatto che nell’area disciplinare ci siamo occupati con la prof.ssa Marino di ostacoli in didattica della matematica (tratterò più estesamente questo tema nella seconda parte della relazione), ho elaborato un questionario sul concetto di parabola e di tangente a una curva che andasse alla ricerca di misconcetti. Grazie alla disponibilità del mio tutor, ho potuto somministrare il questionario ai ragazzi di III L. Le risposte date dagli studenti hanno confermato che la maggior parte di essi aveva delle idee errate accumulate nel corso degli studi abbastanza significative su alcuni concetti chiave. Ho allora tenuto una lezione per spiegare alcuni di questi concetti. È stato interessantissimo osservare come molti studenti avessero idee completamente diverse sullo stesso argomento nonostante fossero compagni di classe da almeno tre anni.

Segnalo in conclusione che ho instaurato un buon rapporto oltre che col mio tutor, con alcuni docenti con cui ho avuto modo di entrare in contatto, con molti studenti delle classi in cui ho svolto il mio tirocinio e, in generale, con il personale Amministrativo, Tecnico e Ausiliario (ATA). Questo mi ha permesso di comprendere che uno degli aspetti più importanti della professione del docente sia sapere interagire proficuamente con tutti gli attori del mondo della scuola per poter svolgere al meglio il proprio compito.

#### **1.4 Conclusioni**

A conclusione del periodo di tirocinio diretto, posso affermare che questa fase è stata di fondamentale importanza e utilità per il mio percorso formativo di docente. La significatività di questa esperienza è da ascrivere alla professionalità e disponibilità del mio tutor che si è sempre rivelato un aiuto preziosissimo in ogni momento.

Penso che sia di fondamentale importanza oggi un tirocinio di questo tipo per diventare docenti. Questo soprattutto perché è completamente cambiato negli ultimi anni il modello di scuola e di docente su cui ci siamo formati io e i miei colleghi tirocinanti. Mi sono reso conto col passare dei mesi che la mia idea di scuola è completamente cambiata e che fare il docente oggi non significa semplicemente aggiornarsi, tenere lezioni e valutare gli studenti.

Fare il docente oggi significa impegnarsi costantemente per il successo formativo dei propri alunni, riflettere approfonditamente sulla didattica e sui dispositivi che mette in opera per attuarla, fare

parte di una comunità professionale che concorre non soltanto allo sviluppo culturale del proprio paese ma anche a quello umano e sociale.

## PARTE SECONDA: L'ESPERIENZA DEL TIROCINIO INDIRETTO

### 2.1 Le tematiche affrontate

La scuola è una delle istituzioni fondamentali che concorrono alla costruzione di una società che aspiri ad essere veramente democratica. Citando il celebre discorso Piero Calamandrei al III Congresso dell'Associazione a difesa della scuola nazionale (ADSN), Roma 11 febbraio 1950 [4]: "A questo deve servire la democrazia, permettere ad ogni uomo degno di avere la sua parte di sole e di dignità. Ma questo può farlo soltanto la scuola, la quale è il complemento necessario del suffragio universale. La scuola, che ha proprio questo carattere in alto senso politico, perché solo essa può aiutare a scegliere, essa sola può aiutare a creare le persone degne di essere scelte, che affiorino da tutti i ceti sociali".

Non ci può essere quindi uno Stato dai valori alti e nobili se non si può formare una classe dirigente in senso politico, culturale e tecnico dai valori alti e nobili.

In questa parte della relazione esporrò le riflessioni personali sul tema della scuola che sono state stimulate dalle discussioni con il mio tutor coordinatore, la prof.ssa Lucia Lupo nell'ambito del tirocinio indiretto. Le tematiche affrontate tagliano trasversalmente il mondo-scuola, riferendosi in particolare al mestiere dell'insegnante sia nei suoi aspetti più propriamente etici e sociali sia negli aspetti più squisitamente burocratici.

Fra i principi fondamentali della Costituzione Italiana [5], l'art. 9 pone l'accento sulla promozione da parte dello Stato dello sviluppo della cultura. Il luogo naturale deputato a questo compito è la scuola e chiaramente l'insegnante, principale attore con lo studente del processo di diffusione della cultura, deve essere libero per poter assolvere a questo suo ruolo fondamentale per la società. Sul tema della libertà di insegnamento, riferendoci sempre alla Costituzione, nel titolo II (rapporti etico-sociali) e in particolare all'inizio dell'art. 33, possiamo leggere che "L'arte e la scienza sono libere e libero ne è l'insegnamento". Questo punto merita particolare attenzione: nell'elaborazione e definizione della carta costituzionale, i padri costituenti in modo netto e adamantino hanno inserito una frase dalla forza imperitura che indica come caratteristica naturale della cultura (rappresentata per sineddoche dall'arte e dalla scienza) il suo essere libera. Nella stessa frase, a seguire la Costituzione indica come caratteristica principale dell'insegnamento della cultura la libertà. Senza tema di ambiguità, è sancito un principio fondante dello Stato italiano: se è vero come è vero che non può esserci democrazia senza libertà, è altresì vero che non vi può essere cultura che non sia libera e non vi può essere diffusione di cultura laddove l'insegnamento non sia libero. È proprio per questa ragione che il principio fondamentale, che ispira tutta la disciplina costituzionale della scuola, è quello della libertà d'insegnamento.

La Costituzione mostra chiaramente di considerare base essenziale per la democrazia il pluralismo

ideologico, che trova nella scuola un garante della propria espressione e libertà. La scuola è così intesa di fatto come istituzione laica, consentendo così ai docenti la possibilità di scegliere come e cosa insegnare, naturalmente nel rispetto di parametri generali fissati per legge. La libertà d'insegnamento è così collegata alla libertà di manifestare il proprio pensiero e alla libertà di svolgere il proprio insegnamento secondo il metodo che appaia più opportuno adottare. Che questo principio sia fondante per qualunque istituzione che aspiri ad essere democratica, è anche sancito dall'art. 13 della Carta dei diritti fondamentali dell'Unione europea che nella sua formulazione “Le arti e la ricerca scientifica sono libere. La libertà accademica è rispettata.” ricalca esattamente l'art. 33 della nostra Costituzione. Questa impostazione è inoltre pienamente recepita dai Decreti Delegati del 1974. In particolare nell'art.1 del DPR n° 417 “Norme sullo stato giuridico del personale docente, direttivo ed ispettivo della scuola materna, elementare, secondaria ed artistica dello Stato”, viene riconosciuta la libertà di insegnamento “nel rispetto della coscienza morale civile degli alunni stessi”, ovvero nel rispetto della morale e dell'ordine pubblico.

Anche l'art. 34 della Costituzione si riferisce alla scuola e in particolare alle condizioni di accessibilità all'istituzione. Nel pieno spirito degli articoli precedenti, si ribadisce in modo incontrovertibile il carattere unificante e democratico della scuola, che “è aperta a tutti”, e dell'istruzione, obbligatoria e gratuita. Importante in questo senso il riferimento all'istituzione di borse di studio a carico dello Stato, per gli studenti capaci e meritevoli che, anche se privi di mezzi, hanno diritto a raggiungere i livelli più alti del ciclo di studi. L'assenza di un principio di questo tipo renderebbe la scuola elitaria e accessibile soltanto alle persone più abbienti.

Riferendoci alla Costituzione, possiamo anche citare gli articoli 36, 39, 40 che, affermando più in generale i diritti dei lavoratori di organizzarsi in associazioni sindacali e di scioperare, definiscono i diritti del docente nella sua figura di lavoratore.

È inteso che il principio di libertà di insegnamento porta con sé grandi responsabilità culturali, etiche e sociali. La libertà di insegnamento non è una libertà priva di riflessione e finalità formative [6]. Per esempio, manifestazioni di pensiero propagandistiche che non ricevono alcune garanzie costituzionali sono limitate.

Naturalmente al diritto di libertà d'insegnamento si integra per la figura del docente un corpus di doveri più strettamente legati alla sua funzione, intesa come “esplicazione essenziale dell'attività di trasmissione della cultura, di contributo alla elaborazione di essa e di impulso alla partecipazione dei giovani a tale processo e alla formazione umana e critica della loro personalità.” (art. 2 D.P.R. n° 417). Nell'articolo vengono anche definiti i ruoli dei docenti che oltre a svolgere il loro normale orario d'insegnamento, espletano le altre attività connesse con la loro funzione di docente quali per esempio la cura del proprio aggiornamento culturale e professionale, la cura dei rapporti con i

genitori degli alunni delle rispettive classi, la partecipazione alle riunioni degli organi collegiali di cui fanno parte, la partecipazione alla realizzazione delle iniziative educative della scuola, la partecipazione ai lavori delle commissioni di esame e di concorso qualora ne siano componenti. È un dovere del docente riflettere, costruire e sperimentare itinerari didattici che ritiene più idonei all'ambiente in cui opera, nutrire in modo proficuo e costruttivo il rapporto con gli alunni, i colleghi e i genitori.

Il percorso di riflessione sulla libertà di insegnamento ci ha portato a collegare questo tema ai principi più importanti della Costituzione, quei principi sulla base dei quali si costruisce la nostra società. Nella sua concretizzazione pratica, la libertà d'insegnamento trova consistenza ed espressione nell'autonomia della scuola.

La riforma su questo tema in Italia è rappresentata da un percorso normativo complesso, strutturato e a mio avviso molto interessante perché connesso, in una parte della sua evoluzione storica, alla rivoluzione culturale del '68 che ha così profondamente cambiato la nostra società dal punto di vista culturale, sociale e legislativo.

Nel seguito faremo riferimento al D.P.R. 8 marzo 1999 n. 275 che dispone definitivamente il regolamento dell'autonomia delle istituzioni scolastiche. In sintesi e limitatamente a ciò che concerne in qualche modo il ruolo del docente, si può dire che il decreto prevede l'autonomia didattica, consistente nella di regolare flessibilmente i tempi di insegnamento e svolgimento delle discipline e delle attività nel modo più adeguato al tipo di studi e ai ritmi di apprendimento degli alunni. La autonomia dovrà essere esercitata nel rispetto della libertà di insegnamento, della libera scelta educativa delle famiglie e delle finalità generali del sistema scolastico; l'autonomia organizzativa, consiste invece nella facoltà di organizzare flessibilmente l'impiego dei docenti, il calendario scolastico e l'orario complessivo del curriculum. L'autonomia dovrà comunque essere esercitata nel rispetto degli obiettivi generali e specifici di ciascun tipo ed indirizzo di studio, delle competenze regionali sul calendario, della soglia di articolazione delle lezioni non inferiore a cinque giorni settimanali e nell'osservanza del monte-ore annuo per ciascuna disciplina. Naturalmente la libertà di impiego dei docenti si imbatte in altro vincolo non esplicitato dal regolamento, derivante dalle regole del rapporto di lavoro fissate dal Contratto Collettivo di Lavoro; ancora, la autonomia si esercita nella ricerca, sperimentazione e nella possibilità di sviluppare, singolarmente o in associazione tra scuole, innovazioni metodologiche e disciplinari ma dovrà comunque essere esercitata tenendo conto delle esigenze del contesto culturale, sociale ed economico delle realtà locali; ancora, le scuole hanno autonomia nella progettazione, aggiornamento e formazione professionale, ricerca valutativa, scambi documentali e di informazione, intese con altri soggetti istituzionali (organi statali; enti territoriali); infine,

l'autonomia si realizza nel trasferimento di funzioni amministrative e gestionali alle scuole (in materia di carriera scolastica e rapporti con gli alunni; amministrazione e gestione del patrimonio e delle risorse finanziarie; stato giuridico ed economico del personale dipendente).

L'autonomia delle istituzioni scolastiche si concretizza e si esprime nel Piano dell'Offerta Formativa (POF). Pur collocandosi in un'architettura molto ampia, il POF si esprime su alcuni elementi del sistema che non possono essere elusi: gli obiettivi generali e specifici del processo formativo, le risorse disponibili, la Carta dei Servizi, i Regolamenti d'istituto.

Redatto dal collegio dei docenti e approvato dal Consiglio di Istituto, il POF è un documento pubblico ed è consegnato agli alunni e alle famiglie all'atto dell'iscrizione attraverso cui l'istituto esplicita i propri obiettivi cognitivi e formativi, la propria organizzazione didattica ed educativa. Spesso consultabile direttamente dalla pagina web dell'istituto, il POF è, innanzitutto, il piano di un'offerta che, partendo dall'analisi dei bisogni dei soggetti interessati e delle risorse del territorio, rappresenta la sintesi ragionata di servizi, impegni, procedure, scadenze che il Collegio dei docenti propone all'approvazione del Consiglio d'Istituto, affinché tutta la comunità scolastica si renda responsabile della qualità del servizio offerto. Il POF è un documento flessibile che, elaborato annualmente, può tuttavia essere rivisto ed aggiornato ogni qualvolta risulti necessario. In genere qualsiasi piano dell'offerta formativa prevede, inizialmente, la presentazione del profilo culturale dell'istituto di appartenenza, che definisce il quadro delle scelte e delle finalità di politica scolastica, e delle caratteristiche del territorio in cui tale istituto si colloca. Successivamente vengono presentati: l'enunciazione dell'impegno di cui l'Istituto si fa carico nei confronti del personale, dell'utenza, del territorio; la delineazione delle scelte culturali, formative e didattiche, nel quadro delle finalità del sistema scolastico Nazionale; la progettazione di attività curricolari (obbligatorie e facoltative) ed extracurricolari e delle loro modalità di svolgimento relativamente al tempo e all'organizzazione; la presentazione delle risorse e delle dotazioni dell'Istituto; l'esplicitazione delle regole che organizzano le proprie risorse di organici, attrezzature, spazi, disponibilità finanziarie; l'esposizione dei criteri relativi alle verifiche e valutazioni scolastiche e all'auto-valutazione di Istituto; la descrizione dell'assetto giuridico della scuola.

In una scuola concepita con questo assetto autonomo, aperto e dinamico, è indispensabile che i docenti e i genitori partecipino attivamente alla vita dell'istituto.

In questa logica, gli organi collegiali rappresentano una sintesi di questa istanza e meritano delle osservazioni. Nel seguito, citerò alcuni di questi organi.

La legge delega n. 477 del 30 luglio 1973 e i cinque successivi decreti delegati (n.416-420 del 31 maggio 1974) hanno introdotto vari organismi collegiali di governo della scuola, sia territoriali sia interni all'istituzione scolastica. Pur avendo subito alcune modifiche normative nel corso del tempo,

tali organismi sono ancora in vigore e si possono suddividere in organi locali o nazionali (consiglio scolastico locale, consiglio scolastico regionale e consiglio superiore della pubblica istruzione), e organi presenti nella singola scuola (consiglio di intersezione nella scuola materna, consiglio di interclasse nella scuola elementare, consiglio di classe nelle scuole di istruzione secondaria, collegio dei docenti, consiglio di circolo nelle scuole elementari, consiglio di istituto delle scuole istruzione secondaria, giunta esecutiva del consiglio di circolo o di istituto, comitato di valutazione del servizio dei docenti). Non è possibile in questa sede rendere conto delle caratteristiche di tutti questi organi collegiali, per cui mi limiterò a trattare tre organi in particolare: il Collegio dei docenti, il Consiglio di Istituto e il Consiglio di classe.

Il collegio dei docenti è il più importante fra gli organi collegiali della scuola poiché si occupa dell'impostazione didattico-educativa (in rapporto alle esigenze dell'istituzione scolastica) e degli aspetti pedagogico-formativi, deliberando autonomamente in merito alle attività di progettazione e organizzazione didattica. Ne fanno parte tutti i docenti in servizio nell'istituto, i supplenti temporanei, i docenti di sostegno, è presieduto dal dirigente scolastico e si riunisce ogni volta che il dirigente lo ritenga necessario, o quando ne facciano richiesta almeno un terzo dei componenti (e comunque almeno una volta a trimestre o quadrimestre). Il collegio, sempre nel rispetto della libertà di insegnamento garantita costituzionalmente a ciascun insegnante, fra le altre cose, elabora il POF, l'adeguamento dei programmi di insegnamento alle particolari esigenze del territorio, l'adozione dei libri di testo, l'adozione di iniziative per il sostegno ai disabili o ai figli di lavoratori stranieri, la redazione del piano annuale delle attività di aggiornamento e formazione, la suddivisione dell'anno scolastico in trimestri o quadrimestri, la valutazione periodica dell'andamento complessivo dell'azione didattica. A differenza del Collegio dei docenti, il Consiglio di Istituto è invece l'organo collegiale con prevalenti competenze economico-gestionali. È composto in diversa misura da docenti, genitori degli alunni, personale tecnico amministrativo e dal dirigente scolastico a seconda che la popolazione scolastica superi o meno i 500 alunni e i suoi componenti rimangono in carica tre anni se non perdono i criteri di eleggibilità. In questo caso sono sostituiti con i primi non eletti delle rispettive categorie. Compito del Consiglio di Istituto è, fra gli altri, di deliberare sugli indirizzi di gestione e amministrazione della scuola, fissare i programmi generali dell'offerta educativa, adottare il POF, decidere l'acquisto, il rinnovo e la conservazione delle attrezzature tecnico-scientifiche, delle dotazioni audio-visive e librerie. Altro organo collegiale di grande importanza è il Consiglio di classe, composto dai docenti di ogni singola classe, da due rappresentanti dei genitori e da due rappresentanti degli studenti. Per prassi consolidata, il dirigente scolastico nomina un docente coordinatore che presiede il Consiglio in sua vece e un docente segretario. Ruolo del Consiglio di classe è formulare al collegio dei docenti proposte riguardo

all'azione educativa e didattica e di estendere e curare i rapporti fra docenti, genitori e alunni. Per ciò che concerne invece il coordinamento didattico, i rapporti interdisciplinari e la valutazione periodica e finale degli alunni, il consiglio si riunisce in presenza dei soli docenti.

Visto che il ruolo degli organi collegiali si svolge in vari ambiti dell'assetto lavorativo del docente (didattica, organizzazione, programmazione, amministrazione), l'insegnante deve conoscere molto bene le loro funzioni e i loro poteri in modo da imparare a interfacciarsi nel modo migliore e più efficiente possibile con loro.

Un altro aspetto molto importante trattato con il tutor coordinatore ha avuto per oggetto la valutazione di sistema. Nell'ambito della docimologia, il concetto di valutazione ha subito forti cambiamenti nel corso degli ultimi anni, passando da una semplice misurazione dei risultati raggiunti dagli allievi a vero e proprio strumento formativo per la crescita di questi. Pertanto la valutazione si trova ad avere per oggetto il processo di apprendimento, il comportamento e il rendimento scolastico complessivo degli alunni (art.1 del D.P.R. 122/2009). Le esigenze emerse da questa nuova concezione del processo formativo hanno richiesto anche il ricorso a un sistema organizzato di valutazione della scuola, al fine di migliorarne l'efficacia e l'efficienza.

In questa direzione occorre menzionare il D.P.R. 275 dell'08/03/1999, il quale sancisce che *“Nell'esercizio dell'autonomia didattica le istituzioni scolastiche [...] individuano [...] i criteri per la valutazione periodica dei risultati conseguiti dalle istituzioni scolastiche rispetto agli obiettivi prefissati”*. Alcuni Istituti, sentendo l'esigenza di migliorare il proprio servizio andando incontro effettivi bisogni dell'utenza e del territorio a cui si riferiscono, si sottopongono ad un processo di autovalutazione. Per la valutazione e l'autovalutazione d'Istituto viene somministrato al personale docente e non docente un questionario da compilare anonimamente. Tutti i questionari vengono allora raccolti e analizzati. Il processo si chiude con la redazione del report di autovalutazione.

La legge prevede anche la valutazione del sistema scolastico a livello nazionale e internazionale. L'Istituto Nazionale per la VALutazione del Sistema educativo di Istruzione e di formazione (INVALSI) elabora i contenuti di quelli che vengono definiti test INVALSI, che coinvolgono gli studenti della terza media e del secondo superiore e sono stati introdotti con la legge n. 176 del 25 ottobre 2007. I test INVALSI sono suddivisi in tre parti: Prova di Matematica, Prova di Italiano e Questionario per lo studente. Dal prossimo anno è prevista anche la prova di lingua Inglese.

Il *Programme for International Student Assessment* (PISA), è un'indagine internazionale promossa dall'OCSE (*Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD e Organisation de coopération et de développement économiques – OCDE*), nata con lo scopo di valutare con periodicità triennale il livello di istruzione degli adolescenti dei principali paesi industrializzati. PISA ha l'obiettivo di verificare in che misura i giovani prossimi alla fine della scuola dell'obbligo

abbiano acquisito alcune competenze giudicate essenziali per svolgere un ruolo consapevole e attivo nella società e per continuare ad apprendere per tutta la vita. L'indagine accerta il possesso di competenze funzionali negli ambiti della lettura, della matematica e delle scienze e di alcune competenze trasversali in gioco nel ragionamento analitico e nell'apprendimento. Ogni ciclo dell'indagine approfondisce in particolare uno dei tre ambiti di competenza.

La somministrazione dei test INVALSI è tipicamente accompagnata da critiche feroci: secondo molti (assemblee di docenti e alcune sigle sindacali), i quiz standardizzati avvilirebbero il ruolo dei docenti e della didattica, abbassando gravemente la qualità della scuola. D'altro canto secondo altri (Luca Ricolfi, Copiare come e perché, la Stampa, 12 agosto 2009), i test sarebbero non validi a livello nazionale perché i docenti del sud sono più propensi ad aiutare gli alunni rispetto ai colleghi del Nord. Dopo la breve esperienza che ho avuto a scuola durante il mio tirocinio diretto e le riflessioni maturate durante il mio tirocinio indiretto, sono arrivato alla conclusione che le prove INVALSI siano uno strumento perfettibile che si muove verso una direzione giusta nella costruzione di una cultura della valutazione storicamente e scientificamente determinata, supportata da investimenti significativi e richiesti dall'Europa.

Come si è visto, il concetto odierno di valutazione e autovalutazione porta con sé inevitabilmente il concetto di competenza. Per lungo tempo in ambito didattico e pedagogico, l'idea di competenza è stata associata a prestazioni direttamente osservabili, finalizzate più all'acquisizione di saperi e procedure che allo sviluppo del processo educativo nella sua globalità e complessità. L'attività educativa è stata tuttavia soggetta negli ultimi anni a complessi sviluppi sociali e culturali, e questo ha comportato una radicale evoluzione del concetto di competenza. Grazie ai cambiamenti intervenuti nel mondo del lavoro e al contributo degli studi in campo psicologico, il concetto di competenza è entrato nella moderna riflessione pedagogica giungendo a indicare il risultato di un processo di apprendimento mirante a fornire allo studente la capacità di interagire nel contesto in cui vive ed opera attraverso l'insieme delle conoscenze e delle abilità acquisite.

Secondo il D.M. n° 9/2010, "il modello di certificazione delle competenze è strutturato in modo da rendere sintetica e trasparente la descrizione delle competenze di base acquisite a conclusione del biennio della scuola secondaria superiore, con riferimento agli assi culturali che caratterizzano l'obbligo di istruzione (linguaggi; matematico; scientifico-tecnologico; storico-sociale) entro il quadro di riferimento rappresentato dalle competenze chiave di cittadinanza, in linea con le indicazioni dell'Unione Europea". La nuova didattica per competenze non si propone di sostituire le conoscenze con le competenze, ma di valorizzarle superando l'inerzia dei curricula tradizionali. È una risposta al cambiamento culturale della nostra società: i cittadini devono imparare a fare uso attivo delle conoscenze per interpretare la realtà e intervenire positivamente su di essa.

Le competenze chiave individuate dall'Unione europea corrispondono alle competenze "di cui tutti hanno bisogno per la realizzazione e lo sviluppo personali, la cittadinanza attiva, l'inclusione sociale e l'occupazione" (Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio "Relativa a competenze chiave per l'apprendimento permanente", 2006). Vengono individuate in riferimento a otto ambiti: comunicazione nella madrelingua, comunicazione nelle lingue straniere, competenza matematica e competenze di base in scienza e tecnologia, competenza digitale, imparare a imparare; competenze sociali e civiche, spirito di iniziativa e imprenditorialità, consapevolezza ed espressione culturale. Queste competenze dovrebbero essere acquisite durante il percorso dell'istruzione e fare da base al proseguimento dell'apprendimento nel quadro dell'educazione e della formazione permanente. In Italia tali competenze sono state richiamate nell'ambito del Decreto n.139 del 22 Agosto 2007 "Regolamento recante norme in materia di adempimento dell'obbligo di istruzione" che ha individuato le otto competenze chiave di cittadinanza che ogni cittadino dovrebbe possedere dopo aver assolto il dovere all'istruzione: imparare ad imparare (cioè organizzare il proprio apprendimento, individuando, scegliendo ed utilizzando varie fonti e varie modalità di informazione), progettare, comunicare, collaborare e partecipare, agire in modo autonomo e responsabile, risolvere problemi, individuare collegamenti e relazioni, acquisire ed interpretare l'informazione. I saperi e le competenze per l'assolvimento dell'obbligo di istruzione sono riferiti a quattro assi culturali sopra citati. Essi costituiscono i pilastri per la costruzione dei percorsi di apprendimento orientati all'acquisizione delle competenze chiave che preparino i giovani al futuro e al mondo del lavoro, a compimento dell'obbligo scolastico e comunque di quello formativo, in ottemperanza al decreto MPI n. 139/2007, le scuole devono rilasciare una certificazione in cui si attesti l'acquisizione di saperi e competenze, articolati in conoscenze e abilità e con l'indicazione degli assi culturali di riferimento.

Valutare le competenze, gli obiettivi e le conoscenze acquisite dagli studenti non è banale. Il docente deve dotarsi di strumenti di indagine efficaci che possano intercettare caratteristiche significative del percorso che sta percorrendo lo studente. È molto importante in questo contesto che il docente prenda molta confidenza con uno strumento fondamentale ai fini della valutazione: la griglia. Con questo termine si intende un insieme di informazioni codificate che descrivono le prestazioni dello studente in relazione agli stimoli a cui è sottoposto. Una griglia è tipicamente composta da indicatori che sono a loro volta suddivisi in descrittori delle prestazioni che identificano i livelli ai quali si assegna un punteggio. Una griglia di valutazione molto importante per la seconda prova dell'esame di maturità di liceo scientifico è per esempio quella prodotta da Matmedia, sigla che raccoglie una commissione nazionale di matematici.

È importante che le considerazioni esposte finora riguardo la valutazione delle competenze siano

inquadrate nel contesto particolare della didattica della matematica e della fisica. Queste due discipline meritano su questo tema approfondimenti separati, legati alla loro specificità.

Per la matematica, durante il percorso di riflessione su questo tema stimolato dal nostro tutor coordinatore, siamo partiti dal cosiddetto triangolo della didattica (Chevallard, Joshua, 1982) [7], dove sono messi in evidenza tre componenti della situazione didattica di insegnamento: insegnante (polo funzionale e pedagogico), allievo (polo genetico e psicologico), sapere (polo ontologico e epistemologico). Per ogni polo si identificano specifiche difficoltà riferite all'allievo (convinzioni, stili cognitivi, aspettative), alle particolarità della disciplina matematica (aspetti storici, epistemologici, concettuali) e all'insegnante (aspettative, convinzioni, formazione). A queste difficoltà si aggiungono quelle riferite alle relazioni tra i poli: allievo-matematica (immagine di scuola, di cultura, di sapere; rapporto personale con la matematica); insegnante-allievo (caratterizzata da una relazione pedagogica asimmetrica); insegnante-matematica (idea di scuola; obiettivi dell'educazione; epistemologia, più o meno consapevole, dell'insegnante). Il docente deve confrontarsi con la complessità del sistema didattico prendendo in considerazione contemporaneamente tutti i poli e le relazioni fra essi. Tra le cause delle difficoltà che si incontrano nell'insegnamento e apprendimento della matematica già a partire dal 1976 Guy Brousseau (Brousseau, 1976-1983) elaborò la *teoria degli ostacoli*. Un *ostacolo* è un'idea che, al momento della formazione di un concetto, è stata efficace per affrontare dei problemi precedenti, ma che si rivela fallimentare quando si tenta di applicarla a un problema nuovo. Lo studente/ricercatore tende a conservare l'idea già acquisita e questo fatto finisce con l'essere una barriera verso successivi apprendimenti.

Tre caratteristiche fondamentali dell'ostacolo che ne permettono il riconoscimento sono il suo permanere nel tempo nell'alunno anche dopo spiegazioni e chiarimenti periodici, il suo carattere storico, il suo essere catalizzatore di errori. Si usa distinguere in didattica della matematica tre tipi di ostacoli: di natura ontogenetica (legati allo studente e alla sua età mentale), di natura didattica (legati alla scelta strategica del docente per il curriculum, la metodologia di lavoro), di natura epistemologica (legati alla natura stessa dell'argomento, alla sua evoluzione all'interno della comunità matematica, dalla sua accettazione critica nell'ambito della matematica, dal linguaggio in cui è espresso). L'insegnante in classe si trova quindi a dover gestire tutte queste difficoltà con origini e tipologie diverse, per le quali necessita di strumenti e strategie opportune per favorire il loro superamento. In realtà non è possibile fornire una ricetta univoca al docente per far fronte a questa situazione così complessa. Una strategia di massima, basata sul cosiddetto concetto di trasposizione didattica, può consistere nell'operare tutti i possibili dispositivi didattici che concretamente permettano di inserire, rimodulare e integrare tutto ciò che è legato al vertice del

“sapere” del triangolo di Chevallard nel rapporto alunno-docente. Questa operazione va condotta dal docente, con l’ausilio per esempio di un buon libro di testo, con continua attenzione al linguaggio, ai riferimenti, ai concetti esposti che richiamano concetti precedenti. Sono inevitabili da parte dell’insegnante un aggiornamento continuo e attento sui temi della didattica della sua disciplina e un monitoraggio periodico sui suoi studenti. Come ho già scritto sopra, ho avuto l’opportunità durante il mio tirocinio diretto di somministrare un questionario sul concetto di parabola e di tangente a una curva ai ragazzi di un terzo anno. Il questionario è stato concepito con lo scopo di intercettare concetti errati (misconcetti) sul tema presenti negli studenti. I risultati hanno confermato l’analisi a priori fatta in fase di scrittura delle domande ed è stata necessaria una lezione per chiarire alcuni concetti basilari sul tema. Un docente attento dovrebbe probabilmente elaborare questo tipo di verifiche periodicamente in modo non solo da correggere errori nella preparazione dei suoi studenti, ma anche autovalutarsi e rimodulare i dispositivi didattici che ha posto in essere nella classe qualora si mostrino inefficaci o forieri di errori.

Discorso del tutto analogo può essere fatto anche in riferimento alla fisica. In questo caso il percorso di riflessione stimolato dal tutor coordinatore ha preso le mosse dal cosiddetto concetto del *Pedagogical Content Knowledge* (PKC). Nell’articolo del 1987 «Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform»[8], Lee Shulman, psicologo dell’educazione della Stanford University, dichiara che la *Pedagogical Content Knowledge* (PKC) «rappresenta la miscela di contenuto e pedagogia in una comprensione di come particolari argomenti, problemi, tematiche sono organizzati, rappresentati, adattati ai diversi interessi e abilità dei discenti e presentati per essere insegnati». L’interesse di Shulman consiste nel comprendere il passaggio dallo stato di apprendente a quello di docente, ovvero quel movimento che va dalla comprensione personale di un contenuto da parte dell’insegnante, alla sua riorganizzazione «in attività, emozioni, metafore, esercizi, esempi e dimostrazioni, affinché possa essere compreso dagli studenti»

Dal modello di Shulman "del ragionamento e dell'azione pedagogica" si evince una caratteristica fondamentale della conoscenza pedagogica del contenuto: la fusione imprescindibile del livello teorico con quello pratico, dell'azione e del ragionamento.

Il lavoro con i docenti conduce Shulman a elaborare un modello che coinvolge ragionamento e azione. Esso si compone di sei operazioni principali: *comprensione* (“insegnare è prima di tutto comprendere in modi differenti”), *trasformazione* (fase in cui il docente “partendo dalla sua personale comprensione si prepara per far comprendere gli altri”), *istruzione* (fase in cui il docente è in azione e dunque in cui la sua "performance d'insegnamento" è osservabile), *valutazione* (momento del monitoraggio degli apprendimenti, da intendersi sia in senso valutativo verso gli studenti sia in senso autovalutativo per il docente), *riflessione* (momento in cui il docente riflette a

posteriori e ricostruisce la situazione d'insegnamento-apprendimento, cercando di recuperare gli eventi, le emozioni, ciò che si è verificato), *nuova comprensione*: la riflessione sugli atti di insegnamento porta a una nuova comprensione “dei fini, degli argomenti da insegnare, ma anche degli studenti e dei processi pedagogici stessi”). Ognuna di queste fasi meriterebbe un discorso a sé stante che non può essere condotto in questa sede e quindi rimandiamo all'articolo di Shulman e alla letteratura successiva per una trattazione esauriente del metodo da lui proposto.

Si è già più volte detto che la metodologia didattica moderna impone una profonda e costante riflessione sul modo in cui il docente deve porsi nei confronti della disciplina che insegna e degli studenti che la devono apprendere. Il passaggio dalla programmazione per obiettivi alla programmazione per competenze ha imposto una trasformazione nel modo di insegnare che coinvolge una quantità di strumenti ben più ampia di quella usata fino a qualche anno fa. Metodologie didattiche come il *cooperative learning*, il *learning by doing* o la didattica laboratoriale in generale coinvolgono attivamente gli studenti i quali si portano dietro un background culturale e sociale che non solo non va trascurato ma che va sfruttato per stimolare un apprendimento significativo. In questo senso, sia il laboratorio sia l'uso delle tecnologie e delle innovazioni sono uno strumento fondamentale per il docente. Nel percorso di riflessione che abbiamo intrapreso con il nostro tutor coordinatore, ampio spazio è stato dato a questi temi.

La didattica laboratoriale si concretizza nell'esperienza dello studente e nella personalizzazione che questi può mettere in campo. Con la pratica laboratoriale, la didattica si connota di riflessione, progettualità, e operatività e l'esperienza di apprendimento trova così la propria significatività. In una società che richiede agli studenti di oggi e lavoratori di domani competenze sempre più complesse, la scuola è chiamata a dare risposte ai bisogni degli allievi con modalità che li coinvolgano come soggetti attivi.

Le discipline contribuiscono al processo formativo quando chi apprende capisce perché lo fa e a che cosa servono lo sforzo e la fatica che gli vengono richiesti nell'apprendimento.

L'attività di apprendimento, sostenuta dall'esperienza, porta alla trasformazione delle capacità personali in competenze utilizzabili e spendibili in un contesto reale mediante l'esplorazione e la valorizzazione dei saperi disciplinari.

Durante la pratica laboratoriale il soggetto costruisce attivamente il proprio apprendimento (*learning by doing*), immerso in un contesto in cui le interazioni con le altre persone sono continue e costanti (*cooperative learning*). In questo modello di scuola si supera lo schema degli apprendimenti formali, per dirigersi verso un apprendimento basato su compiti, su progetti da realizzare.

Come ormai pienamente dimostrato dalla letteratura didattica, il fare che genera apprendimento non

è mai separato dal sapere.

Sia la fisica sia la matematica godono di una struttura epistemologica ben solida e si prestano naturalmente all'elaborazione di una didattica laboratoriale. Quest'ultima può poggiarsi, d'altra parte, su due concetti chiave introdotti dalla riforma dei cicli e dalla conseguente nuova normativa sulla scuola alla base della quale si è costruito un nuovo modo di concepire la didattica e il curriculum a scuola: competenze e nucleo fondante [9,10]. Quest'ultimo in particolare è un concetto fondamentale quando ci riferiamo alla fisica o alla matematica. Sostanzialmente un argomento disciplinare può definirsi nucleo fondante quando si possono in esso individuare alcune caratteristiche fondamentali quali l'essere epistemologicamente fondato (ovvero rispettare i concetti su cui la disciplina si basa, la spinta interpretativa degli eventi, i processi che utilizza per acquisire il sapere, le metodologie con cui rendere note le nozioni); l'essere storicamente fondato (ovvero contenere in sé anche l'evoluzione che ha avuto nel tempo, in quanto molte discipline in differenti epoche storiche hanno utilizzato metodi variegati, modificandosi e migliorandosi); l'essere educativamente fondato (cioè avere una connotazione educativa e permettere la familiarizzazione degli strumenti per vivere nella società come individui e cittadini).

Altro aspetto fondamentale è che in fisica non esistono solo nuclei fondanti disciplinari come per esempio il concetto di spazio, di tempo, energia o interazione ma anche nuclei fondanti che riguardano il modo di condurre la riflessione o l'indagine scientifica (in questo senso elementi quindi non esclusivi della fisica), che si possono definire metodologici, come per esempio l'atto di misurare con tutto ciò che questo comporta o il ricorso a modelli descrittivi e interpretativi. Proprio quest'ultimo punto ci fa comprendere l'importanza dei nuclei fondanti nell'elaborazione di una didattica laboratoriale per l'apprendimento della fisica: in questo caso, infatti, è l'attività in laboratorio stessa che è fisica, non semplicemente un modo per dimostrare leggi o modelli.

Parallelamente, nell'ambito della matematica, il discorso sui nuclei fondanti si è sviluppato in modo meno articolato rispetto, per esempio, ad analoghe esperienze all'estero ma non per questo meno profondo [10]. Storicamente infatti, l'idea di una programmazione attorno ad argomenti considerati fondamentali per l'insegnamento della matematica era già stata sviluppata e sperimentata attorno agli anni 70 come si può evincere da alcuni libri di testo del periodo (per esempio Prodi, Speranza, Castelnuovo). Questi testi possono essere considerati precursori del tema riguardante i nuclei fondanti in quanto puntavano allo scardinamento dell'ordine sequenziale contenutistico dei programmi per concentrarsi su nuclei tematici ritenuti fondamentali quali per esempio le trasformazioni geometriche, il collegamento col mondo reale, le funzioni etc. Alcuni nuclei fondanti della matematica coincidono con alcuni presenti anche in fisica. Per esempio argomenti come l'analisi e le previsioni inferibili da un insieme di dati, il concetto di grandezza e di misura o più in

generale di modello matematico possono essere pensati per programmare attività laboratoriali che coinvolgano trasversalmente matematica e fisica.

Interessantissime esperienze di laboratorio in matematica possono essere invece concepite con l'ausilio di un software didattico (per esempio GeoGebra, o Cabri) e con l'installazione di un'"officina" di matematica dove sia possibile costruire delle vere e proprie macchine matematiche concepite e progettate dai ragazzi.

Un esempio ricchissimo di possibilità è l'elaborazione di un'attività didattica laboratoriale basata sulle costruzioni con riga e compasso. Nella classica logica della geometria sintetica, in questo tipo di attività sono dati certi oggetti geometrici e, a partire da questi, se ne vogliono costruire altri, rispettando le "regole del gioco" date da alcuni assiomi o teoremi dati come punti di partenza. Si tratta quindi di un'attività razionale, che necessita di creatività, ma anche di rigore. Per raggiungere l'obiettivo richiesto è spesso necessario ricorrere a strategie o schemi che spesso portano a più strade per la soluzione, senza che il procedimento sia meccanico, e che possono essere inquadrare nelle metodologie del *problem solving*. Ragionamenti deduttivi o problemi più analitici all'interno di questa tematica, conservano senz'altro una forte valenza didattica nella scuola contemporanea poiché permettono l'acquisizione di molteplici competenze. Lavorare con un software per la realizzazione delle costruzioni avvicina invece lo studente a queste tematiche a volte ostiche grazie all'uso del pc, uno strumento ormai quotidiano per gli alunni della scuola di oggi.

Sul tema delle costruzioni con riga graduata e compasso, qualora il laboratorio e i mezzi a disposizione lo permettano, si può proseguire l'attività facendo costruire ai ragazzi delle vere e proprie macchine matematiche. Ne esistono numerosi esempi storici più o meno complessi che possono essere scelti a seconda del grado di perizia e di interesse mostrato dagli alunni durante l'attività. A mio avviso la strada aperta da un laboratorio di matematica è molto interessante perché ha il grosso vantaggio di facilitare l'apprendimento significativo di temi, come quelli presenti in matematica, a volte molto complicati. L'elaborazione di schemi, la progettazione, la realizzazione e l'esposizione di queste macchine possono rivelarsi un volano fecondo per l'acquisizione di varie competenze e per trasmettere il messaggio che la matematica ha applicazioni concrete fondamentali nel quotidiano.

Per quel che riguarda invece l'uso delle tecnologie e delle innovazioni che abbiamo accennato contestualmente alla didattica laboratoriale, una riflessione a parte meritano la LIM e i libri digitali.

Come ho già avuto modo di dire sopra, la LIM è la Lavagna Interattiva Multimediale e sono ormai molte le scuole dotate di almeno un esemplare di questo strumento digitale. La Lavagna Interattiva Multimediale o IW (*Interactive Whiteboard*) è un dispositivo di input e output, con tecnologia *touch screen*, connesso a un computer e a un videoproiettore, simile ad una lavagna classica, che permette

esperienze di tipo visivo, uditivo e tattile. La LIM funziona per mezzo di un proprio software che le permette di interfacciarsi con il sistema operativo del PC e ha in dotazione una o più penne digitali che sostituiscono mouse e tastiera e con le quali è possibile scrivere sulla lavagna; ad essa è possibile collegare tavolette interattive, telecomandi che permettono allo studente il controllo del puntatore e risponditori solitamente utilizzati per la verifica.

Per comprendere quali nuove competenze possono essere acquisite dagli studenti per mezzo dell'uso della LIM elenchiamo rapidamente quello che questo strumento può fare. Sintetizzando, con la LIM è possibile visualizzare concetti attraverso grafica, mappe, foto, immagini e filmati, utilizzare software per la gestione di dati e di testi o software specifici. Altresì è possibile fare ricerche in rete, costruire ipertesti; produrre materiali multimediali e mappe concettuali, realizzare lezioni in videoconferenza, registrare lezioni (che diventano documento della classe) o interrogazioni (utili agli studenti ai fini dell'autovalutazione).

La LIM innalza le competenze tecnologiche attraverso la realizzazione di oggetti per mezzo di una definita metodologia progettuale in cooperazione con compagni, l'uso di nuove tecnologie e linguaggi multimediali per supportare il proprio lavoro, per autovalutarsi e presentare i risultati del proprio lavoro, ricercando informazioni e selezionando e sviluppando idee; ancora, la LIM innalza la competenza digitale che si trova fra le otto competenze chiave e che consiste per la Commissione europea nel sapere utilizzare con dimistichezza e spirito critico le tecnologie della società dell'informazione per il lavoro, il tempo libero e la comunicazione; attraverso la LIM, infatti, si possono reperire, valutare, conservare, produrre, presentare e scambiare informazioni in modo critico e sistematico. Interessante e affascinante per il docente sul fronte della LIM è anche la possibilità di poter costruire *learning object* o lezioni multimediali e condividerli in archivi online (*repository*) accessibili a tutti i docenti che abbiano voglia di farlo. Ho avuto la possibilità di svolgere una parte del mio tirocinio indiretto seguendo un corso di formazione all'uso della LIM per docenti in qualità di uditore. Ho avuto così l'opportunità di conoscere una parte di questa realtà che ho trovato di estrema importanza per il docente che voglia usare la LIM in tutte le sue sfaccettature. La possibilità, infatti, di partecipare alla costruzione di oggetti multimediali sempre rinnovabili da parte di più docenti e quindi sempre più raffinati col passare del tempo, mi sembra di estremo interesse sia per il docente sia per lo studente che poi fruirà quell'oggetto. Una piattaforma comune per costruire *learning object* o lezioni multimediali mi sembra inoltre che vada incontro a quella necessità di transversalità disciplinare tanto richiesta oggi dall'Europa e dall'Italia.

Rimanendo sempre nell'ambito delle innovazioni e delle tecnologie, merita una riflessione profonda per l'impatto didattico e sociale che può avere nel prossimo futuro, l'introduzione e adozione dei libri digitali nella scuola disposta e regolata nelle varie fasi del ciclo scolastico dalla circolare del

MIUR del 25 gennaio 2013. Naturalmente, il libro di testo è lo strumento didattico ancora oggi più utilizzato mediante il quale gli studenti realizzano il loro percorso di conoscenza e di apprendimento. Esso rappresenta il principale luogo di incontro tra le competenze del docente e le aspettative dello studente, il canale preferenziale su cui si attiva la comunicazione didattica. Per questa ragione, può essere utile che ogni docente in fase di scelta del libro di testo da adottare per l'anno successivo elabori una propria griglia per mezzo della quale valutare i libri più adatti alla programmazione didattica per l'anno scolastico successivo. In uno dei percorsi di riflessioni elaborati con il nostro tutor coordinatore, ho avuto modo di approfondire questo aspetto così importante per il docente e a me, con nessuna esperienza abbastanza lunga di docenza alle spalle, sostanzialmente sconosciuta. Ho maturato la convinzione che alcuni elementi importanti da valutare in fase di scelta di adozione di un libro di testo siano per esempio la chiarezza e correttezza concettuale, la piacevolezza della grafica del libro di testo (es. la presenza di figure chiare ed esplicative e di immagini tratte dalla quotidianità), la valutazione dei costi e del peso, la presenza di materiali e contenuti multimediali (tra cui anche videolezioni), l'adeguatezza degli strumenti metodologici all'età degli allievi e all'indirizzo scolastico a cui il testo è rivolto, la presenza di elementi stimolanti la curiosità come collegamenti con la quotidianità e approfondimenti sulla storia della disciplina, schemi, sintesi e mappe concettuali. Sul fronte più applicativo, penso siano importanti la presenza di quesiti preparatori alle prove INVALSI, di esercizi guida e di esercizi di difficoltà dichiarata, interdisciplinari e trasversali, esploranti aspetti riconducibili all'attivazione di più competenze e risolvibili con software didattici.

Nell'ottica invece di un moderno percorso di valutazione e autovalutazione, ritengo utilissimo sia per il docente sia per l'alunno, la presenza all'inizio di ciascun modulo, di prerequisiti e obiettivi da raggiungere in termini di conoscenze e competenze, e schede funzionali alla valutazione degli allievi da parte dei docenti.

L'adozione di testi digitali offre lo spunto per pensare invece al valore aggiunto che questo strumento può portare nella scuola di oggi. Sicuramente dal punto di vista dell'impatto sociale possiamo individuare alcune conseguenze. La prima è legata al fatto che i libri digitali costano in media circa il 30% in meno delle rispettive copie cartacee (elemento che il docente non deve sottovalutare anche per via del tetto di spesa per i libri di testo introdotto dal ministro Gelmini nel decreto Ministeriale n. 43 del 10 maggio 2011). La seconda conseguenza è che i libri digitali non utilizzano la materia prima cartacea e pertanto dovrebbero avere un minore impatto ambientale (anche se d'altro canto necessitano di energia elettrica per essere fruiti). Un altro aspetto interessante potrebbe invece essere individuato nel fatto che l'uso del digitale può comportare un altro passo in avanti verso l'integrazione in classe di alunni disabili (per esempio non vedenti).

Rimane aperto il problema dell'accessibilità. L'uso di libri digitali chiaramente impone che ogni alunno abbia a disposizione un computer o un tablet per poter lavorare su libro digitale. Dal punto di vista didattico mi sembra invece interessante evidenziare che un libro digitale comporta alcuni vantaggi quali per esempio la consultazione istantanea di un vocabolario o di un'enciclopedia (per esempio l'alunno potrebbe, cliccando su una parola o evidenziando una frase che non conosce o non capisce, accedere a database online per impararne o comprenderne il significato) o la possibilità di fruire mentre legge di contenuti multimediali utili all'apprendimento dell'argomento che si sta studiando.

È chiaro che l'uso del digitale a scuola non è più strettamente limitato alla sfera degli strumenti prettamente didattici. Una delle principali novità fra gli strumenti di lavoro del docente è il registro elettronico. In pratica esso sostituisce il registro di classe cartaceo riproducendolo in ogni minimo dettaglio ma offrendo maggiori possibilità di impiego poiché ha due grossi vantaggi: semplifica notevolmente la gestione burocratica che il docente deve svolgere e contemporaneamente consente ai genitori (mediante l'uso di password) di seguire in tempo reale il lavoro dei propri figli, il programma svolto dal professore, i voti, le assenze, i ritardi e le uscite, le eventuali note. Ovviamente nessun genitore potrà mai vedere le informazioni di un alunno che non sia il proprio figlio. L'insegnante, naturalmente mediante uso di password, può accedere a tutti i registri delle proprie classi, gestire i contatti con i genitori richiedendo per esempio un incontro tramite SMS o mail, consultare circolari e documenti della scuola; inserire l'argomento della lezione, i risultati delle prove scritte e delle verifiche orali, note sia di merito sia di demerito; visualizzare lo storico dello studente. Il vantaggio per gli alunni risiede nel fatto che essi possono accedere in linea di principio ad alcuni servizi scolastici senza vincoli temporali e spaziali, quando si vuole e senza raggiungere la sede scolastica (si pensi ai vantaggi per gli studenti pendolari, gli studenti malati o gli studenti con disabilità). Altro vantaggio è che i dati anagrafici degli alunni e le valutazioni sono direttamente accessibili al coordinatore di classe che ha una panoramica globale del ragazzo e può elaborare dispositivi di recupero laddove necessari o coordinare in modo molto più semplice e fluido lo scrutinio.

A mio parere la caratteristica più interessante di questo nuovo mezzo è che garantisce la trasparenza dell'azione didattico-educativa, oggetto del "contratto formativo" tra alunni, docenti e genitori. Ritengo quindi che la sua introduzione nel mondo della scuola sia estremamente positiva.

## **PARTE TERZA: ESPERIMENTO PER LA MISURA DEL COEFFICIENTE DI ATTRITO DINAMICO CON IL METODO ENERGETICO**

### **3.1 Introduzione**

La terza parte di questa relazione è dedicata alla descrizione di un'esperienza significativa legata all'area della didattica disciplinare e alla spendibilità di questa esperienza, applicando le conoscenze psicopedagogiche acquisite durante il mio tirocinio, nel mondo della scuola.

Nella parte disciplinare del mio tirocinio ho seguito corsi riguardanti la storia, la didattica e il laboratorio della matematica e della fisica. Nel mio percorso di studi e nel mio curriculum personale non sono presenti molte delle tematiche trattate in questa parte del mio tirocinio, quindi seguire questi corsi e i percorsi di riflessione concepiti dai docenti è stato per me fondamentale oltre che formativo. In tutta questa fase è emerso in modo forte e chiaro l'importanza legata agli aspetti disciplinari della matematica e della fisica e alla loro capacità di stimolare e attivare capacità e competenze dallo spettro ampio strutturato.

La mia scelta sull'oggetto di questa terza parte della relazione è ricaduta, in particolare, su un esperimento per la misura del coefficiente di attrito dinamico con il metodo energetico condotto all'interno del corso di Laboratorio di Fisica tenuto dal Prof. Aurelio Agliolo Gallitto.

Ho scelto questa esperienza perché, come si vedrà nel seguito, permette di evidenziare le tematiche e le problematiche concettuali e tecniche che stanno alla base della gestione di un'attività di laboratorio di fisica da parte di un docente.

### **3.2 La fisica e i suoi nuclei fondanti**

Negli ultimi anni abbiamo assistito ad un cambiamento fondamentale del concetto di programmazione a scuola. Come ho già scritto, la riforma dei cicli e la conseguente nuova normativa sulla scuola hanno introdotto fra le tante novità, il concetto chiave di nucleo fondante, inteso come un concetto fondamentale che ricorre in vari luoghi di una disciplina e ha perciò valore strutturante e generativo di conoscenze [9,10].

Nella logica di una costruzione sinergica e coordinata di un percorso didattico che tenga conto di questi concetti chiave, possiamo schematizzare a grana grossa il rapporto fra competenze e nuclei fondanti sottolineando che la natura e gli ambiti delle competenze sono determinati dai nuclei fondanti della disciplina; di contro, le competenze determinano sia le conoscenze e le abilità che gli alunni dovranno acquisire sia gli obiettivi richiesti intesi come le prestazioni che si richiedono agli alunni come indicatori quantitativi dell'acquisizione di competenze.

La sintesi di questi concetti chiave va costruita dall'insegnante durante l'elaborazione del percorso

didattico che sceglie per i suoi studenti.

Occorre tenere conto che in una logica moderna del concetto/strumento di autovalutazione, l'alunno deve cogliere l'acquisizione personale delle competenze, gli obiettivi della singole attività e le conoscenze ed abilità acquisite lungo il suo percorso curricolare. Questo aspetto è essenziale affinché egli sia o diventi consapevole nel riconoscere il realizzarsi del suo apprendimento significativo come conseguenza dell'attività scolastica. E' invece abbastanza raro che l'alunno, soprattutto nelle classi inferiori, riesca a cogliere o sia consapevole del quadro di insieme costruito sui nuclei fondanti, che acquistano senso solo quando la padronanza della struttura disciplinare è più avanzata e matura.

Il docente, del resto, deve operare sullo schema completo. La bontà dell'attività didattica, infatti, da una parte si concretizza nelle competenze attese e negli obiettivi (funzionali alle competenze e caratterizzati da propri contenuti, metodi e finalità) raggiunti; d'altra parte i nuclei fondanti stessi giustificano la scelta didattica compiuta a monte e il percorso costruito a partire da questa.

Il discorso condotto finora è applicabile naturalmente a qualunque disciplina ma occorre porre particolare accento sul fatto che l'applicazione *tout court* del concetto di nucleo fondante non è affatto immediato. Nell'ambito della fisica, per esempio, occorre evidenziare alcuni elementi di riflessione. Il campo di indagine di questa disciplina è estremamente vasto e articolato e lo spettro di argomenti trattati è amplissimo. Parlare di nuclei fondanti in questo ambito richiede un'analisi molto attenta sul grado di dettaglio e di approfondimento con cui occorre gestire gli argomenti che si vogliono trattare in classe o in laboratorio. Come ho già scritto in precedenza, in fisica non esistono solo nuclei fondanti disciplinari (come per esempio energia) ma anche nuclei fondanti che riguardano il modo di condurre la riflessione o l'indagine scientifica che si possono definire metodologici. Un esempio è l'atto di misurare con tutto ciò che questo comporta o il ricorso a modelli descrittivi e interpretativi. Da qui si evince che uno degli aspetti fondamentali dell'importanza del laboratorio di fisica. Esso infatti non è soltanto un "luogo" in cui si verificano leggi o ci si esercita con gli apparati di misura. Il laboratorio è il posto in cui si fa la fisica, in cui si conduce un'indagine scientifica a tutti gli effetti. Vedremo più avanti come negli ultimi anni sia stata elaborata una specifica metodologia che in modo trasparente e altamente significativo integra nella didattica laboratoriale la strategia della ricerca scientifica.

Di seguito in Tab.1 riportiamo un elenco di esempi di conoscenze riferite ai nuclei fondanti disciplinari e metodologici elaborata dall'Associazione per l'Insegnamento della Fisica (AIF), dal Ministero delle Pubblica Istruzione, dalla Società Italiana della Fisica (SIF) e dalla Società Astronomica Italiana (SAIt). La tabella non pretende di essere esauriente o esaustiva ma si muove nella direzione di fornire delle coordinate più precise al contesto dei nuclei fondanti riferito

soprattutto ai diversi livelli scolastici a cui ci si può riferire quando si insegna fisica.

Nucleo fondante disciplinare	scuola di base...	... inoltre nel biennio	... inoltre nel triennio
Spazio e tempo	sequenza temporale; localizzazione nel tempo; localizzazione nello spazio; spostamento; distanza; velocità; accelerazione, ecc. sistema di riferimento spaziale; spazio velocità accelerazione	sistema di riferimento spaziale; spazio velocità accelerazione; fenomeni periodici, ecc.	relatività dei riferimenti spaziali; velocità limite relativistica, ecc.
Materia: § conservazione della massa § conservazione della carica	volume occupato; massa; stati di aggregazione; densità; conservazione; continuità e discontinuità	proprietà macroscopiche dei materiali e della materia; inerzia; proprietà microscopiche della materia; atomi; carica elettrica	struttura "fine" degli atomi; fenomeni riguardanti l'atomo e il nucleo; stabilità instabilità; decadimento; radioattività; semiconduttori, ecc.
Sistema fisico	distinzione tra ciò che è e ciò che non è oggetto d'indagine	sistema isolato e non	approfondimenti
Interazione – campo	forze: spinte, trazioni; attriti; scambi termici; magneti; fenomeni luminosi e sonori soprattutto in relazione alla percezione	in meccanica, in termologia, in elettricità; interazioni gravitazionale, elettrica, magnetica	equazioni di Maxwell; campo gravitazionale ed elettromagnetico; fotone; interazione nucleare, ecc.
Stato e trasformazione	scambi ed equilibri; evoluzione di fenomeni naturali nel tempo; causalità	reversibilità irreversibilità; velocità di trasformazione	stati termodinamici; entropia; modelli statistici, ecc.
Grandezze invarianti: § energia § quantità di moto § momento angolare	descrizione qualitativa degli scambi e trasformazioni di energia; «serbatoi» di energia	energia cinetica, potenziale, interna di un sistema; trasferimenti, accumulo, conservazione di energia; trasferimenti e conservazione di quantità di moto	formalizzazione dei concetti precedenti; energia associata al lavoro di forze costanti e variabili; modalità di trasporto di energia e quantità di moto (materia, onde); momento angolare, ecc.
Nucleo fondante metodologico	scuola di base...	... inoltre nel biennio	... inoltre nel triennio
Osservazione e misura	strumenti; unità di misura	unità di misura S.I.; trattamento delle incertezze in casi comuni, ecc.	incertezze di natura statistica
Descrizione e schematizzazione: § modelli § previsione § interpretazione	modelli analogici descrittivi ed interpretativi; formulazione di ipotesi	modelli matematici; modelli del comportamento microscopico della materia; modello atomico	quantistici; dell'universo, ecc.
Sintesi § leggi § teorie	leggi empiriche	leggi generali e particolari; limiti di validità	evoluzione delle idee attraverso l'esame delle teorie; invariante; modello <i>standard</i> ; relatività ristretta, ecc.
Condivisione	la validazione delle indagini scientifiche richiede la condivisione con la comunità scientifica allargata e la riproducibilità dei risultati		

Tab.1: esempi di conoscenze riferite ai nuclei fondanti disciplinari e metodologici

### 3.3 Il Laboratorio di Fisica

Ho già parlato nella seconda parte della relazione dell'importanza del laboratorio dal punto di vista della metodologia didattica. Prendendo a riferimento la classificazione delle metodologie didattiche di A. Calvani [11], si può notare come il laboratorio (inteso sia come spazio fisico sia come spazio "mentale") sia un formidabile ambiente dove intercettare gran parte delle metodologie atte a stimolare un apprendimento significativo cioè, ricordiamo, quel tipo di apprendimento che consente di dare un senso alle conoscenze, permettendo l'integrazione delle nuove informazioni con quelle già possedute e l'utilizzo delle stesse in contesti e situazioni differenti, sviluppando la capacità di *problem solving*, di pensiero critico, di metariflessione e trasformando le conoscenze in vere e proprie competenze. Infatti, metodologie come apprendistato, approccio tutoriale, *cooperative learning*, *learning by doing*, *brain storming*, *problem solving* e scoperta guidata, la discussione/seminario, trovano la loro massima espressione nel contesto del laboratorio.

Naturalmente il laboratorio di fisica non si sottrae a questo "mandato" e può mettere in campo tutta una serie di dispositivi che vanno nella direzione della didattica moderna. La fisica è una disciplina epistemologicamente sperimentale e il laboratorio di fisica è il momento di effettivo avvicinamento ai fenomeni reali, alle loro caratteristiche e complessità.

Durante l'attività sperimentale, lo studente entra in contatto con il fenomeno reale, può intervenire per modificare e far funzionare le cose, capisce come le cose funzionano, e acquisisce tecniche sperimentali e tutto ciò non fa che aumentare le sue motivazioni. Non si tratta quindi di eseguire "ricette" ben confezionate, ma di indagare e ed evincere leggi, relazioni, verificare ipotesi o leggi, costruire modelli interpretativi e poi testarli evidenziandone i limiti di validità. È importante che lo studente apprenda l'attività della sperimentazione, la capacità di enucleare gli elementi fondamentali, sui quali impostare l'attività, da quelli non interessanti. Certamente occorre organizzare il laboratorio appropriatamente in modo che sia stimolato il *conceptual learning*, cioè la capacità di padroneggiare concetti base della fisica, affrontandoli attraverso la realtà sperimentale e riuscendo a distinguere ciò che può essere dedotto dall'osservazione e misurazione da ciò che si deduce dalla conoscenza della legge o da un'ipotesi teorica. Lo studente deve avere la possibilità di agire in autonomia, fare scelte, sia pure minime, procedere per tentativi ed errori, sviluppare strategie.

Si possono anche evidenziare obiettivi più strettamente addestrativi o procedurali come quelli legati all'apprendimento dell'uso degli strumenti e alle procedure di misura e analisi dei dati: capire lo strumento di misura e le sue caratteristiche, imparare a usare correttamente gli strumenti per ridurre gli errori sistematici, imparare a registrare correttamente i dati e a propagarne gli errori associati secondo le modalità di misura, imparare a valutare e separare errori casuali ed errori sistematici,

imparare a raccogliere i dati in tabelle e a rappresentarli graficamente in modo da interpretare i risultati, imparare a tenere un registro di laboratorio in ordine, con indicazione delle condizioni sperimentali, imparare a lavorare in team, a scambiare idee, discutere e confrontarsi.

### **3.4 L' Inquiry-Based Science Education (IBSE)**

Una metodologia che sostanzialmente riesce a comprendere in modo armonico gli elementi significativi di cui ho scritto finora e l'Inquiry-Based Science Education (IBSE), una metodologia didattica che si pone l'obiettivo di riproporre in classe le modalità proprie dell'indagine scientifica. In particolare, citando Internet Environments for Science Education, di Linn, Davis e Bell, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2004, con il termine inquiry si intendono “*una serie di processi messi in atto dagli studenti in modo intenzionale come: saper diagnosticare problemi, commentare in modo critico gli esperimenti e individuare soluzioni alternative, saper pianificare un'indagine, formulare congetture, ricercare informazioni, costruire modelli, saper discutere e confrontarsi tra pari, formulare argomentazioni coerenti*”. Questo metodo sta riscuotendo parecchio consenso a livello internazionale e rimandiamo ad altre fonti [12] per un'esposizione della sua articolazione specifica. Qui mi limiterò a dare un'idea del metodo e delle sue caratteristiche più salienti.

Nell'IBSE l'obiettivo, è quello di condurre gli allievi ad investigare sistemi fisici con un considerevole livello di autonomia e, quindi, di coinvolgerli in un percorso che preveda tutte o buona parte delle attività di seguito descritte:

1. Il docente presenta un problema o uno scenario reale o autentico; successivamente, avvia una discussione in classe per stimolare domande significative; questa fase può essere condotta in assetto di *brainstorming*.
2. Il docente induce gli studenti a individuare le informazioni importanti, ad analizzarle e sintetizzarle.
3. Gli studenti sono chiamati a formulare ipotesi per rispondere alle domande emerse nelle fasi precedenti e proporre modelli di interpretativi del fenomeno sotto indagine.
4. Gli studenti, opportunamente stimolati, progettano semplici protocolli sperimentali o progetti di ricerca con lo scopo di validare quanto ipotizzato.
5. Si raccolgono i dati, qualitativi e/o quantitativi in laboratorio o si reperiscono da fonti affidabili (serie storiche, articoli che riportano risultati di esperimenti svolti da altri, etc.).
6. Si procede alla rappresentazione e all'analisi dei dati ottenuti, organizzandoli in tabelle e grafici.
7. Dopo la raccolta e la rappresentazione dei dati, gli allievi sono indotti a riflettere sulla congruenza tra i dati e l'adeguatezza degli stessi all'obiettivo posto inizialmente. Nel caso

vengano riscontrati errori procedurali, si procederà ad una riformulazione del protocollo di ricerca e ad una ripetizione della rilevazione dei dati.

8. Gli allievi rifletteranno e discuteranno su quanto fatto fino a questa fase, individueranno le relazioni tra le variabili e i nessi di causalità fra esse. Gli studenti saranno chiamati a scegliere tra diverse spiegazioni e ad argomentare le proprie scelte.
9. In questa fase gli studenti dovranno formalizzare tutte le considerazioni e i dati raccolti elaborandoli un quadro scientificamente coerente. E' anche il momento della comunicazione della loro esperienza e il docente può richiedere un preciso strumento per attuarla (scrittura di una relazione, di un articolo scientifico etc. ).
10. Qualora il feedback ricevuto dagli studenti sia alto o la loro esperienza lo permetta, il docente può richiedere un confronto del loro lavoro con lavori analoghi condotti in altri contesti.

Si possono distinguere cinque livelli di *Inquiry* a secondo del ruolo di guida svolto dal docente durante il percorso dei suoi studenti: *interactive demonstration* (il docente realizza l'esperimento e controlla gli apparati di misura), *guided discovery* (il docente realizza l'esperimento, controlla gli apparati di misura, gli studenti eseguono lo stesso dopo il docente ), *guided inquiry* (gli studenti lavorano in team realizzano l'esperimento sotto preciso mandato del docente), *bounded inquiry* (gli studenti lavorano in team, realizzano l'esperimento e il docente svolge un ruolo marginale), *open inquiry* (gli studenti lavorano in un dato contesto e sono loro a proporre il tema di ricerca e l'esperimento)

Naturalmente non è sempre detto che tutti i passi elencati possano o debbano essere svolti, in quanto molto dipende dagli obiettivi che ci si pone e dal problema da cui si parte: è l'insegnante che deve decidere a che livello di *inquiry* vuol far lavorare gli studenti.

### **3.5 Esperimento per la misura del coefficiente di attrito dinamico con il metodo energetico**

Come ho accennato nell'introduzione, l'esperienza significativa che intendo descrivere nelle pagine successive è legata ad un'esperienza condotta all'interno del corso di Laboratorio di Fisica tenuto dal Prof. Aurelio Agliolo Gallitto. L'apparato di misura è mostrato in fig. 3.1 e sostanzialmente permette di calcolare il coefficiente di attrito dinamico fra il blocchetto di legno mostrato in figura e



fig.1: apparato di misura

il piano di lavoro su cui il blocchetto è fatto scivolare [13,14].

Si lancia con velocità iniziale nota un oggetto di massa  $m$  sopra un piano orizzontale e si misura la posizione, rispetto al punto di lancio, in cui l'oggetto si ferma. Il corpo può essere messo in moto da una molla compressa di una quantità nota  $x$  e costante elastica nota  $k$  e quindi si può misurare la distanza  $l$  fra il punto in cui la molla è a riposo e il punto in cui l'oggetto si ferma. Come vedremo, quando  $x \ll l$ , si può assumere, dal principio di conservazione dell'energia, che tutta l'energia potenziale  $\Delta U_m$  immagazzinata dal sistema massa-molla si converte in energia cinetica  $\Delta K$  del blocco. Di contro, nella fase di moto successiva al distacco del blocco dalla molla, tutta l'energia cinetica del blocco verrà dissipata a causa del lavoro compiuto sul corpo in movimento dalla forza di attrito dinamico presente fra blocco e piano.

### 3.5.1 Percorso didattico

In questo paragrafo descriverò schematicamente le caratteristiche essenziali che devono possedere gli studenti per realizzare l'esperienza e gli obiettivi e le competenze che si possono raggiungere.

Studenti a cui è rivolto: alunni di liceo scientifico al terzo anno di fisica che conoscono l'ambiente di laboratorio.

Tempi di realizzazione: 4h in laboratorio più 1h di prova di verifica finale.

Materiale necessario per lo svolgimento dell'attività: l'apparato sperimentale di fig. 1 è costruito con materiali reperibili sul mercato assemblabili eventualmente con l'ausilio del tecnico di laboratorio. Volendo condurre l'esperienza in piccoli gruppi, occorrono più apparati; un computer dotato di software con foglio elettronico o, in alternativa, carta millimetrata; un metro, una bilancia.

#### Prerequisiti

- Leggi di proporzionalità diretta e leggi quadratiche
- Cinematica: moto rettilineo uniforme, moto rettilineo uniformemente accelerato
- Dinamica: i principi della dinamica, la legge di Hooke, forza di attrito fra superfici, principio di conservazione dell'energia meccanica, teorema lavoro-energia

- Teoria degli errori

- Analisi dei dati

#### Obiettivi e concetti

- Studio delle forze di attrito
- Calcolo del coefficiente di attrito dinamico
- Studio delle diverse forme di energia
- Studio dei trasferimenti di energia da una sistema ad un'altro.

#### Competenze

- Trasporre da un linguaggio naturale a un linguaggio formale (matematico, grafico, digitale) e viceversa o da un linguaggio formale a un altro
- Sapere lavorare in gruppo
- Sapere identificare nessi di causalità
- Ricercare un riscontro obiettivo delle proprie ipotesi interpretative
- Comunicare conformemente al rispetto dei fatti i risultati delle proprie indagini
- Individuazione delle variabili e relazioni significative sulla base di analisi di sistema
- Raccogliere ed elaborare informazioni significative da grafici e tabelle
- Saper individuare concetti fisici fondamentali nella realtà quotidiana

#### Verifica degli obiettivi

Prova scritta (durata 1h) somministrata agli studenti a fine unità, consegna di una relazione di laboratorio scritta dallo studente alla fine dell'unità didattica.

#### Strumenti di valutazione delle competenze

Schede di osservazione compilate dal docente durante l'attività, relazione consegnata dagli alunni alla fine dell'unità didattica.

Il taglio didattico da dare all'esperienza dipende molto dalla classe con cui il docente lavora. Sicuramente questo tipo di attività si presta benissimo e trova la sua massima espressione in una metodologia didattica di tipo *inquiry*. Il livello dell'*inquiry* va naturalmente valutato con attenzione in base al livello degli studenti. Nel nostro caso, in presenzadi eccellenze o di classi di alto livello, non è da escludere un *open inquiry* in cui gli studenti, opportunamente stimolati dal docente, costruiscano da soli l'apparato di misura.

### 3.5.2 Diagramma di corpo libero e teorema lavoro-energia

Ritornando al nostro sistema, passiamo ora alla descrizione della fisica che ne regola il comportamento. Il diagramma di corpo libero per il sistema fisico oggetto dell'esperienza di laboratorio va descritto per le due fasi diverse del moto. Come si evince dai diagrammi, durante l'elongazione della molla [15]

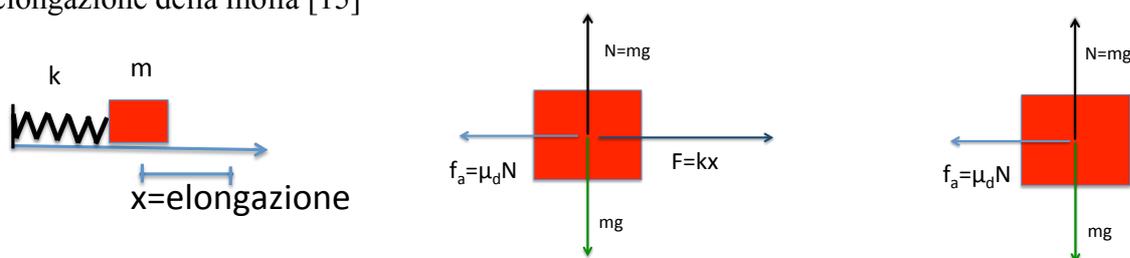


fig.2: diagramma di corpo libero della blocco di legno. A sinistra schema del sistema, al centro diagramma durante la prima fase del moto, a destra diagramma durante la seconda fase del moto

agiscono in orizzontale sulla massa  $m$  sia la forza di attrito che la forza della molla. Durante la seconda fase, dopo il distacco, agisce soltanto la forza di attrito  $f_a = \mu_d N = \mu_d mg$ , (naturalmente in verticale la forza peso  $P = mg$  uguaglia la forza normale  $N$  durante tutto il moto) che rimane costante. Applicheremo il teorema lavoro-energia  $L = \Delta K$  per analizzare il nostro sistema ( $L$  è il lavoro totale compiuto dalle forze esterne applicate al sistema).

Per il teorema lavoro-energia cinetica (essendo noto che il lavoro compiuto dalla forza della molla è  $L_m = -kx^2/2$  e il lavoro di  $f_a = \mu_d mgd$ , dove  $d$  è lo spostamento della massa) avremo nella prima fase

$$\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \mu_d mgx$$

Nella seconda fase avremo invece

$$\frac{1}{2}mv^2 = \mu_d mgl$$

Sostituendo il primo termine della seconda equazione nella prima equazione, otteniamo

$$\frac{1}{2}kx^2 = \mu_d mgx + \frac{1}{2}mv^2 = \cancel{\mu_d mgx} + \mu_d mgl$$

Nell'ultimo membro il termine  $\mu_d mgx$  può essere trascurato quando  $x \ll l$  (vedremo che le condizioni sperimentali consentiranno di fare questa approssimazione).

A questo punto, abbiamo trovato un legame fra il coefficiente di attrito dinamico  $\mu_d$  e grandezze tutte note ( $k$  e  $g$ ) e misurabili ( $x$  e  $l$ ).

### 3.5.3 Aspetti concettuali del problema

E' di grande importanza che il docente, prima di proporre un percorso didattico o anche un'esperienza di laboratorio, tratti la tematica che vuole affrontare in tutte le sue sfaccettature. Fra le varie ragioni didattiche, metodologiche, concettuali, e tecniche due fra tutte a mio avviso emergono. Una prima ragione è che se il docente non ha chiaro il problema sin dall'inizio rischia di perdere l'occasione di sfruttare aspetti del tema che possono risultare fondamentali dal punto di vista didattico e pedagogico. Una seconda ragione è che sfaccettature non considerate inizialmente dal docente possono comunque emergere a seguito di discussioni e di interazioni in classe e questo può avere come conseguenza in alcuni casi una mancata realizzazione degli obiettivi che il docente si era prefissato.

Cosa, per esempio, possiamo dire dell'esperimento appena descritto? Quali concetti presuppone? Quali concetti introduce? Quali dispositivi possono o devono essere attivati dal docente affinché il suo lavoro abbia successo? Vediamo cosa si può dire circa l'esperienza che ho scelto di analizzare.

L'attrito radente o l'attrito di scorrimento è la forza che si esercita tra due corpi posti a contatto e

che, in generale, si oppone al loro moto reciproco. Per mantenere il moto dei corpi in contatto, occorre applicare una forza esterna, altrimenti il moto fra le superfici si arresta. La fisica di questa forza è molto complicata.

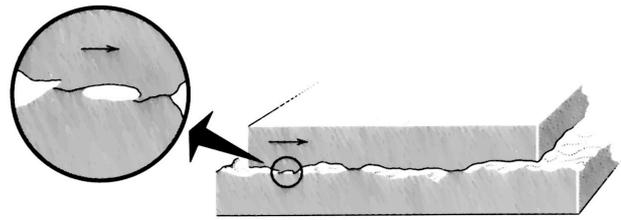


fig.3: irregolarità microscopiche.

Per comprenderne l'origine occorre considerare il fatto che le due superfici di contatto sono irregolari a livello microscopico e quindi presentano delle protuberanze di varie dimensioni e forme. Vi sono molti punti di contatto in cui sembra che le protuberanze si congiungano l'una all'altra e poi, quando il corpo che scorre è spinto via, esse si disgiungono e ne segue una vibrazione. Per fissare le idee, supponiamo di avere un corpo di massa  $m$  che si muove sul pavimento. È evidente dal nostro quotidiano che, se posto in movimento con una certa velocità iniziale  $v$  e lasciato libero di muoversi, il corpo dopo aver percorso un certo tratto di spazio si arresta. La sua energia cinetica iniziale  $K=mv^2/2$  va cioè diminuendo durante il moto fino a diventare zero. La causa della dissipazione di energia cinetica del sistema è proprio dovuta dal fatto che durante il moto il corpo che scorre "salta" sulle protuberanze queste si deformano elasticamente, generando onde e moti atomici e plasticamente. Nonostante l'enorme complessità del fenomeno a livello microscopico, è notevole che, empiricamente, la forza di attrito radente dinamica  $f_a$  possa essere descritta dalla una semplice legge  $f_a=\mu_d N$ , dove  $\mu_d$  è il coefficiente di attrito dinamico che caratterizza le due superfici e  $N$  è la forza che il pavimento esercita sul corpo in direzione perpendicolare alla pavimento stesso.

Altro aspetto molto importante del problema è individuabile nel concetto di approssimazione. In effetti nella prima fase del moto abbiamo supposto di trascurare il lavoro delle forze di attrito (questo può essere fatto a rigore solo se  $x$  è molto minore di  $l$ ). Trascurare questo termine ha *in primis* due vantaggi, uno di tipo tecnico e l'altro di tipo didattico. Il vantaggio tecnico è legato al fatto che l'approssimazione semplifica molto le equazioni e permette di giungere ad una relazione fra le quantità misurabili che, come mostrerò nel prossimo paragrafo, può essere opportunamente analizzata con le tecniche della regressione lineare. Il secondo vantaggio è che il trascurare il termine di lavoro della forza di attrito durante l'azione della molla, permette operativamente di veicolare il concetto di approssimazione in fisica. Questo concetto, fondamentale nell'epistemologia di questa disciplina, è insito nella strategia di indagine scientifica e consente di individuare in fase operativa quali possano essere i limiti delle leggi che si ricavano in fase di analisi (questo aspetto è riconducibile ad uno dei nuclei fondanti metodologici della fisica come si evince dalla tab.1). Nel nostro caso, per esempio, gli studenti avranno chiaro che la legge che

ricaveranno sarà valida solo quando  $x \ll l$ , e (sperabilmente!) si aspetteranno una deviazione dalla relazione trovata quando  $x$  è invece dello stesso ordine di grandezza di  $l$ .

Altro vantaggio dell'approssimazione è che di fatto permette di applicare, nella prima fase del moto, il concetto di conservazione dell'energia meccanica, riconducibile, come si può vedere dalla tab.1, a uno dei nuclei fondanti della fisica. Inoltre, il fatto che nella prima parte del moto il valore dell'energia potenziale diminuisca fino ad essere convertita in energia cinetica e che poi quest'ultima, nella seconda parte del moto venga dissipata a causa dell'attrito conduce in modo diretto alla questione della conversione dell'energia da una forma all'altra. Questo aspetto può essere utile all'interno di un percorso formativo di laboratorio riguardante tematiche energetiche, al fine di stimolare i docenti di fisica a portare in aula e in laboratorio questi argomenti e contribuire così ad aumentare la consapevolezza che gli studenti hanno riguardo, per esempio, alle fonti energetiche rinnovabili. Al di là delle competenze enucleate nel par. 3.5.1, le ulteriori possibili competenze trasversali attivate da questa macro-tematica sono pienamente inquadrabili nell'ambito delle competenze chiave di cittadinanza attiva (Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio "Relativa a competenze chiave per l'apprendimento permanente", 2006), di cui ho parlato nella seconda parte della relazione, nella parte riguardante in particolare le competenze sociali e civiche e lo spirito di iniziativa e imprenditorialità.

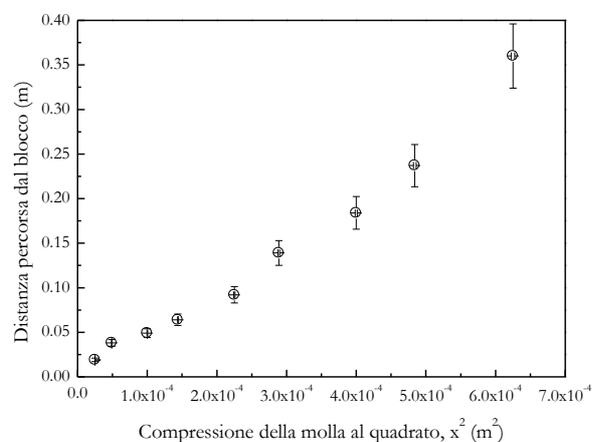
### 3.5.4 Misura del coefficiente di attrito dinamico

Passo adesso alla disamina degli aspetti legati alle misure e all'analisi dei dati. Come si può dedurre dall'ultima equazione del par. 3.5.2,

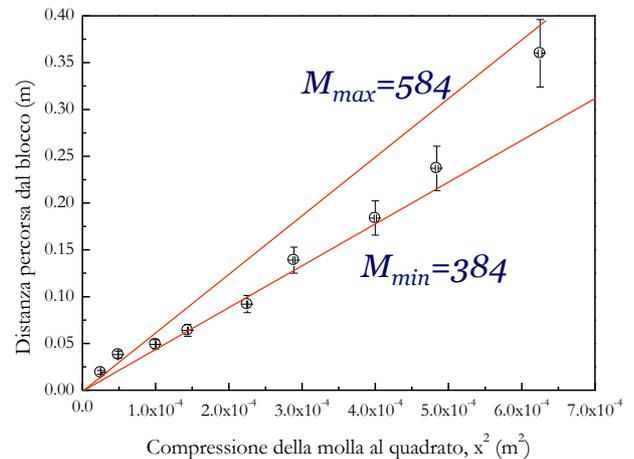
$$\frac{1}{2}kx^2 = \mu_d N \ell = \mu_d m g \ell \quad \Rightarrow \quad \mu_d = \frac{kx^2}{2mg\ell}$$

possiamo ricavare il coefficiente di attrito dinamico in funzione di parametri noti o misurabili. In particolare, abbiamo realizzato l'esperimento durante il tirocinio con un blocchetto di legno di massa  $m=66$  g e una molla di costante elastica  $k=400$  N/m (quest'ultimo valore rappresentava un parametro noto a priori, una specifica dello strumento).

Nel grafico accanto è possibile osservare la distribuzione dei dati con gli errori associati. Sull'asse delle ordinate si pongono i valori di  $x^2$  sull'asse delle ascisse il valore di  $l$ , la distanza percorsa dal blocco dopo il distacco dalla molla. La rappresentazione dei dati di questo esperimento è a mio avviso un



punto cruciale. In effetti, sembrerebbe più naturale rappresentare  $l$  in funzione di  $x$  (la variabile che effettivamente viene misurata direttamente). Una tale rappresentazione comporterebbe però la necessità di effettuare un'analisi dei dati per mezzo di una regressione parabolica utilizzando quindi un software specifico. Se il docente non vuole in questa fase dell'esperienza stimolare l'acquisizione di competenze tecnologiche per lo studente, può suggerire di trovare un modo per calcolare dai dati il coefficiente di attrito dinamico a partire da un legge lineare. Questo si può fare considerando di rappresentare  $l$  come funzione di  $x^2$  stando attenti a propagare l'errore correttamente sulla variabile  $x^2$  (infatti, per la teoria degli errori,  $\Delta x^2 = 2x\Delta x$ ). Nel grafico accanto si può apprezzare l'andamento lineare abbastanza buono di dati con i valori di minima ( $M_{\min}$ ) e di massima ( $M_{\max}$ ) pendenza delle rette di regressione ( $M=k/(2\mu_d mg)$ ).



Qualora il docente lo ritenesse adatto agli scopi didattici che si è prefissato, questi dati possono essere rappresentati su carta millimetrata o su un generico foglio elettronico.

Si può notare come, per piccoli valori di  $l$ , le rette non si adattano bene ai dati. Ci aspettiamo che succeda questo perché siamo fuori dai limiti di validità della nostra approssimazione. Naturalmente questo è un altro punto cruciale su cui il docente deve fare in modo che gli studenti focalizzino la loro attenzione ponendo a mio avviso la questione in termini problematici e non fornendo direttamente alcuna risposta.

Con questo tipo di esperimento e raccolta dati [16], il modo corretto di ottenere il valore della pendenza è quello della semisomma  $M_{\text{best}} = (M_{\text{max}} + M_{\text{min}})/2 = 484$  con errore associato  $\delta M_{\text{best}} = (M_{\text{max}} - M_{\text{min}})/2 = 100$  ottenuto con la semidispersione. Sfruttando poi la relazione  $\mu_d = k/(2Mmg)$  e propagando l'errore su  $M$  (le altre grandezze hanno errore trascurabile rispetto a  $M$ ), abbiamo ottenuto il valore finale  $\mu_d = 0.64 \pm 0.13$ .

Questo esperimento si presta a degli sviluppi che possono accrescerne la spendibilità in ambito scolastico. Per esempio, dopo aver fatto la regressione lineare, si può chiedere ai ragazzi di procedere all'analisi dei dati con  $l$  in funzione di  $x$  e fare regressione parabolica confrontando alla fine il valore di  $\mu_d$  ricavato in questo caso con quello precedente. Oppure, cambiando piano di lavoro o blocchetto, si possono misurare i coefficienti di attrito fra varie superfici e chiedere loro di osservare fenomeni nel loro quotidiano che possano essere interpretati in base ai diversi coefficienti trovati. Oppure ancora, qualora il laboratorio ne sia dotato, si può chiedere agli studenti di misurare

$\mu_d$  a partire dai valori della velocità iniziale del blocchetto al rilascio dalla molla utilizzando un sensore di posizione e velocità ad ultrasuoni e sfruttando la relazione, ricavata nel par.3.5.2,

$$\frac{1}{2}mv^2 = \mu_d mgl$$

Quest'ultima modifica rende ancora più interessante l'esperienza perché stimolare l'acquisizione di competenze digitali da parte degli studenti è uno dei compiti del docente, in linea con le direttive europee circa l'acquisizione delle competenze chiave per l'apprendimento permanente.

### **3.5.5 Difficoltà tecniche, concettuali e problemi di linguaggio**

Chiudiamo l'analisi dell'esperimento scelto analizzando le difficoltà tecniche, concettuali e i problemi di linguaggio in cui gli studenti e il docente possono incorrere durante l'attività [17].

Durante la realizzazione dell'esperienza, spesso il blocchetto ha compiuto un moto rototraslatorio. Questo effetto è dovuto al fatto che quella che ho definito finora forza di attrito non è un'unica forza applicata al centro di massa del sistema, ma è l'insieme di un numero enorme di forze che rappresentano le interazioni blocco-pavimento applicate localmente su tutti i punti del blocchetto. Tali forze dipendono dalla forma e dalle dimensioni delle protuberanze presenti sulle superfici di contatto e per questo motivo possono essere diverse da un punto all'altro del blocchetto. A causa di ciò, la somma dei momenti torcenti delle forze di attrito può essere diversa dal vettore nullo, causando una rotazione del blocco. In buona sostanza, ciò che accade alla separazione tra le due superfici è un problema molto complicato: si hanno abrasione, deformazione, asperità, microsaldature, tensioni e sforzi trasversali sia nel blocchetto che nel pavimento.

In fase di rilevazione dati, sono stati presi soltanto valori di  $l$  relativi a moti unicamente traslatori poiché nella derivazione delle equazioni che descrivono il sistema non si è tenuto conto del termine di energia rotazionale. Questo termine, essendo essenzialmente legato alle forze di interazione microscopiche distribuite fra le superfici che variano in modo casuale da punto a punto, non può essere determinato a priori.

A questa difficoltà tecnica corrisponde quella che può diventare una difficoltà concettuale come dimostrato in letteratura [17]. Il concetto di pseudo-lavoro (lavoro fatto dalla risultante delle forze applicate a un sistema fisico) e di forze distribuite, se esposto agli studenti con la non dovuta attenzione, può ingenerare misconcetti che possono perdurare per molto.

Mentre quindi il docente espone la lezione o commenta gli esperimenti deve evitare di usare locuzioni del tipo "lavoro fatto dalla forza totale" o "lavoro fatto contro la forza totale".

L'attività descritta, di fatto, coinvolge sia elementi legati al tema dell'energia (lavoro della forza di attrito, lavoro della molla, energia potenziale, energia cinetica, etc.), sia elementi propri della

dinamica (forza di attrito, forza elastica etc.). Naturalmente, quindi, il docente deve porre attenzione anche a non usare termini o locuzioni del tipo “forze che fanno muovere i corpi” (piuttosto che accelerare!), “le forze di attrito si oppongono sempre al moto” (la forza di attrito esercitata sulla nostra scarpa dal terreno ci accelera mentre camminiamo!), “la forza vince l’inerzia del corpo” (lo studente potrebbe cominciare a pensare all’inerzia come una forza contrastata da altre forze!).

Ancora, occorre porre molta attenzione quando abbiamo a che fare con sistemi dove agisce la forza di attrito dinamico e viene dissipata energia cinetica. In questi casi occorre evitare frasi del tipo “trasformare lavoro in calore” quando invece non avviene nessun trasferimento di calore (blocchetto e pavimento hanno la stessa temperatura!) e non c’è calore che risiede nei corpi. Questi modi di dire provengono dalla fisica del diciannovesimo secolo, non sono mai stati modificati e contribuiscono a creare preconcetti e misconcetti molto difficili a volte da trovare e correggere.

In generale l’uso di automatismi naturali del linguaggio quotidiano è dannoso per lo sviluppo e la comprensione di concetti basilari della fisica e come tale va evitato e scoraggiato.

### **3.6 Conclusioni**

Il percorso che ho tracciato in questa terza parte della relazione ha messo in evidenza come l’esperienza svolta all’interno del corso di Laboratorio di Fisica è ricca di spunti di riflessioni ed elementi di significatività. A dispetto della sua apparente semplicità (in effetti dal punto di vista meramente teorico, il sistema indagato è presente in molti libri sotto forma di esercizio), questo tipo di esperimento nasconde tutta una serie di nodi concettuali sia teorici sia sperimentali eccezionalmente utili. In effetti, abbiamo visto che molti elementi fondamentali descritti nei paragrafi 3.2 e 3.3 (nuclei fondanti disciplinari, nuclei fondanti metodologici, significatività della didattica laboratoriale, acquisizione di competenze, importanza del metodo *inquiry* in laboratorio), sono intercettati in molte fasi dell’attività descritta. A mio avviso quindi, questo esperimento porta in sé un bagaglio di concetti estremamente utili e importanti da renderlo proficuamente spendibile in ambiente scolastico. Inoltre, la metodologia generale con cui è stato analizzato e approfondito ha, a mio avviso, carattere generale e può essere utilizzata per qualunque altro esperimento realizzabile a scuola.

## **Conclusioni generali**

Alla fine di questo breve ma intenso percorso di formazione, posso tracciare un bilancio generale del mio tirocinio.

All'inizio di questo percorso, non avevo alcuna esperienza nell'ambito dell'insegnamento a scuola eccezion fatta per una breve supplenza nel 2009. La mia idea di docente era inoltre legata alla figura d'insegnante che avevo incontrato durante i miei anni da studente.

Il tirocinio di formazione attiva, in tutte le sue fasi, mi ha invece permesso di conoscere la professionalità richiesta a un docente oggi.

Durante la prima parte del tirocinio, ho avuto modo di imparare e approfondire i concetti teorici che stanno alla base della didattica e della pedagogia moderne. Le tematiche presenti nella teoria dell'apprendimento, nella metodologia didattica, in valutazione e in tecnologia per l'istruzione erano del tutto assenti dalla mia formazione precedente e adesso sono ben conscio del fatto che è inconcepibile la professione di docente senza questo bagaglio.

Il Tirocinio diretto mi ha permesso di mettere in pratica le conoscenze acquisite durante la prima parte del tirocinio. È chiaro che solo il contatto diretto con la realtà della scuola può consentire all'aspirante docente di calibrare e integrare tutti gli strumenti messi a disposizione dalle moderne teorie pedagogiche e didattiche. Nel mio caso, la significatività di questa esperienza è da ascrivere alla professionalità e disponibilità del mio tutor che si è sempre rivelato un aiuto preziosissimo in ogni momento.

Durante il tirocinio indiretto ho potuto invece conoscere il quadro di riferimento in cui il docente svolge la sua professione, esercita i suoi diritti, assolve i suoi doveri. Questa parte è stata fondamentale per comprendere quali dinamiche influenzino il docente durante il suo lavoro e quali invece possano essere innescate dal docente stesso.

Il tirocinio disciplinare mi ha fatto comprendere quanto sia importante per un docente conoscere la storia e la didattica laboratoriale della disciplina che insegna. La possibilità di elaborare percorsi didattici basati su un approccio storico o laboratoriale consente la programmazione di attività significative per gli alunni che vanno ben oltre i contenuti disciplinari, assecondando la richiesta da parte della società odierna di studenti che alla fine del loro ciclo d'istruzione siano in possesso di conoscenze ma anche e soprattutto di competenze spendibili nel mondo del lavoro.

La figura di docente che emerge alla fine del tirocinio è articolata e ricca di sfaccettature.

Per rendere efficace il proprio metodo d'insegnamento, il docente deve continuamente aggiornarsi e mettersi in discussione, deve sapersi autovalutare riflettendo sui propri stili d'insegnamento, interrogandosi sugli eventuali insuccessi scolastici; deve saper coniugare attività di progettazione e

programmazione con attività di valutazione e motivazione. Attraverso un ascolto costante e attento, egli deve entrare nel mondo degli adolescenti, analizzando e comprendendo le loro problematiche e le loro peculiarità e comunicando con loro senza mai stancarsi.

Il docente, dunque, ha il compito e la responsabilità non solo di far apprendere, ma, soprattutto, di sviluppare e promuovere negli studenti, oltre ad abilità e conoscenze essenziali, relazioni ed esperienze significative, perché possano contribuire al miglioramento di se stessi e della società in cui vivono.

## Bibliografia e sitografia

- [1] [http://www.miur.it/Documenti/universita/Offerta\\_formativa/Formazione\\_iniziale\\_insegnanti\\_corsi\\_uni/DM\\_10\\_092010\\_n.249.pdf](http://www.miur.it/Documenti/universita/Offerta_formativa/Formazione_iniziale_insegnanti_corsi_uni/DM_10_092010_n.249.pdf)
- [2] <http://www.cannizzaro.palermo.it/Scuola/Ilpianodell'offertaformativa/tabid/542/Default.aspx3>
- [3] A. Einstein, L. Infeld, *L'evoluzione della fisica*, Universale Bollati Boringhieri (2009).
- [4] [http://it.wikisource.org/wiki/Roma,\\_11\\_febbraio\\_1950\\_-\\_Discorso\\_pronunciato\\_da\\_Piero\\_Calamandrei\\_al\\_III\\_Congresso\\_dell'Associazione\\_a\\_difesa\\_della\\_scuola\\_nazionale](http://it.wikisource.org/wiki/Roma,_11_febbraio_1950_-_Discorso_pronunciato_da_Piero_Calamandrei_al_III_Congresso_dell'Associazione_a_difesa_della_scuola_nazionale)
- [5] <http://www.governo.it/rapportiparlamento/normativa/costituzione.pdf>
- [6] S. Bertuglia, M. Scarcella *Tirocinio Formativo Attivo - Imparare ad insegnare...insegnare ad imparare* Edizione Simone (2012).
- [7] <http://www.dm.unibo.it/rsddm/it/articoli/sbaragli/area%20matematica.pdf>
- [8] <http://people.ucsc.edu/~ktellez/shulman.pdf>
- [9] D'Alfonso R. (2000), "Un linguaggio condiviso per la costruzione dei curricoli", Convegno di studio dell'A.I.F. "Quali curricoli di Fisica nella scuola dei cicli", Cava dei Tirreni, 8-9 aprile 2000.
- [10] S. Pugliese Jona, C. Romagnino, E. De Masi, P. Di Loreto, "Nuclei fondamentali della Fisica", API, 1-2 (2000), <http://www.tiziana1.it/ebooks/Risorse/Nuclei-fondanti-mat.pdf>.
- [11] A. Calvani, *Elementi di didattica*, Carocci (2000).
- [12] Work Package 3 Report: Guide for developing ESTABLISH Teaching and Learning Units (Project No. 244749)
- [13] A. Agliolo Gallitto, E. Fiordilino, *Giornale di Fisica*, Vol. LII, p.283 (2011).
- [14] E. Fiordilino, A. Agliolo Gallitto, *Il Laboratorio di fisica nel progetto lauree scientifiche*, Aracne (2010).
- [15] R.B. Leighton, M.L. Sands, *La fisica di Feynman*, Zanichelli (2001).
- [16] J.R Taylor, *Introduzione all'analisi degli errori*, Zanichelli (1986).
- [17] A.B. Arons, *Guida all'insegnamento della fisica*, Zanichelli (1992).

L'ultima consultazione di tutte le pagine web elencate sopra risale al 06/07/2013.