



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
SUOR ORSOLA  
BENINCASA

FACOLTÀ DI SCIENZE DELLA FORMAZIONE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE  
IN

SCIENZE DELLA FORMAZIONE PRIMARIA

TESI DI LAUREA  
IN  
ELEMENTI DI FISICA

EDUCAZIONE SCIENTIFICA NELLA SCUOLA PRIMARIA  
MODELLI PER LA FORMAZIONE DEGLI INSEGNANTI

Relatore  
Prof.re  
Emilio Balzano

Candidata  
Daniela Maria Buccini  
Matricola 208000069

Anno Accademico 2015-2016

# Indice

## **Introduzione**

### **Capitolo Primo: La situazione attuale in Europa, problematiche e questioni aperte**

1.1 La concezione della Scienza e delle materie scientifiche: una new entry nel curriculum senza una secolare tradizione pedagogica.

1.1.1 Studio del centro di ricerca Observa.

1.1.3 Programmazione e curriculum: esperienze pratiche e attività laboratoriali.

1.1.4 Disciplina “giovane”, accantonata a vantaggio delle materie umanistiche che ha prodotto livelli di preparazione non elevati negli studenti.

1.2 La formazione dei docenti: il timore delle materie scientifiche e l'isolamento degli insegnanti da parte dell'università.

1.2.1 Science teacher attitude and beliefs

1.2.2 Approccio degli insegnanti riguardo gli aspetti contenutistico e didattico delle scienze.

1.2.3 Diverse linee di pensiero sul processo di apprendimento.

1.2.4 Nuovi bisogni educativi da gestire: insegnanti impreparati e soli.

1.3 Fattori determinanti nelle pratiche degli insegnanti (convinzioni, esperienze, conoscenze: learners teachers).

1.3.1 Le convinzioni degli insegnanti (teachers core beliefs)

1.3.2 Self-efficacy: l'autoefficacia di Bandura.

1.3.3 Autoregolazione e gestione consapevole dell'influenza delle credenze.

Bibliografia

### **Capitolo Secondo: Le proposte di miglioramento**

2.1 I modelli e le teorie per la formazione degli insegnanti

2.1.1 L'apprendimento sperimentato dal docente.

2.1.2 Imparare ad insegnare.

2.1.3 Il ruolo delle convinzioni nei modelli di formazione degli insegnanti.

2.2. Gli obiettivi delle ricerche in atto: le competenze dell'insegnante (Guidoni e il suo approccio all'insegnamento della fisica)

2.2.1 I problemi e le questioni irrisolte della ricerca

2.2.2 Ripensare l'approccio alle scienze per sviluppare un pensiero scientifico

2.2.3 Come trattare i contenuti di fisica

2.3 Piani di intervento per il rinnovamento dell'insegnamento delle Scienze in Europa: Scientific Training, IBSE e INQUIRY

2.3.1 Lo studio degli argomenti di scienze tramite il metodo dell'Inquiry

2.3.2 Strutturazione del processo di insegnamento-apprendimento intorno alle *core knowledge*,

2.3.3 Esempi di situazioni di apprendimento mediate dall'Inquiry,

Bibliografia

**Capitolo Terzo: Il ruolo delle attività sperimentali nell'apprendimento delle Scienze**

3.1 Osservazione e indagine scientifica, le basi per formulare ipotesi: metodo deduttivo e metodo induttivo

3.1.1 Metodo scientifico sperimentale: una rigidità superata

3.1.2 Il processo di astrazione.

3.1.3 A metà strada tra la prospettiva induttiva e deduttiva.

3.2 Esplorando lo sviluppo della conoscenza dei contenuti per i nuovi insegnanti di materie scientifiche: impatto combinato di studio ed esperienza

3.2.1 Dibattiti tra alunni e sviluppo di competenze argomentative.

3.2.2 Contenuti ed esperienze come strumenti principali per il docente.

3.2.3. Apprendimento euristico.

3.2.4. Science Knowledge for Teaching

3.3 Life Science secondo l'Università norvegese: lifeworld e fenomenologia (l'esperienza nella scuola norvegese)

3.3.1 L'approccio scientifico del sistema scolastico norvegese nei primi livelli di istruzione.

3.3.2 Lifeworld e fenomenology

### 3.3.3. Teacher training nel sistema universitario norvegese

Bibliografia

## **Capitolo Quarto: Il corso di Elementi di Fisica: dati e interviste per l'elaborazione di un modello**

### 4.1 Corso di Elementi di Fisica nel percorso di Scienze della Formazione Primaria

4.1.1 Motivazioni e premesse (quadro generale nella preparazione scientifica, inserimento nel percorso generale, aspettative degli studenti)

4.1.2 Strutturazione (contenuti, approccio, metodi, tempi, materiali di studio)

### 4.2. Corso pilota: le due prospettive

4.2.1 Il punto di vista dei ricercatori (il campione e le metodologie adoperate, criticità e situazioni inattese)

4.2.2 Il punto di vista degli studenti

### 4.3. Il corso in seconda edizione

4.3.1 Nuova strutturazione

4.3.2 Risultati in termini di apprendimento

4.3.3 Il punto di vista degli studenti

### 4.4 Il 73esimo circolo: la scuola dell'innovazione

4.4.1 Una scuola “norvegese”. Attenzione al metodo e all'ambiente di apprendimento

4.4.2 L'iniziativa dell'università

4.4.3 Docenti che hanno sposato il cambiamento (progetto università/scuola, resistenze, nuovi apprendimenti, collaborazione tra docenti, nuovo metodo)

### 4.5. Elaborazione di un modello di formazione scientifica dei docenti

4.5.1 Motivazioni dietro la necessità di un modello

4.5.2 L'importanza della comunità di pratiche

4.5.3 Caratteristiche del modello

Bibliografia

## **Conclusioni**

## **Allegati**



## **Introduzione**

Rispetto al passato, oggi la scienza è rivolta verso un filone di ricerca meno tradizionale, prendendo in considerazione fattori e punti di vista deliberatamente accantonati negli anni, perché considerati scomodi o di poco conto rispetto alla consolidata linea di pensiero.

Fino al secolo scorso, eravamo abituati a considerare il mondo e i fenomeni intorno a noi secondo la prospettiva che considera ogni sistema come la mera somma delle sue parti. Essa si rivela lineare e riduzionista, tanto da essere definita “cultura del macchinismo”, in cui l'appellativo lineare è dovuto al fatto che essa considera per ogni effetto una causa o una serie di cause la cui somma è riscontrabile esattamente in tale effetto; riduzionista, invece, sta per il modo di pensare secondo cui *“siamo abituati a cercare la spiegazione delle proprietà di un sistema assumendo che esse siano completamente determinate dalle proprietà delle sue parti”*<sup>1</sup> (Cini, 1999).

A partire dagli anni '60 del secolo scorso, il panorama delle scienze cambia radicalmente: invece di cercare di far “quadrare” i fenomeni irregolari, cercandovi variabili e comportamenti che ritornano, adesso ci si concentra sull'angolazione inversa, ovvero sottolineare che situazioni identiche possono generare conseguenze molto diverse tra loro e addirittura imprevedibili. È il paradigma della complessità ad affascinare i ricercatori e a governare il panorama scientifico, che lascia il riduzionismo per abbracciare un punto di vista globale. Questo significa prendere in considerazione il caos deterministico, ovvero la consapevolezza di non poter prevedere e controllare situazioni complesse e sistemi irregolari, benché questi possano essere analizzati e studiati, nella loro autoreferenzialità. La complessità comporta anche una irriducibilità della complessità a una mera struttura funzionale, in quanto livelli superiori non possono essere riducibili all'organizzazione dei livelli inferiori, anche per l'intervento spesso non prevedibile del caso, di fattori esterni che influenzano tutto il processo.

Questo comporta che ogni esperimento condotto e ogni teoria avanzata saranno sempre il punto di vista soggettivo di uno scienziato, benché questi si proponga di delineare la realtà oggettiva di un determinato fenomeno: dati empirici contraddittori e teorie discordanti altro non sono che verità parziali. Questo fa delle scienze una tipologia di

---

<sup>1</sup>Cini, M. (1999) Linguaggi scientifici e scienze della complessità. Ann. Ist. Sup. Sanità, vol.35, n.4, pag. 530

disciplina molto più vicina ad altre discipline non scientifiche, con un'epistemologia formata da tanti frammenti di verità, che non sono in contraddizione tra loro maneanche in continuità, rappresentano semplicemente punti diversi da cui osservare qualcosa.

Ciò va ad influire anche sulla modalità di concepire l'apprendimento, come percorso di una procedura estremamente irregolare, complessa e imprevedibile, con fattori esterni e casuali oppure di un proprio vissuto personale che determinano il processo caratterizzato dal caos deterministico per eccellenza.

La vicinanza con le altre discipline, fa di quella scientifica una materia che non si trova agli antipodi rispetto al resto del sapere, ma che si integra come un ingranaggio nella complessità della percezione del mondo circostante. Diversi linguaggi disciplinari e diverse prospettive di analisi della realtà fattuale portano a diverse forme di conoscenza, mediate da innumerevoli fattori che entrano in gioco nel processo di apprendimento, accanto al sapere formalizzato dal pensiero razionale. Il punto è che ogni soggetto è immerso nell'oggetto di conoscenza, adopera diversi aspetti della percezione ed è inconsciamente condizionato dal contesto più di quanto possa intuire. La comprensione giace nell'atto di voler spiegare agli altri ciò che si è provato e pensato per arrivare a una determinata conclusione, spiegato però come un osservatore esterno. È qui che si fondono conoscenza scientifica e conoscenza emotiva.

Sulla base di queste considerazioni, è stato concepito questo lavoro di tesi, un lavoro che assume una prospettiva interamente euristica ed interna ai contesti che indaga, in modo da poterne carpire la struttura stessa e i processi sottesi, come un *“soggetto interno a un metasistema che lo comprende insieme all'oggetto”*<sup>2</sup> (Cini, 1999).

L'obiettivo non solo dell'insegnamento delle scienze, ma anche di tutto il sistema educativo e scolastico, è quello di promuovere una cultura dell'integrazione, in cui ogni sapere può essere arricchito dalle varie visioni apportate dalle singole discipline che lo comprendono. Nasce così anche nella scuola l'esigenza di assumere una prospettiva complessa, in cui le implicazioni di singole variazioni e singole azioni rivestono ruoli fondamentali nella comprensione di un oggetto del sapere. Compito della scuola, infatti, è *“insegnare a ricomporre i grandi oggetti della conoscenza in una prospettiva*

---

2 Ibidem, pag. 534.

*complessa, volta a superare la frammentazione delle discipline e a integrarle in nuovi quadri d'insieme*”, come si legge nelle Indicazioni Nazionali<sup>3</sup>. Ogni discente deve essere consapevole dell'importanza dei contesti, deve possedere la capacità di contestualizzare e di concepire ogni singolo elemento come elemento referenziale, che assume un significato diverso a seconda della cornice di significati in cui è considerato. Preconoscenze ed esperienze personali acquisiscono, in questo discorso di referenzialità dei contesti, una grande rilevanza, andando a costruire nuovi orizzonti di senso, per sé e per gli altri attori coinvolti nel processo di apprendimento. In questo modo, nella scuola potrà svilupparsi *“l'idea di un essere umano integrale, capace di concentrare nella singolarità del microcosmo personale i molteplici aspetti del macrocosmo umano”*<sup>4</sup>.

È immediato notare che, al giorno d'oggi, le materie scientifiche nell'ambito scolastico sono apprezzate in maniera diffidente, ritenute da sempre accessibili a pochi, un qualcosa di ostico e incomprensibile da non poter evitare. Il nocciolo della questione sta nel fatto che anche coloro che dovrebbero trattare in maniera positiva e propositiva i concetti scientifici (i docenti stessi) molto spesso sono i primi a porsi nella maniera sbagliata nei confronti delle suddette materie, con un approccio perlopiù nozionistico e meccanico, facendo apparire le discipline scientifiche come contenuti aridi e stereotipati, complessi e di cui si può sperimentare una conoscenza solo mnemonica, facendo in tal modo non solo disamorare ma proprio intimorire i discenti.

Per favorire l'interesse nei confronti degli studi scientifici, si ritiene indispensabile ristabilire, in coloro che vi si rapportano, la convinzione che la scienza non è una disciplina riservata a pochi, ma al contrario, che è possibile trovare un modo per far sì che per tutti ci sia la possibilità concreta di ottenere dei buoni risultati in questo campo. È stato provato, nelle numerose ricerche e negli studi approfonditi riportati in questa sede, che le attività che integrano esplorazione di fenomenologia e teoria hanno un notevole impatto sulla motivazione e sull'efficacia dell'apprendimento. Questo tipo di attività permette in primo luogo di favorire l'apprendimento di attitudini scientifiche, approcciando il metodo deduttivo, e in secondo luogo di stimolare la curiosità e la

---

<sup>3</sup> Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione. Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. Settembre 2012, pag.8.

<sup>4</sup> Ibidem, pag.8.



motivazione degli alunni. Essi potranno sperimentare concretamente quanto appreso in maniera teorica dai libri di testo, o meglio ancora potranno da soli dedurre l'andamento dei fenomeni ancora prima di averli affrontati in maniera astratta, in modo da sviluppare una prospettiva scientifica e un pensiero logico-razionale, ipotizzando cause ed effetti dei fenomeni e collegandoli tra loro, individuandone invarianze e analogie. I saperi scientifici non hanno ancora raggiunto una propria peculiarità metodologica e, di conseguenza, risultano frammentati e incoerenti tra loro. Gli insegnanti si appoggiano prevalentemente ad un percorso didattico per così dire lineare, in cui singoli argomenti vengono presentati agli alunni come isole, indipendenti e a sé stanti, separati dagli argomenti della stessa disciplina e dagli argomenti delle altre discipline attigue, facendoperdere in questo modo tutta quella cornice di collegamenti propedeutici tra i contenuti scientifici. L'apprendimento è ridotto a mero esercizio mnemonico di leggi prestabilite e imposte dall'alto, oppure di formule incomprensibili nell'espressione e nel significato. Dunque, un apprendimento definito solo in relazione a se stesso, privo di ogni tipo di collegamento interdisciplinare e trasversale.

Tuttavia, dal momento che neanche l'insegnante, fonte primaria per l'alunno da cui attingere sapere, ha ben chiaro l'argomento trattato e non si arrischia ad ampliare le spiegazioni per timore di addentrarsi in un terreno in cui non si sente perfettamente a suo agio, di conseguenza anche l'alunno avrà difficoltà a orientarsi tra i concetti della disciplina, anch'egli temendo l'ignoto, invece di esserne incuriosito e stimolato. Dunque, è proprio questo il punto cruciale da cui partire per stabilire una modalità diversa per strutturare la **formazione dei docenti**.

Oggi appare sempre più chiara la situazione di abbandono degli insegnanti nelle scuole, lasciati alle proprie convinzioni elementari e alle proprie metodologie spesso inadeguate per una materia che invece necessita di un approccio dinamico ed euristico. La formazione che essi hanno ricevuto è esattamente quella che i loro formatori hanno ricevuto prima di loro, e che gli insegnanti trasmetteranno a loro volta ai loro studenti; per porre fine a questo circolo vizioso, è necessario fornire gli strumenti (ancor prima delle conoscenze) necessari per analizzare ed elaborare i dati che la materia scientifica propone, per costruire modelli e teorie.

Sviluppare un pensiero scientifico significa innanzitutto cambiare la prospettiva da cui

guardare alle scienze, nonché la via d'accesso a tale disciplina. La nuova chiave di lettura delle materie scientifiche deve prevedere una formazione caratterizzata da **metodi pratico-esperienziali**, vicini agli stili cognitivi degli studenti, per far sì che essi possano maturare un pensiero analitico, basato sull'indagine e sull'**apprendimento significativo per scoperta**. Solamente allora i concetti scientifici non saranno mere nozioni inculcate per via trasmissiva e unidirezionale, ma saranno visti finalmente come strumenti per l'analisi dei fenomeni osservabili nel quotidiano, come le risposte alle domande che sorgono dall'osservazione di oggetti e relazioni di causa-effetto nel mondo fisico circostante.

A prescindere dalla disciplina, un insegnante in generale è prima colui che apprende, è coinvolto in prima persona nel processo di apprendimento, coerentemente con il concetto di costruttivismo.

In particolare nelle scienze, la natura problematica dei fenomeni fa sì che l'insegnamento necessiti di una forma, di essere guidato in una direzione piuttosto che in un'altra e in questo **inquiry-based instruction** può fornire un grande supporto. L'esperienza diventa il centro della pratica educativa e il primo approccio alle scienze, anche per l'insegnante, che tocca con mano quello che poi spiegherà e dovrà indagare con i suoi alunni.

In base ai punti non risolti del sistema scolastico e universitario riguardo il processo di insegnamento-apprendimento delle scienze, tutti gli elementi sopra citati nella cui direzione la ricerca sta lavorando, hanno costituito la base su cui erigere un modello di formazione scientifica degli insegnanti. La parte sperimentale si articola intorno a due contesti principali: da una parte la formazione di docenti pre-service, ovvero di studenti universitari che si preparano alla professione docente, e dall'altra la formazione di docenti in-service, vale a dire insegnanti in carriera che hanno sposato il cambiamento concettuale (Conceptual Change) e sono pronti a rivedere il loro approccio alle materie scientifiche.

I partners del lavoro di sperimentazione, condotto dall'equipe di ricercatori del Dipartimento di Fisica dell'Università Federico II di Napoli, sono stati:

gli studenti della facoltà di Scienze della Formazione Primaria dell'Università Suor Orsola Benincasa, degli anni accademici 2014/2015 e 2015/2016, i quali hanno

costituito il campione su cui verificare l'efficacia del metodo di formazione adoperato nel Corso di Elementi di Fisica, con elementi aggiuntivi e modifiche apportati nel riproporre il corso l'anno successivo;

docenti e bambini del plesso Madonna Assunta del 73° Circolo di Napoli a Bagnoli, che hanno preso parte alle sperimentazioni effettuate, da un lato per proporre il nuovo approccio alle docenti in formazione e dall'altro per appurarne l'utilità nell'insegnamento delle scienze ai bambini.

Il punto in comune tra i due ambiti di ricerca, che ha costituito il cuore dell'attività portata avanti dal team di ricercatori e che ha fornito l'ispirazione per il presente lavoro di tesi, è la sperimentazione di **una nuova metodologia**, un nuovo criterio di operare per la comprensione e l'acquisizione di competenze scientifiche trasversali. Esso mira a sviluppare le capacità matematiche, apprese costruendo modelli a partire da dati trasformati in pensiero astratto, ma anche le capacità scientifiche, padroneggiando strumenti e metodi sperimentali. Il pensiero critico, così messo a punto, permette di analizzare anche fenomeni più complessi, con il metodo di ricercare in tutte le cose l'invarianza e approfondirne le cause.

In particolare, il metodo messo a punto durante il corso prevedeva l'opportunità di entrare in **contatto diretto con i fenomeni** attraverso esperimenti, osservazioni, raccoltadati, ecc. Molti studenti sottolineano nei dati analizzati (interviste, focus group, prove scritte) l'incomparabile supporto rilevato nella **condivisione delle esperienze con i parie del lavoro in gruppo**. Discutere con i propri pari, ovvero con coloro che condividono le stesse esperienze formative, dà agli studenti l'occasione per verificare il proprio apprendimento ed inoltre fornisce chiarimenti e rafforzamenti nel caso di dubbio o erronea comprensione. È altresì importante poter fare riferimento a una figura che supervisiona e supporta il processo di apprendimento dei docenti in formazione, una figura autorevole e affidabile, a cui ricorrere in caso di perplessità o incomprendimento. Nel caso degli studenti in formazione, sarà il docente del corso che essi seguono, ma talvolta anche i docenti in carica hanno la necessità di confrontarsi e chiedere aiuto a un **tutor di riferimento**. In questo modo, anche i docenti in carica potranno fungere da figura di riferimento, di guida e di accompagnamento per i loro alunni, stando attenti al contempo a lasciare loro la possibilità di raggiungere poco a poco la comprensione dei

contenuti trattati.

La **didattica laboratoriale** ha fornito la traduzione pratica della teoria nella realtà fattuale, attraverso l'adozione di un **approccio fenomenologico** ai concetti scientifici, lasciando che i discenti lavorino insieme (**peer tutoring**) per la **co-costruzione dei saperi**. I futuri docenti acquisiscono non solo un metodo di apprendimento, basato sulla **metacognizione**, a partire dalla rielaborazione delle proprie **preconoscenze**, ma anche un metodo di insegnamento, ovvero un nuovo **approccio pratico-esperienziale distampo deweyano**. Queste le peculiarità del profilo professionale dei docenti per cui il modello proposto è stato concepito.

L'esperienza Erasmus che ho vissuto nella scuola norvegese ha molto condizionato la prospettiva sull'intera cornice euristica, creando un termine di paragone e fungendo da criterio di valutazione per tutti i contesti educativi analizzati, per l'efficacia del sistema scolastico in uso lì e la positività dell'ambiente di apprendimento costruito dai docenti nelle classi. Credevo che un tipo di scuola strutturata sul modello norvegese fosse quanto meno utopico da realizzare, ma dopo aver conosciuto la “scuola dell'innovazione” di Bagnoli, e aver sperimentato in prima persona la fattibilità di questa impostazione, sono sempre più convinta dell'utilità di un siffatto modello per formare docenti che possano a loro volta formare studenti dalle menti aperte, critiche, analitiche e in grado, un domani, di portare avanti un'idea, argomentandola con un ragionamento logico, come imparato a scuola.

## **Capitolo Primo:**

### **La situazione attuale in Europa, problematiche e questioni aperte**

La diffidenza nei confronti delle discipline quali matematica, fisica, chimica è la risultante di una serie combinata di fattori storici e sociali che hanno portato a una siffatta percezione negativa. L'impostazione umanistica del curriculum, negli anni, ha fatto sì che si percepisse una netta distinzione tra le materie di stampo scientifico e tutte le altre discipline del percorso educativo. Recentemente, l'insegnamento delle scienze è stato rivalutato e ne è stato sottolineato il ruolo fondamentale nella formazione dei cittadini, riguardo l'acquisizione di un pensiero critico e di una forma mentis scientifica. Gli insegnanti, però, dal canto loro, dopo aver ricevuto una formazione estremamente orientata sul mero aspetto pedagogico dell'insegnamento, non si sentono all'altezza di trattare contenuti prettamente scientifici che non padroneggiano, evitando, per questo, spesso volontariamente di approfondirli. Di seguito, viene illustrata la situazione attuale circa la percezione e l'approccio alle discipline scientifiche, cercando di analizzarne le cause a monte.

#### **1.1 La concezione della Scienza e delle materie scientifiche: una new entry nel curriculum senza una secolare tradizione pedagogica.**

È cosa risaputa che le materie scientifiche siano comunemente percepite, tanto dagli studenti quanto spesso dai docenti, come materie “difficili” da capire, da spiegare, da approcciare. Si riscontra frequentemente un atteggiamento ostile e di rifiuto verso tali contenuti, ritenuti complessi e per questo motivo elitari. Senza ombra di dubbio scienze, tecnologie e matematica vengono definite importanti e se ne percepisce l'utilità, ma è qualcosa che non ci si prende la briga di capire, che si preferisce lasciare ad altri, considerando se stessi completamente a digiuno da concetti così lontani e astratti, e quindi impossibilitati a comprendere.

La maggior parte delle persone che approcciano le materie scientifiche (ivi compresi studenti e formatori) affermano con convinzione di non essere “portati” per questo tipo di discipline, di non avere le capacità adatte e di non riuscire a capirle perché troppo difficili; la verità è che si può essere più veloci nel calcolo, più perspicaci, più immediati nei collegamenti logici, ma le materie scientifiche sono perlopiù pratiche e

sperimentarle nelle situazioni concrete e tangibili le rende più vicine e meno spaventose da comprendere e da spiegare ad altri.

In realtà, si può risalire a motivi storici e culturali per cui le materie scientifiche sono considerate nella maggior parte dei casi poco attraenti e particolarmente difficili: il clima formale degli ambienti di istruzione dello scorso secolo ha contribuito a creare un clima angusto in cui si è sviluppato un costrutto culturale definito in ambito accademico *deficit model*. Il deficit model affida al sistema di istruzione formale negli anni 70/80 il compito di alfabetizzare il pubblico. Infatti, al disamore e al disinteresse per tal settore del sapere corrisponde un ridotto livello di familiarità con i temi ad essi connessi. Verso gli anni duemila, il rapporto tra scienza/tecnologia e pubblico si va riconfigurando cercando un dialogo tra le parti, smussando le asimmetrie informative con la scienza degli studiosi sia sul piano culturale, che su quello pratico, che su quello politico. L'enciclopedia scientifica diviene, così, bagaglio comune e accessibile (Poce, 2016).

Restringendo il campo del discorso e volendo focalizzare l'attenzione sull'istituzione scolastica nello specifico, si può affermare che le materie scientifiche sono approcciate in maniera diffidente non solo in una prospettiva generale della cultura, in cui, come abbiamo accennato, sono sempre state ritenute un sapere per pochi, accessibile solo a una stretta cerchia di menti eccelse, appartenenti al mondo scientifico; esse anche nell'ambito scolastico sono da sempre ritenute un male necessario, un qualcosa di ostico e incomprensibile da non poter evitare. Matematica, scienze naturali, biologia, chimica, fisica sono sempre state viste come terreni inaccessibili a comuni studenti, siano essi bambini, ragazzi o universitari futuri docenti. Il problema più grave consiste nel fatto che anche coloro che dovrebbero infondere sicurezza e affrontare in maniera positiva e propositiva i temi trattati (i docenti stessi) nella quasi totalità dei casi approcciano le suddette materie in maniera teorica, arida e stereotipata, facendo in tal modo non solo disamorare ma proprio intimorire i discenti.

Alcune ricerche riguardo la percezione delle discipline scientifiche compiute negli anni Novanta dagli studiosi del settore sosteneva che, a detta degli studenti degli istituti superiori, la scuola tende ad assumere una concezione troppo "tecnico-empiristica" della natura della conoscenza scientifica, con poco spazio per la creatività come componente attiva della professione dello scienziato nel processo di produzione della

conoscenza scientifica (Larochelle e Désautels, cit. in Driver, Leach, Millar e Scott, 1996).

### **1.1.1 Studio del centro di ricerca Observa.**

Uno studio compiuto una dozzina di anni fa da un centro italiano di ricerche indipendente chiamato Observa, coordinato da diversi docenti di importanti università del nostro Paese, si è occupato di analizzare la crescente disaffezione dei giovani nei confronti delle discipline scientifiche e la diminuzione delle iscrizioni ai corsi riguardanti le facoltà in questo ramo universitario. Nella rassegna di Observa si legge che “lo studio della scienza e la formazione delle nuove generazioni costituisce uno strumento fondamentale per la comprensione della scienza stessa e della sua valenza nelle società contemporanee” (Observa, rassegna “La crisi delle vocazioni scientifiche” 2004, pag.4<sup>5</sup>).

Inoltre, la rassegna sottolinea l'importanza di fornire agli studenti i mezzi per comprendere le scelte epistemologiche che stanno alla base di un determinato orientamento di ricerca, perché essi possano apprezzare la scienza nelle sue molte sfaccettature, per riuscire anche a comprendere elementi storico-metodologici, per scoprire l'evoluzione delle teorie e il loro significato nell'influenzare i diversi orientamenti di ricerca. La ristretta visione su cui spesso si fonda la percezione della scienza rafforza le già citate tendenze all'elitarismo, proprio a causa del porre sempre l'accento sul concetto di “attitudine”, ritenendolo un presupposto indispensabile al proseguimento degli studi scientifici. Nella rassegna Observa, invece, si riportano le parole di Drew, il quale afferma quanto segue: “...mettendo nelle condizioni di apprendimento adeguate individui o gruppi di individui che sono tradizionalmente ed erroneamente ritenuti “poco portati” allo studio di materie scientifiche, i risultati diventano mediamente equivalenti a quelli del resto della popolazione e che questo vale tanto per le donne quanto per gli uomini, sia per individui poveri sia per quelli più ricchi

---

<sup>5</sup>La crisi delle vocazioni scientifiche e le sue motivazioni, tratto dalla rassegna rinvenibile presso il sito Observa – Centro di Ricerche Indipendente

[http://archivio.pubblica.istruzione.it/argomenti/gst/allegati/rassegna\\_crisivocazioni\\_observa1.pdf](http://archivio.pubblica.istruzione.it/argomenti/gst/allegati/rassegna_crisivocazioni_observa1.pdf)

e per ogni gruppo etnico” (Treisman, 1985, cit. in Drew, 1998<sup>6</sup>).

In un tale contesto gli atteggiamenti nei confronti della scienza sono definiti come una predisposizione acquisita a valutare in un determinato modo oggetti, persone, azioni, situazioni o preposizioni coinvolti nell’insegnamento della scienza (George, 2000). George sostiene che gli atteggiamenti degli studenti, nello specifico, vadano costituendosi sotto l’influenza di chi li circonda; di conseguenza gli insegnanti, i genitori e il gruppo dei pari sono considerati particolarmente importanti per gli adolescenti perché sono ritenuti in grado di influenzare i loro atteggiamenti nei confronti della scienza sia in peggio sia in meglio. Una delle variabili che maggiormente condizionano gli studenti è l’autoconsiderarsi o meno “portati” agli studi scientifici. Immediatamente collegati al primo fattore nominato, tra gli elementi che influenzano maggiormente l’atteggiamento degli studenti compaiono due classi di attori molto importanti quali gli insegnanti e il gruppo dei pari.

Uno studio della National Science Foundation, condotto negli Stati Uniti nel 1992 e chiamato “Longitudinal Study of American Youth” fornisce dati estremamente interessanti riguardo il variare dell’atteggiamento degli studenti nei confronti delle materie scientifiche. Negli Stati Uniti i programmi di insegnamento prevedono una separazione abbastanza rigida tra le diverse discipline scientifiche insegnate ogni anno. Così, dato che la scala utilizzata per l’analisi degli atteggiamenti era collegata alle diverse classi, è possibile che la variazione degli atteggiamenti nei confronti della scienza sia in qualche modo correlata al tipo di corso scientifico seguito dagli studenti in una determinata classe. Lo studio evidenzia come il calo maggiore negli atteggiamenti nei confronti della scienza occorra tra l’ottava e la nona classe, perciò proprio in corrispondenza dell’insegnamento della fisica. Nel discutere le proprie conclusioni, lo studio suggerisce che, data l’importanza preminente della propria autoconsiderazione ad essere “portati” o meno verso discipline scientifiche, per invertire il trend negativo che vede un progressivo declino dell’interesse nei confronti degli studi scientifici, sia indispensabile rinforzare negli studenti la convinzione che la scienza non è una disciplina necessariamente elitaria e difficile, ma al contrario, che è possibile per tutti

---

6 DREW, D., 1998 America’s Wasted Talent: A Karplus Lecture, in “Journal of Science Education and Technology”, Vol.7 No.4, Kluwer, Dordrecht



trovare un modo di ottenere dei buoni risultati in questo campo.

### **1.1.2 Il progetto ROSE sugli studi scientifici.**

Un'altra fonte rilevante di informazioni utili in tal senso al nostro discorso è uno studio comparativo internazionale nato in Norvegia nel 2000 per iniziativa di Camilla Schreiner e Svein Sjøberg dell'Università di Oslo ha posto l'accento sugli orientamenti, sulle opinioni e le attitudini che hanno una qualche influenza sull'apprendimento della scienza e della tecnologia negli studenti di alcune scuole.

Il progetto **ROSE** (*Relevance Of Science Education*)<sup>7</sup> si prefissa di rilevare gli atteggiamenti nei confronti di scienza e tecnologia e come esse vengono percepite. L'indagine, che coinvolge oltre 40 Paesi, ha creato un importante network di studiosi tra le istituzioni scientifiche. Naturalmente, risulta immediatamente chiaro quanto uno studio del genere possa rivelarsi utile ai fini del confronto tra le tradizioni pedagogiche dei vari Paesi che ne fanno parte, ma anche come guida e riferimento per l'orientamento negli studi scientifici (estremamente interessante in Paesi come l'Italia, in cui da una parte le Università lamentano pochi iscritti ai corsi di facoltà scientifiche e dall'altra i sistemi di valutazione nazionale lamentano un livello di risultati inferiore a quello di altri Paesi europei).

Il motivo principale che ha spinto gli studiosi a mettere in atto un simile progetto è stata la scarsa attenzione con cui le materie scientifiche sono considerate, trattate in maniera superficiale anche dai docenti stessi, con sufficienza e diffidenza, quasi come un male necessario, affidandosi completamente all'arida guida di libri di testo, senza il minimo collegamento con la realtà esperibile. Questo atteggiamento da parte di docenti e studenti è dovuto ad un approccio errato, che va inquadrato e contestualizzato nelle sue cause e nei suoi effetti, per poterne risolvere le conseguenze.

L'obiettivo non è misurare le attitudini matematico-scientifiche degli studenti di nazionalità diverse, ma quello di venire a conoscenza del loro comportamento nei confronti di tali discipline. La natura esplorativa del ROSE punta a creare nuove prospettive e punti di vista, come un atteggiamento positivo, una mente aperta e curiosa, e sviluppare la capacità di acquisire un metodo ipotetico deduttivo per gli studenti, e

---

<sup>7</sup> <http://www.uv.uio.no/ils/english/research/projects/rose/>

quindi un pensiero critico e analitico.

Il cuore del progetto ROSE consiste nel raccogliere ed analizzare informazioni dagli studenti riguardo diversi aspetti che hanno una certa rilevanza sulle attitudini verso le scienze e sulla motivazione nell'apprendimento delle stesse. Tra questi aspetti esempi possono essere le esperienze scolastiche ed extrascolastiche relative alle scienze maturate dagli studenti, il loro interesse nel trattare vari argomenti di scienze in diversi contesti, le conoscenze pregresse, le aspirazioni e le speranze future in questo campo, e così di seguito. Il progetto è basato sulla cooperazione internazionale superando le barriere culturali, in modo che i Paesi che partecipano all'iniziativa possano imparare gli uni dagli altri. I dati empirici del ROSE sono strutturati in modo da formare una mappatura delle informazioni dedotte e queste sono disponibili per le varie nazioni, che possono sfruttarle come base da cui partire per elaborare strategie che rinnovino il volto delle materie scientifiche per renderle agli occhi degli studenti più interessanti e concrete.

Diretta conseguenza del progetto ROSE e sua principale finalità è, infatti, proprio quella di influenzare positivamente la percezione degli studenti delle suddette materie, migliorandone così risultati e livelli di padronanza. Questo implica come premessa una modifica della prospettiva didattica e metodologica, e un'opera di rinnovazione dell'epistemologia delle scienze.

In pratica, i dati su cui il progetto si basa sono questionari e indagini sottoposte a studenti di scuole superiori, suddivise in varie sezioni:

- una sezione presentava vari argomenti su cui esprimere il proprio interesse,
- un'altra riguardava possibili implicazioni dei concetti scientifici per un futuro lavoro e quindi la loro utilità pratica in una prospettiva lavorativa,
- un'altra ancora era incentrata sui problemi ambientali, la loro importanza o meno e le conoscenze direttamente collegate alla possibilità di conoscere e risolvere tali problematiche,
- un'altra era riguardante le esperienze scolastiche, le difficoltà e le possibilità rappresentate dalle materie scientifiche;
- un'altra ancora era focalizzata sulle esperienze extrascolastiche.

### **1.1.3 Programmazione e curriculum: esperienze pratiche e attività laboratoriali.**

L'insegnamento delle discipline scientifiche nel nostro Paese è strutturato in modo tale che la padronanza della materia sia raggiunta gradualmente attraverso step propedeutici per assicurarsi un apprendimento progressivo e ben organizzato. La programmazione è, infatti, articolata in obiettivi e traguardi delle competenze. Tuttavia, spesso questa suddivisione è un'organizzazione soltanto fittizia, in quanto poi gli obiettivi specifici si trasformano in attività attuate senza criterio e senza curarsi dei collegamenti con il resto degli argomenti. Presentare un argomento slegato da quelli già trattati e senza richiamare le conoscenze, che preparano la strada ad una ristrutturazione del sapere, è un inutile tentare di colmare le menti degli alunni con un fiume in piena di nozioni sconnesse e insensate; non si può pertanto pensare di travasare concetti già confezionati in quanto i bambini non sono contenitori vuoti, ma menti attive e ordinate in cui ogni nuovo concetto deve bene innestarsi su concetti affini e coerenti. Tuttavia, dal momento che neanche l'insegnante, fonte primaria per l'alunno da cui attingere sapere, ha ben chiaro l'argomento trattato e non si arrischia ad ampliare le spiegazioni per timore di addentrarsi in un terreno in cui non si sente perfettamente a suo agio, di conseguenza anche l'alunno avrà difficoltà a orientarsi tra i concetti della disciplina, anch'egli temendo l'ignoto, invece di esserne incuriosito e stimolato.

Le attività pratiche hanno un notevole impatto sulla motivazione e sull'efficacia dell'apprendimento. Oggigiorno sono parte integrante dei progetti e dei programmi prescritti e messi in atto negli istituti scolastici. Questo tipo di attività permette in primo luogo di favorire l'apprendimento di attitudini scientifiche, approcciando il metodo deduttivo, e in secondo luogo di stimolare la curiosità e la motivazione degli alunni. Essi potranno sperimentare concretamente quanto appreso in maniera teorica dai libri di testo, o meglio ancora potranno da soli dedurre l'andamento dei fenomeni ancora prima di averli affrontati in maniera astratta, in modo da sviluppare una prospettiva scientifica e un pensiero logico-razionale, ipotizzando cause ed effetti dei fenomeni e collegandoli tra loro, individuandone le variabili in comune.

Riguardo le materie scientifiche, si riscontrano molte difficoltà nelle scuole, da parte degli alunni, nel trovare relazioni di continuità e coerenza tra lo studio teorico e le esperienze pratiche e laboratoriali, percepite come slegate e totalmente distanti le une

dalle altre.

Proposte in tal senso per dare un'immagine più ricca e diversificata delle procedure scientifiche consistono nella formulazione e riformulazione di una domanda, di un problema, di un'ipotesi, o anche nella pianificazione di esperimenti, miglioramento di una procedura, controllo dei fattori, raccolta e trattamento dei dati, interpretazione dei dati, uso di simulazioni, dibattiti, e così via. In questo modo si potrà dare maggiore autonomia agli alunni e proporre loro compiti più aperti stimolando così attività di un più alto livello cognitivo, in cui gli argomenti trattati saranno sperimentati nel loro aspetto pratico e concreto e di conseguenza, essendo percepiti reali e realizzabili, saranno compresi veramente e quindi interiorizzati.

#### **1.1.4 Disciplina “giovane”, accantonata a vantaggio delle materie umanistiche che ha prodotto livelli di preparazione non elevati negli studenti.**

Tuttavia, l'importanza acclarata delle scienze non è stata sempre così chiara e al mondo accademico e la scienza come disciplina può essere considerata una new entry nel curriculum scolastico, in quanto sprovvista di una secolare tradizione pedagogica, come altri pilastri della scuola con un'epistemologia di un certo valore.

Vi è un ben noto programma di valutazione internazionale dei risultati scolastici degli studenti che permette di approntare stime circa i livelli di competenze raggiunti nelle varie discipline nell'arco di un periodo prestabilito di tempo (solitamente triennale). Tale programma, promosso dall'OCSE e noto come **PISA** (*Programme for International Student Assessment*) agisce a livello internazionale e coinvolge i principali paesi industrializzati, con lo scopo principale di valutarne il livello di istruzione. L'espressione “conoscenze scientifiche” nella terminologia PISA, adoperata nel Quadro di Riferimento, indica da un lato la conoscenza della scienza e dall'altro la conoscenza sulla scienza; la prima riguarda perlopiù i contenuti disciplinari, e quindi tutto il bagaglio di conoscenze naturali e fenomenologiche che stanno alla base dei vari campi in cui si articolano scienze naturali, biologia, chimica, fisica e così via; la seconda indica, invece, i mezzi e i fini della scienza, ovvero l'indagine scientifica e le spiegazioni a carattere scientifico.

Dai dati che derivano dalle prove somministrate agli studenti riguardo le materie

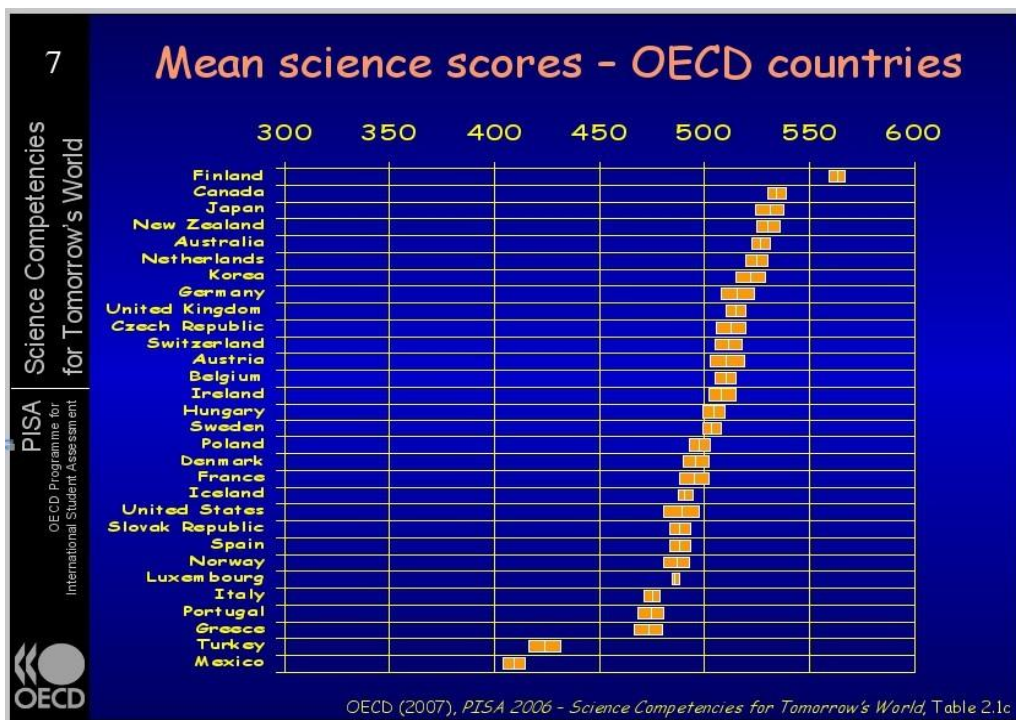
scientifiche, si evince facilmente che i risultati italiani non sono tra i migliori e ciò è dovuto a un approccio superficiale e teorico alla materia che per sua natura è, invece, imprescindibilmente legata all'aspetto sperimentale. Nella tabella sottostante si può osservare che in Italia il 25,3% degli studenti si colloca al di sotto del livello 2, che corrisponde secondo i criteri PISA 2006 al livello al quale gli studenti dimostrano di possedere le competenze scientifiche di base, che consente loro di confrontarsi in maniera efficace in situazioni in cui siano chiamate in causa scienza e tecnologia (MEDIA OCSE 23,2). Invece, meno del 5% degli studenti si colloca negli altri due livelli più elevati della scala complessiva di scienze (MEDIA OCSE 8,8).

<i>Distribuzione degli studenti nella scala di scienze in Italia</i>		
<b>Livello</b>	<b>Percentuale in Italia</b>	<b>Media OCSE</b>
Sotto il livello 1	7,30%	5,20%
Al livello 1	18,00%	14,10%
Al livello 2	27,60%	24,00%
Al livello 3	27,40%	27,40%
Al livello 4	15,10%	20,30%
Al livello 5	4,20%	7,70%
Al livello 6	0,40%	1,30%

Fonte: PISA 2006

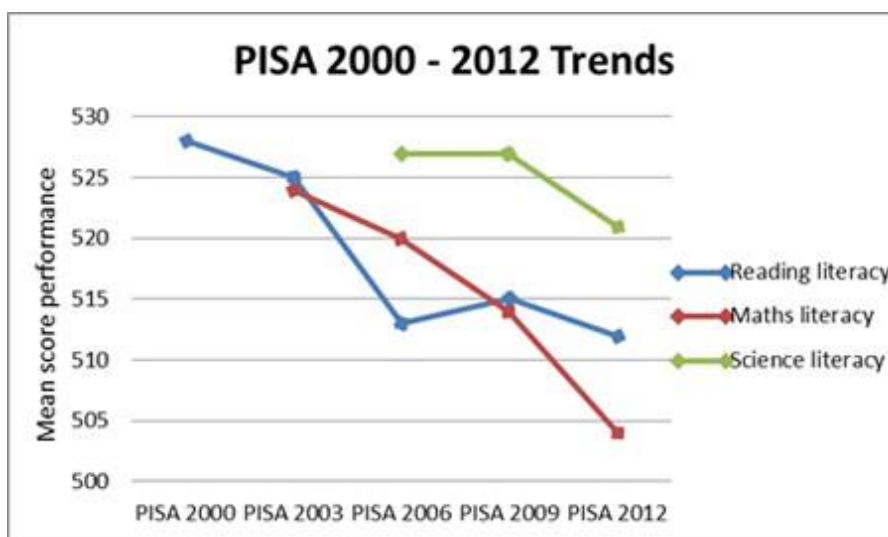
Anche in confronto agli altri Paesi del gruppo OECD facenti parte delle indagini PISA, l'Italia ricopre una posizione nella scala dei punteggi raggiunti dagli studenti nei test di scienze abbastanza in basso, come si può osservare nella tabella seguente.

Eppure sulla carta siamo tra i Paesi che dedicano il maggior numero di ore all'insegnamento delle scienze e che prepara meglio i futuri docenti della scuola primaria. In realtà, a questi dati confortanti non corrisponde lo sviluppo di una solida e diffusa cultura scientifica, né di una seria formazione disciplinare e metodologica, che dovrebbe essere presidio della scuola.



Fonte: PISA 2006.

Nel tempo, la situazione internazionale relativa al livello di competenze scientifiche degli alunni registrata dal programma di ricerca PISA, non si presenta molto positiva, come si può vedere dal grafico.



	Mathematics				Reading		Science	
	Mean score in PISA 2012	Share of low achievers (Below Level 2)	Share of top performers in mathematics (Level 5 or 6)	Annualised change	Mean score in PISA 2012	Annualised change	Mean score in PISA 2012	Annualised change
OECD average	494	23.1	12.6	-0.3	496	0.3	501	0.5
Shanghai-China	613	3.8	55.4	4.2	570	4.6	580	1.8
Singapore	573	8.3	40.0	3.8	542	5.4	551	3.3
Hong Kong-China	561	8.5	33.7	1.3	545	2.3	555	2.1
Chinese Taipei	560	12.8	37.2	1.7	523	4.5	523	-1.5
Korea	554	9.1	30.9	1.1	536	0.9	538	2.6
Macao-China	538	10.8	24.3	1.0	509	0.8	521	1.6
Japan	536	11.1	23.7	0.4	538	1.5	547	2.6
Liechtenstein	535	14.1	24.8	0.3	516	1.3	525	0.4
Switzerland	531	12.4	21.4	0.6	509	1.0	515	0.6
Netherlands	523	14.8	19.3	-1.6	511	-0.1	522	-0.5
Estonia	521	10.5	14.6	0.9	516	2.4	541	1.5
Finland	519	12.3	15.3	-2.8	524	-1.7	545	-3.0
Canada	518	13.8	16.4	-1.4	523	-0.9	525	-1.5
Poland	518	14.4	16.7	2.6	518	2.8	526	4.6
Belgium	515	18.9	19.4	-1.6	509	0.1	505	-0.8
Germany	514	17.7	17.5	1.4	508	1.8	524	1.4
Viet Nam	511	14.2	13.3	m	508	m	528	m
Austria	506	18.7	14.3	0.0	490	-0.2	506	-0.8
Australia	504	19.7	14.8	-2.2	512	-1.4	521	-0.9
Ireland	501	16.9	10.7	-0.6	523	-0.9	522	2.3
Slovenia	501	20.1	13.7	-0.6	481	-2.2	514	-0.8
Denmark	500	16.8	10.0	-1.8	496	0.1	498	0.4
New Zealand	500	22.6	15.0	-2.5	512	-1.1	516	-2.5
Czech Republic	499	21.0	12.9	-2.5	493	-0.5	508	-1.0
France	495	22.4	12.9	-1.5	505	0.0	499	0.6
United Kingdom	494	21.8	11.8	-0.3	499	0.7	514	-0.1
Iceland	493	21.5	11.2	-2.2	483	-1.3	478	-2.0
Latvia	491	19.9	8.0	0.5	489	1.9	502	2.0
Luxembourg	490	24.3	11.2	-0.3	488	0.7	491	0.9
Norway	489	22.3	9.4	-0.3	504	0.1	495	1.3
Portugal	487	24.9	10.6	2.8	488	1.6	489	2.5
Italy	485	24.7	9.9	2.7	490	0.5	494	3.0
Spain	484	23.6	8.0	0.1	488	-0.3	496	1.3
Russian Federation	482	24.0	7.8	1.1	475	1.1	486	1.0
Slovak Republic	482	27.5	11.0	-1.4	463	-0.1	471	-2.7
United States	481	25.8	8.8	0.3	498	-0.3	497	1.4
Lithuania	479	26.0	8.1	-1.4	477	1.1	496	1.3

■ Table I.A ■

### SNAPSHOT OF PERFORMANCE IN MATHEMATICS, READING AND SCIENCE

- Countries/economies with a mean performance/share of top performers above the OECD average  
Countries/economies with a share of low achievers below the OECD average
- Countries/economies with a mean performance/share of low achievers/share of top performers not statistically significantly different from the OECD average
- Countries/economies with a mean performance/share of top performers below the OECD average  
Countries/economies with a share of low achievers above the OECD average

In particolare, analizzando le varie posizioni nel quadro generale, nella ricerca condotta sulla padronanza in merito alla matematica, alle scienze e alla lettura con comprensione, possiamo notare una situazione abbastanza statica. Per quanto riguarda l'Italia, però, va sottolineato l'incremento del punteggio raggiunto nelle materie scientifiche nell'anno 2012, a fronte degli anni precedenti, come mostra la tabella (annualised change 3.0),

segno che probabilmente qualcosa si è mosso rispetto al passato.

Tuttavia, l'insegnamento delle scienze solo recentemente è supportato sia epistemologicamente che metodologicamente, con percorsi di formazione per i docenti e un ripensamento a livello universitario nella preparazione dei futuri insegnanti (come vedremo meglio in seguito). Spesso, però, le scienze soffrono di questa netta separazione dall'ambito umanistico. Va considerato che un procedimento di indagine scientifica si avvale di ipotesi e argomentazioni che devono per forza di cose far riferimento ad un vocabolario specifico o anche alla capacità di sostenere le proprie idee e esporle agli altri. Le materie scientifiche sono al giorno d'oggi viste come diametralmente opposte a quelle umanistiche, sottovalutando lo stretto legame che intercorreva tra esse in passato al tempo degli antichi Greci, i quali consideravano due facce della stessa medaglia la filosofia e la scienza, perché entrambe basate sul ragionamento logico. L'apprendimento, di contenuti di qualunque disciplina, passa obbligatoriamente per la riflessione analitica e il pensiero critico, elementi percepiti come peculiari della sfera scientifica, ma che diventano necessari se si mira ad un apprendimento significativo e non meccanico, in cui i concetti vanno costruiti, conquistati ed interiorizzati. Tuttavia, questa visione non è così diffusa e ci si ritrova ancora a dover assistere a insegnanti che effettuano una separazione tra coloro che sono portati per le scienze e coloro che invece si distinguono nelle discipline umanistiche.

La questione affonda le radici nel passato: la scuola italiana ha sempre privilegiato la componente umanistica, l'Italia vanta infatti una tradizione letteraria egemone nel mondo, di formazione umanistica sono sempre stati anche i nostri Ministri alla Pubblica Istruzione e oggi al MIUR. Lo stesso maestro unico proveniva da una scuola Magistrale che privilegiava gli aspetti filosofico-letterario, quindi spesso insegnava le scienze in fretta e poco. A questo si aggiungono alcune specificità delle scienze.

- Una storia relativamente "giovane": la scienza, come la intendiamo noi oggi, infatti, non ha che tre secoli.
- Una metodologia "rivoluzionaria": il metodo scientifico sperimentale, infatti, irrompe bruscamente nella formazione degli scienziati, stravolgendo un percorso prevalentemente dissertativo – filosofico.
- Una velocità "esponenziale" nella crescita delle conoscenze, per quanto riguarda



sia la loro quantità sia la loro complessità, e una proliferazione di campi e indirizzi che si intrecciano.

- Un linguaggio specifico sempre più ampio e lontano dal parlare quotidiano, infarcito di termini tecnici, tanto che a volte, lo specialista di una materia non riesce a farsi capire da altri specialisti.

Tutti questi elementi hanno rallentato il rafforzarsi di una vera cultura delle scienze nella scuola italiana. I saperi scientifici non hanno ancora raggiunto una propria peculiarità metodologica e, di conseguenza, risultano frammentati e incoerenti tra loro. Il percorso didattico prevalentemente adottato dagli insegnanti per questa materia è ancora quello lineare, ovvero caratterizzato dalla presentazione di singoli argomenti a sé stanti, separati dagli argomenti della stessa disciplina e dagli argomenti delle altre discipline attigue. Dunque, un apprendimento contestualizzato e definito solo in relazione a se stesso, privo di ogni tipo di collegamento interdisciplinare e trasversale.

Un problema alla base di questa questione è, com'è facile intuire, la formazione degli insegnanti, lasciati alle proprie convinzioni elementari e alle proprie metodologie antiquate per una materia che invece necessita di un approccio dinamico ed euristico. La formazione che essi hanno ricevuto è esattamente quella che i loro formatori hanno ricevuto prima di loro, e che gli insegnanti trasmetteranno a loro volta ai loro studenti; per spezzare questa catena è necessario fornire gli strumenti (ancor prima delle conoscenze) necessari per analizzare ed elaborare i dati che la materia scientifica propone, essendo una disciplina prettamente empirica. Accanto alle metodologie interattive per un apprendimento significativo “per scoperta”, è necessario curare il bagaglio epistemologico delle scienze, dato molto per scontato e considerato un insieme di nozioni come quelle di altre discipline scolastiche. Le scienze, invece, hanno delle peculiarità che non possono essere accomunate al resto del programma scolastico, anch'esse, d'altra parte, non può neanche essere isolato e ritenuto distante e inconciliabile con le altre materie scolastiche. Benché possano essere considerate una materia alquanto “giovane”, le scienze hanno anch'esse una notevole tradizione epistemologica, ma non una altrettanto affermata tradizione pedagogica, proprio per la mancanza di attenzione alle sue caratteristiche pratico-empiriche, ma forse questa mancanza di attenzione altro non era che timore della materia stessa, e dunque una mancanza di attenzione voluta e

consapevole, che ha creato molti pregiudizi sbagliati e false credenze in insegnanti e studenti di tutti i gradi scolastici.

## **1.2 La formazione dei docenti: il timore delle materie scientifiche e l'isolamento degli insegnanti da parte dell'università.**

### ***1.2.1 Science teacher attitude and beliefs – Reforming practice***

Se si facesse un sondaggio tra gli studenti di tutti i gradi di istruzione, risulterebbe che le materie scientifiche, eccetto poche sporadiche eccezioni, rappresentano discipline con cui non solo non è semplice interfacciarsi, ma con le quali addirittura se si può si evita ogni tipo di contatto. Cosa spinge uno studente ad amare o prendere in antipatia una materia scolastica? Cosa porta a sentirsi “portato” o meno per materie come matematica, fisica, scienze? Certamente se sottoponiamo la questione a studenti di scuola di grado superiore, i loro preconcetti e le barriere che hanno sviluppato negli anninei confronti di queste materie non potrà che alimentare l'avversione.

Immaginiamo, però, di presentare un concetto o un argomento astratto (e magari articolato) a dei bambini, o comunque a dei giovani studenti (che quindi non hanno ancora le strutture mentali per inquadrare una materia, con tutti i pregiudizi del caso, ma sono solo predisposti ad apprendere per la loro naturale inclinazione alla curiosità) ed inoltre presentarlo in maniera diversa dalla lezione tradizionale libro-lavagna, senza l'ansia da prestazione con formule varie, partendo dal presupposto che non c'è una risposta giusta e una sbagliata, facendo capire che ciò che conta è il ragionamento; magari i giovani studenti in questione presterebbero più attenzione al fenomeno o al ragionamento logico in sé, senza pensare alle implicazioni teoriche, ostiche e impenetrabili della temibile disciplina in sé.

Con ciò si vuole evidenziare che il principale mediatore didattico, nel complesso processo di insegnamento-apprendimento, è l'insegnante stesso: egli ha nelle sue mani il potere di appassionare, incuriosire, stimolare, veicolare la comprensione, richiamando esperienze del vissuto di tutti i giorni, a cui collegare i concetti scientifici da affrontare, per far comprendere che essi non sono frutto di teorie astratte e campate in aria, ma di pratiche concrete ed esperibili nel quotidiano.

Va, però, considerato che ogni insegnante prima di rivestire il ruolo di docente ha vissuto quello decisivo da discente, decisivo perché è proprio durante gli studi che si acquisiscono e si rafforzano concetti e saperi. Nello specifico, poi, degli studenti futuri docenti, essi durante tutto il loro percorso di formazione universitaria non acquisiscono solo conoscenze ma anche metodologie. Il problema è che spesso i due aspetti sono slegati tra loro, non integrati e non considerati imprescindibili l'uno dall'altro, come invece sono nella realtà scolastica. Le materie scientifiche, in particolare, vengono percepite dagli studenti in maniera completamente differente, a seconda del tipo di approccio che il docente adotta. Il punto spinoso della questione sta nel fatto che tali materie sono considerate ostiche per prima dai docenti stessi e, inevitabilmente come conseguenza, dai loro alunni. Dunque, se un docente non ha per primo sperimentato e fatto propria questa prospettiva innovativa, secondo cui le materie scientifiche vanno affrontate con uno spirito euristico e dinamico, per non rischiare di cedere al timore di allontanarsi dal sentiero conosciuto, inibendo la curiosità e l'intelligenza degli alunni con cui tali insegnanti spaventati si troveranno ad avere a che fare.

### **1.2.2 Approccio degli insegnanti riguardo gli aspetti contenutistico e didattico delle scienze.**

Negli ultimi decenni, la ricerca riguardante l'insegnamento delle scienze nella scuola primaria ha preso una piega diversa, passando dal positivismo al costruttivismo e dal costruttivismo a una tipologia più specifica chiamata costruttivismo sociale, ovvero una prospettiva che considera in primis il contesto scolastico per poter direzionare la ricerca. Nuthall (2001) sottolinea come le variabili contestuali abbiano un notevole impatto sull'atteggiamento e sui risultati degli studenti, e come dai loro background linguistici, sociali e culturali non si possa prescindere.

Detto ciò, concentrandosi sull'altro attore del processo insegnamento-apprendimento, l'insegnante, emerge con imbarazzante evidenza che molti docenti non sono a loro agio con le materie scientifiche, non sono in possesso delle competenze e delle conoscenze specifiche della materia e come conseguenza, semplicemente evitano di trattarla o la trattano in maniera superficiale.

Harlen (1997) identifica **sei strategie adottate dagli insegnanti per evitare le scienze:**

- abbozzare l'argomento
- più biologia che scienze
- evitare di sviluppare le competenze in uscita
- affidarsi ai testi che guidano step by step
- prediligere la lezione frontale alla discussione che porterebbe domande scomode
- evitare il lavoro pratico, che potrebbe andare male

Un possibile rimedio a questa pratica diffusa di arginare l'ostacolo, è semplicemente far percepire le scienze non più come ostacolo. Come? Attraverso una più approfondita preparazione scientifica dei futuri insegnanti, che quindi conferisca loro maggiore **fiducia in se stessi** e nelle proprie competenze. La loro preparazione è spesso descrittiva e basata su aneddoti e nozioni mnemoniche e non interiorizzate, cosicché da risultare ostiche, complesse semplicemente perché non sono state realmente comprese.

Un fattore che influenza notevolmente il processo di insegnamento-apprendimento è il **curriculum**, ovvero la *tradizione della scuola e le pratiche scolastiche, i materiali, i test e gli standard istituzionali*. Nuthall (1999) sostiene che anche l'orario curricolare non aiuta, dal momento che tra due lezioni consecutive (previste dall'orario) passa troppo tempo per riallacciarsi ai contenuti trattati in precedenza: egli sostiene che il ricordo delle esperienze resta vivido nella memoria degli alunni massimo per due giorni prima di essere dimenticato.

Tra i **materiali** adoperati per l'istruzione quelli a cui i docenti si affidano come guida e supporto sono ovviamente i libri di testo, largamente utilizzati soprattutto per lo studio individuale e le attività scritte, che non rischiano di diventare scomode discussioni difficili da gestire. A questo segue una mancanza di interdisciplinarietà, le lezioni trasversali sono allegramente evitate per timore di non saperle correttamente indirizzare. *L'integrazione con altre discipline* risulta, però, molto vantaggiosa per l'insegnamento delle scienze, arricchite dall'apporto delle competenze matematiche, linguistiche, tecnologiche, informatiche, e così via.

Un elemento su cui soffermarsi nell'insegnamento delle scienze è il momento di valutazione, l'**assessment**, che viene definito formativo, ovvero che identifica le preconcoscenze e le concezioni innate degli alunni in base alle quali costruire il percorso

didattico, autovalutativo (adottabile a partire dagli studenti di quarto e quinto anno della scuola primaria), che sviluppa la metacognizione nonché la motivazione degli studenti, che imparano ad identificare da soli le loro debolezze su cui ritornare, e infine sommativo, cioè il momento di verifica degli apprendimenti al termine del percorso. Naturalmente, coerentemente con quanto detto, la prova di verifica carta e penna risulta non solo incompleta ma addirittura inesatta, e ad essa si preferisce nettamente una tecnica orale di costruzione del pensiero, per verificarne l'articolazione, la padronanza e il possesso di competenze.

Nella maggior parte dei casi, gli studenti che studiano per diventare insegnanti riportano che *la pratica è la parte più significativa della preparazione all'insegnamento*, benché non abbiano la consapevolezza del processo di apprendimento dalla pratica. A tal proposito, Munby e Russel (1994) parlano di “*autorità dell'esperienza*”, per sottolinearne l'importante funzione che essa svolge per ciascuno, e questo vale tanto per gli studenti-futuri insegnanti che per i bambini che apprendono. Questo concetto è espresso in contrasto con l'autorità della ragione, nettamente più considerata dagli insegnanti rispetto alla prima, perché appunto basata sulla ragionevolezza dei concetti. Il modo usuale di insegnare ricalca l'idea che chi apprende deve semplicemente fidarsi di chi ha già sperimentato tali concetti; il punto (seguitano i due autori nel loro articolo) è che l'autorità dell'esperienza semplicemente non può essere trasmessa, ma va sperimentata dai discenti; essa non ha valore solo perché “l'ha detto l'insegnante” (motivo per cui Russel definisce l'autorità della ragione anche autorità della posizione, intendendo proprio questo abuso di potere intellettuale), perdendo in questo modo il senso del percorso di comprensione e di ricerca della comprensione. La conoscenza diviene, dunque, conoscenza nel momento stesso in cui si vive un'esperienza significativa da cui apprendere, imparare facendo. Così, e solamente così, il discente che apprende farà proprio il concetto in questione e lo saprà adoperare in un contesto opportuno, perché lo avrà fatto proprio, lo avrà interiorizzato perché lo avrà sperimentato nella pratica.

### **1.2.3 Diverse linee di pensiero sul processo di apprendimento.**

La pluralità dei concetti e dei saperi appresi va a formare un bagaglio personalissimo e

ricco per ciascun individuo che impara, sia esso un adulto oppure un bambino.

Perciò è bene tener presente che gli studenti (bambini o futuri docenti) non sono mai una tabula rasa, ma posseggono prenoscenze con cui le nuove conoscenze acquisite devono integrarsi in maniera coerente.

Tuttavia, non è sempre stato questo il punto di vista sull'alunno che impara. **Ausubel** è stato un innovatore nel campo dei processi cognitivi messi in atto nell'azione educativa: egli definisce le **prenoscenze** tutti i saperi fatti propri dall'individuo durante il corso della propria vita, nei campi e nelle esperienze più diverse, e con tali saperi l'individuo che apprende si trova a fare i conti per aggiungere alla lista le nuove conoscenze che acquisisce; in, pratica secondo la prospettiva di Ausubel, il discente durante il processo di apprendimento *richiama alla mente le prenoscenze, arricchendole con nuovi concetti, rielaborandole ed eventualmente, apportando delle modifiche*. Secondo lo studioso, il percorso dell'**apprendimento** di nuove conoscenze si suddivide in due stadi, il primo è detto accesso alle informazioni, il secondo interiorizzazione; d'altra parte, l'apprendimento si definisce *meccanico* o *significativo*, e questo dipende dal metodo adottato per apprendere, che può essere *per ricezione* oppure *per scoperta*:

	MECCANICO	SIGNIFICATIVO
	MECCANICO PER RICEZIONE	SIGNIFICATIVO PER RICEZIONE
RICEZIONE	L'informazione è presentata al discente nella sua forma definitiva e questi deve soltanto memorizzarla.	L'informazione è presentata al discente nella sua forma definitiva e questi la mette in relazione con le sue conoscenze pregresse.
	MECCANICO PER SCOPERTA	SIGNIFICATIVO PER SCOPERTA
SCOPERTA	Il discente perviene per scoperta autonoma ad almeno parte dell'informazione e si limita a memorizzarla.	Il discente prende conoscenze dell'informazione in modo autonomo e la mette in relazione con la sua struttura cognitiva.

Predecessore di Ausubel è Jean Piaget, con il suo modello cognitivista, secondo cui il discente che apprende ha un ruolo attivo, possiede strutture cognitive che elaborano le

informazioni , e queste informazioni attraversano stadi di sviluppo ben precisi. Piaget (1967) parlava di concetti quali assimilazione, equilibratura, accomodamento: egli sosteneva che la struttura cognitiva fosse plastica , che si trasformasse, assimilando. Infatti, il modello piagetiano ha avuto una eco enorme nel mondo dell'educazione e dell'istruzione, influenzando per molti anni le pratiche didattiche e il pensiero pedagogico degli insegnanti. In parte quanto da lui affermato era vero, ma Piaget era troppo legato alla sua netta divisione dello sviluppo cognitivo in stadi, che si susseguono e si innescano quasi automaticamente.

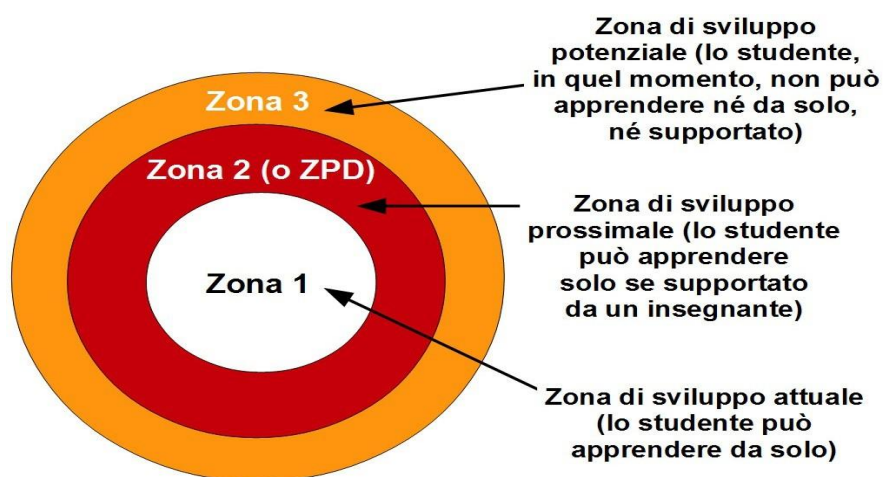
Ed è per questo che il suo modello cognitivista è stato superato da quello costruttivista di Ausubel, Kelly e molti altri psicologi americani : la conoscenza precedente fornisce la base per attivare processi di costruzione delle conoscenze, si formano reti di concetti che si estendono, si ramificano, formano spirali, ganci, nodi. Le parole chiave di questa nuova prospettiva sono:

- apprendimento significativo ( incorporazione non arbitraria, essenziale e non letterale di una nuova conoscenza in una struttura già esistente),
- differenziamento progressivo ( i concetti dalla prima infanzia in poi sono soggetti a costante trasformazione, diventano più precisi e contemporaneamente più esclusivi e inclusivi),
- organizzatori cognitivi (concetti strutturanti intorno ai quali si aggregano altri concetti in una rete)

Secondo questo modello, i discenti apprendono in ogni singolo momento della loro vita e costruiscono conoscenza dall'esperienza continuamente, riportando ciò che sanno tra i banchi di scuola (Kelly, 1995). Rispetto a quanto imparato dai libri di testo, ciò che viene appreso dalla pratica può essere un'esperienza molto forte anche se inizialmente non è organicamente inserita nelle preconcoscenze, perché i fenomeni sono molto più comunicativi dell'astrazione e d'altra parte è molto più diretto insegnare proponendo situazioni in cui gli alunni possano sperimentare da soli strategie di problem solving.

Per una conoscenza significativa, è necessario costruire legami e gerarchie nella mente, per avere un ordine in cui poi inserire le informazioni che verranno apprese in futuro. Per questo motivo, una nuova idea, per essere accettata, deve essere comprensibile, plausibile e utile: in poche parole, deve avere senso (Hodson 1998).

Tale discussione non può non riprendere l'idea di apprendimento piagetiana illustrata poc'anzi, che suddivide tale processo in assimilazione, adattamento, squilibrio e nuovo equilibrio: ogni nuovo concetto crea una rottura del precedente equilibrio e il nuovo equilibrio viene raggiunto solo se c'è un apprendimento significativo, ovvero se colui che apprende opera attivamente nel processo di apprendimento. Tale processo viene efficacemente espresso dall'idea vygotkskyiana di zona di sviluppo prossimale. Vygotskij (2007) dà una definizione molto chiara di questo suo concetto: la **zona di sviluppo prossimale** costituisce il momento dell'insegnamento-apprendimento durante il quale avviene la negoziazione (l'interazione tra insegnante e alunno per costruire conoscenza a partire da ciò che è più vicino, più prossimo alle conoscenze pregresse), seguito poi dal processo di **scaffolding**, il momento di riordinare e trovare una collocazione alle nuove nozioni, coerentemente con le precedenti.



[www.pensierocritico.eu](http://www.pensierocritico.eu)

Dalla posizione dell'insegnante, al quale l'esperienza serve tanto quanto ai suoi alunni, nessuno può insegnare "come insegnare", ma sarà la sua esperienza ad insegnargli come identificare e risolvere i problemi incontrati. Nella formazione dei futuri docenti un punto chiave è proprio supportarli nel comprendere come imparare dalla propria esperienza. *Imparare dall'esperienza significa considerare tale esperienza da più*



*prospettive, spaccettando gli eventi della pratica didattica e riflettendo sull'azione educativa.* Solo in questo modo si potrà ridurre il gap tra teoria e pratica e tra valori ed effetti dell'azione.

Anche per i futuri insegnanti l'essenza dell'apprendimento all'insegna del cambiamento consiste nel ristrutturare le proprie conoscenze e rivederle per prenderle più ricche e complete. Di conseguenza, se essi avranno un tale ordine mentale avranno anche la tranquillità e la padronanza di chi affronta un argomento familiare e ben conosciuto, sapendo applicare le proprie conoscenze in contesti diversi da quelli in cui sono state apprese: questa è la definizione di competente.

Tuttavia, si può facilmente constatare da parte di coloro che rivestono il ruolo di insegnante già da qualche tempo (e che dunque sono avvezzi ad operare didatticamente in una determinata direzione con determinate metodologie) una certa riluttanza a cambiare il loro *modus operandi*, trasformando l'approccio statico con cui affrontano le discipline curriculari, soprattutto le materie scientifiche, per rendere il processo di insegnamento-apprendimento più significativo per i loro alunni. Il punto su cui soffermarsi a riflettere è la formazione universitaria che essi hanno ricevuto da studenti: come abbiamo visto, se si acquisisce durante lo studio una certa forma *mentis* essa caratterizzerà il discente anche in futuro, in tutte le occasioni in cui si troverà insituazioni di apprendimento. Stesso discorso per il processo di insegnamento: gli studenti-futuri docenti che hanno appreso e fatto proprio (a scuola, all'università e in tutti luoghi di formazione o presso agenzie educative) un determinato metodo didattico trasmissivo e meccanico, difficilmente abbandoneranno la vecchia strada, sicura e nota, per avventurarsi su un sentiero che non hanno mai praticato e che non sanno dove può portare.

#### **1.2.4 Nuovi bisogni educativi da gestire: insegnanti impreparati e soli.**

Come affrontare con i propri alunni terreni sconosciuti, o magari conosciuti ma mai affrontati in classe? Non bisogna dimenticare che la scuola è la prima forma di comunità che un bambino incontra, uscendo dall'ambiente familiare. *La scuola rappresenta una piccola società* a tutti gli effetti e non può presentarsi come un surrogato antiquato e semplificato di una realtà esterna molto più complessa. La società si evolve e i bambini

sono i primi soggetti su cui tali cambiamenti si specchiano, così immersi in flussi di informazioni che assorbono da tutte le parti, in famiglia, nei luoghi di aggregazione, attraverso i media. I bambini della moderna società sono portati ad apprendere in maniera molto più veloce che in passato, abituati a gestire quantità ingenti di dati provenienti da molteplici direzioni, spesso anche contemporaneamente, considerando il bombardamento mediatico a cui sono sottoposti quotidianamente come tutti. Loro, però, sono più esposti a questi flussi di informazioni perché posseggono menti meno strutturate e quindi meno critiche e selettive rispetto a quelle degli adulti. Conseguenza di tutto ciò è una notevole variazione nel loro stile di apprendimento. Per queste nuove generazioni di discenti così diverse dal passato, la concezione di scuola non può rimanere aggrappata con disperazione al passato, con tutto il corredo di metodologie antiquate e curricula secolari. Se la scuola è pensata per i bambini, allora saperne deve rispecchiare gli stili cognitivi e le caratteristiche. Di conseguenza, com'è ovvio, anche i docenti sono implicati in prima persona in questo processo di modernizzazione e apertura mentale. La stortura sta nel fatto che, benché essi debbano essere preparati a fronteggiare i nativi digitali, figli della modernità, la loro formazione e preparazione resta ferma a metodi e contenuti quantomeno non adatti alla platea con cui si troveranno a lavorare nelle scuole. Se questo discorso vale in generale per le discipline curriculari, vale a maggior ragione per le materie scientifiche, con cui vecchi e fidati libri e usurate metodologie non fanno altro che accrescere atteggiamenti ostili e rinunciatari nei confronti delle conoscenze matematiche e scientifiche.

Levitt (2001) categorizza gli insegnanti di scienze in *tradizionali*, *di transizione*, *di trasformazione*, indicando a che grado dello sviluppo sono e la loro volontà di aggiornarsi e mettersi in gioco, arricchendo le loro conoscenze. In particolare, gli insegnanti tradizionali sono quelli che provengono da anni di esperienza nella scuola e adoperano da altrettanti anni metodi e approcci per così dire “datati”; essi, non solo non prendono in considerazione approcci più recenti ma ne ignorano completamente l'esistenza. Gli insegnanti di transizione, invece, sono coloro che sono a conoscenza di alternative e si muovono nella direzione del cambiamento. Infine, vengono definiti insegnanti di trasformazione quei docenti che hanno trasformato le loro pratiche di insegnamento con innovazioni consistenti. Il grado del loro allinearsi con le idee

riformiste esprime quanto le loro pratiche nell'insegnamento di materie scientifiche siano reform-oriented, cioè orientato al cambiamento.

Il vero problema è che, quand'anche questi insegnanti, per così dire, “vecchio stampo” volessero aggiornarsi e attuare un approccio diverso da quello solito e consolidato, possono fare affidamento solo su loro stessi, rimettendosi sui libri, con il solito vecchio metodo su nuove conoscenze; questo controsenso creerà loro non poche difficoltà e un senso di inadeguatezza che inevitabilmente condurranno ad un profondo scoramento. Nociolo della questione è quello che potremmo definire *l'isolamento degli insegnanti* da parte di agenzie di formazione che dovrebbero, al contrario, incoraggiarli nella loro apprezzabile volontà di tenersi al passo con innovazioni didattiche e pedagogiche. E l'ente formativo per eccellenza, l'università, rimane al di fuori di queste situazioni, quando, invece, sarebbe auspicabile quantomeno interessarsene, supportarli e aiutarli nel nuovo percorso che essi stanno per affrontare, per evitare che anche gli insegnanti che hanno ancora voglia di mettersi in gioco e migliorarsi possano perdere motivazione ed entusiasmo, ritrovandosi a non saper da dove cominciare, o come fare.

### **1.3 Fattori determinanti nelle pratiche degli insegnanti (convinzioni, esperienze, conoscenze: learners teachers).**

Abbiamo già accennato al fatto che ogni individuo acquisisce continuamente conoscenze, anche soltanto interagendo con il mondo esterno carico di nuove informazioni da integrare e collegare alle precedenti; abbiamo inoltre trattato di come tale bagaglio di conoscenze sia una costante per l'individuo nelle altre esperienze in cui si imbatte durante tutto l'arco della sua vita. Come per tutti gli individui, questo vale anche per i docenti. Essi posseggono un corredo di conoscenze e credenze che vanno a influire inevitabilmente sulla loro attività didattica, sulla scelta dei contenuti, sull'adozione di metodologie, sulla gestione delle lezioni. Più specificamente, distinguere tra le conoscenze di un insegnante possiamo distinguere le convinzioni personali, ovvero quelle nozioni che fanno parte del suo modo di vedere le cose e che condizionano il suo modo di agire. Per essere più precisi, il modo di vedere le cose e il modo di agire si concretizzano, in questo caso, nel modo di strutturare il processo di insegnamento-apprendimento per i suoi studenti.

### **1.3.1 Cosa sono le “core beliefs”, come si formano e come influenzano l'agire didattico degli insegnanti.**

È opinione diffusa tra i ricercatori che le **core beliefs** hanno un potente impatto sull'insegnamento e apprendimento delle scienze. Negli ultimi tre decenni la ricerca è giunta ad una serie di affermazioni riguardo le convinzioni degli insegnanti, largamente accettate, tra cui le seguenti:

- le convinzioni sono molto più influenti delle conoscenze accademiche sull'organizzazione, l'analisi, la risoluzione dei problemi e la presa di decisioni;
- alcune credenze sono più fortemente ancorate, prendendo il nome di “core beliefs”, ovvero credenze di base, e risultano più resistenti al cambiamento, mentre altre meno solide vengono dette periferiche;
- le convinzioni non esistono indipendentemente le une dalle altre, ma formano insieme un'ecologia, un'architettura interna di sistemi rilevanti per il singolo individuo;
- gli individui possono possedere diverse e contrastanti convinzioni per lo stesso argomento;
- quando una convinzione viene cambiata, essa influenza tutte le convinzioni ad essa affini, apportando cambiamenti anche a queste;
- le convinzioni si presentano come “nidi” o meglio come gruppi di credenze e principi collegati tra loro (Bryan, 2003).

Munby sostiene l'importanza delle credenze degli insegnanti nelle pratiche. Nei suoi studi a contatto con gli insegnanti, Munby giunge a comprendere che erano le loro credenze più radicate a guidare la pratica. Tra esse si annoverano:

- aiutare gli studenti a far fronte alle nuove informazioni e ad imparare autonomamente;
- incrementare negli studenti la fiducia nelle loro capacità;
- fornire agli studenti le conoscenze scientifiche necessarie e i concetti che probabilmente avrebbero incontrato nella vita di tutti i giorni.

Queste rappresentavano alcune delle credenze di base dei docenti inclusi nelle ricerche

di Munby, che rappresentavano il campione delle sue indagini per circoscrivere le credenze e dedurre cause ed effetti (Munby 1984).

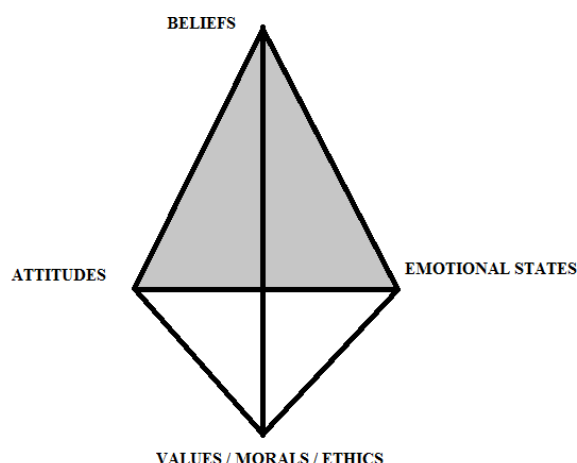
Secondo Nespor, invece, le credenze sono costituite da:

- conoscenza episodica, caratterizzata dal ricordare storie ed eventi;
- elementi afferenti alla sfera affettiva, come le sensazioni nate dal rapporto con gli studenti;
- credenze riguardo la presenza o l'assenza di categorie come intelligenza, pigrizia, immaturità, abilità, e così via (Nespor 1987).

Nespor riteneva, dunque, le credenze degli insegnanti una mescolanza di conoscenze, sentimenti e convinzioni, maturate nel corso degli anni di esperienza di insegnamento. Esse sono definite costruzioni del singolo, altamente personalizzate, associate a risultati ed eventi e che contengono componenti affettive e valutative, le quali si riversano irrimediabilmente sull'attività docente.

Le credenze sono una sorta di filtro per l'insegnante, non solo hanno notevoli influenze sul modus operandi della pratica scolastica, orientando scelte e interpretazioni, ma in aggiunta condizionano l'apprendimento e la gestione di contenuti e metodologie interiorizzate dal docente: solo se questi sono compatibili con le sue credenze di base saranno accettati e rielaborati dalla mente, altrimenti filtrati e rielaborati, o addirittura respinti. (Nespor, 1987).

Alexander and Dochy (1995) definiscono Teachers' beliefs la visione personale di un insegnante dal punto di vista della filosofia adottata, della visione psicologica e dell'ambito epistemologico, sostenendo che Beliefs e Knowledge, ovvero l'aspetto filosofico (le credenze) e l'aspetto epistemologico (le conoscenze) si completino, formando la struttura cognitiva adottata da ogni insegnante. Essa dunque, contempla sia una componente cognitiva sia una affettiva.



DeBellis and Goldin's (2006) framework for affect.

Di seguito viene riportata la tabella che sintetizza come viene interpretata la figura dell'insegnante in ambito scientifico dalle differenti posizioni epistemologiche, sia per quanto riguarda il metodo adoperato, sia riguardo la concezione di cosa sia la conoscenza scientifica, sia, infine, riguardo il rapporto tra conoscenze precedentemente acquisite e nuove conoscenze:

<b>Posizione</b>	<b>Metodo</b>	<b>Definizione della conoscenza scientifica</b>	<b>Cambiamento della conoscenza scientifica</b>	<b>Status della conoscenza scientifica</b>
Empirico-induttivo	Osservazione e costruzione di teorie	Buona approssimazione alla realtà	La scienza progredisce con nuovi dati compatibili con i precedenti	Essa ha uno status specifico perché è una rappresentazione oggettiva della natura
Ipotetico-deduttivo	Ipotesi seguite da dati sperimentali	Buona approssimazione alla realtà	Laddove i nuovi dati sono in contraddizione con i precedenti, è	Essa ha uno status specifico perché è una rappresentazione

			perché sono migliori, più accurati	oggettiva della natura
Contestuale	Il metodo è il criterio della razionalità	La più razionale interpretazione	Il cambiamento del paradigma crea discontinuità, per cui ci sono momenti di continuità e momenti di discontinuità	Ha uno status perché costituisce un pensiero strutturato e sistematico
Relativista	Esiste una pluralità di metodi scientifici	Non è possibile creare una demarcazione netta dell'oggetto della conoscenza	Il cambiamento nella teoria non deve essere sempre in accordo con forme costanti	Non ha uno status particolare perché l'ideologia rifiuta uno status

### 1.3.2 Self-efficacy: l'autoefficacia di Bandura.

Oltre a queste distinzioni tra le prospettive dei vari approcci, dobbiamo considerare un'ulteriore precisazione circa le credenze di un'insegnante, ovvero la separazione tra credenze formali e credenze pratiche riguardo le scienze. A tal proposito, affrontiamo il concetto introdotto da Bandura (1997) di self-efficacy, ovvero il credere nella propria capacità di organizzare ed eseguire il corso delle azioni, ma anche la propria efficacia nel gestire gli eventi: ciò influenza scelte, aspirazioni, sforzi e perseveranza, e di conseguenza la qualità della prestazione. Avere una convinzione negativa riguardo le proprie capacità ha delle conseguenze tangibili sulla performance. Questo vale per lo studente che affronta un argomento nuovo, ma dall'altro lato vale anche per l'insegnante che si trova davanti a un concetto che deve trattare con la sua classe e non se ne sente in grado, perché ha timore di non essere in grado di gestirne le implicazioni, una volta uscita fuori dal seminato. Indagare le convinzioni di autoefficacia personale relativamente ad un dato comportamento può allora permettere di predire la condotta

dell'individuo in quello specifico dominio comportamentale. Bandura assume che vi siano quattro fonti principali che influenzano l'autoefficacia, esse sono:

- mastery experience (esperienza di padronanza), costituita dai risultati ottenuti in termini di traguardi raggiunti o esiti fallimentari precedenti. In particolare, si sofferma l'attenzione sul come si siano ottenuti questi risultati, se sono state messe in atto alle proprie capacità o se è stato necessario ricorrere all'aiuto dall'esterno.
- vicarious experience (esperienza riflessa), costituita dall'apprendimento mediato dall'osservazione delle esperienze altrui, dalle strategie adottate dagli altri, che diventano dei modelli, specie se sono simili a chi apprende per contesto e capacità (un esempio di questa situazione è l'apprendimento di materie pratiche e scientifiche, che avviene tramite l'interiorizzazione dei metodi osservati).
- verbal persuasion (persuasione verbale), applicata quando dall'esterno si ricevono convincimenti verbali che aumentano la fiducia in se stessi e di conseguenza aumentano l'impegno e l'energia profusi nell'affrontare e superare una situazione con i suoi eventuali problemi. Questo potere del condizionamento vale, però, anche in senso opposto: se un discente si sente dire in continuazione che non è capace, che sicuramente cadrà in errore, che non potrà raggiungere se non un livello mediocre di bravura, egli si convincerà di non potercela fare e non avrà stimoli per perseguire i suoi obiettivi, anzi eviterà proprio di mettersi in gioco, sicuro di fallire.
- emotional and physiological states (stati emotivi e fisiologici), che comprendono ansia, stress, fatica e particolare stati d'animo che influenzano le capacità. In realtà non sono gli stati emotivi ad avere rilevanza, ma come essi vengono percepiti e affrontati: se uno stato negativo viene riconosciuto come un ostacolo insormontabile allora costituirà davvero un ostacolo insormontabile, ma se al contrario sarà affrontato per essere superato, non verrà percepito negativamente ma come uno sprono.

Questo vuol dire che quando una o più di questi fattori viene a mancare, il tipo di apprendimento ottenuto non sarà significativo e quindi non costituirà argomento su cui esercitare padronanza, bensì causerà insicurezza e timore al docente che dovrà trattarlo



in classe. Le credenze sull'autoefficacia non intaccano solo la performance dell'insegnante, ma anche i traguardi e la motivazione dei suoi studenti. Essa non sempre dipende dalle competenze dell'insegnante, ma è spesso legata alle capacità organizzative e gestionali delle lezioni tenute, dalle scelte curriculari e nello specifico di alcune discipline, percepite più complesse per essere padroneggiate in toto. La conoscenza di una disciplina ne favorisce la padronanza e di conseguenza contribuisce ad allineare lo sviluppo professionale del docente.

La convinzione di autoefficacia esercita la propria influenza diversamente in base all'azione a cui ci si riferisce: tale influenza può essere autoregolativa delle proprie abilità, oppure della sfera affettivo-relazionale o ancora nella scelta dei propri obiettivi. Bandura (1997) definisce una metodologia di sviluppo delle convinzioni di autoefficacia:

- L'individuo apprende le capacità richieste attraverso l'osservazione diretta o mediata (per esempio mediante videotape o l'impiego di tecnologie digitali) di un modello.
- Le strutture conoscitive (credenza, aspettative, standard personali) sviluppate nella prima fase vengono consolidate mediante la loro trasformazione in azioni. La persona viene messa alla prova in un contesto protetto, ed incoraggiata ad utilizzare le capacità acquisite al fine di perfezionarle.
- Questa stessa procedura viene impiegata nell'ultima fase, in cui la persona viene messa alla prova nell'esercizio delle capacità acquisite direttamente nella vita lavorativa di tutti i giorni.

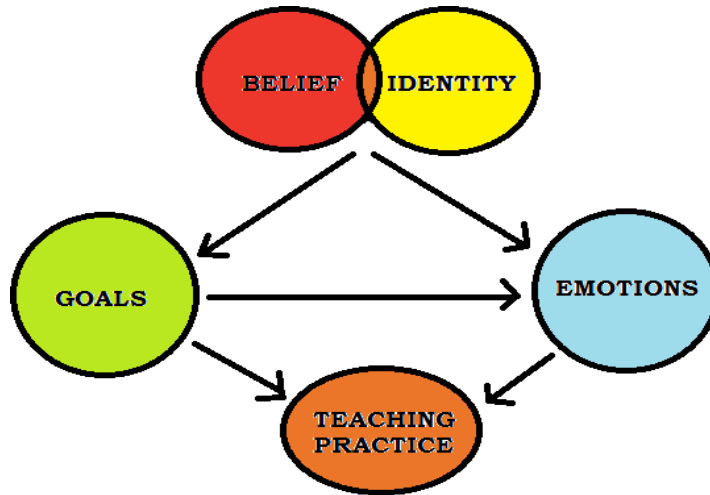
Queste credenze e il condizionamento inconsapevole dell'autoefficacia influenzano le aspettative riguardo i risultati e riguardo i fattori non direttamente sotto il controllo dell'insegnante.

### **1.3.3 Autoregolazione e gestione consapevole dell'influenza delle credenze.**

Oltre alla differenza tra Beliefs (credenze) e Knowledge (conoscenze), e oltre alla differenza tra credenze formali e credenze pratiche, che abbiamo appena visto, distinguiamo qui di seguito tre tipologie di credenze dell'insegnante:

- *riguardo l'insegnamento*, stabilite e nutrite attraverso la sua personale esperienza

- come studente;
- *riguardo gli studenti*, che ha sicuramente un impatto sulla percezione e la motivazione degli studenti;
  - *riguardo l'Inquiry*, un metodo complesso e talvolta in conflitto con le credenze originarie dell'insegnante.



Relationships of beliefs, identity, goals, and emotion to teaching practices. (Modified from Cross and Hong, 2012)

Andiamo ora a scoprire che ruolo hanno queste credenze dei docenti nel trattamento delle materie scientifiche. Esse certamente costituiscono la giustificazione epistemologica fornita da un insegnante nell'affrontare i concetti: la paura di sfiorare dal campo delle proprie conoscenze restringe e rende sterili gli argomenti trattati. In uno studio svolto negli Stati Uniti alcuni anni fa, Rutledge e Mitchell (2002) hanno riportato i dati che il 40% degli insegnanti, benché consci dell'importanza di alcuni temi come l'evoluzione o il cambiamento climatico, non ne facessero che un accenno per il timore di addentrarsi in sabbie mobili epistemologiche da cui non sapevano più tirarsi fuori.

Da qui emerge anche la stretta connessione tra sistema di credenze e identità professionale di un insegnante. Quest'ultima deriva principalmente dalla personale esperienza da studenti e dalla visione di se stessi come docenti, giustificando poi scelte professionali e azioni, nel quadro di aspettative dovute ad esperienze pregresse. Andando a tracciare i collegamenti tra esperienze, credenze e valori di un insegnante e

la sua attività pratica in classe, si può comprendere la difficoltà nel trattare argomenti di cui non si ha padronanza. Secondo Gregoire (2003), la chiave per risolvere questa controversia è puntare sulla self-efficacy e rivalutare il ruolo del mastery learning: solo con il tempo, facendo pratica e ricevendo feedback costruttivi un futuro docente potrà sentirsi padrone di un determinato campo d'indagine e trattarlo senza paura di sconfinare. La ricerca deve, pertanto, incentrare i propri sforzi per predire e orientare lo sviluppo delle credenze dei docenti: per riuscirci ha bisogno di analizzare e lavorare con gli studenti-futuri docenti. È molto più semplice agire su di essi per una serie di motivi, da una parte non hanno ancora tanta esperienza che li ha influenzati in un modo o nell'altro, possono considerarsi pertanto ancora in crescita e non con credenze da ristrutturare; dall'altra parte non hanno maturato credenze tali da essere spaventati dal cambiamento, abbracciando più facilmente la possibilità di adottare il metodo dell'Inquiry.

***Bibliografia:***

Alexander, P.A. & Dochy, F. (1995) Conception of knowledge and beliefs: a comparison across varying cultural and educational communities. *American Educational Research Journal* 32, 413-442

Apostolou A. & Koulaidis V. (2010) Epistemology and science education: a study of epistemological views of teachers. *Research in science & technological education*, 28, 149-166

Appleton, K. (2006). *Science pedagogical content knowledge and elementary school teachers*. In K. Appleton (Ed.), *Elementary science teacher education: International perspectives on contemporary issues and practice*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum in association with the Association for Science Teacher Education (ASTE).

Ausubel, P.(1983) , *Educazione e processi cognitivi* ,Milano, Franco Angeli.

Bandura, A. (1997), *Autoefficacia: teoria e applicazioni*. Tr. it. Erikson, Trento, 2000

DREW, D., 1998 America's Wasted Talent: A Karplus Lecture, in "Journal of Science Education and Technology", Vol.7 No.4, Kluwer, Dordrecht

Driver, R.; Leach, J.; Millar R.; Scott P.; (1996) *Young People's Images of Science*, Open University Press, Ballmoor

Geroge, R. (2000) *Measuring Change in Students' Attitudes Toward Science Over Time: An Application of Latent Variable Growth Modeling*, in "Journal of Science Education and Technology", Vol.9 No.3, Kluwer, Dordrecht

Kelly, G. (1955). *The psychology of personal constructs*. New York, NY: Norton

Hodson, D. ( 1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*.

Buckingham, UK: Open University Press.

Harnel W. & Holroyd C. (1997) Primary Teachers' understanding of concepts of science: Impact on confidence and teaching. *International Journal of Science Education* 19 (1) 93-105.

Levitt K. E. (2001) *An analysis of elementary teachers' beliefs regarding the teaching and learning of science*. *Science Education* 86.

Munby, H. (1984). *A qualitative approach to the study of a teacher's beliefs*. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(1), 27–38. Nespor, J. (1987). The role of teacher beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19, 317–328.

Bryan, L. A. (2003). *The nestedness of beliefs: Examining a prospective elementary teacher's beliefs about science teaching and learning*. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 835–868.

Munby, H. & Russell, T. (1994) *The authority of experience in learning to teach: messages from a physics methods class*, *Journal of Teacher Education*, Faculty of Education, Queen's University. Vol. 45, No. 2, March/April 1994, pp. 86-95

Nuthall, G.A. (2001). Understanding how classroom experience shapes students' minds. *Unterrichtswissenschaft: Zeitschrift für Lernforschung*, 29(3).

Piaget, J., (1967) *Lo sviluppo mentale del bambino e altri studi di psicologia*, Torino, Einaudi.

Poce, A.(2016). *Tecnologia critica, creatività e didattica della scienza. Ricerche sperimentali*. Franco Angeli.

Rutledge M.L., Mitchell M.A. (2002). *High school biology teachers' knowledge structure, acceptance & teaching of evolution. The American Biology Teacher* 64 (1): 21–8.

Schreiner C, Sjøberg S (2004) *Sowing the seeds of ROSE*. Background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (Relevance of Science Education) - a comparative study of students' views of science and science education. Acta Didactica 4. Oslo, Norway: University of Oslo Department of Teacher Education and School Development.

Vygotskij, L. (2007) *Pensiero e linguaggio. Ricerche psicologiche*, 10<sup>a</sup>ed., Roma-Bari, Laterza,

***Sitografia:***

*La crisi delle vocazioni scientifiche e le sue motivazioni*, tratto dalla rassegna rinvenibile presso il sito Observa – Centro di Ricerche Indipendente  
[http://archivio.pubblica.istruzione.it/argomenti/gst/allegati/rassegna\\_crisivocazioni\\_observa1.pdf](http://archivio.pubblica.istruzione.it/argomenti/gst/allegati/rassegna_crisivocazioni_observa1.pdf)

## Capitolo Secondo

### Le proposte di miglioramento

La ricerca, mirando a proposte di miglioramento della situazione attuale, circa l'insegnamento delle materie scientifiche, deve tener presente il punto di partenza per attuare l'innovazione a cui si ambisce, ovvero i docenti stessi. Essi fanno riferimento in ogni momento della loro azione docente ad un bagaglio costituito dall'ambito epistemologico e da tutto l'insieme di concezioni profondamente radicate nel loro modo di percepire il processo di insegnamento-apprendimento. Le *core beliefs* sono dovute ad una combinazione di fattori e di stratificazioni, che incidono sensibilmente sul modus operandi di ogni insegnante. Diversi autori hanno cercato di delineare tali convinzioni, analizzandone le cause (in termini di percorso formativo) e gli effetti (in termini di applicazione di certi metodi e utilizzo di determinati approcci).

Solo facendo riferimento a queste convinzioni si potrà operare un cambiamento concettuale ed educare i docenti in formazione ad assumere un vero e proprio pensiero scientifico, acquisendo la capacità metacognitiva e autoriflessiva che essi dovrebbero sviluppare nei propri studenti.

#### **2.1. I modelli e le teorie per la formazione degli insegnanti.**

Come evidenzia la ricerca, il rapporto degli studenti con le scienze risulta tutt'altro che positivo e, d'altronde, anche il processo di insegnamento delle materie scientifiche si rivela alquanto complesso per gli insegnanti stessi. Essenziale diviene, in questa ottica, la formazione dei docenti.

##### **2.1.1 L'apprendimento sperimentato dal docente.**

Abbiamo già detto che un apprendimento efficace per l'alunno è diretta conseguenza di un apprendimento efficace a sua volta sperimentato dall'insegnante stesso. Oggi questo processo tende ad essere molto superficiale e perciò poco efficace. Perché si potesse risolvere questa situazione sul nascere, è nato negli anni 80 del secolo scorso il concetto di *Conceptual Change*, una procedura che focalizza sulla durabilità e l'interiorizzazione dei contenuti scientifici trattati.

Tale procedura si sviluppa in diverse fasi, schematizzate come segue:

- *cognitive conflict*, che deriva dall'idea piagetiana di disequilibrio, il momento in cui ci si rende conto di aver bisogno di riorganizzare la conoscenza;
- *small-group interaction*, l'interazione in piccolo gruppo, con l'esposizione delle idee e la condivisione di soluzioni comuni, mettendo in atto la negoziazione nel processo di co-costruzione della conoscenza;
- *models and analogies*, ovvero generare gradualmente modelli generali, a partire dalle analogie e dalle variabili nei casi considerati (costruire da sé un modello dalla propria esperienza è indubbiamente più efficace che presentare la teoria come una indiscutibile verità);
- *scaffolded instruction*, il passaggio dall'indagine all'organizzazione di un pensiero coerente e articolato, considerando il quadro nel suo insieme. Questo procedimento può avere diverse forme: Appleton (2002) sostiene che esso possa riguardare la strutturazione di unità di lavoro a partire dalle esperienze e dalle lezioni, oppure la strutturazione di strategie ed esperienze attraverso il confronto e la prova di ipotesi su fenomeni o argomenti scientifici.

Il **processo di “scaffolding”** (Vygostkij 1934) ovvero ristrutturazione delle conoscenze può essere supportato in maniera efficace dal **writing**, dallo scrivere, in altre parole articolare per iscritto il pensiero scientifico, che presuppone organizzazione mentale e coerenza di pensiero. Per i bambini non è sempre semplice strutturare frasi estese in maniera appropriata e coerente, ma se vi riescono sarà la prova effettiva del livello di competenza nella ristrutturazione dei saperi, il processo di scaffolding. Le forme che la scrittura scientifica può assumere sono molteplici, dal giornale, alle mappe concettuali, a diagrammi accompagnati da disegni, a ricerche specifiche. Nei lavori di questo genere vengono adoperati di consueto delle formule, dei frames, a partire dai quali si costruisce e si articola il pensiero scientifico scritto, come ad esempio “stiamo cercando di scoprire...”, “questi risultati mi dicono che...”, “emergono delle connessioni tra...”, e così via.

Tuttavia anche gli studenti più piccoli possono approcciare un lavoro scientifico del genere, benchè non ancora in possesso della capacità di scrittura, mettendo in relazione l'immaginazione, le proprie esperienze e l'indagine autonoma (intendendo qui per indagine un processo non strutturato ma esplorativo tipico dei bambini). Il gioco libero



ed esplorativo dell'ambiente diviene quindi, benché spesso non riconosciuto come tale, una vera e propria pratica scientifica (Shepardson & Britsch 2001).

Molti approcci pedagogici all'insegnamento delle scienze consigliano specifiche strategie, tra cui la drammatizzazione, un gioco di simulazione di modelli e analogie tra casi simili, utilizzando anche video, cartoni animati, spettacoli di marionette e tutti i canali non convenzionali; altra strategia è costituita dal lavoro in piccolo gruppo, coinvolto in attività pratiche, laboratori e con l'adozione del metodo del cooperative learning. Tale organizzazione presuppone ruoli definiti per i membri, reciproco sostegno e un ruolo attivo per tutti i partecipanti del gruppo, nonché l'utilizzo di una metodologia estremamente efficace come quella del problem solving, attraverso cui non solo si stimola il ragionamento ma emergono nuovi punti di vista e spunti su cui riflettere insieme.

### **2.1.2 Imparare ad insegnare.**

Tra le competenze europee si legge la dicitura “imparare ad imparare”, ovvero la competenza che gli studenti devono acquisire riguardo la consapevolezza del proprio apprendimento, per riuscire a gestire le conoscenze apprese, a contestualizzarle e a rielaborarle da una parte in base alle conoscenze pregresse circa un determinato argomento e dall'altra parte in base al nuovo contesto in cui andranno ad utilizzare tali conoscenze. Parlando, invece, di formatori, laddove gli studenti in questione sono i futuri docenti, la competenza da porsi come obiettivo primario è l'imparare ad insegnare, ovvero non solo acquisire e comprendere nozioni e conoscenze, ma anche sapere come trasmetterle a dei discenti, come permettere loro di capire e interiorizzarle in modo permanente e coerente con il bagaglio di conoscenze già possedute.

Linn ed Eylon (2006) presentano un modello che sintetizza il percorso di integrazione delle conoscenze in 10 step, per insegnare come insegnare:

- diagnosticare
- osservare
- esporre un'idea
- sperimentare
- costruire una simulazione

- costruire un prodotto
- creare una discussione a riguardo
- produrre una critica
- collaborare
- riflettere sul proprio operato

“Diagnosticare” e “osservare” in questo contesto significano identificare le conoscenze da trasmettere, a partire dall'analisi della situazione di partenza dei discenti; “esporre un'idea” vale a dire cominciare a formare le premesse per l'insegnamento dei contenuti, introducendoli, dopodiché “sperimentare” e “costruire un prodotto” stanno a significare la strategia di costruzione di un ambiente di apprendimento, in cui le conoscenze nuove e pregresse di ciascuno possano essere messe in circolo per condividere il processo di apprendimento (punti 7, 8 e 9); al termine del suddetto processo l'insegnante provvederà a stimolare nei discenti un pensiero critico, analitico e retroagente, che porti a “riflettere sul proprio operato”, ovvero ad acquisire consapevolezza dei propri stili cognitivi, delle competenze messe in atto per imparare e sui contenuti appresi, in modo da poterli utilizzare nei contesti e nelle maniere più opportune.

Linn (2008), poi, riguardo il processo di apprendimento degli insegnanti in formazione, distingue tra “extinguishing” e “distinguishing”, ovvero rispettivamente i momenti in cui uno studente estingue, rimpiazza le conoscenze precedenti con le nuove, e il momento in cui le distingue e le collega con coerenza. Inoltre, Linn e Eylon (2011) considerano inadeguato l'approccio che sistematizza le conoscenze per assimilazione, soprattutto in campo scientifico, perché gli studenti non sono motivati dal momento che non comprendono ciò che stanno studiando e di conseguenza non sviluppano l'atteggiamento critico e considerano le scienze un qualcosa privo di senso.

I due ricercatori propongono l'approccio **KI (knowledge integration approach)** che porta a riflettere sulle ipotesi relative ai fenomeni e a costruire personali opinioni dall'evidenza. Questo approccio non fa altro che sintetizzare, integrare appunto, diversi modelli sull'apprendimento in un unico modello, mirando a creare una sintesi dei diversi punti di vista su uno stesso argomento. Esso, quindi, consiste nell'accorpare le prospettive e creare un corpo di conoscenze esistenti con un approccio interdisciplinare. Questo tipo di approccio vuole proprio sottolineare come le conoscenze appena apprese

possano essere modificate e rielaborate alla luce di conoscenze esistenti, in modo da andare al di là delle specifiche nozioni di un argomento. Una possibile strategia di attuazione di questo approccio è procedere per campi semantici, producendo mappature minimali di contenuti disciplinari (Murray 1996).

Anche Anderson e Mitchener (1996) criticano il tradizionale modello di formazione dei futuri insegnanti, focalizzando in particolare l'attenzione su alcuni punti cruciali, quali l'inadeguatezza della preparazione riguardo le discipline, l'utilizzo di un modello rigido e prestabilito, l'importanza sottovalutata dell'Inquiry, del metodo laboratoriale e delle nuove tecnologie di cui avvalersi (per cui rimandiamo ai paragrafi successivi).

Per colmare il gap tra insegnanti “preservice” e insegnanti “inservice” (ovvero prima e durante la professione), è stato fondato alcune decine di anni fa il progetto PEEL (Project for the Enhancement of Effective Learning), un'iniziativa che supportava gli studenti-futuri insegnanti fornendo un linguaggio tecnico che aiutava ad entrare inconfidenza con la materia e creava la base per la comprensione e la costruzione di pratiche, andando a studiare anche le aspettative dei risultati, come motivazione e competenze.

Il PEEL nasce nel 1895 in Australia e supporta dirigendo e facendo collaborare tra loro gli insegnanti e i futuri insegnanti attraverso la ricerca. Il PEEL propone una lista di principi per un insegnamento di qualità:

- condividere il controllo intellettuale con gli studenti
- cercare occasioni per rendere gli studenti parte attiva delle lezioni
- fornire opportunità per sperimentare il processo di decision making
- fornire diverse strade per esperienze di successo
- promuovere ipotesi e tentativi
- incoraggiare gli studenti ad imparare dai commenti altrui
- costruire un clima relazionale che incoraggi il risk taking
- utilizzare una varietà di metodi
- utilizzare specifiche procedure per un insegnamento significativo
- insegnare a guardare il quadro complessivo per capire i collegamenti
- verificare la consapevolezza dell'apprendimento significativo per gli studenti

- promuovere l'autoverifica come parte del processo di apprendimento. (Mitchell, Mc kinnon & Scheele, 2004)

Un aspetto molto rilevante del processo di apprendimento è l'utilizzo del problemsolving. Shön (1983) differenzia tra *problem solving* e *problem setting*, di cui il secondo precede il primo ed è la fase in cui si identifica un problema se ne determina la natura, per poi passare alla valutazione delle possibili soluzioni. Egli parla, inoltre, di “reflection in action” e “reframing”, due processi indispensabili per costruire consapevolezza e conoscenze coerenti e ben organizzate. Solo quando un insegnante ha padronanza e sicurezza nei confronti della materia trattata può far sentire i propri alunni sicuri e curiosi, senza paura di avventurarsi in un terreno nuovo; solo se l'insegnante si mostra appassionato alla propria materia i suoi alunni studieranno con passione ed interesse. Per creare le giuste condizioni per la comprensione di argomenti scientifici, bisogna insegnare un linguaggio appropriato, termini tecnici con cui esprimere ciò che si sta osservando e analizzando. Tale linguaggio include anche delle procedure e delle strutture appropriate, quali report, spiegazioni, terminologie adatte e che denotano competenza.

### **2.1.3 Il ruolo delle concezioni nei modelli di formazione degli insegnanti.**

Negli ultimi quindici anni, la comprensione, l'individuazione e l'inquadramento di quelle che vengono definite le concezioni degli insegnanti è diventata una priorità per la ricerca nel campo dell'educazione. Esse, secondo quanto riportato da Jones e Carter costituiscono dei costrutti personali che variano da persona a persona (e quindi da insegnante a insegnante) possono fornire una strada utile per capire le pratiche dei docenti. Tali pratiche sono formate da tutti quegli elementi che guidano le scelte scolastiche e le decisioni didattiche, e che in aggiunta hanno una notevole influenza sulla gestione del gruppo classe, per penetrare a fondo e comprendere gli eventi che caratterizzano l'organizzazione contenutistica e metodologica della vita scolastica di un insegnante (Jones & Carter, 2007).

Sulla scia di queste considerazioni riportiamo il modello elaborato da Jones e Carter nel 2007, che costituisce una visione globale dei fattori che contribuiscono a costruire concezioni e capacità di un futuro insegnante, comprendendo:

- la self-efficacy,
- il bagaglio epistemologico,
- i fattori cognitivi;
- infine i fattori affettivi (motivazione, esperienze, atteggiamenti).

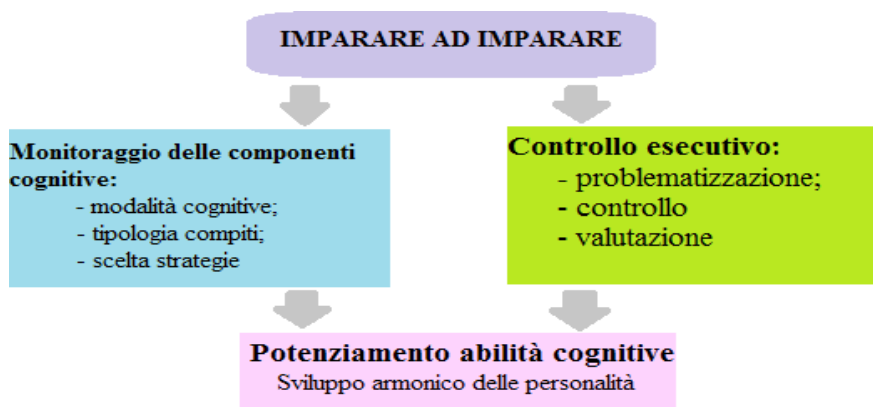
Gli autori del modello suggeriscono che ognuno di questi fattori sia poi internamente influenzato da altri tipi di fattori, diciamo istituzionali, come la cultura, la religione, il contesto sociale e la visione del mondo propri di ciascun individuo, includendo ovviamente i soggetti di studio, cioè i futuri insegnanti.

Un utile punto di vista, che essi possano adottare per essere consapevoli delle proprie concezioni epistemologiche e sull'apprendimento, è la **metacognizione**, che è influenzata e influenza a sua volta le pratiche di un docente, mantenendosi attenti ai feedback e critici nei confronti del proprio bagaglio, pronti a rivederlo e ristrutturarlo, attenendosi a questo che è un modello attivo e perciò dinamico. Essa non è altro che unamodalità di retroazione sul proprio apprendimento e metterla in pratica nel processo di insegnamento-apprendimento significa puntare su attività che comprendano momenti di rielaborazione da parte degli studenti stessi dei contenuti affrontati, delle modalità con cui i contenuti sono stati affrontati e appresi, con tutte le strategie messe in atto e gli eventuali ostacoli incontrati. Questa procedura porta gli alunni ad accorgersi di avvalersi di un proprio *modus operandi* e li rende consci di possedere delle caratteristiche cognitive peculiari, ovvero uno stile di apprendimento che influisce sull'acquisizione di contenuti: essere consapevoli e padroneggiare questi aspetti del processo è una risorsa utile e necessaria per incrementare e lavorare sul proprio apprendimento. L'apprendimento imperniato su un tipo di didattica metacognitiva sarà per lo studente uno strumento per sviluppare una meta-abilità, nota nelle competenze chiave europee con la dicitura “Imparare ad imparare”, ovvero acquisire una tale consapevolezza dell'utilizzo di strumenti e strutture intellettive tale da impostare in maniera efficace tutta l'attività mentale di comprensione, memorizzazione e rielaborazione dei contenuti. L'implementazione di queste meta-abilità è una strada per agevolare lo sviluppo di abilità trasversali che il discente ritroverà in tutto l'arco della sua formazione, in ogni singolo episodio di apprendimento. L'insegnante, in questo contesto, ha il delicato compito di indirizzare al riconoscimento del proprio stile di

apprendimento, secondo un approccio autoregolativo, incoraggiando gli studenti alla scelta e all'attuazione delle strategie operative più adeguate al contesto, al contenuto e al proprio personale modo di imparare.

La metacognizione comprende diverse fasi nel processo dell'acquisizione delle meta-abilità; in primis il monitoraggio delle componenti cognitive e in secondo luogo il controllo esecutivo:

1. il monitoraggio delle componenti cognitive è il processo che porta a conoscere le proprie modalità di apprendimento, dei tipi di compito da svolgere, delle strategie da applicare nello svolgimento delle diverse attività di studio.
2. Il controllo esecutivo è, invece, un complesso di passi da attuare per apprendere, quali la previsione e la pianificazione del processo, seguite da controllo e valutazione degli apprendimenti.



La metacognizione, inoltre, comprende anche elementi che rientrano nella sfera affettivo-relazionale, come aspetti motivazionali, di fiducia nelle proprie capacità e di autostima, la quale non viene lesa da un traguardo raggiunto in ritardo o per strade diverse da quelle adoperate dai compagni.

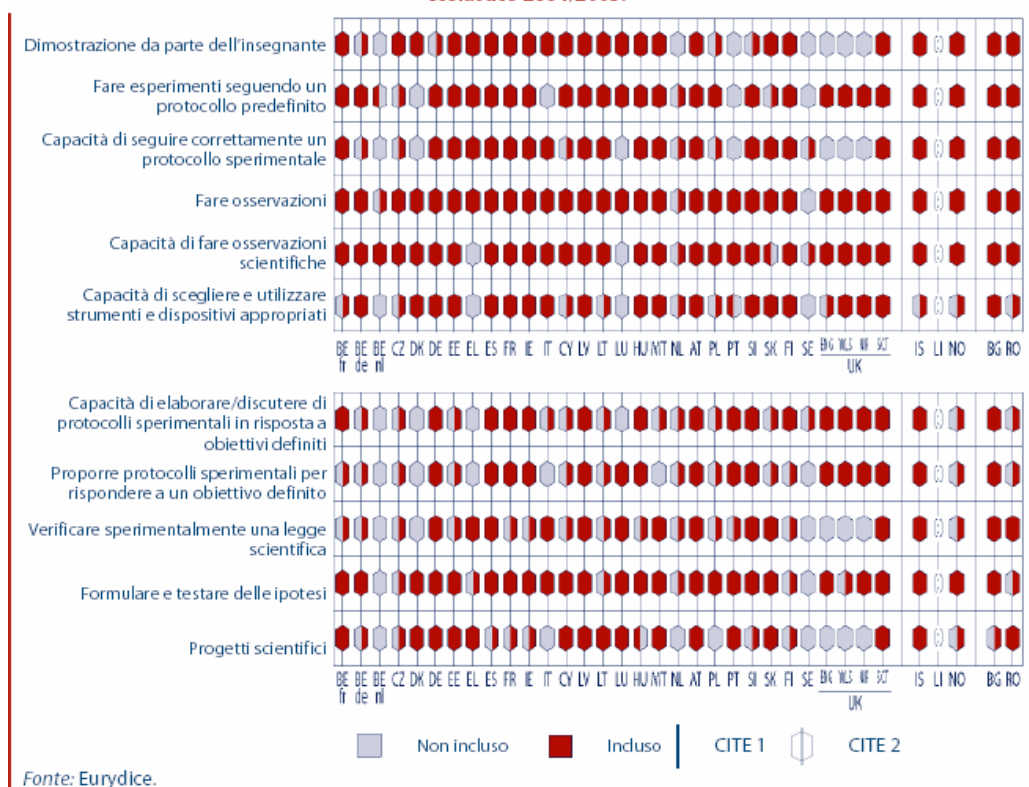
## **2.2. Gli obiettivi delle ricerche in atto: le competenze dell'insegnante**

### **2.2.1 I problemi e le questioni irrisolte della ricerca**

Un contributo significativo sulla scienza, dal punto di vista della formazione dei docenti e della didattica nelle scuole, è fornito dal rapporto Eurydice, uno studio voluto dalla Commissione Europea sull'insegnamento delle scienze nelle scuole d'Europa, focalizzato su politiche e ricerca in merito. In tale rapporto leggiamo *“Un buon insegnante di scienze deve conoscere ed essere capace di mettere in pratica tutti gli elementi legati all'insegnamento di questa disciplina: deve avere una solida conoscenza dei concetti e delle teorie scientifiche, e aver seguito una formazione nelle attività sperimentali, in laboratorio o altrove. Inoltre, deve anche avere una certa padronanza della psicologia, della pedagogia e della didattica, oltre a conoscenze dei metodi di insegnamento e una competenza didattica”* (Indire, Eurydice, Science Teaching, 2006, pag 9).

Nel suddetto rapporto viene esplicitato lo scarso livello di attenzione all'inserimento di attività pratiche e laboratoriali sia da parte dei programmi ministeriali, sia da parte dell'iniziativa dei singoli docenti di scienze. Di seguito è riportata una tabella con i dati relativi alle attività sperimentali inserite nei programmi scolastici di scienze dell'anno scolastico 2004/2005, accompagnate dalla seguente didascalia: *“Le attività che richiedono un insieme di conoscenze e competenze complesse e una certa autonomia da parte degli alunni figurano nella maggior parte dei programmi del livello secondario inferiore. Sono invece meno presenti nei programmi del primario. È il caso di «proporre protocolli sperimentali per rispondere a un obiettivo definito/capacità di elaborare, discutere di protocolli sperimentali in risposta a obiettivi definiti» e di «verificare sperimentalmente una legge scientifica». Questa differenza tra il primario e il secondario inferiore si osserva anche per le altre attività olistiche ed esigenti sul piano cognitivo: «formulare e testare delle ipotesi» e «progetti scientifici». Questo tipo di differenza tra i due livelli di insegnamento va segnalato anche per due attività meno complesse: «la capacità di seguire correttamente un protocollo sperimentale» e «la capacità di scegliere e utilizzare strumenti e dispositivi appropriati»* (Indire, Eurydice, Science Teaching, 2006, pag.35)

**Figura 3.4. Attività pratiche nei programmi scolastici di scienze prescritti/raccomandati (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.**



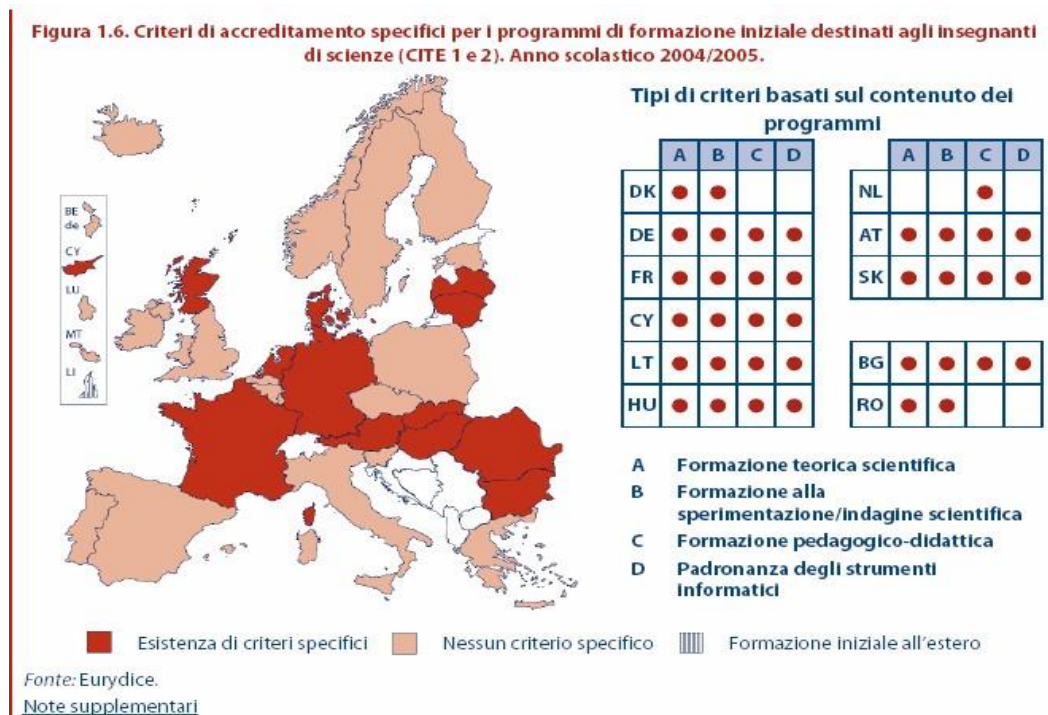
Fonte: Eurydice.

In confronto con gli altri membri dell'UE, il nostro paese si colloca a un livello abbastanza inferiore per quel che concerne le competenze contenutistiche e metodologiche degli insegnanti uscenti dalle università, pur acquisendo una formazione completa e articolata, che però manca totalmente del nesso tra pratica e teoria. Tra le pagine del rapporto Eurydice figurano i seguenti dati: *“In Italia, sono stati introdotti nuovi programmi di insegnamento, formulati in termini di obiettivi specifici di apprendimento, a livello primario e secondario inferiore, nell’ambito di una riforma globale dell’istruzione. Inoltre, per quanto riguarda le scienze, il ministero dell’educazione ha lanciato, nel 2006, un progetto chiamato Insegnare Scienze Sperimentali<sup>8</sup> volto, da una parte, ad aumentare il livello di competenze in matematica e scienze degli alunni dai 6 ai 16 anni e, dall’altra, a sostenere la formazione continua degli insegnanti in queste discipline”*. (Indire, Eurydice, Science Teaching, 2006, pag 40). Tuttavia, questi accorgimenti ministeriali non sono poi seguiti ( o meglio preceduti)

8 Il Piano ISS mirava a costruire presidi territoriali di raccordo tra scuole di diverso ordine e grado e gruppi di ricerca, è stato poi di fatto abbandonato dal Ministero.

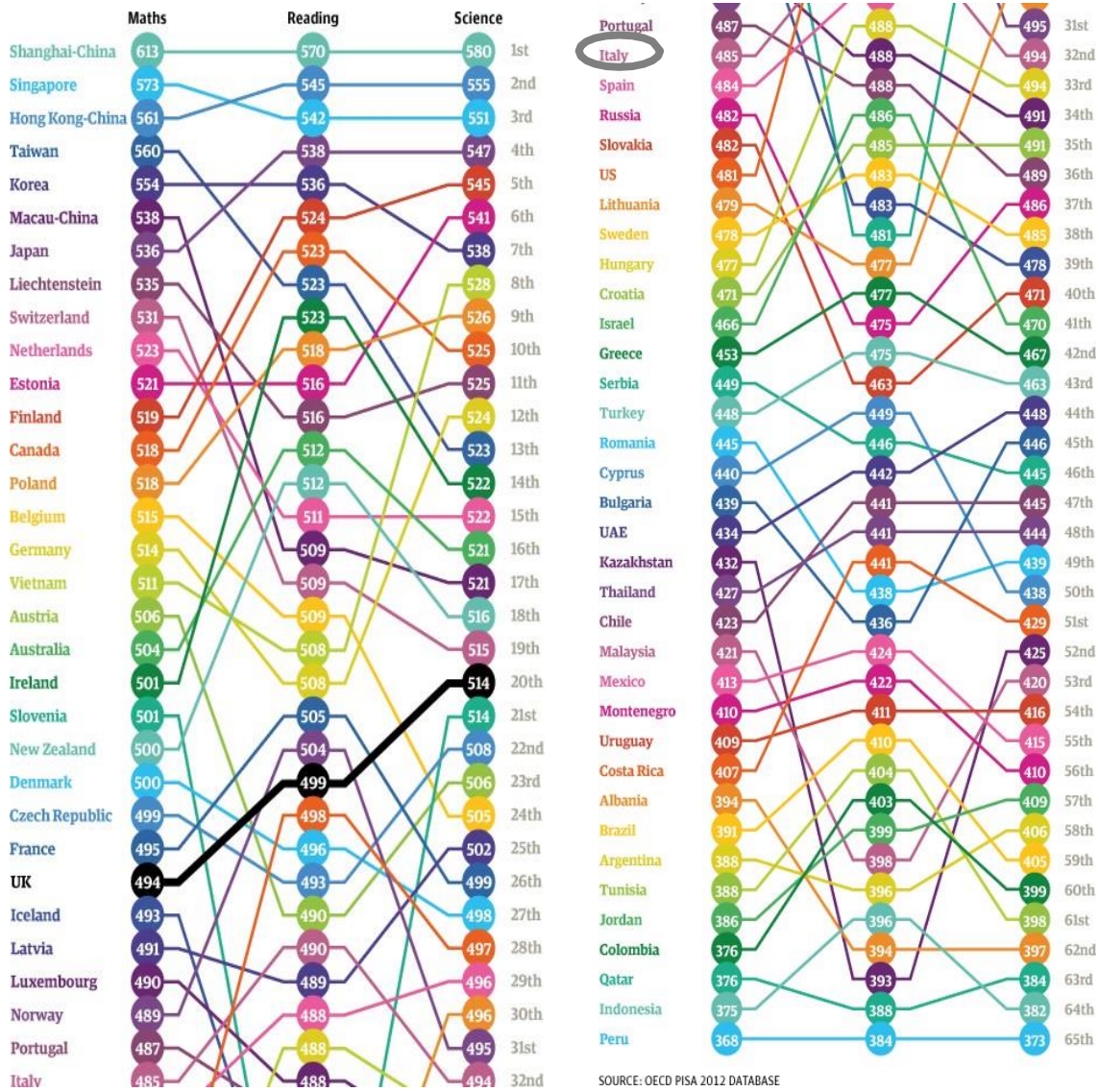


da nuove direttive a livello formativo, da qui la notevole difficoltà degli insegnanti ad attuare questi innovativi e interattivi programmi senza un'adeguata base scientifica in primo luogo per loro. In alcuni paesi europei presi in esame dal rapporto Eurydice non vi sono neanche criteri specifici per analizzare e valutare i programmi di formazione iniziale di cui gli studenti che si preparano a diventare insegnanti possono beneficiare nel ramo scientifico, come riportato nell'immagine sottostante.

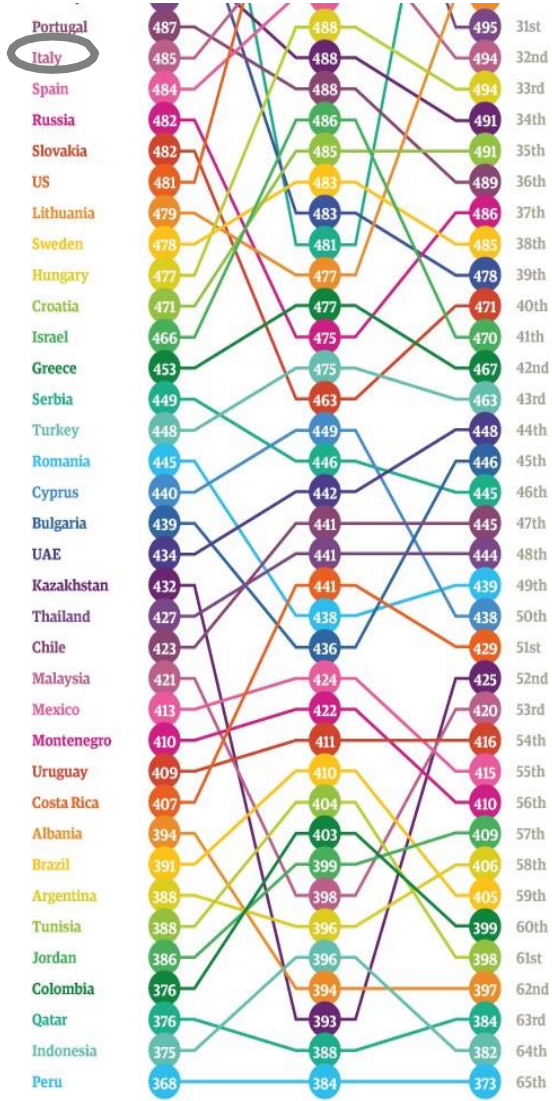


Negli anni la situazione non è cambiata di molto. Il processo di insegnamento-apprendimento delle materie scientifiche, nell'ambito della scuola di primo grado in Italia, resta ancora molto carente sul piano delle metodologie adoperate. Infatti, il livello dei risultati conseguiti dagli studenti resta ancora discutibile. Dal rapporto Eurydice relativo all'anno 2010/2011 sull'educazione in Europa<sup>9</sup>, emerge la posizione dell'Italia tra i livelli più bassi rispetto agli altri paesi coinvolti nella ricerca.

<sup>9</sup> [http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic\\_reports/133en.pdf](http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133en.pdf), pag. 72



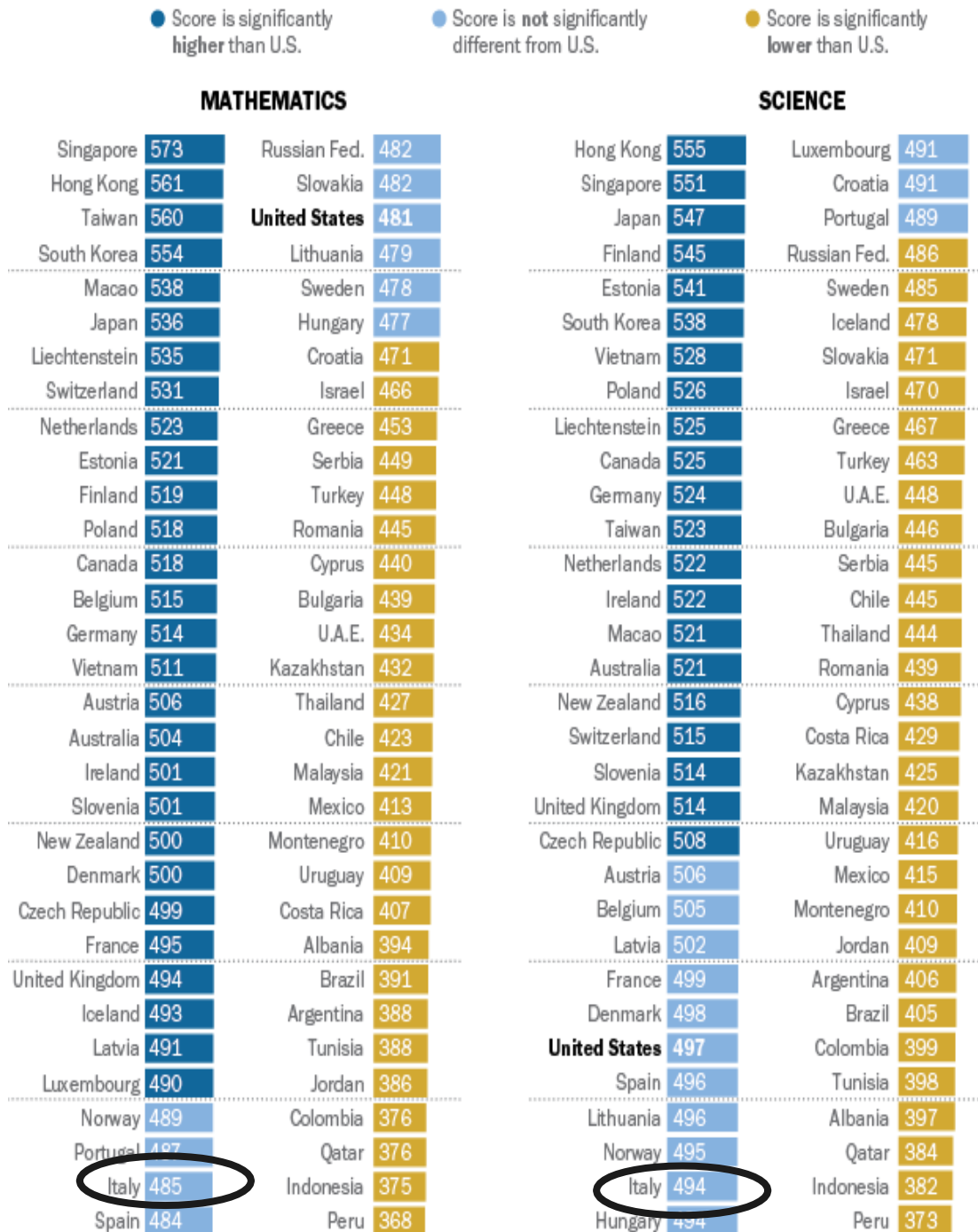
Source: OECD PISA 2012 DATABASE



SOURCE: OECD PISA 2012 DATABASE

## Internationally, U.S. Stands in Middle of Pack on Science, Math Scores

Average scores of 15-year-olds taking the 2012 Program for International Student Assessment



Note: Scale ranges from 0-1,000. Results for China are not shown because only Shanghai fully participated in PISA 2012. Source: OECD, PISA 2012 via National Center for Education Statistics

PEW RESEARCH CENTER

Le attività in cui si articola l'insegnamento delle scienze sono raggruppate in categorie e quantificate con i dati raccolti. Tra queste categorie, "Discussioni e argomentazioni" e "Project-work" sono fortemente raccomandate dalle linee guida sulla scuola primaria e secondaria di primo grado (come si legge nel rapporto facendo riferimento al Consiglio di Cooperazione Europea su Educazione e Formazione<sup>10</sup>). Altre attività caldamente consigliate nelle linee guida riguardo le osservazioni scientifiche sono: riprodurre esperimenti, discutere e argomentare, formulare spiegazioni possibili del fenomeno. Come accennato, il Project-work, in particolare, è ritenuto fondamentale nell'apprendimento delle scienze ed è una procedura a cui ambisce più della metà dei paesi interpellati nella ricerca (a dispetto dell'attuazione concreta, che invece non riguarda neanche la metà di tali paesi). Descrivere e interpretare fenomeni scientifici con dibattiti di gruppo è un'altra attività che resta solo menzionata nelle linee guida. Nella maggior parte dei sistemi scolastici, le abilità legate al team-working non sono applicate alle scienze (in Italia, poi, non esiste proprio il riferimento nei programmi alla competenze del team-working).

Il rapporto riporta in tutti i paesi esaminati un numero davvero irrisorio di iniziative scientifiche legate agli specifici livelli di istruzione, previste dai programmi ministeriali in cui si dipana l'insegnamento delle discipline scientifiche. Inoltre, nella maggioranza dei casi (tra cui la scuola italiana) non emergono indicazioni specifiche per la verifica e la valutazione degli apprendimenti in scienze (ad esempio, come valutare un progetto, come verificare le competenze acquisite, come promuovere l'autovalutazione e la valutazione tra pari). La metà dei paesi adopera soltanto test standardizzati per esaminare le conoscenze scientifiche degli alunni, quando nelle materie come questa acquista molto più valore il processo di indagine e di raggiungimento dei concetti, piuttosto che un mero risultato contenutistico.

Proseguendo nel tempo, la ricerca non registra grandi variazioni in ambito scolastico e, nei paesi che fanno parte del campione di analisi PISA, non si riscontrano risultati che lascino pensare a miglioramenti rispetto agli anni precedenti. Negli anni successivi, i programmi di ricerca internazionale ampliano le prospettive circa gli indicatori e i parametri da adoperare come criteri nella raccolta ed elaborazione dei dati.

---

<sup>10</sup> Ibidem, pag.3

Nel rapporto del programma PISA del 2006, la definizione “conoscenza scientifica” era articolata in due componenti, “conoscenza delle scienze” e “conoscenza riguardo le scienze”, intendendo rispettivamente la comprensione dei concetti e l'interazione con le scienze. Secondo i criteri adottati nel 2006, la conoscenza scientifica si riferiva alla conoscenza individuale rispetto a:

- uso della conoscenza scientifica per individuare domande d'indagine, acquisire nuove conoscenze, spiegare i fenomeni e ricavarne conclusioni basate sull'evidenza dei fatti;
- comprensione degli elementi peculiari delle scienze, come forma di inquiry;
- consapevolezza di come scienze e tecnologie danno forma al nostro ambiente materiale, intellettuale e culturale;
- volontà di impegnarsi nelle questioni scientifiche, come cittadini attivi e riflessivi.

Queste idee si sono evolute nella definizione di competenza scientifica di PISA 2015<sup>11</sup>, che ritroviamo nel documento *Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy* (OECD Publishing). La principale differenza giace nella definizione di “conoscenza riguardo la scienza”, che è stata approfondita e suddivisa in “conoscenza epistemica” e “conoscenza dei processi”.

In breve, ciò che viene considerato nel nuovo rapporto PISA 2015 riguarda:

- contesti: personale, locale, nazionale, globale, nonché contesto storico;
- conoscenze: conoscenza dei fatti, dei concetti e delle teorie (contenuti), e comprensione delle procedure che spiegano e portano a determinate idee;
- competenze: saper spiegare i fenomeni, individuare il campo d'indagine scientifico ed elaborare i dati ricavati;
- attitudini: interesse verso la materia, percezione e consapevolezza delle questioni scientifico-ambientali.

---

11 [http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oced/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework\\_9789264255425-en#page25](http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oced/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework_9789264255425-en#page25)

### **2.2.2 Ripensare l'approccio alle scienze per sviluppare un pensiero scientifico**

Sviluppare un pensiero scientifico significa innanzitutto cambiare la prospettiva da cui guardare alle scienze, nonché la via d'accesso a tale disciplina. La nuova chiave di lettura delle materie scientifiche deve prevedere una formazione caratterizzata da metodi pratico-esperienziali, vicini agli stili cognitivi degli studenti, per far sì che essi possano maturare un pensiero analitico, basato sull'indagine e sull'apprendimento significativo per scoperta. Solamente allora le scienze non saranno mere nozioni inculcate per via trasmissiva e unidirezionale, ma saranno viste finalmente come l'analisi concreta dei fenomeni osservabili nel quotidiano, come le risposte alle domande che sorgono dall'osservazione di oggetti e relazioni di causa-effetto nel mondo fisico circostante.

La formazione degli insegnanti deve passare per questi presupposti, poiché essi sono i primi a dover sviluppare un pensiero scientifico per poterlo trasmettere con sicurezza e curiosità agli alunni. Per questo motivo, i futuri insegnanti necessitano di percorsi di tutoraggio nel tirocinio formativo in campo scientifico, supervisionati da formatori specializzati. In realtà, in molti paesi europei (compresa l'Italia), percorsi di tirocinio sono previsti e inclusi all'interno dei programmi universitari, articolati in attività di *osservazione sistematica*, che potremmo definire come il processo di analisi e monitoraggio sistematico per la raccolta e l'elaborazione dei dati in un contesto circoscritto, in cui s'intende effettuare un'indagine accurata e strutturata riguardo determinate variabili. L'osservazione va articolata nei suoi aspetti strutturanti, quali l'oggetto dell'osservazione e il metodo adottato. Nel caso specifico del tirocinio, gli studenti vengono indirizzati ad osservare la relazione educativa e il clima relazionale, rilevando i fatti senza anticipare i giudizi, attingendo dalle informazioni del contesto, dei mezzi adoperati e dei tempi impiegati, ma anche nei comportamenti assunti dagli osservati e dalle modalità comunicative attuate. La metodologia osservativa richiesta può essere di due tipi: un'osservazione non partecipativa, effetto tappezzeria, ovvero cercare di essere quanto più esterni possibile dal contesto considerato, per evitare due effetti indesiderati: il primo, un condizionamento dei bambini, che si possono sentire osservati, controllati o comunque inibiti nella loro spontaneità; il secondo effetto da evitare è l'influenza di un osservatore interno, che può minare l'oggettività dei dati

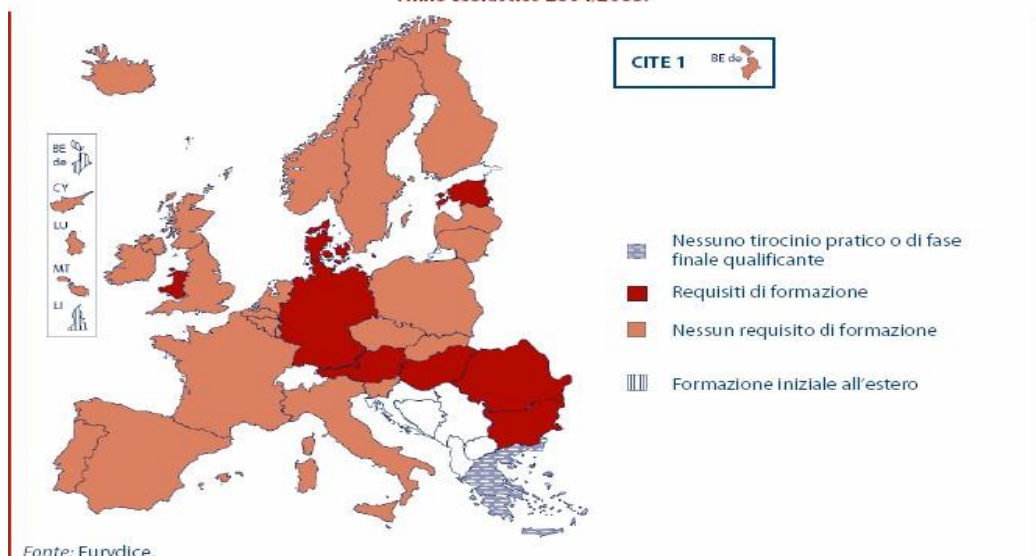
registrati. La seconda tipologia è invece un'osservazione partecipata, da cui partire per provare ad immaginare e implementare un'ipotesi progettuale, che prenda forma dai bisogni educativi rilevati nel contesto.

Imparare ad osservare è stato un passo imprescindibile nella formazione della professionalità docente. Nello specifico, insegna ad indagare ed esaminare il contesto in cui si andrà ad operare concretamente ancor prima di entrarvi, per avere già un quadro delle possibili metodologie, delle situazioni che possono presentarsi e delle modalità di affrontarle, imparando come costruire e mantenere un'atmosfera serena e proficua all'interno del gruppo classe.

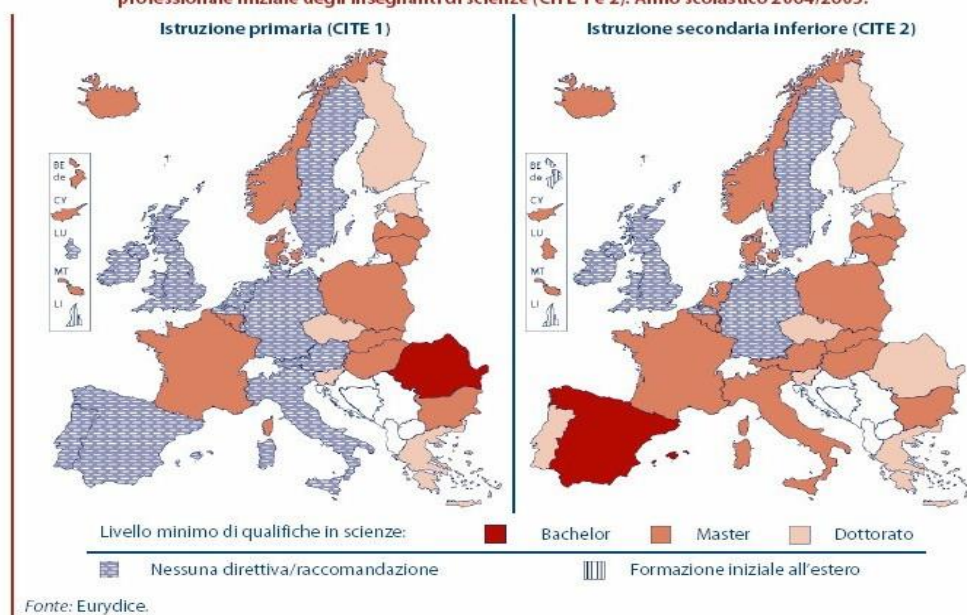
Tuttavia, come si può facilmente dedurre, questo tipo di tirocinio formativo è molto più incentrato sull'aspetto pedagogico e poco su quello didattico, o meglio sul modo di proporre le discipline e mediarne contenuti e saperi. Infatti, una volta entrati in classe, i docenti si trovano in grandi difficoltà nel gestire appunto la mediazione didattica, conoscendo magari le nozioni ma non avendo idea di come tramutarle in situazioni di apprendimento significativo, di come porle sul piano concreto, legato al vissuto esperienziale degli alunni.

Di seguito vengono riportati due grafici rilevati ancora dal rapporto Eurydice, mettendo a confronto i dati e i criteri desunti dai programmi di formazione nei diversi paesi europei. Essi illustrano i requisiti necessari per i formatori dei tirocinanti nell'ambito dell'insegnamento delle scienze e nella formazione professionale iniziale dei docenti sempre riguardo le materie scientifiche.

**Figura 2.5. Requisiti per la formazione del personale di supervisione/tutoraggio negli Istituti scolastici che organizzano tirocini pratici per i futuri insegnanti di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.**



**Figura 2.1. Livello minimo di qualifiche in scienze richiesto ai formatori responsabili della formazione professionale iniziale degli insegnanti di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.**



### 2.2.3 Come trattare i contenuti di fisica

Paolo Guidoni nel suo lavoro di ricerca pone attenzione alla definizione di un modello per la formazione dei docenti basato su un concetto chiave che è quello di sviluppare da un lato strategie di pensiero scientifico a partire dagli aspetti fenomenici, dall'altro un linguaggio scientifico-matematico appropriato e consapevole, per richiamare attraverso



analogie e simboli i concetti risonanti appresi. Nelle riflessioni riportate, Guidoni si focalizza in particolare su cinque principali questioni della ricerca, ancora tutte da sviscerare:

- una riorganizzazione concettuale delle strutture disciplinari, per ottimizzare il loro modo di presentarsi con le relative dinamiche di insegnamento- apprendimento;
- una stretta connessione cognitiva tra aspetti fenomenici, sperimentali e formali, nei quali la matematica gioca un ruolo fondamentale, non meramente linguistico (inteso come linguaggio matematico);
- un'attenta analisi delle strategie di pensiero, incentrate sul potere della risonanza tra la dimensione motivazionale e quella culturale (disciplinare);
- una programmazione coerente tra il curriculum di matematica e quello di fisica, lungo i vari anni di istruzione pre-universitaria;
- un'estensione di un certo tipo di approccio all'insegnamento universitario per la formazione e l'aggiornamento dei docenti.

Punto di partenza per la ricerca sull'insegnamento consiste nel focalizzare il modo di indirizzare l'agire del docente per indurre e supportare il processo di strutturazione, basato su una comprensione risonante, laddove per risonanza s'intende il richiamo dei concetti e delle situazioni note, con collegamenti extracontestuali.

Il punto fondante della ricerca di Guidoni consiste nell'individuare la struttura di un modello cognitivo-epistemologico e le relative proposte dell'insegnamento. Il modello qui presentato si basa sulla nozione metaforica della risonanza cognitiva, un concetto di notevole utilità per la mediazione schematica ed efficace nell'apprendimento della fisica.

La risonanza si serve di alcune risorse imprescindibili, quali:

- coinvolgimento sistematico dei meccanismi cognitivi complessi dei bambini quanto degli adulti;
- utilizzo di modelli fenomenologici e dinamici per dare forma alle interazioni cognitive di tutti i giorni;
- capacità di sviluppare un'apertura mentale legata alle variabili e capacità di riferirsi a strutture disciplinari specifiche, combinandole in un quadro flessibile;

- utilizzo di un approccio integrato di linguaggio matematico, linguaggio iconico-simbolico, linguaggio naturale per rappresentare i concetti della fisica nelle diverse modalità di pensiero.

Nelle strategie cognitive vale l'affermazione che tutto è connesso con tutto, basato sull'esperienza. Una strategia dell'insegnamento efficace dovrebbe perciò saper riconoscere nel contesto effetti costanti e mutevoli e la loro relazione sia al pensiero naturale che a quello scientifico. Ma tale strategia non deve essere legata a una rigida lista di elementi prestabiliti.

Lo sviluppo di competenze concettuali e operative parte dell'esperienza quotidiana ed è valida anche al di là dei confini disciplinari. All'interno di alcuni contesti cognitivi e culturali, prendono forma azioni di pianificazione e mediazione, che si materializzano poi in effetti situazioni di insegnamento in diverse condizioni.

La ricerca mostra l'importanza di un piano curricolare coerente sia orizzontalmente (trasversale rispetto alle varie discipline), che verticalmente (nel corso degli anni), per evitare che tra strutture mentali e strutture esterne si crei un conflitto di senso facendole procedere parallelamente invece che su un unico binario. La coerenza deve risultare anche tra elementi matematici e fisici, intrinsecamente legati tra loro da linguaggi e rappresentazioni. Comprimerne i concetti è possibile per tutti, laddove si trovi la strada per connettere aspetti del pensiero naturale e del pensiero scientifico.

Scendendo nel pratico e volendo fare un esempio concreto, è possibile riflettere su un possibile approccio fenomenologico alla meccanica: a tal proposito, da un lato abbiamo bisogno di regole e principi generali per dare senso allo spettro di possibilità in cui si dispiegano i vari fenomeni, dall'altro lato va inteso che tali principi possono essere compresi solamente nelle loro reciproche interrelazioni, per avere una risonanza cognitiva. I principi di cui si parla si possono articolare in due piani distinti ma correlati:

- semantico, riguardo il sistema fisico, le variabili e i parametri fisici, con i loro relativi collegamenti;
- sintattico, che riguarda i comportamenti delle variabili nel tempo e nello spazio della realtà fisica.

Principi e variabili sono alla base di un sistema. Un sistema è caratterizzato da un certo

stato di equilibrio interno. Esso consta di molteplici compensazioni che mettono in correlazione i parametri considerati. La meccanica elementare descrive le interazioni di sistemi come interazioni mediate da forze: in queste interazioni si raggiunge l'equilibrio esterno, quando la somma delle forze che interagiscono tra i sistemi è pari a zero. I vincoli interconnessi dell'equilibrio interno (per ogni sistema) e dell'equilibrio esterno (per tutti i sistemi) validi nello stesso istante, corrispondono a diversi punti di vista da cui guardare le interazioni meccaniche (ad esempio, secondo lo spazio o il tempo). Noi possiamo considerare lo stesso fenomeno meccanico da una prospettiva integrata di visioni, mettendo a confronto la situazione definita in infiniti intervalli di tempo.

Il significato matematico nei modelli della meccanica è sostanzialmente un significato referenziale, circostanziato. Infatti le strutture matematiche rappresentano le caratteristiche spazio-temporali relativamente a un certo contesto.

Il corpo umano costituisce un utile esempio per prendere come riferimento le nostre capacità fisiche in diverse condizioni, in modo da esplicitarne e testarne i meccanismi di funzionamento. Una situazione-tipo molto efficace è l'esperienza corporea con le forze, deformazioni e movimenti collegati ad aspetti concettuali. Sostanzialmente, il nostro corpo è un motore, un sistema le cui configurazioni meccaniche possono essere modificate non solo da interazioni dall'esterno ma anche da condizioni interne al sistema stesso.

Sistemi meccanici semplici e di uso quotidiano, e comuni strumenti di misura permettono uno sviluppo graduale basato sulla risonanza dei concetti meccanici: essi convergono in maniera naturale e spontanea in competenze formali soddisfacenti per gli studenti.

La risonanza dell'approccio, sottolineata proprio dallo sviluppo della comprensione, attraverso la continuità con l'esperienza, ha due radici molto importanti, entrambe coinvolte nella pratica dell'apprendimento: 1) canali percettivi e 2) linguaggio naturale. Le strutture concettuali, guidate dall'influenza culturale, sono sempre rappresentate e indirizzate dagli aspetti linguistici del pensiero naturale. Quando percezione e linguaggio naturale non vengono in contatto con la mediazione culturale, la concettualizzazione scientifica assume forme distorte e prive di senso. Tuttavia, le strategie più efficaci di pensiero naturale sono spesso ignorate dai docenti o ridotte a

simbolizzazioni schematiche.

Un modello cognitivo è un passaggio tanto necessario quanto spesso frainteso. Il modello cognitivo è inserito in ogni strategia di insegnamento che si avvalga di una fase di esplorazione-spiegazione e di una fase di verifica-validazione.

In breve, per attivare la comprensione è necessario realizzare che linguaggio, matematica e scienze condividono l'esplicitazione e la formalizzazione di strutture metaforiche e referenziali. Il pensiero metaforico rappresenta, in perenne contrasto con il pensiero referenziale, un elemento peculiare dei processi cognitivi umani. Piaget (1936) ha sottolineato in maniera molto precisa il ruolo dell' "oggetto permanente", un costrutto dell'umana cognizione. Un oggetto permanente, così come un fenomeno permanente, è esso stesso un artefatto cognitivo, creato dall'esperienza. Esso si rivela un fattore di selezione e combinazione schematica, mediata dalla percezione, dall'azione e dalla memoria, grazie a relazioni di significato tra i dati sensoriali in input e i dati elaborati in output.

Consideriamo che il mondo non può essere ricostruito come controparte dinamica e soggettiva senza l'intervento cruciale della percezione. D'altra parte, la percezione stessa è guidata inconsciamente dall'astrazione, fenomeno estremamente potente ed efficace. *“Le caratteristiche degli oggetti tridimensionali sono, infatti, radicalmente ricostruiti dai processi mentali secondo modelli e immagazzinati come schemi di duplicazione virtuali, per essere rievocati in quelle che potremmo definire interferenze risonanti, nel flusso degli input sensoriali”*<sup>12</sup>(Guidoni, p.269).

Facendo riferimento alla cognizione umana come un contenitore, si evidenziano due non scontate considerazioni:

- da un lato il ruolo referenziale e virtuale non può essere slegato da sovrastrutture e canali sensoriali;
- dall'altro lato, la struttura dinamica della percezione è adoperata secondo il pensiero metaforico, etichettando e collegando i concetti a pensieri astratti al di fuori del contesto considerato.

L'utilizzo del pensiero metaforico è implicitamente costretto ad evolvere nella sua stessa

---

<sup>12</sup> Guidoni P. (2004). *Re-thinking physics for teaching: Some research problems*. Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi" Course CLVI, E. F. Redish and M. Vicentini (Eds.) IOS Press, Amsterdam , pag. 269.

strutturazione, combinando stimoli biologici e culturali, che assumono la forma dei processi cognitivi individuali. Il sistema cognitivo di ciascuno, quindi, lavora contemporaneamente su livelli diversi e talvolta contrastanti di significato, ma secondo processi simili di elaborazione, con strategie di classificazione e denominazione dei significati.

In particolare, implicazioni scientifico-matematiche dei processi di cognizione, risonanza e interferenza dei fattori culturali sono i fattori sui quali il modello è basato: per fondere insieme questi elementi costitutivi, esso necessita di interventi di mediazione, modellamento e discriminazione, impliciti dall'agire docente. Se da una parte è vero che la mente umana è per natura assolutamente predisposta e capace di elaborare le percezioni in contesti referenziali, di riconoscere le correlazioni tra oggettive fenomeni e tra stati e trasformazioni, d'altra parte la nostra mente ha pur bisogno di uno spazio concettuale ben definito e di strumenti tangibili e concreti per arrivare poi a processi più complessi di generalizzazione ed astrazione.

Ciò che occorre è riflettere sulle analogie tra comprendere e riconoscere che emergono dall'esperienza, in cui *“l'insegnante mostra qualcosa, terminando con la faticosa espressione: ognuno può vedere questo...”*<sup>13</sup>(Guidoni, 2004). Talvolta, però, i docenti non sono ben preparati ad esplicitare questo meccanismo dell'astrazione, per cui spesso si preferiscono spiegazioni che attribuiscono la comprensione di un concetto e la sua relativa padronanza (dovuta all'astrazione) alla capacità intuitiva dell'alunno, mentre per gli altri vi sarà un'inadeguata imposizione di concetti dall'alto, senza risonanza e azioni di ricerca, che andrà a creare collegamenti astratti occasionali e fragili, senza contare naturalmente che quando non c'è comprensione non c'è neanche interesse nell'argomento.

L'obiettivo primario che il docente deve prefiggersi come priorità, nel processo di insegnamento, è quello di sviluppare le seguenti capacità:

- di astrazione, creando collegamenti astratti tra concetti e contesti;
- di referenza, creando e riferendosi a strutture semantiche formali.

Il punto di incontro comune tra modelli cognitivi e strutture di contenuti disciplinari da un lato e di azioni di insegnamento dall'altro è un tentativo non facile che richiede

---

13 Idibem. Pag. 271

competenze diverse, prove e sperimentazioni, che non sempre portano a risultati totalmente soddisfacente.

Di conseguenza, il ruolo dell'insegnante nel progettare la mediazione culturale dovrebbe essere quella di evitare l'apprendimento da nozioni preconfezionate. Lo sviluppo personale di senso e significati garantisce di stabilire e di sfruttare quelle aree di sviluppo prossimale suggerite da Vygotskij.

## **2.3 Piani di intervento per il rinnovamento dell'insegnamento delle Scienze in Europa: Scientific Training, IBSE e INQUIRY**

### **2.3.1 Lo studio degli argomenti di scienze tramite il metodo dell'Inquiry.**

L'insegnamento è un processo che è stato inteso in diverse maniere nel corso degli anni. Tuttavia da sempre è accompagnato dal bagaglio di pratiche, ovvero esperienze, che permettono a chi esercita questo ruolo di acquisire una professionalità docente. A prescindere dalla disciplina, un insegnante in generale è prima colui che apprende, è coinvolto in prima persona nel processo di apprendimento, coerentemente con il concetto di costruttivismo.

In particolare nelle scienze, la natura problematica dell'aspetto pratico fa sì che l'insegnamento necessiti di una forma, di essere guidato in una direzione piuttosto che in un'altra e in questo l'inquiry-based instruction può fornire un grande supporto. L'esperienza diventa il centro della pratica educativa e il primo approccio alle scienze, anche per l'insegnante, che tocca con mano quello che poi spiegherà e dovrà indagare con i suoi alunni.

Focalizzando l'attenzione sull'insegnamento delle scienze nella scuola primaria, l'esperienza per un docente viene articolata in tre importanti dimensioni:

- scientifica, idee, teorie e principi;
- professionale, riguardante i contenuti specifici della disciplina;
- personale, riguardante i collegamenti con gli esempi che la quotidianità offre.

La cosa fondamentale è lavorare dietro l'attività, ovvero il processo di retroazione sulla pratica, come insegna Shön (1983), riflettendo sull'azione educativa. Per far sì che questa riflessione non resti una sterile valutazione della lezione tenuta, l'ideale è il

confronto con altri insegnanti che possano portare la loro esperienza come un arricchimento per i colleghi o i futuri colleghi o ancora per i ricercatori. Questo comporta la creazione di una comunità di pratiche, un luogo fisico o virtuale di condivisione, confronto e incontro per discutere temi e situazioni in contesti monitorati e analizzati da più punti di vista, arrivando a costruire un quadro multifaccettato e ricchi spunti di riflessione. Altra funzione della comunità è quella di incoraggiare e supportare gli insegnanti da un lato, e rinforzare la loro preparazione dall'altro. Un altro modo per stimolare il confronto e la riflessione degli insegnanti sulle loro attività didattiche è il metodo del *tickets out of class*, ovvero scrivere immediatamente dopo la lezione l'impressione ricevuta, per confrontare e analizzare i feedback raccolti: in tal modo, si riflette sui fatti concreti e non sugli aspetti teorici più astratti. Inoltre, durante le lezioni emergono aspetti critici o concetti al di fuori del programma ministeriale, l'ansia da prestazione del docente verrà superata dal confronto e dall'aiuto dei colleghi con cui potrà collaborare grazie proprio a questa buona pratica dei tickets. Infatti, l'insegnamento è situato, ovvero inserito in un contesto reale, sociale, ovvero crea occasioni di partecipazione e condivisione, e infine distribuito, ovvero inserito in un clima collaborativo e collegiale.

Trumbull (1999), un ricercatore che ha seguito il percorso di preparazione dei futuri insegnanti nel campo delle materie scientifiche per tre anni, ha dedotto la presenza di una contraddizione tra il comprendere per passare un esame e il comprendere per insegnare; l'importanza di interfacciarsi personalmente con i contenuti per sentirsi a proprio agio nel fronteggiare gli imprevisti in una futura situazione scolastica; la necessità di imparare a supportare l'autonomia e la fiducia negli studenti che si rapportano con queste discipline.

Molti ricercatori guardano agli *science teacher* come a dei veri e propri ricercatori; secondo Kincheloe (2008) questo passaggio avviene quando essi cominciano a capire cosa vogliono far emergere dall'esperienza, come possa questa contribuire alla ricerca sull'educazione. I futuri insegnanti per aiutare la ricerca devono pensarsi da un lato come coloro che in primis apprendono e dall'altro come professionisti che riflettono e “retroagiscono” sulle proprie pratiche. Roth (1994) insiste sull'aspetto euristico nella modalità in cui gli insegnanti producono conoscenza nell'accezione che a loro è più utile

per sviluppare strategie di insegnamento e per utilizzare l'indagine e il linguaggio specifico. Nello specifico, ella afferma che gli insegnanti impegnati nella ricerca costituiscono una sorta di ponti tra l'aspetto accademico e quello concreto della pratica, portando i risultati della ricerca nelle classi. Infatti, essi approcciano questo lavoro dalla prospettiva di insegnanti: non danno per scontati concetti che magari i ricercatori ritengono già acquisiti o semplici, rendono espliciti passaggi che possono essere travisati supportandoli con ragioni tangibili.

L'adozione del metodo Inquiry non si rivela essere una forma di miglioramento delle condizioni e dei risultati del processo di apprendimento quando non si ha una precisa consapevolezza e padronanza del metodo e della sua applicazione. Una forma di incongruenza tra concezioni e pratica si verifica quando insegnanti neofiti abbracciano concezioni positive, ancorché secondarie, riguardo riforme come l'inquiry, senza però comprendere l'apprendimento delle scienze, e senza conoscere il contenuto pratico o il contenuto pedagogico per mettere in pratica questo metodo innovativo nelle classi. Boz e Uzuntiryaki (2006) hanno scoperto che la maggior parte degli insegnanti di chimica ancora non entrati in servizio nei loro corsi di studi in Turchia non era in grado di sviluppare concezioni basate su un approccio costruttivista riguardo l'insegnamento e l'apprendimento durante l'insegnamento pratico.

Anche quando gli insegnanti nei loro studi abbracciavano idee positive riguardo strategie orientate sullo studente come il lavoro di gruppo, essi non avevano una profonda comprensione di quanto tali strategie favorissero l'apprendimento. Il fatto che molti degli insegnanti non ancora in servizio hanno accumulato anni di istruzione scientifica tradizionale è spesso citato come una barriera verso la formazione di più concezioni basate sulla riforma (Boz & Uzuntiryaki, 2006).

Crawford (2007) asseriva che le concezioni degli insegnanti in *preservice* riguardo sia le scienze che l'insegnamento delle scienze sono le influenze più significative sulla possibilità che insegnanti principianti implementino un'istruzione basata sul metodo dell'*inquiry*, nonostante queste varino per gli insegnanti in *preservice*.

Ella sosteneva che l'implementazione frequente o diffusa dell'insegnamento basato sull'*inquiry* non potrebbe essere un'aspettativa pratica per i novelli insegnanti di scienze



che devono imparare rapidamente un bagaglio di abilità riguardanti l'insegnamento. Veal (2004) fornì un approfondito studio qualitativo di vari fattori che influenzavano le concezioni e le pratiche di due insegnanti di chimica non ancora in servizio. In primo luogo, scoprì che i contesti in cui gli studenti apprendevano la chimica influenzavano enormemente le loro conoscenze e le loro concezioni. Un partecipante aveva studiato chimica in un contesto accademico, avendo avuto l'opportunità di essere un assistente di ricerca non laureato. L'altro partecipante aveva appreso di più riguardo le applicazioni pratiche della chimica tramite la sua esperienza di lavoro presso una clinica veterinaria. Questi contesti influenzavano la conoscenza, le concezioni sull'apprendimento ed i modi in cui tali insegnanti novelli traducevano la chimica per i loro studenti in classe. Inoltre, Veal indicava che le concezioni dei due partecipanti cambiavano effettivamente nel tempo in concerto con lo sviluppo della loro conoscenza riguardo il contenuto pedagogico (PCK, *pedagogical content knowledge*). Veal suggeriva che le concezioni dei due partecipanti agissero come un filtro per lo sviluppo del PCK, guidando la direzione dell'apprendimento tramite l'esperienza. Questa complessa relazione tra convincimenti e PCK ha importanti ramificazioni per l'educazione dell'insegnante. Per una spiegazione approfondita della definizione di PCK si rimanda al paragrafo successivo.

### **2.3.2 Strutturazione del processo di insegnamento-apprendimento intorno alle *core knowledge*.**

Le concezioni di base di un insegnante sono un naturale punto di partenze per sviluppare la sua professionalità docente. Avere una buona predisposizione al cambiamento e una concezione positiva dell'insegnamento stesso crea terreno fertile per impiantare la così detta mentalità *reform-minded*. Le *reform-minded teachers* si caratterizzano per possedere le seguenti idee personali:

- *children are capable of high level thinking;*
- *learning how to learn is an important purpose of schooling;*
- *promoting thinking is more important than conveying factual knowledge;*
- *learning involves making mistakes;*
- *curriculum should be largely student-centered;*

- *a teacher's primary role is that of facilitator of learning* (Levitt, 2001; Priestley et al. 2011, Trumbell et al., 2006; Wallace & Kang, 2004; Wallace & Priestley, 2011; Waters-Adams, 2006)

L'attuazione degli standard reform-based e in contemporanea un cambiamento nelle modalità valutative delle scienze potrebbe portare alla costruzione di un ponte che riduca finalmente il gap presente tra ricerca e pratiche educative nell'insegnamento delle scienze.

Le conoscenze di base su cui ruotano le strategie di insegnamento-apprendimento sono state individuate e classificate da diversi ricercatori. La teorizzazione della *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) di Shulman (1986) propone conoscenze specifiche di tipo professionale in ambito disciplinare per costruire competenza utili all'insegnamento della fisica. L'"insegnabilità" di un contenuto mette in luce le specifiche competenze necessarie all'insegnamento di quella materia, andando ad indagare concezioni, preconcetti, miscredenze, per elaborare strategie di riorganizzazione della comprensione. Shulman individua tre categorie di conoscenze dell'insegnante:

- la conoscenza dei contenuti pedagogici generali (Pedagogical Knowledge PK), mirati alla relazione pedagogica;
- la conoscenza dei contenuti disciplinari (subject matter Content Knowledge CK), ovvero la conoscenza per sé;
- la conoscenza curricolare (curricular knowledge), che consiste nei programmi di insegnamento, materiali e strumenti didattici.

Una conoscenza dei contenuti (CK) e una conoscenza pedagogica di base (PK) separate determinano una conoscenza scientifica in forma contraddittoria; senza un'integrazione tra le due lo stile di insegnamento sarà quello trasmissivo tipico della formazione universitaria, la quale non fa altro che fornire risposte a domande che lo studente non riconosce come sue e non capisce come possano essergli utili.

Nell'ambito della didattica delle scienze gli studiosi focalizzano la ricerca sulle modalità di sviluppo di competenze cognitive; esse si distinguono in competenze di alto livello (concettualizzazione, creazione di modelli, risoluzione di problemi, procedimenti scientifici), e in abilità comportamentali (saper usare le attrezzature) e competenze cognitive di basso livello (capacità di imparare e ripetere delle definizioni, delle leggi;

applicare formule, saper risolvere problemi standard perdono valore in particolare a causa dello sviluppo degli strumenti informatici e dei sistemi automatizzati).

Nel rapporto europeo Eurydice del 2006 si legge *“La formazione scientifica evolve verso apprendimenti cognitivi di più alto livello, per i quali i vecchi metodi, basati principalmente sulla trasmissione e la ripetizione, si rivelano inadatti. È necessario inserire le ricerche nella didattica delle scienze in un contesto sociale più ampio”*. (pag. 56).

Per superare le difficoltà di apprendimento in ambito scientifico, è bene considerare due tipi di analisi a priori: l'analisi delle conoscenze scientifiche trattate e l'analisi delle strutture mentali dell'alunno, ovvero le sue difficoltà di apprendimento e le sue concezioni.

Shulman (1986, 1987) focalizza l'attenzione sul problema della conoscenza disciplinare, subject matter knowledge SMK, enfatizzando il fatto che un insegnante non possa spiegare ai suoi alunni i principi sottesi ai fenomeni della fisica se egli per primo non li ha pienamente compresi e sperimentati. Shulman aggiunge poi che i contenuti disciplinari da soli non sono sufficienti per l'insegnamento di una materia; occorre alla base una conoscenza profonda dei contenuti pedagogici, pedagogical content knowledge PCK. Esse costituiscono un insieme delle conoscenze specifiche della materia in sé e di conoscenze di psicologia generale, per comprendere le strutture mentali degli alunni, prevederne le difficoltà di apprendimento e favorirne i collegamenti con il loro vissuto esperienziale e facilitarne la comprensione.

È risaputo, oramai, che la padronanza delle conoscenze scientifiche influenzi notevolmente la fiducia nelle proprie capacità di insegnare la disciplina in questione, a maggior ragione se si tratta delle materie scientifiche. Rendere tali conoscenze più comprensibili e interessanti per i futuri insegnanti, li renderà poi più capaci di insegnare stimolando la curiosità e il ragionamento logico degli alunni.

Le PCK proposte da Schulman mettono l'accento sulla diversità delle componenti necessarie all'insegnamento di una materia particolare: esperienza, conoscenze e competenze personali dell'insegnante in questo ambito, conoscenza delle difficoltà di apprendimento degli alunni, conoscenza degli obiettivi dell'insegnamento delle scienze e dei metodi didattici e di valutazione. Da ciò è emersa la tendenza da parte degli

insegnanti ad ignorare concezioni erranee dei loro alunni spesso perché essi stessi le condividono, e che queste persistono dopo l'insegnamento (per mancanza di un trattamento adeguato). Di conseguenza, quantunque si dovessero accorgere di queste difficoltà nei loro alunni, gli insegnanti non sempre sanno come aiutarli a superarle. L'importanza delle competenze nella disciplina per lo sviluppo del PCK è messa in evidenza da numerosi lavori; esse non possono essere considerate come condizione sufficiente, dato che alcuni insegnanti con un alto livello di conoscenza nella disciplina possono dimostrarsi incapaci di aiutare i propri alunni ad acquisirle (Magnusson, Karjick e Borko 1999).

### **2.3.3 Esempi di situazioni di apprendimento mediate dall'Inquiry.**

I discenti che studiano per diventare docenti alla scuola primaria spesso sperimentano la fisica come materia difficile da trasformare, da astrarre e concettualizzare per i propri alunni. Durante la frequenza di un corso di fisica, gli studenti apprendono come adoperare formule e leggi, ma non come collegarle ai fenomeni osservabili nella quotidianità, il che, paradossalmente, dovrebbe costituire il contenuto di principale rilevanza da trasmettere ai piccoli.

In uno studio condotto nel 2008 in Svezia condotto presso l'università di Halmstad<sup>14</sup>, i ricercatori hanno cercato di capire quali fossero i fattori più influenti nella comprensione delle materie scientifiche da parte degli studenti che si preparano all'insegnamento, per influire positivamente sulla loro padronanza e sulla loro attitudine alle suddette materie. Si tratta di un'indagine svolta su un campione di quaranta studenti. Il metodo adoperato per raccogliere dati, percezioni ed osservazioni è articolato in diverse metodologie qualitative e quantitative, quali questionari, interviste e informazioni settoriali. Inizialmente agli studenti venne richiesto di raccontare la propria esperienza scolastica, per pervenire ad alcune informazioni utili riguardo il loro percorso formativo; successivamente, si è proseguito lo studio con interviste

---

<sup>14</sup>Author(s): Pernilla, Karin Nilsson (submitting/presenting), Halmstad University, Department of Teacher Education, Halmstad, Sweden Jan van Driel, ICLON Leiden University Graduate School of Teaching, The Netherlands Conference: ECER 2008, *From Teaching to Learning?* Network:10. Teacher Education Research

semistrutturate per approfondire il loro punto di vista a riguardo, ed infine con un questionario riguardo la loro esperienza del corso sperimentale di fisica che avevano seguito e da cui era partita tutta la ricerca.

Da una prima lettura, furono facilmente dedotte le aspettative da parte degli studenti riguardo i risultati del corso: secondo molti di essi l'apprendimento della fisica è un punto cruciale imprescindibile per insegnarne i contenuti e si evinceva una forte motivazione ad apprendere.

Dall'analisi dei dati sono emersi alcuni aspetti su cui è utile concentrare l'attenzione, che potremmo qui schematizzare nei seguenti punti:

- connettere teoria e pratica attraverso esperimenti, fenomeni quotidiani e tecnica del problem solving;
- discutere con qualche figura autorevole nel settore o spiegare agli altri è un metodo per acquisire fiducia nelle proprie conoscenze;
- pensare di acquisire conoscenze significative, ovvero utili per l'insegnamento, stimola e motiva oltremodo, poiché tutti i docenti vogliono insegnare ciò che padroneggiano con sicurezza;
- avere fiducia in se stessi è il punto di partenza e di arrivo per insegnare materie scientifiche: alcuni studenti ponevano l'accento sul sentirsi a proprio agio nel discutere in gruppo durante seminari e corsi.

Leggendo questi dati, risalta immediatamente il ruolo di prim'ordine della pratica nelle scienze, ovvero il laboratorio, in cui si può entrare in contatto diretto con i fenomeni attraverso esperimenti, osservazioni, raccolta dati, ecc. Oltre a questo, c'è un altro dato che ritorna nella maggioranza delle risposte fornite: ciò su cui molti ritornano e sottolineano è l'incomparabile supporto rilevato nella condivisione delle esperienze con i pari e del lavoro in gruppo. Da alcune risposte, emerge l'idea di possedere dei tasselli di un puzzle che danno un quadro completo ed esaustivo soltanto lavorando insieme e mettendo in circolo osservazioni personali, ragionamenti e dubbi. Discutere con i propri pari, ovvero con coloro che condividono le stesse esperienze formative, diviene un banco di prova per verificare il proprio apprendimento ed inoltre fornisce chiarimenti e rafforzamenti nel caso di dubbio o erronea comprensione. D'altra parte, è importante in egual misura poter fare riferimento a una figura che supervisiona e supporta il processo

di apprendimento dei docenti in formazione, una figura autorevole e affidabile, a cui ricorrere in caso di perplessità o incomprensione. Nel caso degli studenti in formazione, sarà il docente del corso che essi seguono, ma talvolta anche i docenti in carica hanno la necessità di confrontarsi e chiedere aiuto a un tutor di riferimento. La questione spinosa è che per i docenti non vi è alcun tipo di supporto didattico o pedagogico, e si viene a creare la situazione di isolamento di cui si parlava precedentemente. Vedendosi soli e sentendosi abbandonati a loro stessi, essi preferiscono restare ancorati saldamente alle loro certezze, seppur erronee, a contenuti e metodi tradizionali, ampiamente adoperati, piuttosto che sperimentarsi e aggiornarsi da soli, come pionieri.

## **Bibliografia**

Anderson, R.D., & Mitchener, C. P. (1996). *Research on science teacher education*. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 3-44). New York, NY: Macmillan.

Appleton, K. (2002) *Science Activities That Work: Perceptions of Primary School Teachers*. *Research in Science Education*, 32, 393-410.

Boz Y., Uzuntiryaki E. (2006). *Turkish prospective teachers' beliefs about chemistry teaching* *International Journal of Science Education*, 28 (14)

Crawford, B. (2007). Learning to reach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*. 44(4), 613-642.

Guidoni, P. (2004). Re-thinking physics for teaching : some reserach problems. *Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi" Course CLVI*, E. F. Redish and M. Vicentini (Eds.). IOS Press, Amsterdam.

Hodson, D. ( 1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham, UK: Open University Press

Jones, M. G. & Carter, G. (2007). *Science teacher attitudes and beliefs*. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1067- 1104). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. .

Kelly, G. (1955). *The psychology of personal constructs*. New York, NY: Norton

Kincheloe, J. L. (2003). *Teacher as researcher: Qualitative inquiry as a path to empowerment*. London, Routledge Falmer.

Linn, M. C. (2006). *The knowledge integration perspective on learning and instruction*. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 243-264). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Linn, M. C. (2008). Teaching for conceptual change: Distinguish or extinguish ideas. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 694-722). London, UK: Routledge.

Linn, M. C., & Eylon, B. (2011). *Science learning and instruction: taking advantage of technology to promote knowledge integration*. New York, NY: Routledge.

Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). *Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching*. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implication for science education* (pp. 95-132). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic.

Mitchell, J., Mc Kinnon, L. & Scheele, S. (2004). *PEEL in practise: 1100 ideas for quality teaching*. Melbourne, VIC, Australia: PEEL Publishing.

Murray, K. S. (1996) *KI: A tool for Knowledge Integration. Proceedings of the Thirteenth National Conference on Artificial Intelligence*

Pernilla, Karin Nilsson (submitting/presenting), Halmstad University, Department of Teacher Education, Halmstad, Sweden Jan van Driel, ICLON Leiden University Graduate School of Teaching, The Netherlands Conference: ECER 2008, From Teaching to Learning? Network:10. Teacher Education Research

Piaget, J. (1936). *Origins of intelligence in the child*. London: Routledge & Kegan Paul  
Schön, Donald A.(1983). *The reflective practitioner: how professionals think in action*. New York



Pisa 2015 *Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics and Financial Literacy* (OECD Publishing)

Roth, K. J. (2007). *Science Teacher as researchers*. In *Handbook of research on science education*, ed. S.K. Abell and N. G. Lederman 1203-1259, New York: Routledge.

Shepardson, D. P., Britsch, S. J. (2001). *The role of children's journal in elementary school science activities*. *Journal Research in Science Teaching*, 33(2), 159-178.

Shulman, L.S. (1986). *Those who understand: knowledge growth in teaching*. *Educational Researcher*, 15.

Shulman, L.S. (1987). *Knowledge and teaching: foundation of the new reform*. *Harvard Educational Review*, 57.

Trumbull, D. J. (1999). *The New Science Teacher*. Teachers College Press. New York and London.

Veal, W. R. (2004). *Beliefs and knowledge in chemistry teacher development*. *International Journal of Science Education*, 26(3), 329-351

Vygotskij, L. (2007) *Pensiero e linguaggio. Ricerche psicologiche*, 10<sup>a</sup>ed., Roma-Bari, Laterza

**Sitografia:**

<http://www.pavonerisorse.it/meta/meta1.htm>

[http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic\\_reports/133en.pdf](http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133en.pdf)

[http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework\\_9789264255425-en#page25](http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework_9789264255425-en#page25)

[http://www.anisn.it/piano\\_iss.php](http://www.anisn.it/piano_iss.php)

## **Capitolo Terzo: Il ruolo delle attività sperimentali nell'apprendimento delle Scienze**

L'approccio alle scienze proposto in questa sede si caratterizza per il punto di vista innovativo da cui analizzare i fenomeni scientifici, indagati dai discenti stessi con un metodo coinvolgente ed un pensiero critico. Questo comporta, naturalmente, una base epistemologica su cui erigere l'acquisizione di nuove conoscenze: essa per il docente in formazione dev'essere costituita da un duplice approccio, che integri la conoscenza teorica dei concetti, da un lato, e la conoscenza esperienziale che deriva dalla pratica, dall'altro lato. In questo modo, i futuri docenti, nel momento in cui andranno ad attuare l'azione didattica, saranno in grado di creare situazioni favorevoli per un apprendimento significativo da parte dei propri alunni, perché avranno essi stessi ricevuto e sperimentato in prima persona un metodo pratico-esperienziale, che riesce a combinare aspetto teorico e prassi.

Il metodo adoperato nelle scuole norvegesi poggia le basi su un approccio anch'esso estremamente pratico e coinvolgente, che valorizza il vissuto esperienziale e punta alla costruzione di un clima relazionale, in cui andare a sviluppare un tipo di apprendimento per scoperta. A questa concezione, si deve aggiungere l'importanza rivestita dall'esperienza di apprendimento outdoor, in cui ancora una volta il contesto e l'approccio pratico sono le peculiarità su cui fare leva, come si vedrà in dettaglio successivamente.

### **3.1 Osservazione e indagine scientifica, le basi per formulare ipotesi: metodo deduttivo e metodo induttivo**

Il pensiero scientifico è una prerogativa imprescindibile per fronteggiare le discipline come la matematica e le scienze ed è fondato su pilastro portante che è costituito dall'indagine scientifica. Essa è quel procedimento che porta ad osservare in maniera consapevole e sistematica un dato, una relazione tra variabili, un fenomeno fisico, traendone criteri di analisi e confronto, che permettano di studiare le relazioni esistenti tra i diversi fattori in gioco in diversi contesti.

L'indagine scientifica è tutta un dialogo tra realtà ipotetica e realtà fattuale, tra possibile e attuale, tra ciò che potrebbe essere vero e ciò che realmente è. Il mondo possibile è

una storia inventata che si pone come obiettivo quello di trovare riscontri reali per essere il più possibile vicino alla realtà fenomenologica<sup>15</sup>. L'ipotesi può derivare dall'evidenza, quindi essere dedotta a posteriori, oppure prevedere le implicazioni fattuali di un particolare evento, e di conseguenza essere avanzata in anticipo rispetto alla verifica sperimentale in un determinato contesto.

### **3.1.1 Metodo scientifico sperimentale: una rigidità superata.**

Il primo step, dunque, nel metodo scientifico di indagine è proprio l'osservazione analitica dell'oggetto sottoposto all'attenzione. Osservare è una pratica fondamentale e prevede per forza di cose il coinvolgimento dell'aspetto pratico: l'osservazione deve essere concreta, contestualizzata e, pertanto, referenziale. Quindi, mantenendoci nell'ambito dell'osservazione scientifica, prima di ogni cosa va analizzato il contesto in cui il fenomeno avviene, con tutto il corredo di fattori influenti e condizioni che caratterizzano l'ambiente esterno. Dopo aver inquadrato contestualmente l'oggetto di indagine, si potrà prendere in considerazione l'intero procedimento osservativo, trattandosi di un'osservazione sistematica e monitorata, ovvero ripetuta e controllata nelle sue fasi e nei cambiamenti subiti. Successivamente si potrà passare ad analizzare le relazioni di causa-effetto del fenomeno osservato, formulando ipotesi e previsioni riguardo ad esso. Per verificare l'effettività delle ipotesi avanzate, si dovrà far in modo che il fenomeno in questione si ripeta e sia studiato secondo la prospettiva messa in luce dal ragionamento eseguito. A questo punto, ciò che risulterà sarà una conferma oppure una contraddizione di quanto considerato; nel caso in cui la realtà fenomenica si discosti dalle previsioni effettuate, sarà necessario prendere in considerazione altre prospettive ipotetiche da verificare e ripetere il processo di indagine. In caso contrario, qualora cioè gli eventi fisici riportino le conseguenze previste dal ragionamento, sarà possibile avanzare un'ipotesi di modello che descriva, relativamente alle condizioni considerate, il fenomeno osservato e tutti i fenomeni ad esso simili o correlati, nei suoi sviluppi e nelle sue implicazioni fisiche. Al giorno d'oggi, il mondo della scienza si è molto aperto rispetto alla rigidità con cui

---

15

Medavar, 1982.

erano impostati i percorsi di indagine. Oggi si parla più che altro di prassi euristiche, caratterizzate dalla flessibilità della pratica ad orientare i processi scientifici. Il metodo sperimentale è uno schema più che altro indicativo, trattandosi di un isolamento dei processi semplici, per meglio esaminarli, ma rischia talvolta di rivelarsi troppo riduttivo e schematizzato; il procedimento di analisi e indagine dei fenomeni scientifici non deve perdere di rigosità, ma d'altro canto è bene che si attenga alla scaletta del metodo scientifico sperimentale, considerandolo una traccia a cui far riferimento, senza far sì che diventi un vincolo per nuove eventuali svolte che la ricerca presenta.

### **3.1.2 Il processo di astrazione.**

Questo procedimento è quanto previsto dal metodo induttivo, strettamente connesso alla pratica esperienziale, che cioè si avvale dell'esperienza concreta particolare per risalire ad una generalizzazione. Nella comprensione di relazioni matematiche e pensiero scientifico, particolarmente rilevante è il processo di *astrazione*, che contempla la capacità di individuare in una situazione specifica gli aspetti fondanti e fortemente caratterizzanti e trasporli su un altro livello, più generale e appunto più astratto, non così vincolato alla situazione in sé e dunque non strettamente referenziale. Nel ragionamento opposto, la situazione generale funge da assunto fondante per ragionamenti di tipo deduttivo, che guidano i collegamenti tra fenomeni che rientrano in una stessa tipologia individuata. Dunque, le ipotesi e i ragionamenti condotti, in questo caso, partono da una situazione tipo che abbraccia diversi campi di possibilità e si declina nelle varie forme di espressione, che possono essere condotti al fenomeno generale.

L'astrazione è un passaggio fondamentale nella comprensione concettuale dei fenomeni, in quanto costituisce un elemento consistente di analisi metacognitiva, nonché una fondamentale competenza trasversale. Nello specifico, astrarre significa asportare un particolare concetto appreso in un contesto x dal contesto di apprendimento e adoperarlo, rielaborandolo, in un contesto y, collegato ad x per similitudini e parallelismi, ma diverso dal punto di vista dell'utilizzo. Un esempio banale, per rendere l'idea dell'attuazione della capacità di astrarre, potrebbe essere l'apprendimento delle competenze matematiche elementari, in particolare l'utilizzo delle quattro operazioni matematiche di base. Se l'alunno ha compreso effettivamente cosa significa sommare o

moltiplicare, imparando ad operare con i numeri, se egli è davvero convinto di poter individuare e modificare delle quantità, allora in quel caso sarà in grado di applicare queste competenze matematiche in un contesto diverso da quello in cui ha appreso tali concetti, ad esempio nella risoluzione di un problema matematico, laddove non gli viene detto quale strategia cognitiva adottare. Lui stesso con le sue conoscenze dovrà trovare il modo di riconfigurare il contesto  $y$  (il problema) secondo il contesto  $x$  che sa maneggiare (contesto di apprendimento, in questo caso, l'operazione vera e propria nell'atto di aggiungere, sottrarre, ecc.). Questo utilizzo delle conoscenze in altre situazioni, testimonia un apprendimento significativo e interiorizzato dei saperi considerati.

### **3.1.3 A metà strada tra la prospettiva induttiva e deduttiva.**

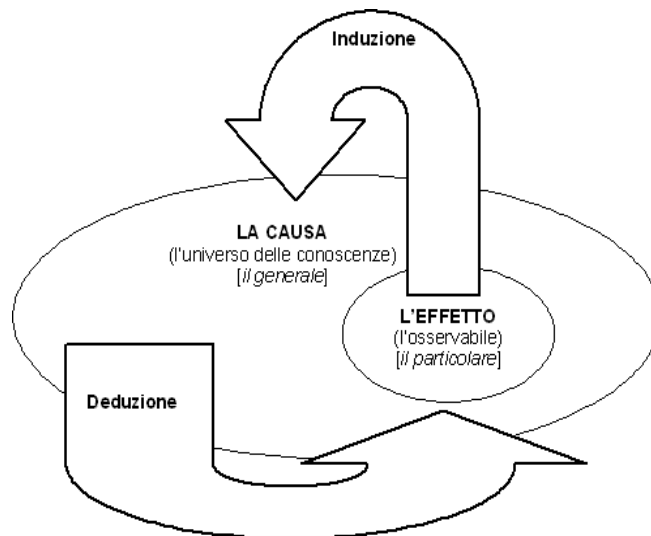
Dal punto di vista fenomenologico, quando la situazione è definita da due variabili, la strategia migliore è sempre lasciarle emergere nella loro natura fenomenica, come aspetti diversi ma correlati in un contesto unico e definito. Risulta, invece, poco appropriato separare fisicamente queste variabili a priori, invece di discriminare i loro andamenti a posteriori.

In ogni spazio caratterizzato da diverse variabili, esse sono situate in tale spazio e si comportano secondo la loro natura, è compito dell'osservatore del fenomeno che ne studia gli sviluppi provocare e poi studiare la relazioni tra le suddette variabili. Sebbene, un approccio esplorativo appare meno immediato perché richiede tempistiche più lunghe, i suoi effetti a lungo termine sulla capacità di crearsi un modello e delle strategie cognitive basate sul pensiero scientifico sono notevolmente più significativi. Il punto cruciale della ricerca attuale è come costruire un ponte di collegamento tra l'esperienza qualitativa e la formalizzazione, in altre parole come attuare la transizione dal concreto e particolare all'astratto e generale.

**Guidoni** (2004) propone un modello referenziale (ovvero circoscritto e contestualizzato in una particolare situazione fisica e fenomenologica), basato su un processo suddiviso in due fasi: la prima, che prevede un *pensiero induttivo* che conduce a una varietà di risultati tra loro parzialmente coerenti; la seconda, in cui queste conclusioni a cui si è giunti si rianalizzano come nuovo terreno di gioco, convergendo in un *unico modello*

che comprende tutti i fattori variabili considerati e che perciò li rende più coerenti tra loro. Questo modello è detto “*a posteriori*”, ovvero un modello che esplicita il pensiero scientifico, senza processi e contesti predeterminati.

Una soluzione efficace, dunque, potrebbe essere un punto di incontro di due approcci da sempre in conflitto, quello induttivo e quello deduttivo. In breve, combinando le due prospettive, sarebbe possibile ottenere una visione integrata, e per questo completa, della realtà fenomenologica della realtà fisica presa in esame. L'approccio induttivo non è altro che una traslazione dal particolare all'universale, che, scientificamente parlando, generalizza un fenomeno, estendendolo a tutte le categorie di fenomeni che presentano variabili e processi simili a quello analizzato e considerato come riferimento. Tuttavia, adottando esclusivamente una visione induttiva, si può giungere a conclusioni non esatte, espresse “*a posteriori*” rispetto a un fenomeno solo dopo l'esperienza, ma basate su una astrazione che accomuna situazioni in realtà non eguagliabili e che si spinge lontano sulla base di supposizioni.



Viene, quindi, in aiuto il metodo deduttivo, che parte da una legge universale per dedurne, appunto, conclusioni nel particolare. La peculiarità di questo approccio è il processo di concatenazioni logiche, per cui si riescono a cogliere gli elementi costanti di una situazione, prescindendo dalle sue caratteristiche esteriori e contingenti. Il metodo

deduttivo è dunque un metodo che si avvale del ragionamento “a priori”, improntato sull'esprimere un giudizio sulla realtà considerata ancor prima di fare esperienza di questa realtà.

Tuttavia, anche questo approccio ha i suoi punti di debolezza, in quanto basato su un ragionamento logico fondato su un unico assunto, ma qualora tale assunto di partenza dovesse risultare errata o non oggettiva, tutto il ragionamento verrebbe a mancare di credibilità e correttezza. Ecco perché adottare una prospettiva di analisi che integri le due visioni metodologiche qui esaminate potrebbe essere un'utile alternativa ad un approccio unilaterale.

### **3.2Esplorando lo sviluppo della conoscenza dei contenuti per i nuovi insegnanti di materie scientifiche: impatto combinato di studio ed esperienza**

L'esperienza pratica è la via più diretta per l'apprendimento e benché su questa affermazione non ci siano dubbi, ciò che si apprende varia da contesto a contesto e da persona a persona. Il punto da cui un docente deve partire nel processo di insegnamento-apprendimento consiste nel fare emergere le preconoscenze degli alunni in merito all'argomento trattato e indirizzarle nella giusta direzione per collegarle ai saperi scientifici. Una volta incamerati tali saperi, le suddette preconoscenze saranno riviste, rielaborate e arricchite sulla base delle nuove conoscenze apprese. Le preconoscenze sono originate dalle esperienze di tutti i giorni, in cui si viene in contatto con i fenomeni e ci si ritrova immersi completamente nella realtà fisica circostante. Si possono sperimentare facilmente quelli che sono i concetti scientifici osservando e testando le situazioni quotidiane, come ad esempio giochi in acqua che introducono al fenomeno del galleggiamento, osservare fenomeni luminosi e riflessi, che avvicinano a concetti teorici sulle leggi della riflessione e rifrazione, e così via.

Tuttavia queste introduzioni fattuali a concetti scientifici, non sono gli unici elementi che avvicinano gli studenti alle scienze. Un aspetto fondamentale del metodo scientifico, di cui si è già parlato, è la pratica di formulare ipotesi in merito ad un fenomeno; questo è reso fattibile grazie alla possibilità di confrontarsi con i propri pari, perché la discussione è la modalità con cui si espongono e sostengono le proprie opinioni, le proprie idee secondo quanto percepito e sperimentato nel vissuto



esperienziale. Argomentare un'opinione è un metodo efficacissimo per sviluppare la capacità di portare avanti un ragionamento logico in maniera coerente, con esemplificazioni e collegamenti extracontestuali opportuni. Nella fase laboratoriale dell'apprendimento, nel momento in cui si introduce un nuovo argomento, gli studenti si trovano a rapportarsi con un fenomeno da cui sanno che devono ricavare qualcosa e che possono guardare da diversi angoli, fornendone differenti interpretazioni e quindi diverse chiavi di lettura della stessa situazione.

A questo punto il docente interviene (sempre come regista e mai come attore protagonista del processo) per indirizzare la discussione e le osservazioni verso la giustavisione del fenomeno, portando gli alunni a riflettere e ad avvicinarsi sempre più all'interpretazione più veritiera del suddetto fenomeno. Un proficuo gioco cognitivo che il docente può mettere in atto è il ragionamento ipotetico referenziale, utilizzando la formula “what if”, ovvero “cosa succede se”, un nuovo ragionamento basato sulle conoscenze apprese in un contesto in cui mutano una o più variabili.

### **3.2.1 Dibattiti tra alunni e sviluppo di competenze argomentative.**

I risultati di molte ricerche evidenziano le difficoltà incontrate dagli alunni nel trovare un legame cognitivo tra esperienze pratiche e concetti teorici, dal momento che non sempre riescono a stabilire connessioni logiche e coerenti tra ciò che sperimentano quotidianamente e ciò che poi studiano nelle discipline scientifiche del curriculum. È risaputo l'enorme apporto cognitivo fornito dall'aspetto pratico-esperienziale nel processo di apprendimento; tuttavia, talvolta, le attività sperimentali rischiano di ridursi a sterili e meccaniche attività di routine, dando più spazio a manipolazioni e misurazioni che in fin dei conti occupano la maggior parte dei tempi dedicati al momento laboratoriale. Concentrarsi sull'elemento, per così dire, tecnico del laboratorio finisce per ridimensionare l'importanza e i tempi dedicati alla riflessione teorica, facendo perdere in questo modo di vista il vero scopo di tali attività pratiche, ovvero risalire ai saperi concettuali e interiorizzarli.

Il laboratorio è uno strumento molto potente per entrare nel vivo della realtà fattuale, ma esso deve tenere conto di queste critiche per ridurre il rischio di divenire mero tecnicismo. Per fare ciò, un docente da un lato potrebbe presentare le procedure

scientifiche come azioni più coinvolgenti e diversificate (ad esempio, nella formulazione e riformulazione di un problema e delle sue ipotesi risolutive; nel controllo e monitoraggio delle fasi in cui si articola un fenomeno; nella raccolta, interpretazione e rielaborazione dei dati, e così via). Dall'altro lato, la proposta è quella di dare agli alunni dei ruoli più interattivi e coinvolgenti, conferendo loro maggiore autonomia e di conseguenza maggiore responsabilità, in modo da renderli parte attiva e determinante nel processo di analisi del fenomeno considerato. Un coinvolgimento più intenso nelle pratiche sperimentali richiede un coinvolgimento altrettanto intenso nell'attività cognitiva, sviluppando strategie e osservazioni che altrimenti resterebbero sopite. In fondo, il laboratorio sposa una modalità di strutturare le attività di tipo puerocentrica, con il discente al centro del processo di apprendimento.

L'accento posto dall'inizio degli anni 90 sullo sviluppo di una cultura scientifica per tutti porta a interessarsi alle capacità di argomentazione nell'ambito dei dibattiti socio-scientifici, considerati come l'occasione di apprendimenti concettuali ed epistemologici (Sadler e Zeidler 2005). Da alcuni degli studi realizzati in questa prospettiva (Bell e Lederman 2003) si può dedurre l'importanza di aspetti non meramente didattici che hanno comunque una certa influenza sull'apprendimento in generale, quali quello emotivo, sociale, morale, che portano a riflettere sui collegamenti tra apprendimenti epistemologici (conoscenza della natura delle scienze) e sviluppo di competenze utili ai dibattiti socio-scientifici (attitudine a riconoscere le affermazioni pseudo-scientifiche, ad applicare i saperi scientifici alla vita quotidiana). È stato osservato che i dibattiti tra gli alunni portano a sviluppare in essi delle competenze di tipo argomentativo che si generano come conseguenza di procedimenti retorici come la provocazione, il confronto verbale, la dissonanza cognitiva, che portano a rafforzare l'attenzione sugli argomenti razionali durante una discussione, portando ad avere come risultati conclusioni meno frequenti, meglio argomentate, interventi più densi. Risulta, naturalmente, di primaria importanza il tema del dibattito, da curare, organizzare e mediare da parte dell'insegnante, per articolare interventi utili, proficui ed equilibrati al fine della partecipazione e della conseguente comprensione di ogni singolo partecipante. Questo perché, come già detto in precedenza, gli elementi che intervengono influenzando enormemente il processo di apprendimento sono proprio quelli della sfera emotiva,

piuttosto che quelli della sfera razionale.

Non risulta semplice per un insegnante impostare un ambiente di apprendimento sulla base di un dibattito per l'acquisizione di conoscenze e lo sviluppo di competenze argomentative; ciò è dovuto anche alla carenza di tali competenze proprio da parte dei docenti, abituati ad uno studio trasmissivo e unidirezionale, poco critico e analitico e decisamente non improntato sull'idea della co-costruzione della conoscenza: le competenze argomentative sono difficili da acquisire e richiedono degli apprendimenti specifici, tali attività richiedono tempo, e le risorse necessarie agli insegnanti per pianificare e gestire tali attività sono poco sviluppate.

Mork (2005), a proposito dello scarso sviluppo di attività di argomentazione da parte degli insegnanti, propone di privilegiare un tipo di comunicazione «interattivo e dialogico» (opposto a «non interattivo e autoritario») per favorire la qualità dei dibattiti in classe. Prende in esame quindi gli interventi degli insegnanti in base alla loro finalità:

- garantire la correttezza dell'informazione scambiata,
- ricentrare il dibattito,
- ampliare il dibattito,
- rilanciare il dibattito se si blocca,
- coinvolgere maggiormente gli alunni, gestire gli interventi (Eurydice pag.63<sup>16</sup>).

Questa impostazione funge da supporto per l'azione docente in merito alla strutturazione preparatoria di un dibattito per gli alunni, scegliendo i temi di dibattito, aiutando a indirizzare gli interventi durante il dibattito, suggerendo i livelli di sviluppo delle competenze argomentative degli alunni da sviluppare gradualmente e da verificare attraverso specifici criteri di verifica e rilevazione.

Dialogo e discussione sono indici di verifica della capacità di un docente di creare una cultura di rispetto, analisi e assunzione di rischio (risk-taking). In questo caso, giungere a conclusioni differenti rispetto a quelle che erano state considerate giuste è vista come una scoperta eccitante piuttosto che come fallimento. Non esiste un'opinione giusta o sbagliata, ma tutte le osservazioni sono stimolo di confronto e nuove scoperte. Questo clima relazionale crea le premesse indispensabili per formare e sviluppare una comunità di apprendimento, in cui la discordanza è un elemento per accedere a nuove conoscenze,

<sup>16</sup> [http://www.indire.it/lucabas/lkmw\\_file/eurydice/Science\\_teaching\\_IT.pdf](http://www.indire.it/lucabas/lkmw_file/eurydice/Science_teaching_IT.pdf)

molto più di quanto accade in un ambienti di apprendimento in cui si è sempre d'accordo gli uni con gli altri.

### **3.2.2 Contenuti ed esperienze come strumenti principali per il docente.**

L'apprendimento può essere visto come l'acquisizione di conoscenze scientifiche, o la risoluzione di problemi scientifici, o l'elaborazione di conoscenze importanti;

l'insegnamento è quindi visto come volto a trasmettere informazioni, o a porre problemi agli alunni, o a interagire in modo costruttivo con gli alunni (Eurydice, pag.66).

La conoscenza e la padronanza dei contenuti è una cornice in cui si inseriscono saperi ed esperienze necessari ad un insegnante per sviluppare negli allievi le competenze specifiche in un determinato campo di sapere. Questo processo richiede la negoziazione e la costante sperimentazione su campo delle conoscenze, mediando i contenuti con i metodi pedagogici più appropriati.

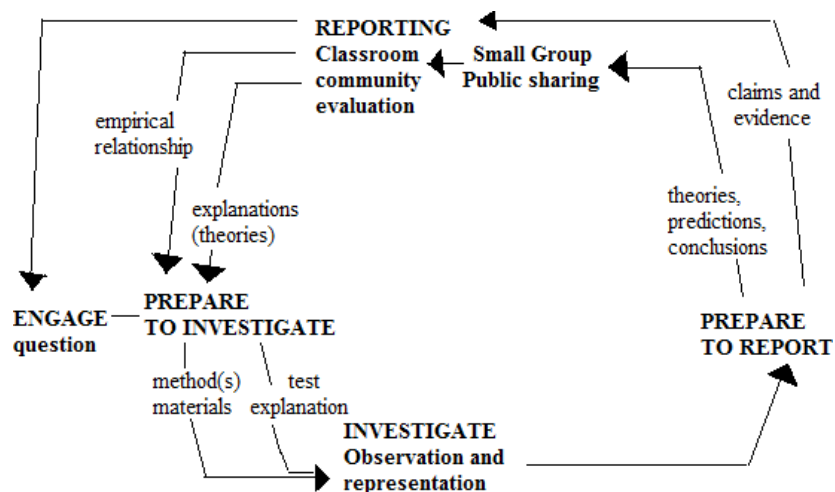
La ricerca negli ultimi trent'anni si è occupata di trovare le chiavi giuste per definire con esattezza il bagaglio di conoscenze di un insegnante, compito molto arduo, dal momento che non si tratta di pura tecnica, ma di complesso lavoro intellettuale da adeguare di volta in volta per rendere i contenuti su misura degli studenti.

Nell'insegnamento delle Scienze, ad esempio, ci si è resi conto di quanto sia importante ragionare in base ai risultati conseguiti dagli allievi: molto dipende anche da come vengono presentati i contenuti, in che sequenza e con quali interconnessioni tra i contenuti stessi e tra contenuto e relativa attività.

Avendo, dunque, sia contenuti che esperienze stessa importanza, l'attenzione va concentrata su come i nuovi insegnanti costruiscono il proprio bagaglio di saperi tenendo presente entrambi i suddetti aspetti, per la riuscita dell'apprendimento da parte degli studenti.

- **DEGREE:** Ovviamente, come si può facilmente capire, i contenuti e la maniera in cui essi vengono appresi dai futuri docenti nel loro corso di studi sono ben diversi da come essi dovranno presentare tali contenuti un domani ai loro studenti: gli studenti sono alle prese con l'esplorazione di conoscenze ex novo in una determinata disciplina, mentre gli insegnanti d'altra parte devono aiutarli a costruire e collegare i nuovi contenuti. Due diversi punti di vista che hanno come comune denominatore la disciplina stessa. Purtroppo la ricerca non si è ancora occupata di studiare quale sia l'impatto degli studi accademici sulla conoscenza nell'insegnamento.
- **CLASSROOM EXPERIENCE:** è ben noto il ruolo di primaria importanza svolto dall'esperienza in classe, durante la quale l'insegnante riceve un notevole arricchimento dato dalla riflessione e dall'analisi post-esperienza. In realtà, sovente si verifica un impoverimento nei docenti di lunga esperienza, i quali si rafforzano sugli argomenti inclusi nel curriculum e restano indietro su quegli argomenti che non rientrano nel programma scolastico. In sostanza, gli argomenti padroneggiati sono quelli ripetuti nel corso degli anni, ma non si amplia né si arricchisce la conoscenza dei contenuti senza una appropriata analisi critica e una necessaria revisione di metodi e argomenti.

### 3.2.3. Apprendimento euristico.



*Magnusson 2001*

Magnusson e Palincsar (1995) parlano di *euristica* intesa come approccio all'insegnamento delle scienze in chiave investigativa, per sviluppare il pensiero scientifico. Essi rappresentano la prospettiva euristica dell'insegnamento delle scienze (attraverso la pratica dell'*Inquiry*) in forma di ciclo, caratterizzato da diverse fasi che si susseguono progressivamente, come espresso in figura.

Le fasi del ciclo rappresentano i momenti in cui si suddivide il processo di apprendimento delle scienze secondo gli autori, che si pone come obiettivo quello di generare conoscenza per descrivere come funziona il mondo e testare le conseguenti teorie per spiegare questo funzionamento. In altre parole, in ogni fase il docente dovrà focalizzare l'attenzione degli alunni sui contenuti, ovvero concetti e teorie in termini di idee che descrivono il mondo fenomenico, e sui processi, ossia metodologie e ragionamenti per esplorare la natura del mondo fisico.

Trattandosi di un ciclo, non c'è una prima fase, perché la prima costituisce la fase di approdo del ciclo da cui ripartire, ma dovendo partire da un punto, partiamo dalla fase di *Engage* e proseguiamo nel presentare il lavoro articolato come segue.

### ***Engage***

In questa fase l'insegnante appura cosa gli studenti sanno dell'argomento presentato e li invita ad identificare come lo sanno, in che modo hanno acquisito tali conoscenze, se hanno osservato una situazione reale, in quali circostanze e perché sono sicuri di quello che raccontano. Ciò permette non solo di mettere in luce le preconoscenze degli alunni, ma anche di capire come essi gestiscono i loro processi metacognitivi e i ragionamenti logici. L'insegnante, poi, può cominciare a indirizzare la conversazione su come si procederà nel lavoro, mostrando i materiali che saranno adoperati per raccogliere dati sul fenomeno in oggetto, lasciando anche che gli studenti suggeriscano alcune modalità per procedere. Al termine di questa fase, gli alunni dovrebbero già avere chiaro il senso dell'attività che si apprestano a svolgere e delle domande a cui tale attività mira a rispondere. L'insegnante può fare il punto sulle domande emerse da investigare, definendo il campo d'indagine. L'attività vera e propria fornisce agli alunni la possibilità di familiarizzare con i materiali investigativi e i fenomeni in senso lato.

### ***Prepare-to-investigate.***

La fase investigativa si propone di fare ricerche sperimentali cercando di rispondere a specifiche e mirate domande, dunque il nocciolo della questione sta proprio nell'individuare tali domande, che saranno l'oggetto della conseguente pratica investigativa. Se è l'insegnante a porre la domanda, essa deve essere formulata in maniera tale da risultare coinvolgente e rilevante agli occhi degli alunni per i fini della loro ricerca. Questo li porterà ad una riflessione in termini metacognitivi, che è una caratteristica fondante di un buon ragionamento. Se sono gli studenti, invece, ad impostare la domanda di ricerca va sottolineato che il criterio di individuazione è basato sulla rilevanza della domanda rispetto all'argomento posto in evidenza. E veniamo a *come* si muoverà la ricerca. La procedura può essere trovata dagli studenti sotto la guida del docente, che può portare a riflettere su quali step sono necessari e in che modo e in quali step saranno adoperati gli strumenti a disposizione. Inoltre, va fatto notare che sarà necessario anche appurare l'efficacia e l'accuratezza di tali strumenti. Va, in aggiunta, definita la tipologia e la quantità di dati da ricercare e raccogliere. Tutto ciò, crea la necessità di assegnare dei ruoli all'interno dei gruppi di lavoro, ma non ruoli meccanici, bensì intellettuali, per mantenere sempre il focus su ciò che si sta facendo; potrebbe essere ad esempio riguardo la responsabilità di valutare l'aderenza del processo con quanto stabilito, oppure riguardo la coerenza e la rilevanza rispetto alla domanda investigativa, e così di seguito.

### ***Investigate***

In questa fase, gli studenti sperimentano l'interazione vera e propria con il mondo fisico, documentando le loro osservazioni. Benché possa apparire agli studenti che investigare sia più attinente al processo che ai contenuti, perché l'osservazione è diretta al *come* e al *perché* di un fenomeno, in realtà ciò che si osserva è spesso influenzato da cosa ci si aspetta di osservare e quindi da ciò che già si conosce rispetto al fenomeno osservato. È importante monitorare come gli studenti utilizzano i materiali, in caso di utilizzo inappropriato, che porterebbe a feedback fuorvianti. Essendo fondamentale per lo sviluppo metacognitivo che lo studente sia protagonista e conduttore dell'attività, l'insegnante deve assicurarsi che stia proseguendo nella giusta direzione. È utile

chiedere agli studenti cosa osservano e cosa significa in termini fenomenologici quanto osservano, oppure perché credono che sia rilevante ai fini di rispondere alla domanda posta.

Una volta raccolti i dati, gli studenti potranno passare ad analizzarli, creando schemi per organizzare gli elementi considerati e le relazioni esistenti tra essi. A partire da questo momento potranno venir fuori affermazioni da perseguire e verificare successivamente.

### ***Prepare-to-Report.***

Durante la preparazione alla presentazione, gli studenti si occupano di sistemare e organizzare in maniera efficace il materiale raccolto nelle fasi precedenti, informazioni, osservazioni, dati quantitativi, ecc. A questo punto, dunque, essi necessitano di una formulazione definitiva e di individuare e riportare gli elementi a supporto della propria tesi, oppure tesi a dimostrare l'erroneità delle ipotesi altrui. Per presentare il loro lavoro, gli studenti potrebbero servirsi di cartelloni da mostrare in aula per far sì che le informazioni sopra riportate siano leggibili per tutti. I dati possono essere in forma scritta e magari supportati da tabelle, grafici, rappresentazioni e immagini. Il compito oneroso di questo particolare momento operativo è la selezione della modalità più efficace di esporre la propria tesi, in modo da essere compresa e da essere tanto coerente e logica da convincere gli ascoltatori della sua plausibilità e correttezza. Anche qui in gioco sono le competenze metacognitive, ovvero analizzando gli stili cognitivi e prevedendo strategie cognitive da attuare. L'insegnante può invitare gli alunni a valutare il proprio elaborato finale secondo criteri di leggibilità, comprensibilità, validità; può essere anche necessario un aiuto in più da parte del docente per la formulazione e la giusta presentazione del lavoro a sostegno delle idee del gruppo.

### ***Report***

Ciò che gli studenti di un gruppo trovano e provano viene condiviso e discusso pubblicamente con gli altri gruppi della classe. In primis, il gruppo presenta la tesi su cui ha lavorato e le prove a sostegno della tesi. Si concentra l'attenzione sui punti in comune e sulle differenze con le tesi presentate dagli altri gruppi, per verificare se c'è qualche tema che ritorna nelle osservazioni o qualche aspetto su cui è necessario



soffermarsi maggiormente, perché poco chiaro o poco convincente. Il ruolo del docente qui è di primaria importanza, perché essi non posseggono ancora la padronanza dell'argomento e non hanno ancora neanche interiorizzato i collegamenti concettuali, per cui necessitano di una guida nell'esposizione che chiarisca i punti che essi non sanno esplicitare o che si rendono conto, durante la spiegazione, di non avere ancora ben chiari. Anche il linguaggio, che è un aspetto imprescindibile, potrebbe rivelarsi un punto di debolezza dell'esposizione, per cui l'insegnante è chiamata a correggere o introdurre termini specifici per precisare e arricchire il linguaggio scientifico. Inoltre, è richiesto il suo intervento laddove ci sia la necessità di chiarire ambiguità o incomprensioni oppure richiamare osservazioni e sollecitare collegamenti con le tesi esposte in precedenza. In conclusione, l'obiettivo sarà proprio quello di promuovere un avanzamento nel processo di comprensione e appropriazione dei concetti da parte di tutto il gruppo e di tutti i gruppi, attraverso i risultati dell'attività investigativa del processo e il pensiero collettivo nella piccola comunità scientifica in cui si è trasformata la classe.

### **Richiamo all'*Investigation* con lo studio dei libri di testo**

L'esperienza pratica fornisce agli studenti innumerevoli occasioni di sviluppare e testare la loro capacità di impiantare un ragionamento e di confrontarlo con l'osservazione del fenomeno concreto studiato in sede laboratoriale oppure sperimentato nella realtà quotidiana. Tuttavia, un tipo di metodo basato sulla pratica (come suggerisce l'approccio *Inquiry-based*) prevede anche un momento di apprendimento *text-based*, ovvero attraverso risorse testuali, come suggerito dal documento redatto dal Consiglio Nazionale di Ricerca *National Science Educational Standards*<sup>17</sup>. Durante la lettura del testo, una parte sostanziale del tempo sarà impiegato per esaminare le correlazioni tra le informazioni emerse e captate nel testo e quelle messe in luce dalle esperienze su cui gli studenti hanno precedentemente lavorato, per, eventualmente, rivedere le affermazioni dedotte. Ruolo dell'insegnante qui consiste nel richiamare gli studenti alla riflessione su eventuali discrepanze e le giustificazioni di quanto letto nel testo, facendo porre attenzione alle espressioni, formulazioni tecniche e terminologie adoperate nel libro a cui si fa riferimento.

---

<sup>17</sup> National research Council, 1996.

Per lo sviluppo di una mente scientifica negli studenti, l'aspetto più importante che una lettura di questo genere (e soprattutto successiva all'attività pratico-esperienziale) è la capacità di assumere un atteggiamento critico nei confronti delle fonti teoriche che ci si trova a studiare, invece di un semplice e meccanico rinvio al testo, senza mai mettere in discussione il contenuto o chiedersi il perché.

#### **3.2.4. Science Knowledge for Teaching**

Abbiamo già passato al setaccio il bagaglio di convinzioni e saperi posseduti da un insegnante in formazione. Questi deve possedere innanzitutto una conoscenza concettuale della disciplina che va ad affrontare in aula, necessaria per comprendere la natura degli obiettivi di apprendimento che si prefigge. Allo stesso tempo, però, la sola conoscenza disciplinare non è sufficiente per un insegnamento efficace. Se uno studente con un'osservazione lascia intendere di stare andando nella direzione sbagliata, confondendo due fenomeni o semplicemente fraintendendo il comportamento delle variabili coinvolte nel fenomeno in questione, l'insegnante non solo deve portare l'alunno a comprendere la differenza tra quello che ha capito lui e quello che voleva intendere la spiegazione, ma deve prevenire le possibili fonti di confusione e comprendere cosa un alunno intende quando esprime male un concetto. Oltre ad avere un quadro completo delle nozioni e dei collegamenti concettuali della materia trattata, bisogna possedere un saldo bagaglio di conoscenze pedagogiche, che permettono di prevedere i contenuti che possono creare maggiori difficoltà agli studenti, che permettono di individuare strumenti e metodi indicati per determinati argomenti. Le competenze pedagogiche includono ovviamente anche i diversi metodi di verifica e valutazione delle conoscenze maturate e dei processi che hanno portato a tali conoscenze.

Un concetto di fondamentale rilevanza in questa sede è la cornice concettuale (Conceptual framework), una linea guida per l'insegnamento di materie scientifiche. Per la matematica, ad esempio, è necessaria l'assoluta padronanza della materia e in particolare ne individuiamo tre aspetti: il possesso dei *requisiti fondamentali* comuni ad ogni adulto (per intenderci, fare calcoli, risolvere problemi, e così via); i *contenuti specifici* di conoscenza matematica; ed infine, i *contenuti all'orizzonte*, ovvero quelli

che stanno immediatamente al di fuori delle conoscenze strettamente matematiche, che vanno oltre, ma spesso sono complementari.

Volendo fare un'analisi più precisa della conoscenza dei contenuti che un insegnante di materie scientifiche deve possedere (**Science Knowledge for Teaching, SKT**), anche qui troviamo tre principali campi:

- core content knowledge (la struttura intorno a cui organizzare i concetti)
- specialized content knowledge (riconoscere gli errori, usare un vocabolario specifico,..)
- progressional content knowledge (connessioni tra concetti e discipline).

Per avere dati concreti su cui lavorare, è stata condotta un'indagine qualitativa (Campbell & Nixon, 2015) su un campione di docenti di chimica (neolaureati e non), in riferimento al suddetto schema SKT: nell'intervista veniva chiesto agli insegnanti di spiegare un determinato concetto concernente la loro area di insegnamento, determinare gli errori, la loro causa e i concetti connessi all'argomento, che lo precedevano e lo seguivano. I dati che ne sono conseguiti, raccolti in una lista di aspetti peculiari, hanno contribuito a determinare i risultati in relazione agli studi e agli anni di esperienza dei docenti in esame. Possiamo distinguere quattro tipologie di spiegazioni, tra cui descrittiva, interpretativa, causale e predittiva. Al termine della ricerca, tuttavia, sono emersi dei limiti che hanno condizionato l'indagine, come la scelta degli argomenti, o il numero ridotto del campione. Tra i risultati è importante ricordare alcune scoperte:

- le spiegazioni fornite variano in base all'area del titolo di studi dei soggetti in esame e dalle loro esperienze (quelle derivanti dall'area chimica sono meramente tecniche, altre derivanti dall'area biologica interpretative)
- le risposte di coloro che insegnano da più tempo e con un titolo di studio superiore sono più coerenti e meglio strutturate;
- il focus disciplinare varia a seconda dell'area disciplinare di provenienza dei docenti, che ovviamente saranno più concentrati su argomenti per loro più familiari;
- tutti i docenti del campione alla domanda riguardo quali contenuti trattare prima e quali dopo rispetto all'argomento preso in analisi rispondevano con la scaletta

del programma scolastico.

Dall'analisi dei risultati, è chiaro come l'area di studio in cui i docenti si formano influenzi enormemente il loro punto di vista nell'insegnamento, ritenendosi esperti in tale area; un docente di biologia che affronta l'argomento di chimica, non si ritiene un esperto in materia ma può *imparare molto dall'esperienza in classe*: in questo caso, dunque l'esperienza è più utile del titolo di studi. Un altro aspetto molto interessante emerso dall'indagine riguarda il *seguire pedissequamente il curriculum*, ovvero il programma previsto per l'insegnamento della materia, considerato l'unica relazione possibile tra gli argomenti, senza considerarne la sequenza logica che aiuterebbe molto gli studenti nell'apprendimento.

Questa indagine è solo uno spunto per riflettere sull'imprescindibile legame tra la formazione degli insegnanti e l'impatto dell'insegnamento vero e proprio, ma la ricerca deve ancora analizzare a fondo cosa si può fare per rendere questa connessione tra la teoria e la pratica più proficua e meno astratta.

### **3.3 Life Science secondo l'Università norvegese: lifeworld e fenomenologia (l'esperienza nella scuola norvegese)**

Il primo semestre del quinto anno del mio percorso universitario ho avuto l'opportunità di fare esperienza formativa in Norvegia, grazie al progetto Erasmus. Tale progetto prevedeva: un corso specifico per futuri docenti, con contenuti che spaziavano in tutte le discipline, dalla letteratura norvegese, alla storia della Norvegia, all'impianto politico-economico adottato, fino a giungere al sistema scolastico in uso nel paese accogliente; in aggiunta, la possibilità di osservare su campo la struttura educativa nelle scuole norvegesi, in cui sono stata per due settimane, per una sorta di tirocinio. Oltre ad osservare le lezioni e l'abituale gestione del tempo e dei contenuti, i docenti illustravano a noi studenti stranieri i motivi di una determinata organizzazione o di un particolare modus operandi, spiegandoli e contestualizzandoli.

La scuola norvegese è concepita in maniera decisamente differente rispetto a quella italiana, orientata molto di più verso metodi partecipativi, coinvolgenti e in generale puerocentrici, con attività messe a punto su misura del bambino. L'ambiente di apprendimento creato valorizzava notevolmente la sfera affettivo-relazionale, cercando

di partire dagli interessi degli alunni per stimolarne curiosità e apprendimento significativo. Grande importanza veniva data alla collaborazione tra pari (e questo valeva sia per gli alunni che per gli insegnanti). Inoltre, l'approccio alle discipline era molto più orientato ad un'impostazione pratico-esperienziale, mai muovendo dalla teoria, sempre andando a toccare ambiti quotidiani, in cui riscontrare implicazioni concrete.

Il metodo adottato dal sistema scolastico norvegese, nel processo di insegnamento-apprendimento, mi è parso in molti punti simili a quello auspicato per i docenti che partecipano a percorsi di formazione, secondo il modello qui elaborato. La similitudine rilevata mi ha portato a prenderlo come uno dei riferimenti pratici considerati in questa sede, motivo per il quale ne viene di seguito illustrata la struttura nei suoi punti fondanti. Il sistema scolastico norvegese in vigore prevede un'istruzione obbligatoria dai 6 ai 16 anni, bipartita tra primary school e lower secondary school. La prima è a sua volta divisa in 7 livelli e preceduta dai Kindergarden, luoghi di educazione e apprendimento precoce (simili alle scuole materne e come tali non obbligatorie) che di norma tutti i bambini in età compresa tra i 2 e i 5 anni frequentano.

Prima di entrare nello specifico del contesto scolastico è necessario introdurre la cornice culturale e sociale in cui esso si colloca, per comprenderne meglio motivazione e scopi. La società norvegese si basa su tre imprescindibili valori, i quali poi inevitabilmente si riflettono anche nelle istruzioni, prima fra tutte la scuola. Tali valori sono:

- Equality
- Moderation
- Nearness to nature.

Nel rispetto di queste norme di vita, la scuola proseguendo l'opera dei genitori, insegna agli alunni di tutte le età l'importanza di una società in cui tutti i membri siano allo stesso livello, godano degli stessi diritti e abbiano le stesse opportunità, indipendentemente dal loro background economico, culturale e religioso. Inoltre, ogni norvegese è tenuto a trascorrere gran parte del proprio tempo libero a stretto contatto con la natura e questo diviene non solo un piacere ma un dovere: i padri di famiglia ogniweekend portano i propri figli nella foresta, insegnando loro ad accendere un fuoco,

dormire sotto le stelle e fare sport all'aperto, come sciare, nuotare e passeggiare in montagna.

Come i genitori, anche dall'insegnante ci si aspetta che porti avanti questo comportamento ed è suo compito portare settimanalmente gli alunni in giro per i boschi, dove essi possano imparare ad arrampicarsi sugli alberi, a cucinare all'aperto, a rispettare la natura e non in ultimo a riconoscerne gli elementi. Un'attività molto praticata è la raccolta di frutti di bosco, che appunto porta a riconoscere i diversi tipi di piante, alberi e cespugli.

Ciò che più sorprende di questo tipo di approccio è il fatto che valga tanto per gli studenti in età scolare che per quelli in età prescolare, per intenderci, dei Kindergarden, i quali trascorrono la maggior parte del tempo impegnati in attività outdoor che nell'edificio scolastico, indipendentemente dalle condizioni meteorologiche (i norvegesi sostengono che non esista il cattivo tempo ma solo abbigliamento sbagliato). Già in tenera età essi impareranno a muoversi con disinvoltura negli spazi aperti, divenendo consapevoli del proprio corpo e dei suoi movimenti; sviluppando la creatività e lo spirito di osservazione, in un luogo dove non vi sono attività e oggetti di gioco prestabiliti; e infine costruendo la capacità di interagire e partecipare ad attività comuni in armonia.

Ovviamente, questo tipo di attività incontra il favore delle famiglie, che dimostrano una grande apertura mentale e nessuna ansietà per l'incolumità dei propri piccoli, abituandoli fin da subito all'autonomia e alla responsabilità.

### **3.3.1 L'approccio scientifico del sistema scolastico norvegese nei primi livelli di istruzione.**

Quello che riguarda più da vicino il tema da noi trattato in questa sede è l'aspetto educativo di queste outdoor experiences dal punto di vista scientifico: esse non vogliono solo rafforzare il rapporto uomo-natura, in tutte le sue più positive sfaccettature, ma trasformano la natura stessa in un meraviglioso laboratorio didattico "en plein air", dove osservare e toccare con mano i fenomeni e gli elementi naturali, in un contesto assolutamente affascinante e ricco di stimoli. Infatti, a testimonianza di questa stretta correlazione tra l'apprendimento scolastico e il contesto naturale, nel curriculum nazionale

la disciplina a cui ci riferiamo è chiamata Scienze e Ambiente, come a sottolineare l'inscindibilità dell'insegnamento delle scienze dal loro contesto fenomenologico. In tal modo, esso diventa per i bambini di tutte le età ( a partire da quella prescolare ) parte fondamentale del bagaglio di esperienze, che funge da

La natura costituisce per i norvegesi una casa naturale, in cui si trovano estremamente a proprio agio e da cui apprendono continuamente, durante tutto il corso della loro vita.

Dal punto di vista strettamente didattico, lo studente svilupperà in tal modo un enorme skills portfolio, che comprenderà al suo interno lo spirito di osservazione e lo spirito critico, la capacità di creare relazioni di causa-effetto tra gli eventi, l'abilità del problem solving, per non parlare del bagaglio nozionistico in tema di flora e fauna dei diversi paesaggi naturali.

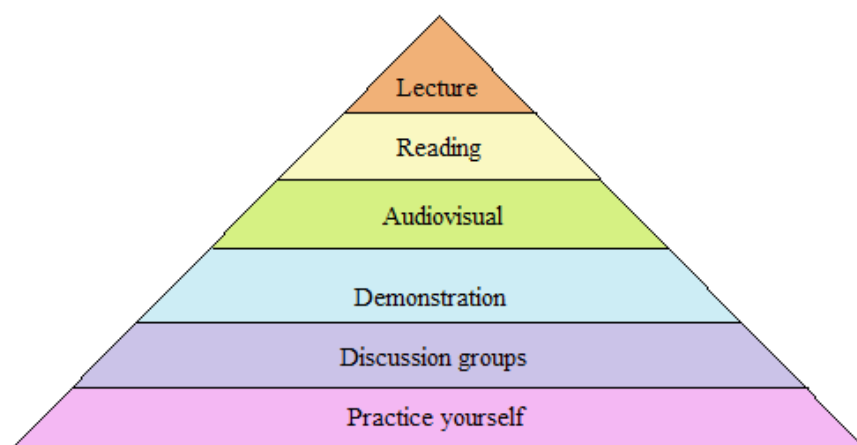
Dunque, sull'esempio norvegese, la scuola italiana potrebbe prevedere un programma di escursioni e lezioni outdoor che stimolino in primis l'aspetto affettivo verso contenuti di tal genere ( attenzione, curiosità, motivazione), portando in secondo luogo un enorme vantaggio sul piano dell'acquisizione di capacità osservative e deduttive, con un'introduzione dei concetti da trattare antecedente l'esperienza e successivamente una fruttuosa discussione/rielaborazione dei concetti emersi dalle osservazioni.



Esempio di uscita scolastica settimanale di una classe di una scuola norvegese nelle foresta circostante. Attività di outdoor education con dei bambini del kindergarden (corrispondente alla scuola dell'infanzia italiana).

Il metodo adoperato nella scuola dell'infanzia (kindergarden, per bambini in età prescolare) e nella scuola primaria (primary school, per la fascia d'età dai sei ai tredici anni) è estremamente differente dai metodi di lezione tradizionale in uso in Italia e nella maggior parte dei paesi europei. La scuola norvegese è improntata su un tipo di apprendimento esperienziale, basato sul metodo induttivo per scoperta, che lascia moltissimo spazio alla libera iniziativa degli alunni e all'esplorazione personale che mira all'acquisizione di saperi attraverso un percorso personale ma non individuale. Attività e lezioni sono svolte in maniera collettiva dal gruppo classe, sotto la guida e la supervisione dei docenti, soprattutto attraverso discussioni di gruppo ed esercitazioni pratiche o sperimentazioni concrete, e questo avviene rispetto ai programmi di tutte le materie. Gli alunni hanno libero accesso alle fonti e consultano libri di testo messi a disposizione, materiali su internet, e così via. Adoperano, inoltre, strumenti molto stimolanti, come lavagne multimediali interattive (LIM), tablet e personal computer per le loro ricerche, oppure anche per svolgere esercizi e fare pratica con la teoria. In sintesi, essi giocano un ruolo primario nel processo di apprendimento, sono protagonisti del sapere, diventano costruttori della propria conoscenza.

## TEACHING METHODS



Source:  
Repstad/Tallaksen( 2006): Variert undervisning. Fagbokforlaget, Bergen.

I momenti della didattica nel sistema scolastico norvegese.



### 3.3.2 Lifeworld e fenomenology

Capire e investigare i fenomeni prevede due aspetti imprescindibili: che i fenomeni “parlino”, che siano calati in esperienze concrete di vita quotidiana; in secondo luogo, che l'insegnante guidi il processo di analisi, scoperta ed elaborazione dei fenomeni fisici degli studenti, portandoli appunto da tali fenomeni ai concetti, formalizzandone il pensiero.

I punti chiave su cui questo articolo si basa sono tre parole chiave:

- definizione di lifeworld
- fenomenologia ed educazione scientifica
- teacher competencies

Dallo studio di Martin Wagenschein, esperto nell'educazione riguardante i campi matematici e fisici, si evince che le difficoltà più grandi dell'avvicinare gli studenti a tali discipline consistono nel disinteresse di tali studenti verso un qualcosa che percepiscono come astratto e lontano da loro, non avendolo per lungo tempo sperimentato con i loro sensi in un ambiente laboratoriale didatticamente guidato.

In Norvegia, dal 2006, è stata attuata una riforma chiamata “The Knowledge Promotion”, basata su otto anni di studi della Norwegian University of Life Sciences, la quale prevede che nelle scuole dell'obbligo sia dovere degli insegnanti formare delle menti curiose abituate a lavorare con metodi di ricerca. Naturalmente, questo comporta una totale revisione e rielaborazione del curriculum docente, in relazione al quale il quesito da porsi riguarda le nuove competenze che esso deve comprendere.

Per iniziare a delineare le caratteristiche di questo nuovo skills portfolio, va introdotto il perno su cui focalizzarsi, il concetto di **lifeworld**, che Husserl (1970) definisce (senza risultare semplicistico) “il mondo delle esperienze di ogni giorno<sup>18</sup>”. In merito a ciò, egli parla di capovolgimento ontologico, ovvero non partire più dalle astrazioni come leggi da cui ricavare il fenomeno fisico, ma prendere in esame proprio tale fenomeno reale e concreto per dedurre un modello generale di regole. Ed è questo il lavoro che gli

---

<sup>18</sup> Husserl, E. (1970). *The crisis of the European science s and transcendental Phenomenology*. Evanston: North-western UP.

insegnanti dovrebbero fare prima nella propria formazione e, in secondo luogo, con la formazione dei propri studenti.

Riguardo la seconda parola chiave, la **fenomenologia**, essa risulta essere la strada più efficace e più semplice per collegare la teoria con la pratica nell'educazione scientifica. Essa permette, inoltre, di coinvolgere gli studenti con osservazioni spontanee, domande e discussioni finalizzate ad afferrare il senso intrinseco dei fenomeni con i quali essi quotidianamente possono interfacciarsi. Da qui sembra immediata la connessione tra lifeworld e concetto: in realtà per un bambino tale connessione non è così immediata né tanto meno semplice e conviene seguire una lista di step come quella proposta di seguito:

- porre all'attenzione degli studenti un determinato fenomeno, raccogliendone le impressioni e gli aspetti evidenziati, collegandoli alle loro preconoscenze;
- arrivare poi all'elaborazione concorde e convinta di un modello di regole teorico, come continuazione della pratica non come antitesi ad essa
- e infine ritornare nuovamente sui fenomeni osservati, guardati stavolta attraverso la lente della teoria, per comprenderli più a fondo, avendoli però preventivamente sperimentati con i propri sensi.

Infine, volendo definire con precisione le **competenze** che un docente deve possedere per lavorare efficacemente in questi ambiti, possono essere considerate le seguenti:

- saper osservare i fenomeni e lasciare che essi parlino;
- saper guidare gli studenti nell'osservazione e sperimentazione dei fenomeni naturali;
- saper guidare gli studenti nell'interpretare e scoprire la piega degli avvenimenti;
- saper scegliere fenomeni da analizzare utili ai fini degli obiettivi di apprendimento da seguire nel curriculum scolastico.

Per concludere, la Norwegian University of Life Sciences propone in breve due principali linee guida:

- la prima pone i fenomeni prima di tutto, adottando la visione ribaltata di

Wagenschein di partire dalla pratica per risalire alla teoria (in una sorta di didactification dei fenomeni),

- la seconda propone di anteporre l'azione alla cognizione (riferendosi alla reflection in action).

### **3.3.3 Teacher training nel sistema universitario norvegese**

Il Parlamento norvegese nel giugno 2001 approva una riforma riguardante l'alta formazione estesa a tutti i suoi campi di specializzazione: essa viene chiamata Quality Reform ed era, appunto, improntata a definire livelli di qualità nell'insegnamento e del processo di valutazione, nonché nell'intero percorso formativo degli studenti.

Nel 2003 il sistema norvegese di educazione di livello superiore ha subito delle modifiche strutturali per adeguarsi agli standard europei, ed in particolare alle direttive della Bologna Declaration, che ha stabilito di implementare elementi diversi secondo la Quality Reform. Tali direttive dispongono diverse opzioni di studio, come lauree quinquennali, triennali, master biennali e dottorati in materia di formazione pedagogicae prettamente scientifica.

L'università norvegese predispone un percorso formativo quinquennale per gli studenti che mirano all'insegnamento, nel quale si prevedono programmi specifici di scienze naturali e matematica. L'obiettivo perseguito è da un lato quello di creare una cultura scientifica nella preparazione di un docente, dall'altro quello di sviluppare un atteggiamento positivo ed entusiasta nei confronti delle attività e dei contenuti a sfondo scientifico, naturalmente costruendo professionalità docenti ben disposte nella pianificazione e nella gestione di attività extrascolastiche e in linea con l'educazione outdoor che caratterizza il curriculum scolastico norvegese a tutti i livelli di istruzione.

Il programma di studi offre una preparazione che consiste in una combinazione integrata di diversi aspetti concernenti la formazione in campo scientifico, quali quello contenutistico (sapere, ovvero l'elemento strettamente disciplinare, articolato nelle varie forme della conoscenza concettuale delle scienze) pratico (saper fare, riguardo l'aspetto laboratoriale, concreto ed esperienziale delle materie scientifiche), pedagogico (saper essere, inteso come afferente alla sfera affettivo-relazionale). Questo bagaglio epistemologico consente ai discenti di accedere all'insegnamento tanto nella scuola

primaria che nella scuola secondaria. Ogni studente può scegliere per la propria formazione una coppia di materie, afferenti tutte all'area scientifico-matematica, su cui incentrare la propria carriera docente, tra cui chimica e biologia, matematica e fisica, matematica e information and communication technology, matematica e chimica, matematica e biologia.

L'elemento peculiare di questo tipo di programma consiste nell'assegnazione per ciascun studente di un tutor personale, incaricato di supportarlo sia dal punto di vista accademico, e quindi della preparazione nello studio, ma anche dal punto di vista motivazionale e metodologico.

Oltre al corso di laurea quinquennale, vi è anche un Master in didattica, con specializzazione nell'educazione scientifica, che approfondisce non solo le materie scientifiche, quali scienze naturali, fisica, chimica, biologia, geologia, tecnologia e ricerca, ma inoltre si focalizza sulla didattica delle suddette discipline. La didattica è un aspetto fondamentale nell'ambito dell'insegnamento e la Norvegia non dimentica mai di metterlo in luce nelle proposte educative. Il percorso formativo del master include, inoltre, un periodo di pratica professionale per rafforzare le conoscenze e le competenze in campo scientifico.

La formazione in ambito accademico comprende anche un ramo dedicato agli insegnanti in-service, ovvero già inseriti nel contesto scolastico, per fornire loro corsi di aggiornamento oltre che corsi, seminari e materiali di supporto per la formazione continua. Questo aspetto è fondamentale per comprendere la differenza con il sistema scolastico e universitario italiano, dove invece i docenti vengono lasciati a se stessi, laddove lo Stato delega all'università. Dovrebbe essere, appunto, questo ente di istruzione a fornire il supporto contenutistico e pedagogico agli insegnanti, spesso isolati e demoralizzati. Per gli insegnanti norvegesi in carica, l'università offre una serie di incontri che vertono sulla didattica laboratoriale, mostrando lezioni interattive e basate su una metodologia sperimentale, che coinvolge praticamente gli studenti. I laboratori sono suddivisi in moduli a seconda dell'argomento trattato, che viene approfondito durante gli incontri preparatori e gli esperimenti.

Questo tipo di approccio ha un duplice obiettivo fondante: innanzitutto creare un legame tra il mondo della scuola e il contesto universitario, tra i quali il gap è sempre

più rimarcato (lo testimoniamo anche qui nel nostro paese); e in secondo luogo, fornire non solo conoscenze concettuali sulle specifiche discipline scientifiche, ma ciò che più importante un metodo di insegnamento, per creare un ambiente di apprendimento stimolante ed efficace per acquisire un pensiero scientifico e analitico.

Un'altra proposta interessante dell'università norvegese, a proposito di diminuire il dislivello esistente con la scuola, riguarda corsi di formazione per docenti interessati a divenire tutor per gli studenti universitari, in modo da poter acquisire gli strumenti per sostenere e indirizzare la loro crescita e la loro maturazione professionale. Naturalmente, corsi supplementari sono stati dedicati alla formazione di figure specializzate per formare a loro volta gli studenti in senso lato, ossia in tutti gli ambiti della professionalità docente, andando a ricoprire il ruolo di docenti universitari per l'educazione scientifica.

Grande importanza viene conferita, all'interno della preparazione dei futuri docenti, alla didattica e al metodo di insegnamento in particolare

### **3.3.4 School Experience: l'esperienza Erasmus nella scuola norvegese.**

Ho avuto modo, durante l'esperienza Erasmus in Norvegia, di fare esperienza del sistema scolastico in uso e dell'approccio metodologico adoperato dai docenti. Sono stata accolta in due classi diverse (first and fifth grade, equivalenti a un primo ed un quinto anno della scuola primaria), una settimana in ciascuna, per osservare, analizzare e scrivere un saggio sul confronto tra il sistema educativo del mio paese e quello norvegese. L'esperienza è stata estremamente piacevole e proficua, sia sul piano umano che professionale. L'obiettivo della scuola, oltre all'istruzione, è l'educazione, laddove educare significa formare la personalità, insegnare e mettere in pratica i valori principali per la vita degli individui.

Quando ho iniziato a conoscere la scuola norvegese, prima attraverso lo studio e poi successivamente con la School Experience, ho subito notato una forte somiglianza con il progetto deweyano. Lo studioso americano sosteneva la necessità per i bambini di vivere in un ambiente democratico già da piccoli, per poter sperimentare tutti gli elementi essenziali del vivere in comunità, come la condivisione, la cooperazione, il lavoro manuale e la costruzione di un progetto comune. Secondo quanto ho osservato,

uno tra gli obiettivi principali perseguito dalla Norvegia in campo scolastico è il processo di democratizzazione degli allievi, mettendo in pratica gli ideali di Dewey della società nella scuola incentrato su alcuni elementi cardine che ho riscontrato in classe:

1. puerocentrismo
2. valorizzazione del fare
3. motivazione
4. ambiente circostante
5. socializzazione
6. antiautoritarismo
7. antintellettualismo e libertà

Da questo punto di vista, la conoscenza diventa un obiettivo di secondo livello, mentre al primo posto troviamo lo sviluppo delle social skills. Tutto il sistema educativo norvegese, infatti, focalizza l'attenzione su attività e metodi che supportino tale sviluppo.

Ciò che ci ha colpito maggiormente, entrando a scuola, è stata l'estrema libertà con cui i bambini si autogestiscono: la scuola stabilisce poche regole e cerca di creare un'atmosfera serena e costruita su misura degli alunni, tenendo presente le loro esigenze di bambini. Infatti, la routine quotidiana è divisa in poche attività specificamente legate alle materie, e molte situazioni di gioco libero e attività outdoor. Si preferiscono inoltre, molte attività di gruppo invece che individuali e attività in cerchio invece della tradizionale lezione frontale. Infatti lo slogan del modello deweyano è “Learning by doing”, ed è perfettamente espresso dalla filosofia della scuola. Le esperienze non sono prestabilite, come propone anche Dewey, ma sono espressione del percorso di crescita del bambino, da un punto di vista libertà vs. disciplina (Dewey, 1938/1997). Dunque, democratizzazione e libertà contrapposte all'autorità e alla costrizione favoriscono l'implementazione delle social skills dei bambini e creano una situazione in cui mai i bambini si sentano in qualche modo repressi e costretti. Nella costruzione di questo clima ovviamente interviene l'insegnante che ha un ruolo essenziale per la formazione degli allievi. Le attuali riforme stabiliscono che l'insegnante debba provvedere ai

contenuti delle lezioni quotidiane, di conseguenza l'attività educativa è tutta nelle sue mani, da gestire a sua discrezione. D'altra parte, però, l'obiettivo fondamentale è quello di formare i giovani di domani, rendendo i bambini autonomi dall'inizio, capaci di risolvere i problemi con logica e ragionamento, e soprattutto renderli motivati e intraprendenti, facendo crescere la loro autostima e la consapevolezza delle proprie capacità. Per rendere tutto ciò possibile, è necessario costruire giorno dopo giorno una relazione tra insegnante e alunni basata sulla serenità e sulla fiducia reciproca. Gli alunni chiamano l'insegnante per nome e questo riduce la distanza tra i due ruoli; infatti non è presente alcuna gerarchia nella scuola primaria e ciò contribuisce a creare un clima tranquillo ma produttivo per le attività. I bambini si sentono stimolati a partecipare attivamente, a interagire con gli altri in gruppo e a intervenire per esporre le proprie idee e le proprie opinioni riguardo gli argomenti trattati senza paura di sbagliare. L'insegnante incoraggia sempre i bambini e li invita a essere parte delle attività, non li rimprovera se commettono errori o se diventano fonte di distrazione, ma li richiama all'attenzione e mostra loro dove hanno sbagliato, senza umiliarli.

Questo atteggiamento ricorda la teoria del behaviorism di Skinner (1938), il quale sosteneva i diversi risultati nei bambini che ricevono “positive reinforcement” o “negative reinforcement”: praticamente, adottando un rinforzo positivo, ovvero un atteggiamento stimolante nei confronti del bambino, questo si sente motivato e incoraggiato a ripetere il comportamento che gli ha fatto avere le lodi, i complimenti e così via; d'altra parte, un rinforzo negativo, ad esempio una punizione o un rimprovero, dovrebbero evitare che il comportamento negativo del bambino si ripeta. In realtà, negli effetti della pratica, si è visto che questi comportamenti negativi che si voleva evitare, erano solo accresciuti da atteggiamenti punitivi, che favorivano malcontento, ribellione e bambini repressi. (The use of educational activities as punishment may induce rebellious behavior such as vandalism or absence). Questo limite della teoria di Skinner è stato ben compreso dal sistema educativo norvegese, che ha eliminato il negative reinforcement, ritenuto controproducente, e ha applicato solo il positive reinforcement, con dei risultati rilevanti: bambini sereni e incoraggiati, atmosfera stimolante e insegnanti che mirano a costruire personalità forti e rispettose, invece che deboli e sottomesse. Invece, un atteggiamento autoritario, basato sulla disciplina e sulla

paura, favorisce comportamenti devianti, ribelli oppure impauriti e demotivati, rendendo la scuola un luogo dove non è piacevole stare.

Un altro merito degli insegnanti nella scuola norvegese è quello di evitare ogni tipo di competizione tra i bambini. La competizione crea un'atmosfera negativa e tesa, in cui i bambini con carattere forte cercano sempre di sopraffare i più deboli, mentre i più deboli tendono a ritirarsi nell'ombra, perché non riescono ad emergere come gli altri. Si avrà, dunque, un enorme dislivello sul piano formativo tra chi è seguito e chi è lasciato in coda, ma anche un dislivello sul piano sociale, in cui mancherà l'integrazione e i bambini meno dotati saranno lasciati fuori dal gruppo. La società norvegese non prevede la competizione a nessun livello, nella scuola, nello sport, nel lavoro e nella vita generale. Questo permette all'individuo di essere più sicuro di sé e di vivere sereno, senza preoccuparsi ogni momento di emergere o di essere sopraffatto dagli altri. Un altro aspetto che favorisce la serenità e invece contrasta la competizione è l'assenza di voti nella scuola primaria. Ovviamente, un insegnante deve poter stabilire qual è il livello raggiunto passo dopo passo dai propri alunni, ma marchiare in modo così netto e inderogabile dei bambini significa attribuire un unico valore a una persona in crescita, a una personalità in formazione, a una situazione complessa che prevede così tante variabili che sarebbe riduttivo pensare di racchiudere tutto in un voto.

L'obiettivo della valutazione deve essere soprattutto il supportare il miglioramento di insegnamento e apprendimento. Ho condiviso fin dal primo momento questa scelta di non utilizzare i voti nella valutazione della scuola primaria. D'altra parte, l'insegnante tiene comunque conto dei progressi o dei punti deboli di ogni singolo bambino, deve comunque riportare questi dati alla fine del percorso scolastico e cercare di far rientrare le varie situazioni in una tabella predefinita che inquadra il livello raggiunto. The nature of assessment is central to everything that students 'do' – it governs how they study and learn (Miller, 2002). Tuttavia, le diverse situazioni non vengono sottolineate dall'insegnante in classe, in modo da evitare che i bambini notino le differenze tra loro. Quando un insegnante ha un problema in classe, ad esempio una situazione difficile che non sa gestire o un alunno con un particolare background, espone queste perplessità agli altri insegnanti durante gli incontri settimanali che si tengono a scuola e chiede aiuto e consiglio, perché magari una persona esterna alla situazione nota qualcosa che da una



prospettiva interna non si nota. Questo prevede anche che un altro docente sia presente alle lezioni dei colleghi, come osservatore, per poi dare la propria opinione ed essere d'aiuto. Questo testimonia la mancanza di competizione anche tra gli insegnanti, che non pensano a fare bella figura e a risolvere i problemi da soli, non mettono il proprio orgoglio al primo posto, ma si lasciano aiutare ed eventualmente anche criticare, perché sa che sono critiche positive e utili per il proprio miglioramento e per quello dei bambini.

In Norvegia vi sono molte scuole ispirate al modello educativo montessoriano, ma io credo che più o meno tutto il sistema educativo sia basato su questa visione, che considera necessario per il bambini lo sviluppo del rapporto spontaneo con l'ambiente naturale. Infatti uno dei valori cardine della società in generale è proprio la vicinanza con la natura, sfruttando ogni occasione per passare del tempo all'aria aperta.

L'obiettivo principale per la scuola è, secondo me, di trasmettere ai propri allievi non tanto contenuti e nozioni, ma insegnare i valori del vivere insieme, dell'autostima e la fiducia in se stessi, del rispetto del mondo e della voglia di conoscere e di scoprire. L'insegnante ha un ruolo cruciale nella trasmissione di questi valori, dal momento che non si limita ad esporli, ma deve essere testimone ogni giorno e accompagnare i suoi allievi fino a quando saranno in grado di camminare da soli sulla strada che è stata loro indicata.

**Bibliografia:**

Ahlin A. e Mork E., *Effects of Decentralization on School Resources*, IFAU Working Paper Vol.5, Uppsala 2005

Bell, R., & Lederman, N. G. (2003). Understanding the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education* 87 (3), 352-377

Campbell, B. K., & Nixon, R. S., *Exploring the development of new chemistry teacher content knowledge: The combined impact of degree and experience*. Paper presented at the UGA College of Education Faculty Research Conference, Athens, GA (2015, February).

Dewey, J. (1938/1997). *Experience and education*. Macmillan.

Guidoni, P. (2004). *Re-thinking physics for teaching : some reserach problems*. Proceedings of the International School of Physics “Enrico Fermi” Course CLVI, E. F. Redish and M. Vicentini (Eds.). IOS Press, Amsterdam.

Husserl, E. (1970). *The crisis of the European science s and trascendental Phenomenology*. Evanston: North-western UP.

Medawar, P. (1982). *Plato's republic*. Oxford, England: Oxford University Press.

Magnusson, S.J., and Palincsar, A.S. (1995). *The learning environment as a site of science education reform. Theory into Practice*, 34(1), 43-50.

Miller, N. (2002). *Alternative Forms of Formative and Summative Assessment*. University of York,

Mork, S.M. (2005) *Argumentation in science lessons: Focusing on the teacher's role*. *Nordic Studies in Science Education*,1, 17-30.

National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. National Committee on Science Education Standards and Assessment, Center for Science, Mathematics, and Engineering Education. Washington, DC: National Academy Press.

Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision-making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 112-138. (Awarded the 2006 JRST Award by the National Association for Research in Science Teaching)

Skinner, B.F.(1938) *The Behavior of Organism*.

**Sitografia:**

[http://www.luma.fi/luma/eutrain/outputs/teacher\\_education\\_scandinavia.pdf](http://www.luma.fi/luma/eutrain/outputs/teacher_education_scandinavia.pdf)

[http://www.indire.it/lucabas/lkmw\\_file/eurydice/Science\\_teaching\\_EN.pdf](http://www.indire.it/lucabas/lkmw_file/eurydice/Science_teaching_EN.pdf)

## Capitolo Quarto:

### **Il corso di Elementi di Fisica. Dati e interviste per l'elaborazione di un modello**

Di seguito sono riportate la descrizione di diverse esperienze formative, in diversi contesti e tempi, nonché l'analisi delle conseguenze a cui esse hanno portato. Tali conseguenze sono lette e valutate in termini di apprendimenti conseguiti nei discenti, siano essi alunni di scuola primaria che hanno preso parte alle sperimentazioni con i ricercatori, o studenti universitari che si preparano a diventare insegnanti e sono stati i partecipanti di un corso riguardante contenuti e metodi di insegnamento della fisica, oppure i docenti in formazione per arricchire la propria professionalità docente, riferendosi ad un ampliamento del proprio bagaglio epistemologico e metodologico alle discipline scientifiche.

L'obiettivo a cui tende l'intero progetto, corredato di esperienze coerenti e sistematiche nella scuola e nell'università, è quello di mettere i discenti nelle condizioni di assumere un nuovo punto di vista per relazionarsi a materie come la fisica, un punto di vista che provenga dalla ricerca, ma che al contempo concretizzi la prospettiva euristica in un innovativo rapporto teoria-prassi.

I ricercatori hanno privilegiato metodi qualitativi per estrapolare impressioni e risultati del percorso compiuto da e con gli studenti universitari. La ricerca qualitativa si è snodata raccogliendo dati nei seguenti momenti:

- un focus group con sette studenti dell'anno accademico 2014/2015, che avevano partecipato agli incontri formativi, da cui si è ricavato molto materiale su cui riflettere e impostare il corso successivo, discutendo del metodo innovativo, delle sue possibili applicazioni e dell'impatto del corso sulla platea;
- le interviste, rivolte sia a quattro studenti dell'anno accademico 2014/2015 che da altrettanti studenti dell'a.a. 2015/2016, in modo da poterne confrontare gli esiti;
- le prove scritte, somministrate a circa duecento studenti dell'a.a. 2015/2016, strutturate in quesiti di diverso genere (dalla strutturazione di un'attività con i bambini all'esposizione di principi scientifici e loro applicazione fenomenologica);
- le interviste a tre insegnanti del 73° Circolo Didattico di Napoli, in cui sono state

sperimentate diverse delle attività didattiche presentate nel corso all'università. Denominatore comune di questo percorso di ricerca articolato in situazioni differenti è l'approccio innovativo all'insegnamento delle scienze che questo team di ricerca dell'Università Federico II ha voluto sperimentare, con un nuovo modo di veicolare i contenuti, creando ambienti di apprendimento interattivi ed esplorativi, che permettano a docenti e discenti di approdare ad un nuovo e più efficace modo di concepire e trattare le scienze.

#### **4.1 Corso di Elementi di Fisica nel percorso di Scienze della Formazione Primaria**

La *rete Galileo* è un gruppo di sperimentazione di cui fanno parte esperti appartenenti al Nucleo di Ricerca Didattica di matematica dell'Università Federico II di Napoli in ambito scolastico, sulla preparazione e formazione scientifica dei docenti in-service. Un lavoro di ricerca condotto dal gruppo dal 2008 al 2010 ha messo a punto un percorso di formazione, aggiornamento e sperimentazione in alcune scuole di base (infanzia, primaria, secondaria di primo grado). Il percorso è articolato in incontri di formazione in presenza, per un totale di 300 ore, destinati a 70 docenti di diverse scuole della provincia di Benevento, tra le cui strutture si è venuta a creare una rete di collaborazioni che, con il supporto dei fondi PON, ha portato alla realizzazione di attività innovative in area scientifico-matematica. Il nucleo di progetto, costituito da insegnanti rappresentanti le proprie scuole e ricercatori universitari, stabiliva le direttive per l'implementazione di percorsi didattici, inseriti in un contesto concettuale adulto consapevole e competente, in cui si dispiegano modalità operative interattive, coinvolgenti e basate sull'esperienza laboratoriale.

La premessa da cui ogni tipo di attività dovrebbe partire è la comprensione del senso e del significato di quello che succede a scuola. Gli elementi che caratterizzano questo processo di comprensione sono, in primo luogo, il dovere di motivare le cose e non presentarle come un dato di fatto o una verità inoppugnabile e, in secondo luogo, la risonanza, ossia la reciproca interazione tra spiegare e capire, inserita in un contesto di azioni, riflessioni, possibilità e fatti concreti. La risonanza richiede l'appoggio e il collegamento alla cornice culturale e sociale in cui gli studenti possano contestualizzare e avvalorare i concetti, facendo appello alle loro conoscenze pregresse.

Per evitare un metodo di insegnamento che pone i concetti aprioristicamente nel processo di insegnamento-apprendimento, risulta necessario puntare sulla risonanza tra spiegare e capire, il che può attuarsi attraverso una revisione flessibile dell'intero processo, schematizzata nei seguenti punti:

percorso cognitivo e non regole dettate dalla sistematizzazione disciplinare;  
esperienza, linguaggio e pensiero vicini a coloro che apprendono, ai fini di sviluppare rappresentazione mentale e strategie cognitive;  
riorganizzazione cognitiva, che non segue più la dicotomia giusto/sbagliato, ma prende in considerazione la possibilità, l'incontro tra prospettive diverse e diverse interpretazioni.

Dai dati raccolti dalle interviste sottoposte ai docenti delle scuole coinvolte, sono emerse interessanti visioni degli insegnanti in merito alle difficoltà dell'adottare questo metodo innovativo nelle proprie lezioni. Uno degli elementi d'ostacolo era il doversi confrontare con alcuni contenuti specifici che le insegnanti non sentivano di padroneggiare e che quindi costituiva un freno per loro, che avevano paura di fare brutte figure e di perdere di autorevolezza con le loro classi. La difficoltà più grande era la gestione della discussione che costituiva il punto di partenza delle attività pratiche; risposte inaspettate che non si sa come direzionare, domande a cui non si sa rispondere per mancanza di strumenti, incapacità di orientare i ragionamenti e ottenere le tanto desiderate risposte, utili alla costruzione della conoscenza; tutti questi fattori, in base a quanto affermato da loro stesse, scoraggiavano le docenti e le rendevano scettiche verso il nuovo metodo illustrato loro.

Per di più, i bambini, non essendo neanche loro abituati a questo genere di percorso di apprendimento, risultano poco inclini all'ascolto reciproco, ad esporre le loro opinioni e punti di vista senza timore, a valorizzarne l'apporto nel discorso collettivo, abbandonando il contesto rigido della realtà scolastica e non preoccupandosi di sentirsi valutati. Le finalità percepite dagli alunni sono la capacità di ragionare e di raccogliere tanti elementi per organizzare un discorso, fare ipotesi e verificarle, usare un linguaggio più specifico, nonché applicare in altre situazioni ciò che è stato imparato.

D'altra parte, compito del docente è prevedere quali concetti possano costituire un punto cruciale o una difficoltà per gli studenti, in modo da non dare per scontato nessun

passaggio, neanche quelli che potrebbero sembrare semplici e banali, o di facile intuizione; imparare dunque a guardare la realtà come la vedrebbe un bambino, considerando tutte le variabili, il che appare tutt'altro che facile.

Il progetto ambiva ad una rieducazione dei docenti tanto scientifica quanto metodologica, giacché contenuti concettuali e metodi di insegnamento sono due facce dello stesso processo di apprendimento. La ragione per cui le materie scientifiche sono percepite aride e ostiche da comprendere è che non si è motivati a comprenderle perché tali discipline non vengono spiegate adeguatamente, i passaggi cognitivi non vengono motivati logicamente, ma imposti in maniera arida. Questo vale per i docenti nei confronti dei propri studenti ma prima ancora è valso per i formatori dei docenti stessi. Per rimediare ai danni causati da questo meccanismo, bisogna intervenire sulla formazione degli insegnanti già in carica, tanto quanto sulla formazione degli studenti universitari che si preparano alla docenza.

#### **4.1.1 Motivazioni e premesse**

Il corso di Elementi di Fisica si inserisce al quarto anno della facoltà quinquennale di Scienze della Formazione Primaria dell'Università Suor Orsola Benincasa di Napoli. Esso è tenuto da un'equipe di docenti e ricercatori provenienti dal Dipartimento di Fisica E. Pancini dell'Università degli studi di Napoli Federico II. Il corso di laurea è caratterizzato da una struttura del piano di studi molto recente, poiché in precedenza esso era quadriennale e non prevedeva alcuni insegnamenti, di successiva introduzione, tra i quali il suddetto corso di fisica.

Per l'impostazione generale del corso, esso appare una vera innovazione all'interno del sistema didattico che caratterizza la facoltà, sia perché si tratta di materie scientifiche laddove la stragrande maggioranza dei corsi è improntata su temi umanistici (pedagogia, psicologia, storia, letteratura, aspetti giuridici legati al sistema formativo scolastico, e così via), sia perché tale impostazione è stata caratterizzata da un approccio ai contenuti completamente differente, una metodologia didattica che si poneva di proposito in maniera tanto innovativa.

L'obiettivo principale del corso di fisica era esattamente quello di rompere la secolare tradizione di insegnamento delle materie scientifiche, tramite demotivanti lezioni

frontali, testi indecifrabili in cui i meccanismi dell'universo vengono ridotti ad inconfutabili leggi e sterili formule accessibili solo a pochi eletti. Avendo supposto, con rigor di logica, che questa fosse l'opinione diffusa degli studenti in merito all'acquisizione di nozioni scientifiche, i docenti e i ricercatori della cattedra di fisica hanno adottato una sorta di terapia d'urto per presentare immediatamente gli aspetti innovativi del corso che andavano a proporre.

Le motivazioni che giacciono alla base di una tale scelta di rottura vanno ricercate proprio nell'aspetto euristico dell'impostazione del corso, dal momento che è la ricerca il punto di partenza e il fine ultimo di questa sfida educativa. Dai dati ormai diffusi in merito alla percezione delle materie scientifiche da parte degli studenti, si evince chiaramente l'insicurezza e il disagio nel trovarsi a fronteggiare argomenti del genere. Il punto cruciale sta nel fatto che questa situazione è un cane che si morde la coda, per cui uno studente che si prepara per la docenza riceverà un'educazione scientifica in cui si fa strada la convinzione che discipline matematico-scientifiche rappresentino un privilegio elitario. Tale convinzione affonda le sue radici in un metodo di valutazione penalizzante, che riduce il complesso processo di apprendimento al concetto di attitudine personale ed innata, ritenuta una prerogativa necessaria ed indispensabile per la comprensione e il proseguimento nei campi che riguardano le suddette materie, sia a livello scolastico che universitario. Naturalmente, un siffatto preconetto nei confronti delle proprie capacità logico-matematiche entrerà a far parte del bagaglio di credenze degli studenti, i quali, una volta assunto il ruolo di insegnanti, non potranno far altro (benché inconsapevolmente) che trasmettere queste convinzioni ai propri studenti; i metodi da loro adottati saranno gli stessi che sono stati adoperati per prima con loro, e che saranno riproposti con tutte le loro fallaci implicazioni didattiche, generando altri studenti convinti della loro inadeguatezza nei confronti delle materie scientifiche e della difficoltà nel rapportarsi ad esse.

A ben guardarlo, è un circolo vizioso senza fine, che i ricercatori del Corso di Fisica hanno provato a spezzare, innanzitutto partendo dalla consapevolezza delle difficoltà che avrebbero potuto incontrare degli studenti universitari, in cui era già radicato un determinato modo di porsi nei confronti della matematica e delle scienze. Soltanto dalla conoscenza della situazione di partenza e dalla circoscrizione della cornice contestuale



in cui si va ad operare, è stato possibile strutturare il percorso educativo e didattico di cui si andrà a parlare.

In sintesi, gli elementi del corso:

- Quadro attuale: insegnanti isolati, lasciati a se stessi, improvvisazione, approssimazione, paura di trattare argomenti che non si padroneggiano.
- Aspettative dei ricercatori: studenti in grado di riflettere sulla propria conoscenza in chiave metacognitiva → *inquiry* come possibile soluzione, indagare e riflettere
- Aspetti che influenzano il processo di insegnamento-apprendimento: aspettative, percezioni, conoscenze pedagogiche, pratiche riflessive, convinzioni ed esperienze personali dell'insegnante.
- Mancata comprensione dei concetti scientifici fondamentali: punto cruciale è il bagaglio epistemologico e la comprensione vera e profonda dei nodi concettuali disciplinari, per padroneggiare in maniera competente e sicura la materia da trattare con i piccoli.
- Cambiamento nell'epistemologia (scienze non più viste come una sfilza di nozioni mnemoniche) e nelle pratiche (collegamento tra contenuti disciplinari ed esperienza quotidiana).

#### **4.1.2 Strutturazione (contenuti, approccio, metodi, tempi, materiali di studio)**

La costante di questo percorso di apprendimento è stata la prospettiva euristica che ha caratterizzato l'intera struttura organizzativa. L'apporto fornito dai ricercatori consisteva nel testare strada facendo l'efficacia dell'organizzazione del corso: in altre parole, ciò su cui ci si è focalizzata la ricerca consisteva in:

- aspetti contenutistici, ovvero quali contenuti scientifici, matematici e trasversali selezionare per annoverarli tra le conoscenze imprescindibili di un docente di scuola dell'infanzia e primaria (per esemplificare, la legge di Hooke sull'allungamento delle molle, le leggi legate ai fenomeni della riflessione e della rifrazione della luce, il principio di Archimede riguardo il galleggiamento e così via);
- modalità di presentazione dei contenuti trattati, determinando le metodologie più

- adeguate per la trattazione dei concetti scientifico-matematici (ad esempio partire dal fenomeno pratico e poi proseguire con il ragionamento per astrazione, oppure esporre dapprima la legge fisica e poi verificarla tramite la sperimentazione concreta);
- articolazione e correlazione tra i nodi concettuali esposti, come può essere l'ordine di presentazione dei concetti, determinato dall'utilità di comprenderne bene uno prima di passare al successivo, che si basa sul precedente (il principio di Archimede, ad esempio, non può essere compreso se prima non è stato compreso bene il concetto di forza e di sistema di forze);
  - collegamenti con il vissuto esperienziale degli studenti e analisi di fenomeni di osservazione quotidiana (quando è il caso di richiamare alla mente episodi quotidiani per rendere un concetto complesso facilmente comprensibile, poiché già inconsapevolmente interiorizzato, oppure quando questo può depistare gli studenti e mandarli in confusione);
  - collegamenti trasversali con altre discipline, che possono essere la matematica, la chimica, e via dicendo (un esempio su tutti, il richiamo alla matematica nell'utilizzo del concetto di diretta proporzionalità tra le variabili forza-peso e allungamento nel comportamento elastico delle molle).

## **4.2. Corso pilota: le due prospettive**

### **4.2.1 Il punto di vista dei ricercatori (il campione e le metodologie adoperate, criticità e situazioni inattese)**

#### **Bisogni formativi**

Il corso nasce dall'esigenza nitidamente percepita dai ricercatori di fornire agli studenti sia una base epistemologica forte di contenuti disciplinari, sia esempi di applicazione del metodo innovativo presentato, mostrando come questo approccio possa fungere da supporto per lo sviluppo delle proprie attitudini professionali, mirando ad acquisire la sicurezza necessaria per pianificare autonomamente attività educative nell'ambito disciplinare della fisica. Entrando nello specifico, gli aspetti contenutistici sono articolati su due piani: da un lato sotto forma di attività analizzate dal duplice punto di

vista pratico e formale, per interiorizzare i concetti base della fisica (intesi come singoli nodi concettuali, ma anche come l'insieme dei concetti trasversali tipici del pensiero scientifico; dall'altro lato, costruiti come situazioni stimolo per una riflessione pedagogica e metacognitiva sui processi di apprendimento dei bambini, sui percorsi intrapresi dai ragionamenti e sullo sviluppo cognitivo di diverse forme di sapere, che avviene in maniera assolutamente naturale, poiché dapprima sperimentata personalmente nelle esperienze formative condotte. Divenire consapevoli dei diversistili di pensiero e degli step necessari per la comprensione dei propri alunni, conferisce ad un insegnante gli strumenti cognitivi necessari per supportarne l'apprendimento delle discipline scientifiche.

### **Conduzione delle lezioni**

La lezione tipo del corso di Elementi di Fisica era strutturata secondo uno schema variabile a seconda delle risorse temporali e di eventuali sviluppi non previsti, ma ugualmente utili da sviscerare (dubbi su cui soffermarsi, diverse pieghe del discorso, punti di vista interessanti ma non pertinenti, che poi vengono portati avanti per non lasciare incompleto nessun ragionamento). Gli incontri universitari si aprivano generalmente con una discussione collettiva articolata intorno ad un argomento proposto dal docente, per far venire fuori le cognizioni e le idee a riguardo, inquadrando la situazione in termini di preconcoscenze. A questo punto, per verificare la veridicità delle opinioni emerse, non era il docente a spiegare come funzionassero le cose, ma erano gli stessi discenti a dover dedurre quanto c'era di giusto in ciò che essi avevano espresso e quanto invece si discostava dalla realtà fattuale. Le deduzioni venivano fatte dopo l'osservazione partecipata degli esperimenti, il cui obiettivo era quello di riprodurre il fenomeno fisico attinente all'argomento oggetto della lezione. Gli step successivi, che il docente chiedeva ma lasciava condurre agli studenti, erano l'analisi, il confronto tra le diverse interpretazioni del comportamento degli elementi considerati ed, infine, un'elaborazione dei dati sperimentali raccolti. La fase più importante era costituita dalla formalizzazione degli apprendimenti raggiunti, sia sul piano semantico del significato che sintattico del linguaggio specifico adoperato, ricorrendo a diverse forme di rappresentazione, tramite disegni qualitativi, tabelle, grafici cartesiani, equazioni, e così

via, specificandone le rispettive relazioni. Durante queste fasi, i docenti dovevano mantenere l'attenzione degli studenti focalizzata contemporaneamente sull'avanzamento nei stadi successivi del proprio processo di apprendimento e sugli effetti di una tale impostazione didattica: il discorso proseguiva sempre in parallelo, tra le due dimensioni disciplinare e didattica.

Per dimostrare che l'utilità di quel tipo di metodo non era valida solo per i futuri docenti in formazione, ma anche con i bambini (anzi soprattutto con loro, perché privi di sovrastrutture e preconcetti), i formatori mettevano a disposizione dei discenti materiali che testimoniassero l'efficacia di una siffatta procedura educativa, attraverso la documentazione di progetti proposti nelle scuole, sotto forma di fotografie e video dimostrativi, delle stesse attività che gli studenti stavano sperimentando, svolte dai ricercatori con i bambini, corredate di report redatti al termine delle sperimentazioni.

### **Obiettivi e contenuti.**

L'intenzione principale perseguita del team di ricerca era quello di lasciare ai futuri docenti gli strumenti necessari per l'individuazione dei saperi e della competenze da far acquisire ai propri alunni e la gestione delle attività che veicolino i contenuti.

Il punto di vista dei ricercatori, come manifesto illustrativo del corso tenuto e dei punti in cui si è dispiegato, è riportato brevemente di seguito:

- *Obiettivi*: rendere gli studenti autonomi nella progettazione di attività, trattando i concetti core della fisica e del processo di sviluppo cognitivo dei bambini, considerando il background conoscitivo degli studenti.
- *Materiale*: contenuti (Tabella 1) espressi come spiegazione logica dei fenomeni esperiti, approfondendo i collegamenti tra le varie forme di rappresentazione (esperimenti, tabelle, grafici, equazioni, rappresentazioni iconiche).
- *Metodi*: osservazione, analisi, interpretazione, elaborazione dati sperimentali, discussioni collettive con formulazione e verifica di ipotesi. Si propone, inoltre, di proseguire il lavoro a casa, rivisitando i contenuti del corso, riproducendo gli esperimenti, riflettendo e arricchendo i materiali dati, rivedendo anche l'efficacia dell'applicazione di taluni modelli.

Contesto fenomenologico, idee di base	Concetti trasversali
Struttura e proprietà della materia Forza, equilibrio e moto Energia Relazione tra forza ed energia Calore e temperatura La luce e la sua interazione con la materia Onde ed oscillazioni Eletticità e magnetismo	Sistema e interazione tra sistemi Forma e funzione Trasformazione, invarianza e conservazione Equilibrio Misura Variabili e loro rappresentazione

Tabella 1 .Contesto fenomenologico e concetti trasversali trattati durante il corso.

Data analysis: indagini sul corso con questionari, interviste e focus group, per appurare la motivazione, le aspettative e infine le critiche al termine del corso. I dati sono qualitativi e i ricercatori creano categorie in base alla padronanza, in termini di contenuti e metodologie, degli argomenti per superare la paura di trattarli in seguito.

Punti di forza:

- grande attenzione all'organizzazione dei contenuti,
- didattica laboratoriale (leggi fisiche mostrate e dimostrate, riscontrate nella realtà e collegate tra loro con relazione di causa-effetto che porta a domandarsi il perchè anche in situazioni quotidiane)
- coinvolgimento attivo degli studenti (possibilità di esporre ipotesi, opinioni, possibili strutturazioni dei contenuti, perplessità)
- discussioni collettive che abitua alla cooperazione e al confronto tra colleghi, per creare quella che viene definita comunità di pratiche, fondamentale per i docenti.

Criticità: concetti matematici dati per scontati → inadeguata preparazione matematica

**4.2.2 Il punto di vista degli studenti: focus group e interviste, aspetti qualitativi e quantitativi**

Per gli studenti di Scienze della Formazione Primaria il corso di Elementi di Fisica ha costituito un'autentica novità per il contesto accademico in cui si inserisce. Le reazioni suscitate sono state diverse e sono variate nel corso del tempo: il corso si è rivelato subito “diverso” da quello a cui si era abituati, sia sul piano dei contenuti (un esame che trattasse in maniera così specifica contenuti strettamente scientifici ha creato non poche perplessità), sia sul piano della metodologia adoperata, che ha lasciato tutti abbastanza sorpresi. L'impatto avuto è stato una sorta di “terapia d'urto” nei confronti del metodo tradizionale assimilato in anni di lezioni frontali (lungo tutto l'arco del percorso formativo personale, dalla scuola all'università, passando per le esperienze di tirocinio). Durante le interviste, molte studentesse ricordavano stralci di lezioni e spiegazioni dei fenomeni, una di esse ha riportato l'incipit di una lezione (“Come può una nave di ferro galleggiare?”), sottolineando l'importanza di creare nei discenti interesse e curiosità, in modo da presentare la materia non come una serie di formule mnemoniche ma come spiegazione di fenomeni con cui si viene in contatto nell'esperienza quotidiana. Un'altra testimonianza afferma di essersi immedesimata in un bambino che apprende, poiché anche lei è partita senza basi ed ha provato ad arrivare dall'esperienza a capire i concetti trattati, tramite il ragionamento indotto dal docente e il processo di apprendimento da questi mediato.

### **Focus group e interviste, aspetti qualitativi e quantitativi**

#### **Aspetti positivi del corso**

La maggioranza degli studenti ha evidenziato il particolare metodo che il corso ha voluto mostrare e con il quale si sono rapportati nel corso degli incontri. Esso è stato definito nelle interviste un metodo sperimentale, basato sulla ricerca-azione e sull'esperienza diretta per comprendere la teoria, partendo dal concreto per giungere all'astratto, in riferimento ai fenomeni quotidiani. Lo scopo principale che gli studenti hanno percepito è stato, secondo quanto da loro stessi affermato, non solo e non tanto trasmettere dei contenuti, quanto fornire un modello di insegnamento, mostrando loro il metodo utilizzato dai docenti, facendo sentire i futuri insegnanti come i bambini. Questo comporta un grande vantaggio cognitivo, poiché i concetti vengono interiorizzati e quindi padroneggiati, essendo stati loro spiegati concetti anche complessi ma con

semplicità, giungendo all'assunto teorico a parole proprie, stimolando il pensiero scientifico e sviluppando la predisposizione ad un ragionamento analitico.

Inoltre, i discenti affermano che l'impostazione del corso, che dà la possibilità di imparare facendo, di partecipare al processo di comprensione in maniera interattiva, fornisce un metodo di apprendimento, in quanto i docenti si prefiggono di far sì che gli studenti facciano proprio un concetto, tanto da poterlo spiegare a parole proprie.

Da quanto emerso nelle interviste, gli studenti hanno riportato un dato molto incoraggiante riguardo il corso, che muove esattamente nella direzione auspicata. Gli studenti effettuano un percorso di tirocinio formativo in istituti scolastici del territorio e talvolta è richiesto loro di pianificare ipotesi progettuali ed attuarle nei contesti accoglienti. È stato affermato che nei tirocini c'è stato un incremento degli interventi didattici scientifici perché “finalmente è stato fornito loro un nesso tra la teoria e la pratica” e gli esperimenti e gli espedienti cognitivi adoperati durante il corso di Fisica potevano essere convertiti in interventi facilmente riproponibili, perché caratterizzati da un filo logico semplice da rintracciare. La questione fondamentale riguardo questo incremento sta nel fatto che anche coloro che hanno riportato di aver progettato interventi educativi non attinenti alla fisica, ma ad altre discipline, sostengono di aver declinato il metodo del professore Balzano nelle loro proposte didattiche. Le caratteristiche del metodo (non meramente scientifico) a cui essi fanno riferimento sono in particolare:

- costruzione di un ambiente di apprendimento proficuo e stimolante, nonché di un clima relazionale sereno per la co-costruzione del sapere, non tutto già confezionato e travasato dal docente
- capacità per il docente di gestire le attività di apprendimento interattivo: far estrapolare ai bambini i saperi, valorizzare le diversità, coinvolgere e raggiungere tutti, raccontarsi, collaborare
- sentirsi accettati, utilizzare le differenze, potenziare i talenti, sapersi ascoltare e mettersi in gioco fa emergere le similitudini, aiutarsi reciprocamente invece di rapportandosi non con un insegnante dal quale si sente valutato ma con un pari si spinge di più

Alcune studentesse, tra quelle intervistate nel focus group, sostengono che l'apporto fornito dal corso di fisica non sia soltanto un supporto sul piano scientifico: “non è solo questione di metodo, ma di promuovere una cittadinanza attiva, saper parlare in pubblico, saper esprimere la propria opinione, farsi capire, saper ascoltare, saper comunicare”, dal momento che questo tipo di approccio sperimentale è importante perché arriva a tutti, nelle sue lezioni il team di ricerca crea un ambiente favorevole per tutti.

Un termine che è venuto fuori dalle opinioni degli studenti, in merito al corso, è stato peer tutoring, letteralmente lavoro di tutoraggio tra pari, ovvero cooperazione e sostegno vicendevole tra coloro che sono impegnati nella stessa situazione operativa. Il peer tutoring si è sviluppato in maniera molto naturale tra i discenti del corso di fisica, in un contesto in cui è stato mostrato loro quanto fosse semplice e proficuo impostare una lezione su discussioni interattive e collettive, per giungere a una conoscenza che fosse frutto delle osservazioni e degli interventi spontanei e/o sollecitati prima e dopo una sperimentazione pratica.

Tuttavia, l'approccio innovativo utilizzato per il corso di fisica ha suscitato anche alcune perplessità tra i discenti, tra i quali c'è chi afferma di dubitare che sia possibile insegnare con questo metodo arbitrariamente e in ogni contesto; una studentessa asserisce che, secondo la sua esperienza, sarebbe impossibile insegnare la grammatica italiana in una maniera diversa da come lei l'ha sperimentata da alunna, pur ritenendo al contempo che un corso di grammatica italiana focalizzato più specificamente sulla didattica le sarebbe stato utile. Il fulcro della questione è proprio questo, ovvero lo scollamento facilmente esperibile tra quanto appreso da studente durante tutto l'arco del percorso formativo (in ambito scolastico e universitario) e quanto invece si presenta agli occhi degli studenti che fanno il loro ingresso nella scuola (che sia in forma di tirocinio formativo o di ruolo professionale vero e proprio).

### **Difficoltà ed ostacoli che l'applicazione futura del metodo incontrerebbe**

Infatti, un punto cruciale, che ritorna in tutti i contributi del focus group e nelle



dichiarazioni anonime richieste al termine dello svolgimento delle lezioni, è proprio il gap esistente tra università e scuola, sia come contenuti, ma anche come metodologie. Il gap si presenta soprattutto con le aspettative degli studenti in merito al contesto scolastico, in merito al sistema scolastico, che pretende una fedele trasposizione dei programmi e prevede di riproporre i secolari metodi di verifica e valutazione, che riducono il processo a un mero giudizio, annullando tutti buoni propositi di teorie pedagogiche e buone pratiche didattiche studiate sui libri di testo.

Un aspetto che gli studenti ritengono un potenziale ostacolo è l'organizzazione strutturale del sistema scolastico attuale, per il quale un metodo che coinvolge tanto gli alunni al punto di determinare l'apprendimento sulla base delle loro esigenze e dei loro stili cognitivi, può richiedere tempistiche notevoli, non compatibili con i rigidi programmi ministeriali o con gli obiettivi di apprendimento posti come priorità dell'azione docente. Come detto in precedenza, le studentesse sostengono che molta attenzione nella scuola viene data ai risultati piuttosto che al processo di apprendimento per raggiungere tali risultati. Adempiere agli obblighi curricolari penalizza inevitabilmente l'attenzione da poter dedicare ad ogni singolo studente; altro elemento individuato come potenziale vincolo per l'adozione di un metodo diverso dal fallimentare metodo tradizionale è, infatti, il numero degli alunni di una classe, che può compromettere la buona riuscita di attività interattive.

### **Punti critici del sistema universitario: pedagogia e didattica delle discipline.**

Come già evidenziato in precedenza, dagli studenti è percepito un incolmabile slegamento tra i contenuti impartiti dall'ambiente accademico da una parte e le specifiche necessità educative incontrate nelle situazioni scolastiche in cui tali contenuti vanno calati. Naturalmente, questo dislivello genera un senso di spaesamento e di inadeguatezza negli studenti, con enormi difficoltà nel trovare una coerenza nel percorso di tirocinio, ma anche nei giovani insegnati appena laureati, i quali riscontrano tangibili differenze tra programmi scolastici e conoscenze concettuali e metodologiche da loro studiati.

Ciò che emerge con netta evidenza, è l'impostazione prettamente teorica data all'impianto di studi universitario, che tratta contenuti pedagogici in chiave filosofica,

quando questi dovrebbero essere quelli più contestualizzati, ed inoltre approfondisce nodi concettuali delle varie discipline, solamente dal punto di vista strettamente contenutistico. Gli studenti insistono con veemenza sul fatto che nel loro piano di studi pochissima attenzione sia dedicata all'aspetto didattico delle discipline, che varia da disciplina a disciplina, per metodi e approcci. Questa lacuna non permette ai futuri docenti di sviluppare le metodologie appropriate a seconda della peculiarità di ogni singolo contenuto: per citare un esempio ricorrente nelle interviste, molti lamentano di aver sostenuto innumerevoli esami di didattica e pedagogia ed altrettanti esami di grammatica, linguistica e letteratura italiana, ma di non saper da dove cominciare per insegnare a leggere e a scrivere ad un bambino che si affaccia all'età scolare, poiché non è stato mostrato loro alcun metodo di apprendimento concernente l'alfabetizzazione primaria (anche a partire dal pregrafismo della scuola dell'infanzia).

“Se lo stato delega all'Università il problema della formazione degli insegnanti -afferma una studentessa- dovrebbe essere l'università a garantire una formazione adeguata e completa, e che sia maggiormente focalizzata sulla didattica”. Per qualcuno “il problema della formazione universitaria va anche ricondotto al problema della ricerca, che sembra un fantasma e invece dovrebbe procedere di pari passo con i ritmi delle facoltà universitarie e sostenerle nella scelta di proposte sempre aggiornate”. L'università, con la guida della ricerca, dovrebbe farsi pioniere dell'innovazione metodologica e contenutistica nell'ambito scolastico, per rispondere prontamente alle nuove esigenze educative che emergono dalla società liquida e dal contesto culturale di cui gli alunni sono figli. Invece, essa si ostina a mantenersi saldamente ancorata a contenuti superati e metodi inadempienti, che rendono il sistema scolastico nella sua totalità un sistema che si potrebbe ormai definire fallace su molti fronti.

### **Riprodurre il metodo del corso**

Tuttavia, tra gli studenti si parla di ricerca nel contesto universitario anche in termini di influenze sulla prospettiva e quindi sul *modus operandi* degli studenti, che “ricercano” il proprio metodo a partire dalle conoscenze pregresse e dalle proprie credenze di base. Osservare come i docenti-ricercatori operano e quali risultati vantaggiosi ottengono, in termini di apprendimenti, di motivazione, di crescita personale e professionale, gli

studenti sono portati ad adottare essi stessi questo tipo di approccio alle materie. E questo vale non soltanto per quelle scientifiche (come i ragazzi stessi hanno sottolineato), ma a tutti contenuti trattati, dal momento che ciò che è cambiato è il modo di intendere il processo di insegnamento-apprendimento e la consapevolezza che ne deriva.

Alla domanda riguardo la possibilità di adottare questo metodo innovativo durante il loro futuro da insegnanti, tutte le intervistate rispondono affermativamente, ma hanno opinioni contrastanti sull'attuazione così com'è; mentre tutte sposano in blocco la necessità di indurre i propri studenti ad assumere uno sguardo critico ed analitico sul mondo circostante, incrementando l'aspetto motivazionale e partecipativo, nonché pratico ed operativo delle scienze, alcune di esse apporterebbero delle modifiche a quanto sperimentato in prima persona, come ad esempio partire da un'infarinatura teorica per capire di cosa si sta andando a parlare, perché talvolta si ha tanto materiale pratico su cui riflettere, ma non si sa come tradurlo in formule e concetti astratti. Invece, per quanto riguarda il corso per la formazione dei futuri docenti, viene considerato un po' troppo forte il presentare un metodo così anticonvenzionale in maniera tanto improvvisa, senza una premessa sul tipo di approccio che si userà; questo perché viene confessato di avere avuto qualche difficoltà ad assumere il punto di vista analitico ai fenomeni, proprio a causa di questo dare per scontato che il discente sappia guardare la realtà fenomenica come viene richiesto.

In un'intervista una studentessa afferma che tutte le metodologie apprese sono quelle esperite nel tirocinio per questo pensa che sia fondamentale fare esperienze didattiche vere e proprie, come quelle adottate durante il corso di fisica.

Gli studenti testimoniano un incremento nel numero di quelli tra loro che hanno provato a riprodurre il metodo di apprendimento collettivo e induttivo per scoperta; qualcuno parla di “drammatizzazione in un intervento di scienze con un dibattito sulle sensazioni, avendo cura di stimolare e valorizzare tutti gli interventi”; qualcun altro sostiene di aver provato a “spiegare con un approccio alla disciplina che renda tutti partecipi e trasmetta i concetti “con il cucchiaino”, in modo da coinvolgere gli alunni da tutti i punti di vista, anche fisico, per esempio facendo sentire le vibrazioni invece di mettersi dietro la cattedra a spiegare frequenza e periodo”.

Si nota, dunque, una predisposizione significativa all'adozione di questo tipo di metodo, grazie al quale gli studenti pongono maggiore attenzione al coinvolgimento anche motivazionale ed emotivo degli alunni, nonché fisico, come è stato ribadito, intendendo una partecipazione concreta ed operativa alle attività proposte.

#### **4.3. La seconda edizione del corso**

Confrontando i dati ottenuti dalle varie forme di feedback richiesto ai discenti, è emersa una serie di elementi interessanti su cui soffermarsi. Agli studenti del corso pilota è stato somministrato all'inizio del corso un questionario sulle aspettative rispetto alla struttura delle lezioni future, in particolare riguardo i concetti che credevano fosse importante perché attinenti all'offerta formativa nelle classi di scuola primaria e dell'infanzia (Tab.2). Al termine del corso di fisica, è stato presentato un questionario simile, che però si concentrava sulla rispondenza tra idee pregresse e nuove conoscenze apprese (non intese solo in termini contenutistici), per scoprire se le aspettative iniziali fossero state soddisfatte. I questionari sono stati somministrati ad un campione di 200 studenti, mentre interviste e focus group hanno raccolto testimonianze e impressioni di un campione molto più ristretto, perché l'interesse era più per un dato qualitativo che quantitativo. Queste metodologie sono state adoperate per approfondire la prospettiva di chi si trovava a sperimentare un metodo innovativo e inusuale per il contesto accademico teorico e stereotipato in cui i futuri docenti sono stati abituati a destreggiarsi.

<b>Cosa ti aspetti da questo corso?</b>	
<b><i>Categorie di risposte</i></b>	<b>(%)</b>
Strumenti utili per affrontare in modo adeguato le basi della fisica con i bambini.	<b>24</b>
Una maggiore comprensione della materia, presentata in modo semplice e chiaro.	<b>19</b>
Non solo nozioni di fisica, ma attività pratiche che ne favoriscano la comprensione.	<b>15</b>
Acquisizione di metodologie di insegnamento, di competenze e conoscenze per la futura carriera di insegnante.	<b>14</b>
Proposte ed esempi di attività da svolgere con i bambini (utili anche per il tirocinio).	<b>8</b>
Chiarezza e semplicità dei concetti (no complessità, no tecnicismi).	<b>6</b>
Appropriazione di un adeguato linguaggio scientifico.	<b>3</b>

Tabella 2 . Categorie di risposte alla domanda “Cosa ti aspetti da questo corso?” e relative percentuali sull'intero campione considerato.

#### 4.3.1 Nuova strutturazione

L'anno successivo il corso di Elementi di Fisica è stato riproposto agli studenti della facoltà di Scienze della Formazione Primaria con delle variazioni sostanziali, rispetto agli incontri che hanno costituito il corso l'anno precedente. I dati raccolti dall'elaborazione di interviste individuali e focus group degli studenti dell'anno accademico 2014/2015 sono stati impiegati dai ricercatori come base da cui partire per una nuova strutturazione del corso, che andasse a collimare quelle che erano emerse come criticità.

In particolare, di seguito sono riportate le modifiche apportate al corso pilota per l'anno accademico 2015/2016, partendo dalle rispettive difficoltà o consigli evidenziati:

- organizzare diversamente lo svisceramento dei contenuti del corso in incontri meno lunghi e meno concentrati di argomenti; per fare questo, il corso è stato *articolato in un periodo di tempo più lungo* (è divenuto annuale, invece che semestrale), il che ha dato la possibilità di spalmare il monte ore senza creare confusione per l'accavallarsi dei concetti, lasciando il tempo necessario tra un incontro e l'altro per interiorizzare quanto appreso;
- incrementare il numero degli incontri di ricevimento dei docenti della cattedra interessata e incoraggiare gli studenti a partecipare, poiché i vantaggi sono stati considerevoli per chi ne ha beneficiato, rispetto a chi non lo ha fatto; il ricevimento è stato spostato nella stessa università in cui si tiene il corso, invece che al Dipartimento di Fisica alla Federico II, in modo da agevolare gli studenti per far sì che un numero maggiore di essi si serva del supporto notevole di spiegazioni aggiuntive ed occasioni di verificare il proprio apprendimento o chiarire i propri dubbi ;
- tenere presente il livello assolutamente inadeguato di conoscenze matematiche e fisiche degli studenti che intraprendono il corso e non dare nulla per scontato riguardo alle preconcoscenze a cui fanno riferimento i concetti da illustrare;

questo ha portato docenti e ricercatori a stabilire uno stretto legame di continuità tra il corso di fisica e gli altri corsi inerenti a materie scientifiche (come quelli di Fondamenti di matematica e Didattica della Matematica, le cui cattedre sono composte da membri dello stesso team di ricerca di cui fanno parte i docenti di fisica): un maggior coordinamento è servito ad integrare le conoscenze ed a prevedere eventuali lacune da colmare prima di andare a presentare contenuti strettamente fisici, in modo che il corso non risultasse difficile da seguire e da comprendere.

Le prove scritte, sottoposte agli studenti dell'anno accademico 2015-16, hanno avuto l'obiettivo di analizzare l'andamento del percorso formativo e di comprenderne gli eventuali sviluppi positivi o le eventuali difficoltà riscontrate dai discenti stessi. Le prove erano articolate in quattro richieste riguardanti:

- la progettazione di attività didattiche per una classe, descrivendo fasi, materiali e ruolo del docente, provando ad ipotizzare possibili reazioni dei bambini e percorsi logici portati avanti;
- la capacità di leggere ed interpretare grafici e/o relazioni tra variabili, attraverso l'utilizzo di strumenti matematici, ad esempio rapporti incrementali, lettura qualitativa di andamenti, ecc.;
- la definizione di un concetto o un fenomeno scientifico (principio di Archimede, esperimento dei travasi, allungamento delle molle in relazione al peso agganciato, temperatura di equilibrio, ecc.), associando la descrizione a “definizioni alternative”, ad esempi e a modi di rappresentare i modelli fisici e matematici, da parte degli insegnanti e dei bambini stessi;
- l'analisi dettagliata di un fenomeno fisico trattato durante il corso, come ad esempio la rappresentazione sul piano cartesiano di diretta e inversa proporzionalità, applicazione della media pesata, nonché la descrizione di tali relazioni utilizzando diverse forme (disegni qualitativi, discretizzazione, grafici, e così via).

Dall'analisi dei dati estratti dalle prove intermedie del corso di fisica, volendo tirare le somme generali dei risultati prima di vedere nello specifico i singoli ambiti in cui l'insegnamento è andato ad incidere, si evince un **cambiamento nell'atteggiamento**

**degli studenti nei confronti delle materie scientifiche**, che si deduce facilmente sia dall'essere a proprio agio con **calcoli e formule matematiche** anche di una certa complessità (quali, ad esempio, la media pesata), oppure la formalizzazione dei dati sotto forma di grafici cartesiani (tra cui il grafico della velocità, oppure il grafico della variazione della temperatura). Inoltre, in tutti i compiti analizzati, eccetto poche eccezioni, emerge una grande importanza attribuita alle **metodologie, agli strumenti e ai materiali** adoperati e in generale alla figura dell'insegnante quale regista, guida e mediatore nel processo di insegnamento-apprendimento.

Quando viene loro richiesto di descrivere attività da proporre ai bambini come interventi didattici, la maggior parte degli studenti ha posto molta attenzione ad anteporre la pratica alla teoria, spiegando meticolosamente ogni passaggio dell'attuazione degli esperimenti, prevedendo possibili reazioni, domande, ipotesi ed osservazioni spontanee dei bambini.

Dalle riflessioni riportate dagli studenti, risalta in particolar modo la stretta connessione tra teoria e pratica, ovvero efficaci e ben strutturate progettazioni di attività da attuare in classe con i bambini che sottendono in maniera piuttosto evidente una **buona padronanza del background teorico** da cui la pratica attinge; infatti, quando un concetto, un fenomeno sono compresi a fondo nelle loro implicazioni pratiche e sperimentali sono anche trattati ed esplorati con una predisposizione positiva e tranquilla (come è possibile verificare nella sicurezza con cui gli argomenti sono esposti nei compiti), avendo già in mente un quadro chiaro dell'attuazione della sperimentazione descritta.

Ciò che ritorna in tutti i compiti è, come già accennato, il **ruolo imprescindibile del docente**: gli studenti sembrano consapevoli della necessità di una buona **formazione** da una parte *in termini di contenuti*, per padroneggiare la disciplina con dimestichezza e disinvoltura, ma dall'altra parte *in termini di programmazione e attuazione di attività pratiche e sperimentali*, la cui esperienza laboratoriale veicola concetti teorici e rende concrete nozioni astratte. In particolare, il ruolo docente contempla la gestione del gruppo classe durante le attività, con una precisa **organizzazione** di tempistiche, disposizione degli strumenti e strutturazione degli spazi. La **gestione** si articola nell'utilizzo di metodologie diverse a seconda della fase dell'intervento didattico, come

la discussione guidata con domande stimolo, brainstorming e riflessione per far emergere le preconoscenze, divisione degli scolari in piccolo o grande gruppo, e così via.

Gli studenti sottolineano come l'esperienza diretta immerga i bambini in un contesto pratico in cui i contenuti disciplinari scientifici divengono tangibili ed esperibili, fenomeni osservabili con cui interagire: con questo tipo di impostazione didattica l'insegnante crea un **ambiente di apprendimento** costruttivo per sviluppare nei bambini uno spirito critico e d'indagine, riuscendo così ad interiorizzare gli aspetti teorici.

Si può osservare una certa scioltezza nel trattare i concetti scientifici, anche se sussistono ancora **imprecisioni** sia a livello *nozionistico* (ad esempio, si parla della legge di Archimede facendo riferimento solo al peso del fluido spostato e non al peso del corpo immerso, oppure anche il non collegare sempre la diretta proporzionalità al rapporto costante e l'inversa al prodotto), che a livello di *strutturazione degli interventi*, per alcuni ancora impostati in maniera poco chiara e articolata. Tuttavia, si può affermare con una certa sicurezza che il metodo sperimentale con cui è condotto il corso di Elementi di Fisica ha apportato sensibili miglioramenti nella percezione della materia scientifica, non più ostica e insidiosa, slegata dal pratico, ma vissuta in prima persona, riuscendo a prevenire e immaginare le reazioni e le intuizioni dei bambini perché queste sono state sperimentate in prima persona.

#### **4.3.2 Risultati in termini di apprendimento**

Entrando nel merito delle prove scritte, sono stati estrapolati dati molto significativi che riguardano i risultati di apprendimento del corso, in termini di comprensione dei contenuti concettuali della disciplina e in termini di capacità di esporre tali contenuti, riproducendo situazioni fenomeniche e metodologie sperimentali che sono state loro utili per interiorizzare la materia.

Vengono di seguito riportati estratti significativi di risposte a quesiti specifici, che per comodità vengono qui suddivisi ed analizzati in base agli argomenti.

#### **Galleggiamento**

Il galleggiamento ha costituito una cospicua fetta degli incontri in cui si è articolato il



corso. Si tratta di un concetto alquanto complesso, che prevede una serie di collegamenti e rielaborazioni di informazioni provenienti dall'esperienza quotidiana. L'oggetto dell'indagine, in questa sede, non è verificare se gli studenti espongono correttamente l'enunciato del principio di Archimede o se ricordano con precisione la formula; benché questo sia comunque importante, ciò che più è richiesto nelle prove scritte è una maggiore attenzione alla modalità di presentazione del concetto ai bambini, in un'ipotetica attività sperimentale strutturata secondo una metodologia di apprendimento per scoperta.

Altra prerogativa indispensabile per la comprensione di questo contenuto è l'acquisizione di preconcoscenze ben strutturate riguardanti altri argomenti, le cui conoscenze vengono implicate nella comprensione del principio di Archimede, alla base del galleggiamento.

Tra questi saperi collaterali, figura il concetto di forza, con tutto il corredo di conoscenze sull'aspetto vettoriale e sui sistemi di forze, il concetto di peso inteso come forza (in riferimento alla forza di gravità), e ancora il concetto di volume in relazione alla capacità e al rapporto con il peso (del fluido spostato), di densità che dipende dalla natura fisica della sostanza, e così via.

Ricordiamo l'enunciazione del principio di Archimede, secondo la quale un corpo totalmente o parzialmente immerso in un fluido riceve una forza detta spinta di Archimede, di direzione verticale, con verso dal basso verso l'alto, con intensità pari al peso di una massa di fluido con volume uguale al corpo (o alla parte di esso) immerso. Tenendo presente questa formulazione, andiamo ad analizzare la correttezza, o quanto meno la comprensione dei concetti, attraverso gli estratti che seguono.

*“L'acqua assorbita dalle spugne occupa un volume interno molto piccolo, per cui pur innalzandosi il livello dell'acqua, esso non sarà molto evidente”.*

Da questa affermazione si evince che lo studente in questione non ha ben chiaro il concetto di volume o comunque non ha compreso che invece lo spazio interno delle spugne in cui si infiltra l'acqua è di dimensioni notevoli, per cui la spugna non sposta un volume d'acqua significativo da far sollevare il livello del liquido nel contenitore.

*“Se su un corpo che galleggia in un liquido applichiamo una forza per immergerlo, il*

*liquido applicherà una forza uguale e contraria per ributtarlo fuori”*

Il fenomeno del galleggiamento è un caso particolare dell'applicazione della spinta di Archimede ad un corpo immerso in un fluido, in quanto il sistema di forze che si viene a creare è in una condizione di equilibrio, per cui forza-peso e spinta di Archimede si eguagliano e bilanciano; questo avvalorata la tesi secondo cui se un corpo che tende a galleggiare viene spinto a fondo, la spinta lo porterà a risalire verso la superficie.

*“Una nave da crociera, per quanto sia grande e pesante la superficie che occupa, essa è comunque minore rispetto a peso e volume occupati da tutto l'oceano”*

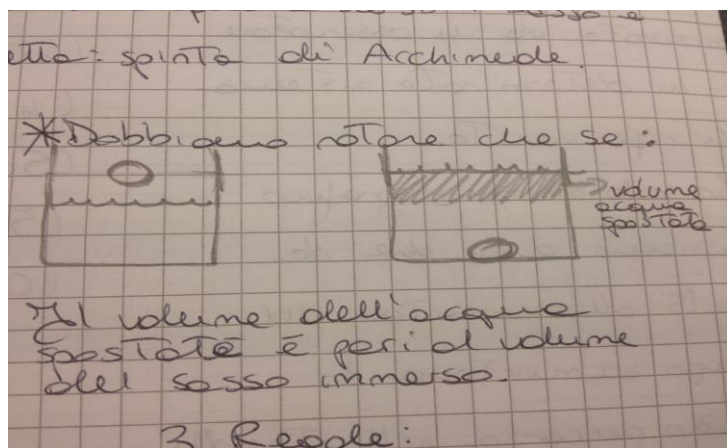
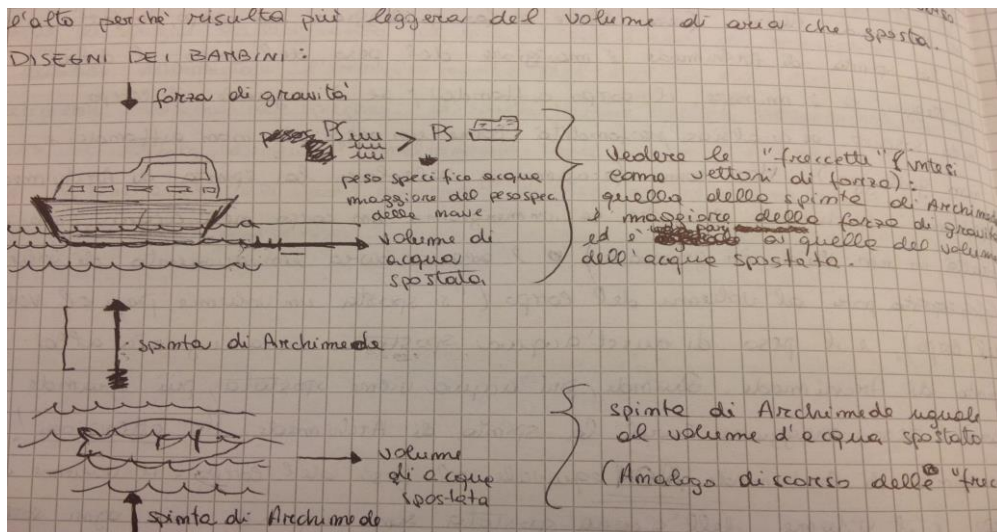
Questa affermazione esprime l'errata convinzione che la spinta sia legata alla quantità del fluido in questione; considerando che, affinché si possa osservare il fenomeno, deve comunque esserci fluido a sufficienza per poter immergere il corpo, detto ciò la spinta dal basso che un corpo riceve dipende dalle caratteristiche intrinseche del corpo (materiale di composizione, densità, peso, volume), in rapporto con le caratteristiche del fluido in cui viene immerso. La nave, benché composta di materiale che affonda in acqua sposta un volume d'acqua il cui peso bilancia la forza peso della nave stessa.

*“Un corpo immerso in acqua muoverà un volume d'acqua uguale al peso del corpo stesso”*

La spiegazione precedente, al di là dell'imprecisione nell'usare l'uguaglianza e non la relazione tra due grandezze non omogenee - peso e volume non possono essere uguali, sono per uno stesso materiale direttamente proporzionali, e questo uso improprio della lingua è presente anche in alcuni testi scolastici - chiarisce per quale motivo questa risposta non risulta convincente: nel principio di Archimede la spinta si riferisce al peso di fluido spostato, non al peso del corpo.

*“La spinta di Archimede è la risultante delle forze in gioco: il corpo riceve una spinta dal basso contraria alla forza di gravità, mentre le forze laterali si elidono”*





Immagini 1, 2, 3: Esempi di rappresentazioni grafiche inerenti al galleggiamento tratte dalle prove scritte degli studenti del corso di Elementi di Fisica a.a. 2015/2016.

Da questa dicitura si appura che lo studente ha compreso le implicazioni della natura della spinta di Archimede, che è una forza vettoriale inserita in un sistema di forze, una forza con una direzione e un verso prestabiliti, mentre l'intensità dipende dal corpo e dal fluido spostato.

*“Un corpo immerso in un fluido riceve una spinta dal basso uguale al peso in grammi di liquido o gas che con il suo peso il corpo è riuscito a spostare”*

Anche qui si evince l'idea chiara dello studente in merito alla forza che costituisce la spinta idrostatica; emerge inoltre una qualche relazione tra i sistemi in gioco, di cui però viene nominato solo il sistema peso (con il riferimento ai grammi) e nessun accenno

viene fatto al volume del corpo e di conseguenza al volume del fluido spostato dal corpo stesso.

Nelle risposte ai quesiti sottoposti è possibile leggere esposizioni teoriche e spiegazione dei fenomeni, trattate con chiarezza e precisione. La consapevolezza di quanto sia imprescindibile inquadrare il fenomeno nella sua cornice di relazioni di variabili e fattori correlati, fa sì che le risposte siano corredate di precisazioni sui sistemi di riferimento interpellati nella realtà fattuale. D'altra parte, altrettanto fondamentale è il modo di presentare la spiegazione del fenomeno fisico richiesto e da alcuni esiti dei compiti si può rinvenire tale concetto, poiché le risposte pongono particolare attenzione al peso dei termini utilizzati e alla corretta costruzione del periodo esplicativo.

In particolare, ciò che è emerso in merito al galleggiamento è la necessità di slegare l'idea di galleggiamento/affondamento dalla dimensione del corpo immerso (servendosi dell'esempio dell'immersione della mela e della monetina). In alcune risposte si sostiene l'importanza del metodo per avvicinare alla comprensione: domande del docente per stimolare ipotesi e ragionamento; far annotare ai bambini il comportamento in acqua dei corpi diversi per dimensione e materiale; enfatizzare le relazioni qualitative e quantitative tra le variabili in gioco (peso, volume, densità) aiutandosi con tabelle per raccogliere i dati. Spesso, poi, ricorre la specificazione per il galleggiamento a seconda del fluido considerato: nel caso del galleggiamento in aria, l'esempio più ricorrente è quello del palloncino ad elio che galleggia, perché il peso specifico dell'elio è minore di quello dell'aria; per quanto riguarda, invece, il galleggiamento in acqua, uno tra gli esempi più utili potrebbe essere quello del sommergibile, spiegato con il comportamento di salire verso l'alto quando le camere si riempiono d'aria, di scendere e affondare se svuotato d'aria. In un compito, una studentessa precisa che il galleggiamento è legato alla forma (e quindi al volume d'acqua spostato): l'esempio con cui spiega tale affermazione è l'esperimento con la plastilina, dal momento che quando a forma di pallina affonda, quando a forma di barchetta riesce a stare a galla.

Estratti molto significativi, per verificare la comprensione del concetto, sono i seguenti:  
*“Il corpo immerso nel fluido riceve una spinta verticale di intensità pari al peso di una massa di fluido di forma e volume uguali a quelli della parte immersa del corpo”* la precisione di questo enunciato è un aspetto che dimostra l'efficacia dell'apprendimento.

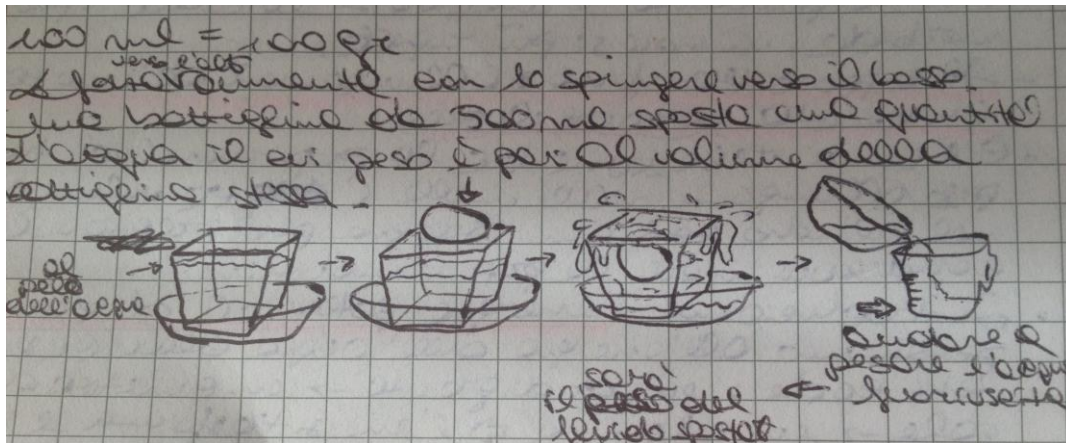


Immagine 4: Descrizione dell'esperimento per trovare il volume dell'acqua spostata dal corpo immerso in essa.

In un altro compito è stato scritto che *“esiste una forza che spinge, secondo l'ascendente verticale, e che si oppone alla forza di gravità; la differenza tra le due forze è la spinta di Archimede”*, spiegando il fenomeno del galleggiamento in maniera concisa e ben collegata ai concetti collaterali di forza e sistema di forze.

Mentre un periodo estremamente chiaro che rispecchia un pensiero altrettanto lineare nella mente del discente è l'esempio seguente *“Immergendo un pallone nell'acqua, viene spostata una quantità d'acqua pari al volume del pallone. Poiché questa quantità d'acqua pesa più del pallone che è pieno d'aria, questo riceverà una spinta verso l'alto, in grado di farlo riemergere e galleggiare. Anche un sasso gettato in acqua ne sposta una quantità pari al suo volume, ma poiché questa quantità d'acqua pesa meno del sasso, la spinta non è sufficiente a mantenerlo a galla”*

Strettamente connesso al quesito sull'enunciazione del principio di Archimede è il quesito sul comportamento in acqua delle spugne. Esso si rivela un caso particolare del fenomeno del galleggiamento e viene spiegato dagli studenti riproponendo l'esempio osservato e analizzato durante il corso.

Nella maggior parte dei casi, il fenomeno legato alle spugne in acqua viene descritto in maniera sommaria, con una notevole mancanza di dati contestuali, che non fanno

comprendere bene le circostanze ed i motivi per cui si verifica tale fenomeno. Ad esempio, nelle sperimentazioni eseguite in aula dal docente vengono poste tre spugne in una vasca trasparente contenente acqua, con una distanza temporale tra l'immersione della suddette spugne, di colore diverso per verificarne la variazione del comportamento nel tempo. Nel riportare il fenomeno, nelle prove scritte si legge il diverso comportamento delle spugne, facendo riferimento solo al loro colore e non agli intervalli di tempo tra le immersioni (che sono l'elemento che determina la variazione). Questo delinea una mancanza di collegamenti tra il fenomeno stesso e i fattori che influiscono sul fenomeno, in questo caso il tempo.

Tuttavia, alcuni estratti qui riportati rendono molto bene l'idea del fenomeno, attraverso una descrizione lineare e consapevole delle variabili in gioco. Avendone compreso le reciproche correlazioni, gli studenti riescono a spiegare il fenomeno in maniera semplice ed esaustiva.

*“L'acqua tende ad arrampicarsi nelle parti emerse delle spugne, andando ad occupare gli spazi occupati dall'aria, [...] le spugne hanno un volume impercettibile, dunque l'innalzamento [del livello dell'acqua] sarà minimo”*

Dopo l'esperimento, i disegni del fenomeno osservato richiesti ai bambini evidenziano il comportamento delle spugne che si allineano e non aumentano il livello dell'acqua.

Era inserita tra i quesiti delle prove anche una domanda in merito all'applicazione del principio di Archimede ad un fenomeno specifico di cui si chiedeva la descrizione e la spiegazione. Il fenomeno in questione riguardava il comportamento di una bottiglia di plastica vuota e tappata immersa in acqua.

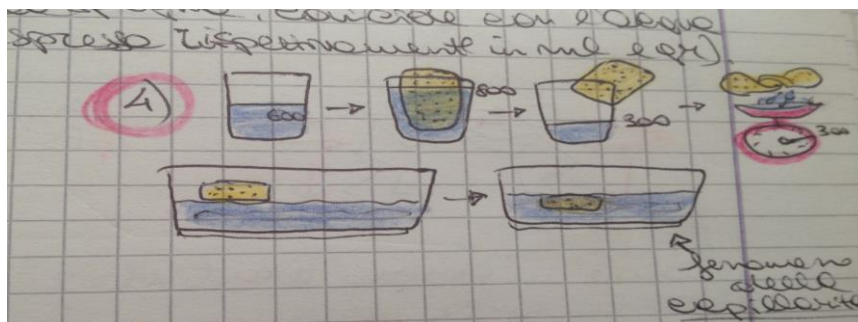


Immagine 5: Rappresentazione grafica dell'esperimento con le spugne, per riflettere sul galleggiamento, sui volumi e sul fenomeno della capillarità.

È stata riscontrata, nelle prove scritte, una discrepanza tra l'enunciazione del principio di Archimede e la mancata o errata analisi e descrizione del fenomeno di immersione in acqua di una bottiglia vuota e tappata. La confusione ha portato a confrontare i due quesiti all'interno del compito della stessa persona, per cercare di capire la causa di questa mancanza di collegamento tra i due concetti. In diversi casi, il principio di Archimede è enunciato come una formula sterile e teorica, separata da qualsiasi riferimento esperienziale e in questi casi la descrizione del fenomeno della bottiglia è presentato come un corollario teorico allo stesso modo, oppure non è proprio presente. In qualche caso sporadico, addirittura, sia il principio di Archimede che la descrizione non sono affatto stati scritti.

*“La bottiglia vuota ha il peso minore rispetto al peso del liquido e quindi non riesce a sconfiggere tale forza e per questo galleggia”*, scrive una studentessa, intendendo per tale forza la spinta di Archimede, la quale è superiore alla forza-peso della bottiglia, che essendo vuota ha solo il peso della plastica di cui è composta e dell'aria che la riempie. Infatti un'altra studentessa, comprendendo questo passaggio, scrive con cognizione che *“la bottiglia galleggia, ma se fosse stata piena oppure una pietra sarebbe affondata”*. Un'altra affermazione esatta reperita in un altro compito dice che, immaginando di imprimere una pressione per spingere la bottiglia sott'acqua, *“appena liberata dalla spinta, grazie al principio di Archimede, essa salirà a galla”*.

Tuttavia, non a tutti risulta chiaro il fenomeno e quello che riportano nelle prove è un comportamento che non rispecchia la realtà fisica dei fatti e non segue il principio di Archimede. Frammenti di enunciati che esprimono tale incomprendimento sono, ad esempio, *“la bottiglia dopo un certo tempo sarà totalmente immersa, perché il peso del volume dell'oggetto è maggiore di quello dell'acqua [...] in acqua una foglia galleggia perché ha un peso basso. Un corpo umano galleggia e un pallone galleggia”*. È facile notare qui la confusione di chi scrive riguardo concetti basilari del principio di Archimede, ovvero la relazione tra il peso dell'oggetto immerso e quello dell'acqua, che in questo caso rappresenta il fluido spostato. Dalle parole utilizzate, non risulta neanche chiaro la relazione tra il peso del fluido spostato e l'intensità della forza che il corpo riceve dal basso, giacché non viene sottolineata alcuna differenza tra le risposte dell'acqua all'immersione di una foglia, un pallone e il corpo umano. Altra

dimostrazione di un apprendimento incompleto ed incoerente emerge dalle frasi “*il livello dell'acqua si innalzerà di 1,5 L in più e la bottiglia andrà sul fondo*” e “*la bottiglia di volume 1,5 L ha un peso maggiore della spinta e affonda*”, nelle quali chi scrive non tiene conto né dell'aria presente nella bottiglia (che nella traccia viene definita vuota) e né della necessità di considerare peso e volume allo stesso tempo: la bottiglia, quindi, pur avendo un volume di un litro e mezzo, non contiene acqua, la spinta che riceve verso l'alto è ovviamente pari al peso dell'acqua che la bottiglia potrebbe contenere nella parte immersa. Se la parte immersa ha il volume di 1 litro, il volume dell'acqua spostata è pari a 1 litro e la spinta è pari a 1kg\_peso.

### Travasi

Un argomento del corso a cui è stata dedicata una grande attenzione negli incontri è stato l'esperimento di travasare l'acqua in diversi contenitori (becker, cilindri graduati, vasche trasparenti, caraffe, e così via). L'obiettivo era far comprendere la relazione che intercorre tra le grandezze che entrano in gioco, ovvero volume, capacità, peso, ecc. e, in aggiunta a questo, far impadronire gli studenti del metodo utilizzato per far comprendere tali relazioni, in modo da poterlo riproporre.

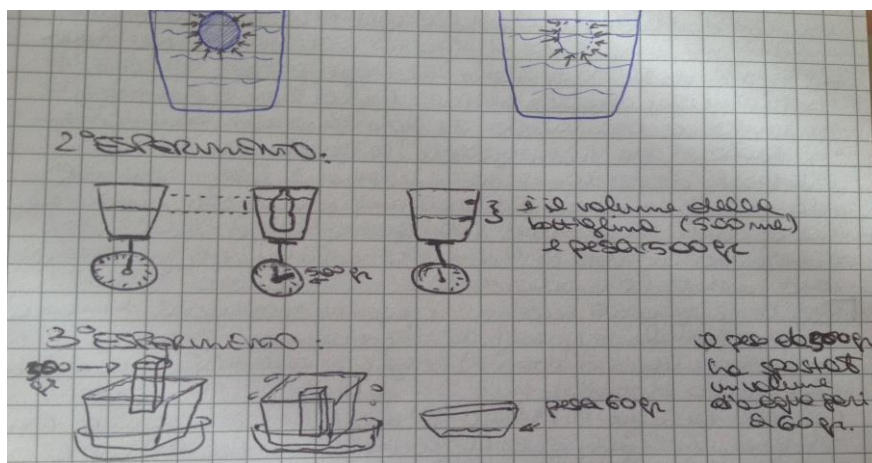
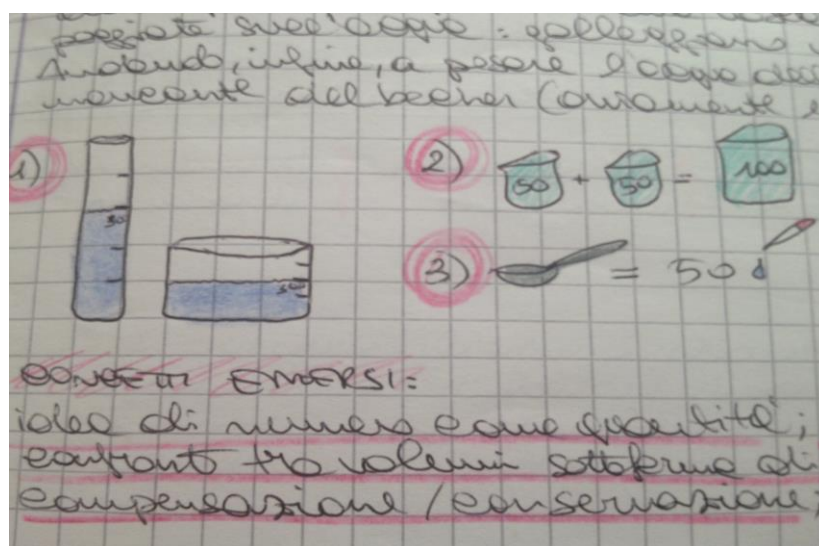


Immagine 6: Rappresentazione grafica della spinta di Archimede e della relazione esistente tra il corpo immerso e il fluido spostato.

Immagine 7: Esempio di attività di travasi e di discretizzazione con un'unità di misura per "misurare"





l'acqua.

Ciò che è stato analizzato nelle risposte degli studenti consisteva nei concetti alla base dell'attività sperimentale, nella capacità di analisi del fenomeno e nelle modalità di immaginare l'organizzazione di un'attività didattica. Molte tra le attività presentate sono descritte in maniera chiara e ben strutturate, con diverse fasi, metodologie appropriate. Inoltre, grande attenzione è stata data dagli studenti alla formalizzazione dei nuovi saperi appresi, con disegni in scala dei materiali adoperati (contenitori di diverse forme e dimensioni). Essi sostengono che questo genere di attività stimoli il coinvolgimento della capacità intuitiva e della coordinazione oculo-manuale, sviluppata nell'azione di travasare e nell'osservazione dei travasi. I bambini che vi partecipano hanno, poi, la possibilità di familiarizzare con i numeri e le operazioni, dovendo operare con i cilindri graduati e confrontare i volumi di contenitori diversi. Questo implica da parte del docente (stando a quanto sostenuto nei compiti degli studenti) un uso consapevole degli strumenti (bilancia da tarare, contenitori graduati per il rapporto peso-volume, disegni in scala) e la capacità di destreggiarsi con la misura delle quantità, servendosi di strumenti appositi (contagocce), talvolta concentrandosi sulle equivalenze tra quantità misurate facendo riferimento a sistemi di misura differenti.

Tra gli estratti più significativi ne vengono riportati in questa sede un paio:

*“[...] travasare da contenitori diversi vuol dire imparare a valutare quanti versamenti bisogna effettuare da un contenitore per riempire quello di dimensioni maggiori”*

*“I bambini servendosi di una pipetta devono riempire di gocce d'acqua un cucchiaino e un cucchiaio; capiranno che nel cucchiaio servono più gocce e che quindi il volume dell'acqua in esso è maggiore”* tale affermazione lascia intendere di aver compreso la necessità per la figura del mediatore di saper fare un uso consapevole degli strumenti e di saper operare con diverse unità di misura a confronto.

### **Pensiero spaziale**

Una variante del quesito, che richiedeva di descrivere l'organizzazione e l'attuazione di attività didattiche per bambini, non era orientata su un fenomeno specifico, come il galleggiamento, bensì sull'area più ampia di concetti relativi al pensiero spaziale, che ciascuno poteva scegliere di delimitare, direzionandosi verso una tipologia specifica di competenze scientifico-matematiche.

Agli studenti è stato, quindi, domandato di immaginare di proporre agli allievi attività che stimolassero il pensiero spaziale, la coordinazione e l'orientamento, utilizzando sempre un metodo sperimentale, che coinvolgesse i bambini in modo interattivo stimolante nel loro stesso processo di apprendimento.

Tra le proposte didattiche si annoverano le seguenti, qui riportate come elenco riassuntivo che schematizza e raggruppa le idee simili e accomunabili:

- *giochi motori*, improntati sullo sviluppo della motricità grossa e della motricità fine, attraverso attività ludiche con movimento del corpo e piccoli gesti; camminare in equilibrio sull'asse; fare canestro con la palla; creare figure geometriche con il corpo;
- riflettere sullo stato di quiete e di moto; corsa come esplicitazione della relazione tra spazio e tempo;
- *formalizzazione e rappresentazione in forma scritta e grafica*: disegni di spostamenti sotto forma di frecce direzionate (aspetto vettoriale dello spostamento); rappresentazione dello spazio con mappe e plastici; percorso casa-scuola: tabella dei tempi e disegno del percorso;
- *organizzare gli spazi, analizzare l'ambiente circostante, relazioni posizionali* tra gli oggetti; distanza rispetto a un punto di riferimento;
- *collegamento con operazioni matematiche*: camminare lungo una linea, dove i

passi avanti corrispondono ai numeri positivi, mentre i passi indietro ai numeri negativi;

- *misurare lo spazio*: discretizzare le unità di misura, suddividendo l'unità di misura del metro in un'altra unità di misura, i passi dei bambini;
- *attività sui travasi*, come coordinazione oculo-manuale e volume come spazio occupato;
- *esperienza con i carrellini in movimento*: energia potenziale che diventa cinetica, rapporto massa del carrellino/ tempo impiegato per il tragitto, concetto di proporzionalità.

### **Proposte didattiche con le molle**

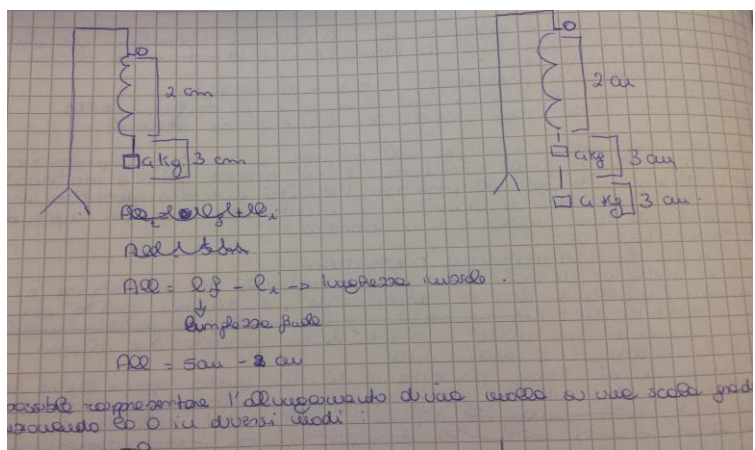
Come il galleggiamento, gli esperimenti con le molle e le riflessioni sul loro comportamento elastico ha costituito un punto cruciale da sviscerare negli incontri con la dovuta attenzione, per assicurarsene la corretta comprensione. Agli studenti al corso era richiesto di osservare, manipolare e misurare le diverse lunghezze della molla nelle varie posizioni, a riposo, in tensione. Dietro questa semplice manipolazione degli elastici, comuni articoli di cartoleria, si cela una utilissima attività di stimolazione e raccolta di osservazioni spontanee oppure sollecitate, dal cui confronto e dalla cui analisi emergono accenni di concetti fisici basilari, quali le differenze tra comportamento elastico, plastico e rigido, oppure la relazione di proporzionalità che intercorre tra l'intensità della forza applicata per tendere l'elastico e la misura del relativo allungamento dello stesso. A tal proposito in diversi compiti emergono il concetto di forza elastica, intesa come capacità dell'oggetto di deformarsi fino al limite di rottura, il concetto di resistenza e di sistema di forze, che comprende la forza che la molla oppone in proporzione alla forza esterna che la porta a tendersi e quindi ad allungarsi

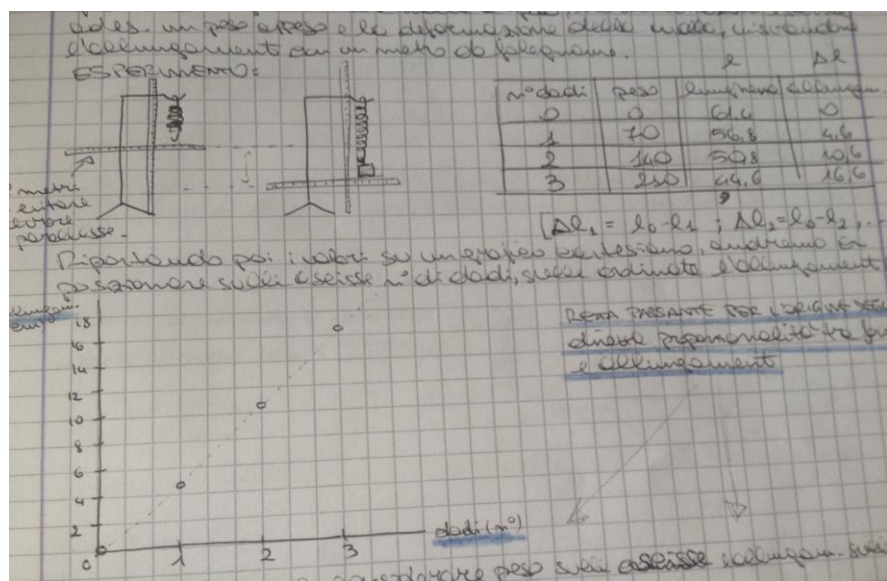
Un esempio portato a lezione è stato quello della fionda, in cui il sistema di forze è chiarissimo e che dà anche l'occasione di introdurre un altro concetto cardine nel discorso delle forze, ovvero l'energia, a quanto pare interiorizzata dalla maggioranza dei partecipanti al corso: *“la molla è un oggetto che si deforma e diventa una sorgente di forza; mentre la molla cambia forma, c'è un trasferimento di energia tra la molla e il*

*bambino*”. In diversi compiti la relazione forza-energia viene spiegata in termini di tensione dell'elastico, che diviene una sorgente di forza, dovuta dall'accumulo di energia; l'esempio della fionda viene riproposto come trasferimento dell'energia nei compiti, di cui riportiamo uno stralcio: *“la molla tramite l'energia elastica immagazzinata trasferisce energia alla pallina; quando allungo l'elastico esso accumula energia potenziale che si trasforma in energia cinetica quando lo lascio andare durante il volo della pallina”*.

Fondamentale è il collegamento del concetto di forza con altri tipi di situazioni in cui si osserva e si sperimenta lo stesso fenomeno. In una delle prove scritte si legge a proposito della forza-peso che essa può essere sperimentata con l'uso di strumentispecifici, quali il dinamometro, per arrivare all'assunto che il peso è una forza. Questo concetto, secondo un'altra proposta didattica, può essere raggiunto anche proponendo ai bambini semplici giochi di trazione e sollevamento, per provare sul proprio corpo la forza di gravità.

Dopo la manipolazione con gli elastici, i docenti del corso hanno proposto ai discenti di lavorare con strumenti di laboratorio per renderli più familiari e per veicolare i concetti matematici sottesi, quali i rapporti di proporzionalità. Gli strumenti introdotti sono stati le molle di metallo e i pesetti. Agganciata la molla al supporto, venivano appesi ad essa uno, due o più pesetti, per registrare l'allungamento della molla e verificarne la relazione esistente con il peso applicato. Questa attività è stata ricordata ed inserita dagli studenti nella descrizione di attività con le molle pensate per i bambini.





Immagini 8 e 9: Grafici cartesiani e disegni qualitativi sulla diretta proporzionalità tra il peso e l'allungamento, negli esperimenti con le molle.

Dall'osservazione dei fenomeni di tensione degli elastici e di allungamento delle molle da laboratorio sotto l'azione dei pesetti, gli studenti hanno rinvenuto una similitudine tra la forza di allungamento per mezzo dei pesi e la forza di estensione operata con le mani. In un compito, a tal proposito, si legge che se *“si appende ad un elastico un oggetto, l'elastico si allunga: questa è la prova che il peso è una forza. Se tre oggetti hanno lo stesso peso, gli elastici che li sostengono hanno subito allungamenti uguali [...] il peso è una forza e forze uguali producono allungamenti uguali su elastici uguali”*.

Come ogni attività, la documentazione è estremamente importante per mantenere traccia dei contenuti trattati e dei concetti appresi, per ripercorrere i passi e le fasi che hanno portato alla comprensione. In egual misura, risulta fondamentale il supporto di attività di registrazione dei dati che man mano vengono elaborati e raccolti; un esempio di questo tipo di attività di accompagnamento è la misurazione e la rappresentazione grafica, corredata di tabella per inserire i valori dei rapporti proporzionali; relazioni esistenti tra le variabili in gioco tramite regole stabilite dagli alunni stessi a posteriori.

#### 4.3.3 Il punto di vista degli studenti

Il fine del corso è stato interpretato in maniera personale da studente a studente, ma

sommariamente il pensiero generale è che il metodo utilizzato abbia raccolto all'inizio tanti dubbi e dissensi e alla fine entusiasmo e consensi. Esso consiste, secondo le descrizioni delle intervistate, nel veicolare i concetti dalla pratica dagli esperimenti, per abituare i discenti a pensare alla fisica come un tutt'uno con gli esperimenti; sono gli studenti a cercare le soluzioni, in quanto le attività laboratoriali portano a riflettere. *“Come si articola il metodo?”*, viene chiesto loro. Nella descrizione, tutte convergono che il docente parte da un esperimento oppure da un brainstorming per verificare le preconoscenze in merito all'esperienza quotidiana che ha a che fare con il fenomeno in osservazione e non conoscenze nozionistiche circa le leggi e le formule che lo descrivono. Questo mette in evidenza l'importanza dei contenuti trattati perché utili nel quotidiano e le discenti si convincono che *“la fisica non è fatta di formule e leggi, né di concetti astratti”*. Successivamente, si procede adottando la metodologia sperimentale per far comprendere i concetti: essi vengono costruiti insieme, raggiunti con il ragionamento, e non studiati dalle parole e le esposizioni altrui (sia la teoria di un libro di testo o la spiegazione di un docente).

Procedere in questo senso fornisce, inoltre, un nuovo ed utile approccio allo studio, in quanto propone di abituarsi a rivedere i contenuti affrontati immediatamente dopo le sperimentazioni effettuate collettivamente, magari ripetere gli esperimenti autonomamente e attingere dagli spunti teorici, per rielaborare subito le informazioni e costruire un personale percorso di conoscenza. Tutto ciò, stimola la curiosità con materiali e strumentazione specifica, con cui non ci si è mai trovati a lavorare, sentirsi esperti e sentire di poter riuscire a capire fino in fondo e a gestire le conoscenze; l'interesse verso la materia (prima considerata impenetrabile) adesso è tale da spingere anche ad una ricerca personale da altre fonti, per documentarsi sugli argomenti su cui si sente la necessità di fare maggiore chiarezza ed approfondire gli argomenti percepiti come più interessanti.

Il metodo viene definito, in sede di colloquio, *“un metodo partecipativo, andando a costruire un ambiente di apprendimento in cui si può essere protagonisti nell'osservare e sperimentare i fenomeni in prima persona, coinvolgente perché pratico, basato sulla ricerca-azione, che porta a riflettere sul proprio stile di apprendimento, su quello dei propri alunni e di conseguenza sul proprio metodo di insegnamento, in un'ottica*

*metacognitiva che integra diversi punti di vista”.*

L'acquisizione di un metodo di lavoro diverso, il confrontare gli esperimenti, hanno portato ad una maggiore elasticità mentale, imparare ad ammettere i propri limiti epistemologici ed avere l'umiltà di andare a documentarsi per rispondere correttamente ad una determinata esigenza educativa, grazie ad una procedura per prove ed errori. Tale procedura porta allo sviluppo del senso critico e stimola la capacità di fare collegamenti tra argomenti diversi, tra contesti diversi in cui utilizzare quanto appreso; riproporre il metodo anche in altri contesti disciplinari si è rivelato fattibile, *“perché quelle che esso porta ad acquisire sono competenze trasversali”.*

È impensabile che insieme a didattica della matematica Elementi di Fisica sia l'unico esame che fornisce un metodo di insegnamento, che spiega non cosa ma come insegnare, come approcciare all'insegnamento di materie scientifiche così complesse. Una studentessa afferma con preoccupazione che i sopracitati insegnamenti *“sono gli unici corsi di didattica vera e propria, coerenti con il senso del percorso di laurea, ovvero formare formatori”.*

Dovendo fare un bilancio tra aspetti positivi e negativi, i primi sicuramente prevalgono nell'opinione generale, tra cui le intervistate hanno premura di sottolineare la partecipazione attiva e coinvolgimento diretto dei discenti, con l'opportunità di *“imparare facendo e di acquisire un saper fare che non si riduce al solo sapere”.* Un'altra testimonianza evidenzia la necessità di *“imparare a sentirsi dei bambini, calandosi nella loro condizione”* di soggetti in formazione per meglio sperimentare le forme di apprendimento più congrue al contesto in cui si opera. Nessuno parla del corso di fisica come elemento intruso nel percorso di studi, ma al contrario come *“elementi di rottura del metodo classico”,* che dovrebbe caratterizzare tutti i corsi, tanto che più di una intervistata asserisce che *“dovrebbe chiamarsi didattica della fisica”.*

Tra le criticità emerse dal discorso a proposito del corso e del suo metodo, gli studenti ammettono di sentirsi ancora legati all'imprescindibilità della teoria sottostante, che avvertono lacunosa nei contenuti trattati, richiedendo una maggior esplicitazione del collegamento tra pratica e teoria, per avere un punto di riferimento. Tuttavia, in una dichiarazione una studentessa confessava che un tale disagio di sentirsi scoperta sul piano teorico e della letteratura scientifica le ha fatto bene, in fin dei conti, portandola a

doversi arrangiare con quello che aveva e concentrandosi per ricavare lei stessa una regola di fondo. Un altro fattore percepito come ostacolo era il timore di esprimersi, il non sentirsi all'altezza di apportare un qualsivoglia contributo al gruppo dei pari. L'ostacolo vero e proprio per gli studenti intervistati era costituito, però, dall'aspetto organizzativo: tutti hanno espresso perplessità per il poco tempo a disposizione di un concetto, prima di passare a quello successivo, con poco tempo per interiorizzarlo, mentre una ha fatto presente che una distribuzione più equa degli argomenti tra primo e secondo semestre risulterebbe più efficace, *“per non avere tutto concentrato nella seconda parte del corso e non sentirsi avviliti dalla mole di concetti da approfondire”*. Quello che, invece, mette tutti d'accordo è la richiesta di una maggiore coordinazione con gli altri corsi, per evitare di dare per scontati elementi di una preparazione delegata ad altri docenti di facoltà (stesso elemento negativo che emerse anche nei dati raccolti in merito all'anno precedente). Ciò che si può evincere senza ombra di dubbi è il traguardo positivo conquistato dalla maggior parte dei discenti, la consapevolezza maturata circa l'importanza di acquisire un metodo per approcciare le scienze e di trasmetterlo ai propri alunni, lasciando loro l'opportunità di scoprire e raggiungere in maniera autonoma i nodi concettuali trattati.

#### **4.4 Il 73° Circolo: la scuola dell'innovazione**

Alla fine degli anni '70, la scuola italiana era teatro di numerose sperimentazioni in campo didattico, molte delle quali basate sulla Pedagogia Popolare di Freinet. Si cercavano nuovi approcci pedagogici e prospettive educative innovative. Il plesso Madonna Assunta del 73° Circolo di Napoli ha assunto i caratteri che oggi la contraddistinguono quando, nel '78, un gruppo di insegnanti tutte provenienti da un percorso formativo nel Movimento di Cooperazione Educativa ha deciso di mettere in pratica il metodo anticonvenzionale praticato all'interno del Movimento in un contesto scolastico che accoglieva una platea abbastanza disagiata, come quella dei figli di operai del territorio di Bagnoli. L'MCE era un gruppo di ricercatori e formatori sparsi in gruppi di lavoro sparsi in tutta Italia ma che operavano a stretto contatto tra loro e che si occupavano di educazione per adulti, attuando il faticoso metodo di ricerca-azione, fino ad allora conosciuto solo sui libri. Il cambiamento nella scuola citata fu attuato poco a



poco. All'inizio fu approvato l'orario composto da otto ore giornaliere, in cui le ore aggiuntive erano utilizzate per quelle che venivano allora chiamate attività integrative. Pian piano, a livello organizzativo la struttura della scuola si è evoluta e questa articolazione del tempo scolastico non fu più vista come una sperimentazione, seppur conservando un carattere sperimentale (inteso nell'accezione di euristico e aperto all'innovazione). Le cinque classi con cui il plesso era nato si sono moltiplicate fino a divenire oggi 20. tuttavia, attualmente questo istituto sta vivendo un periodo di autentica e profonda crisi, a causa della riforma del governo circa il sistema scolastico, che toglie il personale in un contesto sperimentale come quello del Madonna Assunta in cui gli insegnanti cooperano fianco a fianco anche oltre l'orario di lavoro per portare avanti un progetto educativo divenuto estremamente difficile da mantenere con un'organizzazione differente. Un altro fattore che incide molto e negativamente sulla coerenza del contesto attuale con quello passato è l'ingresso di nuove insegnanti, mentre le storiche "fondatrici" escono di scena, senza essersi assicurate di passare il testimone ai successori. D'altra parte, tagliare il personale significa anche non usufruire più della compresenza, che assicurava una continuità affettiva per i bambini di una classe.

Il punto di forza del corpo docenti di questa incredibile scuola è senz'altro l'apertura mentale, peculiarità che invade e migliora rapporto che l'insegnante instaura con il contesto educativo: la relazione con l'alunno, la relazione con i colleghi, la relazione con l'apprendimento ed infine la relazione con il cambiamento. Cambiare è sempre una sfida, in ogni ambito del vivere umano e nella scuola ancora di più, in quanto gli effetti (positivi o negativi che siano) ricadono sui bambini. Il cambiamento è qui inteso come l'adozione di una prospettiva educativa e va a influire tanto sull'epistemologia disciplinare e didattica, quanto su quella pedagogico-metodologica.

Attingere dalle conoscenze di base degli insegnanti è un punto di partenza ovvio per la crescita professionale. Dunque, risulta vantaggioso lavorare e riflettere sullo sviluppo e l'utilizzo di tali conoscenze. Gli insegnanti che si dimostrano predisposti ad accettare l'insegnamento innovativo hanno messo in luce, tra le loro convinzioni, valori filosofici nei confronti degli alunni, dell'apprendimento e del ruolo dell'educazione (Levitt, 2001; Wallace & Priestley, 2011; Waters-Adams, 2006).

Per esempio, docenti con la mente aperta al cambiamento sostengono che promuovere

la capacità di strutturare un ragionamento logico sia fondamentale così come procedere per prove ed errori, costruendo un personale percorso di conoscenza, sotto la guida della figura del facilitatore, che possa fungere da mediatore nel processo di apprendimento (Levitt, 2001; Priestley et al. 2011, Trumbell et al., 2006; Wallace & Priestley, 2011; Waters-Adams, 2006).

quello che spinge gli insegnanti ad abbracciare il cambiamento nel loro percorso professionale è la dissonanza cognitiva, ovvero le differenze che emergono nei diversi metodi di insegnamento, che portano tali docenti a riflettere e a chiedersi se le pratiche da essi adottate siano corrette o meno, appropriate o meno.

È evidente che sia le insegnanti esperte che quelle alle prime armi possono andare incontro al cambiamento, sebbene questo comporti un cambiamento a livello profondo, ovvero le loro credenze di base (Levitt, 2001; Waters-Adams, 2006). Un fattore che andrebbe a stimolare l'utilizzo da parte di un docente di queste nuove pratiche (riferite a nuove credenze sottese) potrebbe essere la risposta positiva ad esse degli alunni. Difatti, cambiare le pratiche, ovvero il metodo, l'approccio ai contenuti disciplinari è il punto di partenza per cambiare anche le credenze di base. Questo vuol dire che i docenti di materie scientifiche devono focalizzarsi sull'adozione di nuove pratiche di insegnamento *reform-based*.

#### **4.4.1 Una scuola “norvegese”. Attenzione al metodo e all'ambiente di apprendimento**

Durante le interviste, le docenti espongono i punti salienti del metodo da loro adoperato in quella scuola circa il processo di insegnamento, rispetto agli aspetti del metodo tradizionale:

- **cura del clima relazionale**, in contrapposizione con la totale concentrazione sul rendimento. La chiave di accesso per un insegnante è l'ascolto e la svolta sta nel mirare a sviluppare nei propri alunni proprio questa attitudine all'ascolto vicendevole. Ascoltarsi significa rispettare i propri tempi, assecondare le proprie inclinazioni naturali, valorizzare il proprio apporto. Ascoltarsi è anche imparare a conoscersi l'un l'altro; per creare senso di appartenenza e fare gruppo, le insegnanti usano organizzare incontri informali a casa di ciascun bambino per

tutti i compagni di classe e le maestre, in modo da entrare nel mondo di ciascuno: la casa è il piccolo grande mondo di un bambino, la sua cameretta, le sue fotografie, i suoi oggetti cari. Imparare a stare insieme ed essere interessati a scoprire e capire l'altro, crea un clima di serenità e fiducia reciproca, in cui si inserisce l'abitudine dei “cerchi di comunicazione”, come vengono chiamati qui, momenti di condivisione spesso richiesti stesso dai bambini, che sentono l'esigenza di aprirsi e raccontarsi sugli argomenti più disparati, anche questioni personali. Per assicurarsi una continuità educativa anche al di fuori del contesto scolastico, i docenti si curano di instaurare relazioni proficue anche con le famiglie degli alunni, rendendoli partecipi e complici del progetto di sviluppo, talvolta adottando vere e proprie politiche di educazione dei genitori.

- **educazione affettiva e autoconsapevolezza**, a fronte della tendenza a sottovalutare il fattore umano. Questo approccio antepone la persona all'alunno e questo comporta un ripensamento sul concetto di valutazione: in questa cornice contestuale l'errore diventa fonte di arricchimento e riflessione per tutti, confronto e interpretazione, assumere il punto di vista altrui per ampliare le proprie prospettive. Qui l'unica valutazione viene operata dagli alunni stessi, nei confronti del proprio lavoro e di quello dei compagni, attraverso autovalutazione e correzioni incrociate, dal momento che sentirsi valutato da un adulto inibisce il bambino, mentre ricevere una critica da un pari la rende accettabile. Naturalmente, questo crea una grande maturità nell'analizzare i propri risultati e soprattutto una grande consapevolezza degli step cognitivi in cui si è articolato il proprio processo di apprendimento;
- **ridimensionare l'importanza dei libri di testo**: le lezioni sono imperniate sulle esigenze educative che a mano a mano vengono fatte presenti dagli alunni stessi, come un argomento proposto da un bambino per soddisfare la sua curiosità oppure una piega diversa che prende il discorso, comportando spunti di riflessione che i bambini vogliono approfondire. Lo studio dei testi non va eliminato, ma integrato con l'apprendimento sperimentale, il che sviluppa interesse per le nuove conoscenze e un senso critico nei confronti delle fonti, di cui vengono confrontate le informazioni, piuttosto che prese per oro colato;

- **metodo di insegnamento basato sulla ricerca-azione:** ciò vuol dire che nessun contenuto è trasmesso, travasato, confezionato. Tutti i saperi sono costruiti raccogliendo autonomamente i dati a riguardo, confrontandoli e negoziando un significato di senso comune, talvolta anche realizzando da sé gli strumenti che utilizza (ad esempio, la tavola pitagorica). In quest'ottica di fondamentale importanza sono le varie forme di documentazione a testimonianza del lavoro svolto, delle conquiste concettuali e dei passaggi cognitivi per rintracciare il proprio ragionamento anche a distanza di tempo; infatti le classi si presentano tappezzate di materiali, ma non supporti stampati, bensì frutti delle creazioni realizzate degli alunni. L'insegnante in tutto ciò svolge un ruolo silenzioso e discreto, non è che una guida, un regista discreto, un supporto nella relazione uno a uno, a disposizione in ogni momento per i bambini, i quali però sono consapevoli di dover prima provare da soli. Instaurare la relazione affettiva con i propri alunni è indispensabile per accedere al loro mondo e riuscire ad appassionarli.
- **dimensione laboratoriale e collettiva dell'apprendimento,** in netto contrasto con le diffuse metodologie statiche e unidirezionali comunemente adoperatenelle scuole. La didattica laboratoriale è la caratteristica comune ai contenuti trattati e viene esteso a tutte le discipline, per le sue caratteristiche di apprendimento significativo per scoperta. Ipotesi, procedimento per prove ed errori e riflessione in itinere costituiscono i presupposti per realizzare un ambiente di apprendimento a carattere laboratoriale. Approcciare i saperi con un atteggiamento analitico porta ad assumere un'elasticità mentale, che consente di non sentirsi mai arrivati nel processo di apprendimento, ma di avere sempre qualcosa da scoprire, da investigare. Questo relativizza in maniera determinante il ruolo degli obiettivi curricolari e dell'organizzazione temporale dei programmi scolastici, ampiamente sostituiti da una programmazione estremamente flessibile che mira per gli alunni all'acquisizione di competenze e metacompetenze.

Fare scuola al di fuori delle mura scolastiche significa fare del mondo un laboratorio scolastico, significa mostrare il collegamento tra ciò che si apprende e la realtà vera e

concreta in cui il contenuto è calato. Il 73° circolo adotta questa visione e la propone sotto forma di uscite didattiche di più giorni, che assumono le sembianze di campi scuola, in cui gli studenti sperimentano sul campo le conoscenze acquisite. Addirittura, anche per gli alunni della scuola dell'infanzia è prevista una notte fuori, per fare l'esperienza di dormire all'aperto nel sacco a pelo ed abituarsi sin dalla tenera età ad imparare dal contesto reale.

Condizione indispensabile per la realizzazione di un'attività, basata sul metodo euristico ed analitico del laboratorio, è rappresentata dalla dimensione collettiva dell'apprendimento. Discussioni guidate, conversazioni a specchio e attività di gruppo sul piano relazionale abitano al confronto e all'impostazione democratica del lavoro, senza prevaricazioni, senza esclusioni e senza competizione; sul piano dei risultati in termini di apprendimento, garantiscono l'interiorizzazione dei contenuti (perché conquistati con la logica) e il saper costruire un pensiero, sostenendolo con argomentazioni competenti. Al termine delle attività di ricerca, infatti, gli studenti presentano i lavori di gruppo, strutturando esposizione, materiali, turni di parola e quant'altro, per favorire l'apprendimento dei compagni (ancora una volta una prova di adozione di una prospettiva metacognitiva).

#### **4.4.2 L'iniziativa dell'università. Progetto di continuità università/scuola**

L'aspetto su cui la ricerca deve ancora soffermarsi è andare ad incidere sul processo di formazione dei nuovi docenti, che costituiscono il punto cruciale per lo sviluppo di un pensiero innovativo nell'ambito scolastico. Se i docenti imparano da subito a riflettere sulle proprie azioni didattiche e a considerare in una nuova prospettiva le esperienze in aula, questo può divenire il loro metodo peculiare, acquisito con naturalezza e attraverso la pratica educativa. Tuttavia, la questione non è così lineare come può sembrare, in quanto, anche i nuovi docenti in carica devono fare i conti con le loro resistenze al cambiamento, ad esempio il loro approccio ai programmi, la vasta gamma di convinzioni che hanno maturato nel corso del loro percorso formativo scolastico e della loro carriera accademica, e sulla base dei quali, poi, prendono forma le loro credenze (Veal 2004). tuttavia, un altro fattore di grande influenza sulle credenze dell'insegnante alle prime armi sono le credenze del docente mentore, motivo per cui nel percorso

formativo e professionale del docente sempre più rilevanza acquista il poter far riferimento ad una figura affidabile ed autorevole, quale può essere rappresentato da un docente universitario, un esperto esterno o una figura professionale per l'aggiornamento in-service, che possa supportare il lavoro dei docenti, orientare le loro scelte metodologiche e risolvere i loro dubbi concettuali o le loro lacune a livello contenutistico e teorico.

Sulla base di queste premesse, avendo dinanzi questo quadro dell'attuale situazione scolastica nel nostro paese, i docenti del Dipartimento di Fisica dell'Università degli studi di Napoli Federico II hanno portato avanti una ricerca sulla formazione degli insegnanti pre-service e in-service, ovvero nelle università e nelle scuole. In particolare, i membri di questa équipe si sono focalizzati sugli studenti di Scienze della Formazione Primaria dell'università Suor Orsola Benincasa, come si è visto, per quel che riguarda la formazione di insegnanti pre-service, mentre la loro scelta si è direzionata sui docenti del 73° circolo di Napoli, per quanto concerne insegnanti in-service.

Perché proprio questa scuola? L'istituto accogliente presenta un corpo docenti formato dalle storiche fondatrici di questo plesso nella sua diversità e peculiarità sul territorio, che sono figlie dell'innovazione metodologica fiorita negli anni '70 in Italia e sposata solo da coloro che poi sarebbero divenuti pionieri di una declinazione dell'attivismo pedagogico.

### **Sperimentazioni.**

Gli incontri tra scuola e università sono sostanzialmente incontri di formazione per docenti ed alunni, ai quali si trasmette un *modus operandi*, un metodo da applicare autonomamente in futuro. Gli incontri assumono, però, anche carattere euristico, in quanto costituiscono la base sperimentale da cui ricavare i dati che orientano la ricerca, confermando o meno le previsioni fatte preventivamente rispetto all'esperienza pratica con i bambini.

La sperimentazione nella scuola segue lo stesso schema di step concatenati che è stato applicato alle lezioni di fisica all'Università Suor Orsola Benincasa, ed è caratterizzata dalla stessa impostazione metodologica e dallo stesso ambiente di apprendimento sereno e libero, prerogativa sia per grandi che per piccini di una buona motivazione e quindi di

un risultato positivo. Si comincia dunque con una sorta di brainstorming in cui il docente universitario presenta l'argomento che si andrà a trattare in quell'incontro, per creare aspettative e cominciare a sondare il terreno delle conoscenze pregresse a riguardo. Al fine di destare nei bambini curiosità ed interesse verso l'argomento trattato, viene fatto qualche esempio pratico che i bambini possono aver esperito nella loro realtà quotidiana. Questo funge da input e dà il la a tutta una serie di interventi spontanei e di esempi riportati dagli alunni dal proprio vissuto: *“È come quando...”*, *“sì, anche a me è successo, e poi succedeva che...”*, *“secondo me succede questo perché...”*.



Immagine 10: Momento di introduzione dell'argomento su cui verterà l'incontro.

Si prosegue, a questo punto, con l'esperimento vero e proprio: il docente attira l'attenzione dei bambini sui materiali dinanzi a loro e li invita ad entrarvi in contatto, a manipolarli, ad osservarne il comportamento in diverse situazioni, a modificare qualcosa dello specifico contesto fisico creato per vedere come cambia il fenomeno. Oppure, se i materiali sono ingombranti e difficili da maneggiare tutti insieme (ad esempio uno specchio molto grande, o un faro), i bambini vengono invitati ad interagire

con i materiali a gruppetti oppure ad osservare i compagni che a turno sperimentano il fenomeno in prima persona.

La sperimentazione continua con un momento di analisi e confronto sul fenomeno sperimentato con i propri sensi, traendo linee generali per potersi pronunciare ed esprimere le proprie convinzioni sotto forma di ipotesi. Si sviluppa, in questa fase, la capacità di argomentare e sostenere le proprie idee in maniera coerente e logica, esponendo agli altri il ragionamento che ha portato ad una tale conclusione (non basta dire “secondo me è così”, ma è necessario continuare con “perché...”); l'elasticità mentale e la capacità di autocritica portano i piccoli discenti anche a rivedere le proprie posizioni, quando la logica delle argomentazioni fornite dai compagni li convincono di più delle proprie.

Un momento fondamentale in questo tipo di attività è senz'altro la documentazione prodotta dai bambini stessi. Essa si articola in diverse forme, per far rimanere una traccia del lavoro svolto e del punto di approdo a cui il ragionamento e la discussione collettiva hanno condotto. Gli alunni possono trovarsi a scrivere già nella prima fase, se il mediatore ritiene che sia utile appuntare le esperienze del proprio vissuto, in merito al fenomeno che sono in procinto di osservare; altro caso è costituito dalla fase di osservazione dell'esperimento, durante il quale gli alunni possono prendere appunti su quello che succede e sulle ragioni fisiche che stanno alla base di un tale fenomeno; infine si ritiene un momento di vitale importanza quello in cui i bambini rielaborano e mettono per iscritto tutta l'esperienza di apprendimento a cui hanno avuto modo di prendere parte. In questo modo, non solo si abitua a costruire ragionamenti di valore riconosciuto e condiviso, ma imparano anche ad esporre l'argomento appena trattato, da un lato accrescendo la padronanza e la comprensione, dall'altro impossessandosi di un linguaggio tecnico e specifico. La documentazione serve soprattutto per un lavoro fatto dalle docenti in un secondo momento, durante il quale i bambini potranno richiamare alla mente gli apprendimenti conseguiti in quell'occasione, riprendere il discorso sul fenomeno esperito e verificarne la competenza a riguardo.

Quello appena esposto è lo schema generale che seguono gli incontri. Viene riportata di seguito la descrizione di un esempio specifico della sperimentazione effettuate dai ricercatori nella scuola accogliente, con la collaborazione dei docenti delle classi



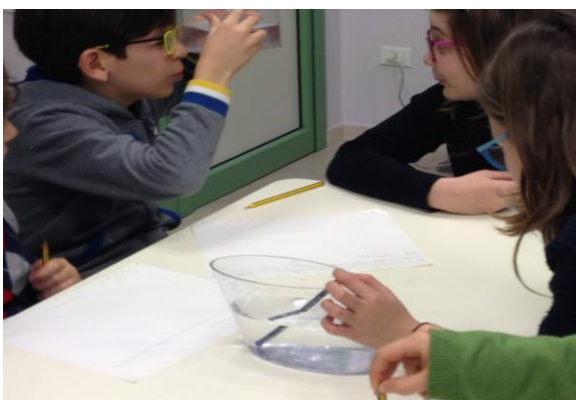
partecipanti. L'oggetto della sperimentazione qui presentata era legato al fenomeno della rifrazione della luce e il mezzo scelto per l'esperimento era l'acqua.



Immagine 11: Un momento di duplice formazione. Gli alunni osservano, sperimentano e commentano il fenomeno, mentre il docente fornisce una spiegazione approfondita all'insegnante.

Nel laboratorio scientifico, dove si svolgevano gli incontri con i ricercatori universitari, gli alunni si disponevano tutt'intorno al tavolo lungo, direzionati al docente che sedeva ad un'estremità del tavolo.

Dopo aver presentato l'argomento da trattare e aver raccolto le idee preliminari degli alunni, le loro ipotesi e previsioni, il docente li lascia per un certo tempo a sperimentare in prima persona il fenomeno, dando solo di tanto in tanto qualche indicazione utile per guardarlo da un'altra angolazione oppure per variare le condizioni in cui esso avviene per vedere quali cambiamenti questo comporta.



Immagini 12 e 13: I bambini sperimentano in prima persona il fenomeno della rifrazione della luce, manipolando i materiali a disposizione.

I bambini entrano, così, in contatto con il fenomeno attraverso l'esperienza diretta con i propri canali sensoriali; essi prendono a poco a poco confidenza con i materiali e ne fanno usi interessanti, che mostrano in maniera sorprendente le diverse strade per la comprensione del fenomeno. In questo caso specifico, come mostrano le fotografie, sono stati predisposti sul tavolo da lavoro contenitori di forma diversa riempiti d'acqua, in cui il docente ha consigliato di immergere qualche oggetto e guardare attraverso.

Le domande stimolo sono un intervento discreto ma necessario che il docente-regista si cura di fare, per direzionare esperienze ed osservazioni dei discenti: *“Osservate la matita: non vedete nulla di strano? Cosa è cambiato nella sua forma? Cambia qualcosa se la guardate da un'altra angolazione?”*

Dopodiché agli alunni è richiesto di scrivere le osservazioni che stanno facendo su dei fogli che successivamente verranno raccolti, confrontati e conservati dall'insegnante della classe impegnata nella sperimentazione.



Immagine 14 e 15: Le osservazioni fatte in merito al fenomeno vengono appuntate per essere esposte ed analizzate. I bambini lavorano in gruppo, confrontandosi e aiutandosi, ma anche individualmente, per abituarsi a ragionare.

In un secondo momento ai bambini vengono date delle piccole torce e viene chiesto loro di puntarle verso i contenitori, in modo che quello che viene chiamato dal mediatore “pennello luminoso” attraversi l'acqua. *“Come esce questo fascio di luce? Rimane invariato o cambia nella direzione e nella forma? Perché secondo voi?”*

inoltre, gli alunni devono riprodurre il cammino della luce con carta e penna, ponendo il foglio sotto al contenitore e aiutandosi con una riga; in questa fase è indispensabile il lavoro in team, per cui i bambini, avvezzi a lavorare insieme, si dividono in gruppetti di tre-quattro bambini e cominciano la fase operativa. Poi quanto è stato appuntato viene spiegato a voce, cercando di dare delle spiegazioni logiche a quanto si è sperimentato. Infine, i fogli vengono custoditi dalle insegnanti, come documentazione dell'attività (al termine dell'incontro, i bambini dovranno scrivere un report su quanto osservato e scoperto del fenomeno trattato, confrontando i report ed evidenziando eventuali punti da approfondire o da chiarire, in separata sede rispetto alla sperimentazione).



Immagini 16 e 17: Rappresentazione grafica del percorso della luce che entra in un prisma, attraverso due mezzi diversi, tracciato su un foglio sottostante.

Strettamente connesso al precedente è l'argomento presentato successivamente, durante lo stesso incontro con i bambini. Si tratta delle lenti. I bambini hanno sperimentato la deformazione dell'immagine e la deviazione del percorso della luce, quando si passa da

un mezzo all'altro; nel caso in osservazione i mezzi interpellati erano aria, acqua e ancora aria, per cui è immediato il collegamento con la lente, caratterizzata anch'essa dallo stesso sistema. *“È la stessa cosa di prima, anche che questi solidi non sono pieni di acqua, ma la luce si sposta lo stesso, quando esce di nuovo”*. Una lente è formata da un mezzo trasparente delimitato da due superfici, di cui almeno una curva.

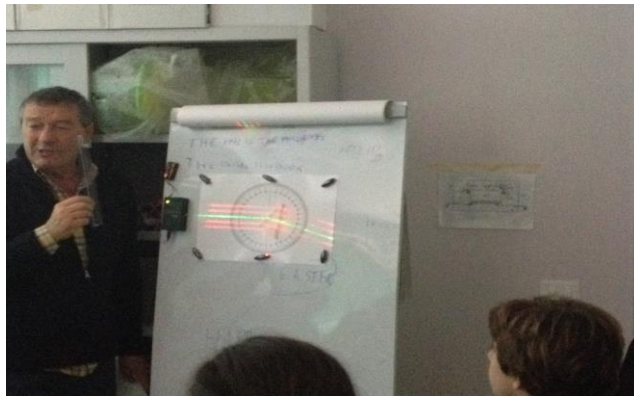


Immagine 18: Esempio pratico di rifrazione attraverso il mezzo plexiglass.

L'occhio umano funziona come una lente, in cui il cristallino proietta le immagini distorte sulla retina che quindi funge da schermo. Il docente, con l'ausilio di uno strumento formato da diversi laser che proiettano i loro fasci di luce parallelamente nella stessa direzione, illustra il funzionamento dell'occhio, interponendo diversi tipi di lenti tra la fonte luminosa e l'illustrazione dell'occhio, come si vede in figura (Immagini 18 e 19).

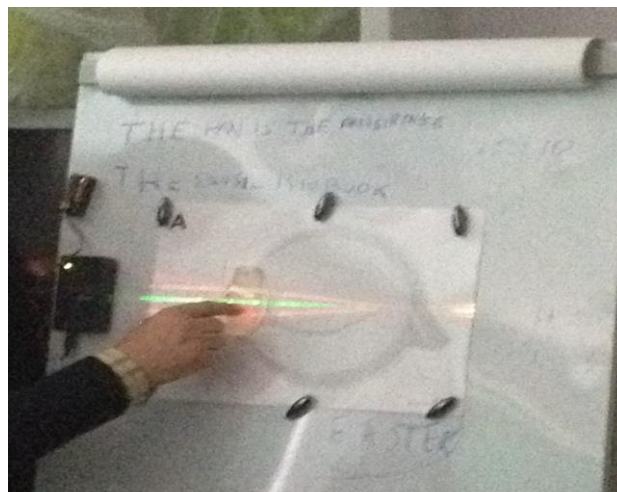


Immagine 19: Esperimento della rifrazione della luce attraverso una lente convergente.

Dapprima si utilizza un solido con le facce piane, per vedere che il percorso della luce viene deviato, ma mantenendo i suoi raggi paralleli. Da un'osservazione spontanea si ricava che *“mettendo un goniometro sotto, si può misurare di quanto si è spostata la direzione dei laser”*, ovvero l'ampiezza dell'angolo rifratto. In seguito, viene adoperato un solido con entrambe le facce concave, in modo che si noti immediatamente la variazione nel cammino luminoso: i raggi paralleli emergono dal mezzo dopo due rifrazioni, incontrandosi. La lente considerata è detta lente convergente, poiché converge i raggi luminosi in un solo punto, dopo averne deviato la direzione all'interno del mezzo (in questo caso plexiglass, il cui comportamento, bene o male, può essere assimilato all'acqua o al vetro). Un bambino interviene dicendo *“a me sembra come quando mio padre, che fa l'ottico, dà degli occhiali che avvicinano o allontanano”*, osservazione colta e approfondita dal mediatore.

Gli alunni del 73° Circolo sono bambini abituati ad essere stimolati ed essere interpellati per esprimere le proprie opinioni. Infatti, durante la sperimentazione rispondono in maniera pertinente e non indugiano sul partecipare all'attività. Inoltre, la libertà che caratterizza l'ambiente di apprendimento, in cui sono abituati a interfacciarsi alle conoscenze, li predispone ad un clima relazionale in cui si percepisce in maniera tangibile l'educazione basata sul rispetto, sull'ascolto, sulla condivisione.

Lo stesso atteggiamento positivo e ben disposto lo dimostrano le docenti che assistono alla sperimentazione, osservando avidamente ricercatori, attività e gestione della situazione, per fare propri tutti gli elementi di supporto alla propria gestione, nell'ottica di riproporre contenuti e metodologie. Il loro comportamento, inoltre, denota un'abitudine al confronto, alla collaborazione e all'autocritica molto forte, che è quella che si può osservare nei loro bambini; è questa un'ulteriore riprova del fatto che gli alunni sono lo specchio degli insegnanti ed è sugli insegnanti e sulla loro forma mentis che la ricerca va ad operare, per assicurarsi di avere domani dei giovani con una comprovata attitudine al ragionamento e al pensiero analitico.

#### **4.4.3 Docenti che hanno sposato il cambiamento (resistenze, nuovi apprendimenti, collaborazione tra docenti, nuovo metodo)**

Secondo gli studi condotti per la ricerca Inquiry, per un'educazione scientifica gli studenti necessitano di una buona mediazione didattica, considerando la stretta connessione tra esperimenti e modelli. Un modello frequentemente utilizzato nelle scuole è l'approccio deduttivo, più che altro basato sulla trasmissione unidirezionale dei contenuti dall'insegnante agli allievi, mentre talvolta il metodo induttivo si avvicina di più allo stile educativo proposto dell'IBSE per studiare le scienze naturali. L'ideale sarebbe una prospettiva che tenesse conto di situazioni concrete e pensiero astratto. Questo tipo di approccio è stato definito "fenomenologico" da Guidoni<sup>19</sup>, il quale intendendo con questa espressione l'uso integrato di teoria e pratica in termini di creatività e problem solving da un lato, e connessione logica tra fenomeni e cause dall'altro, con la finalità di elaborare da sé modelli e rappresentazioni, invece di adoperare quelli preconfezionati proposti da testi e insegnanti.

Cosa spinge un insegnante a voler sposare il cambiamento, abbandonando metodi e convinzioni che hanno caratterizzato la sua formazione e la sua esperienza, per adottare in sostituzione una prospettiva tanto innovativa da stravolgere ogni campo dell'agire docente? La risposta a questa domanda varia a seconda del contesto considerato.

Se immaginiamo la situazione in cui si sono trovate le docenti che hanno costituito i pilastri e i riferimenti per la scuola di Bagnoli, non possiamo non contestualizzare la loro scelta entusiastica a favore dell'innovazione. Gli anni '70 in Italia hanno fatto da sfondo a numerose variazioni di rotta, in cui riforme del governo e desiderio di miglioramento in numerosi ambiti della società. Nel panorama educativo, in particolare, come ci ha raccontato una delle storiche pioniere del 73°, si respirava un'aria di cambiamento che avvolgeva tutti i nuovi docenti che si affacciavano al mondo della scuola, con una grande fiducia nelle possibilità offerte dai progetti in divenire, nella speranza di poter offrire un'esperienza scolastica alle generazioni future diversa da quella che avevano avuto loro, caratterizzata da rigidità nei metodi e nei contenuti e chiusura al possibile. La novità era percepita come occasione di riscatto e

---

19

GUIDONI 2003= P. Guidoni, *Re-Thinking Physics for Teaching: some research problems* in E.F.

miglioramento, rispetto ai modelli tradizionali fallimentari. Inoltre, l'istruzione era un elemento su cui la nuova realtà socio-culturale investiva moltissimo, vedendo in essa la strada più efficace per educare al progresso e all'apertura mentale. Anche la formazione era considerata diversamente da com'è considerata oggi; la formazione al di fuori delle agenzie educative come la scuola e l'università era un'occasione di crescita, in cui i formati erano avidi di conoscere perché era tutto da scoprire e i formatori, dal canto loro, erano coloro che passavano un testimone ottenuto con sacrificio e passione, valori che venivano trasmessi ai giovani. Non è difficile immaginare quanto fosse facile trovare terreno fertile all'innovazione nella scuola, laddove erano gli stessi attori della scuola a richiedere e perseguire questa innovazione.

È altrettanto facile comprendere la netta differenza con la cornice culturale e sociale in cui oggi è immersa la scuola: l'educazione è alla portata di tutti (l'università è molto più accessibile che in passato) il che la rende più scontata e meno sacrificata; la staticità che caratterizza la situazione educativa nel nostro paese fa ristagnare proposte e svolte di miglioramento; rendersi conto, dal confronto con un passato entusiasta, di essere ancora ancorati ad elementi formali come voti, valutazione, obiettivi curricolari e quant'altro, fa sì che l'entusiasmo sia scemato e sostituito da una sorta di apatia indifferente. Questo non solo non spinge a credere nel possibile e a ricercare personalmente strade diverse, ma al contrario porta ad evitare ogni tipo di proposta innovativa, spaventati da ciò che si discosta da una tradizione secolare.

Ecco perché l'atteggiamento e la forma mentis di queste docenti del plesso di Madonna Assunta saltano così tanto all'occhio, nella piattezza degli altri contesti scolastici. Ed ecco perché questa scuola è stata la cornice ideale in cui si inserisce il progetto di formazione con l'università: le docenti non solo non erano per nulla spaventate dal timore di sentirsi inadeguate a fronteggiare un nuovo metodo e concetti che non padroneggiavano, ma anzi trovavano nell'apporto degli esperti un'occasione di autocritica, di apprendimento e professionalizzazione.

Ciò che potrebbe diffondere questa mentalità aperta all'innovazione e al rischio, dall'ambito euristico della sperimentazione dei ricercatori alla preparazione universitaria dei futuri docenti, potrebbe essere esportare nelle università il metodo sperimentale adoperato per la ricerca, creando finalmente un collegamento tangibile per superare quel

gap tra università e scuola di cui gli studenti si lamentano nelle interviste. Per fare ciò, viene di seguito proposto un modello, i cui aspetti principali sono stati costruiti dai dati raccolti dalle aspettative degli studenti in formazione, dalle esperienze positive dei docenti innovatori e dalla lungimiranza analitica della ricerca della didattica in ambito scientifico.

#### **4.5. Elaborazione di un modello di formazione scientifica dei docenti**

Da quanto abbiamo potuto osservare, oggi si assiste sempre di più alla necessità di un cambiamento all'interno del contesto scuola. Essa, com'è noto, è una delle più importanti agenzie formative nella vita dell'individuo (seconda solo alla famiglia), la cui responsabilità più ingente è quella di indirizzare e supportare il percorso di crescita e maturazione degli alunni. Rapportarsi al giorno d'oggi con la cultura in cui siamo immersi e rispondere alle esigenze educative della nostra società è un compito alquanto arduo. Bambini e ragazzi delle nuove generazioni sono avvezzi a gestire molteplici flussi di informazioni contemporaneamente utilizzando diverse fonti e strumenti allo stesso tempo, ma d'altra parte hanno un livello di attenzione e motivazione molto basso in tutto quello che fanno, abituati a saltare da una cosa all'altra, in una società liquida che li costringe a stare al passo con l'enorme quantità di stimoli che fornisce, privandoli della capacità di concentrarsi e investire del tempo per riflettere.

Pensare che metodi tradizionali di lezione frontale e strumenti antiquati, come libri di testo e lavagne in ardesia, funzionino ancora come veicoli di apprendimento è quanto di più irrealista possa considerare il sistema scolastico. Non accorgersi dell'inadeguatezza e dell'inefficacia di una tale impostazione, e continuare a propinarla agli studenti, sarebbe come mettere la testa sotto la sabbia, ignorando l'emergenza educativa che ci si presenta attualmente dinanzi.

Questo discorso vale a maggior ragione per materie snobbate e lasciate da parte tanto dagli insegnanti quanto dagli studenti. Se già per le discipline a sfondo umanistico questa difficoltà si fa sentire, per la matematica e le scienze è praticamente impossibile parlare di apprendimento se non si passa per una radicale innovazione metodologica, che prevede come premessa una innovazione di pensiero. Tuttavia, non è così immediato cambiare volto alla scuola ed in particolare ai metodi dell'educazione



scientifico: l'università resta ancorata a modelli formativi per gli insegnanti di tipo teorico e lontano dalla didattica e, d'altra parte, la scuola non si preoccupa dello sviluppo della professionalità docente. Tutto ciò ha reso necessario un intervento su entrambi i fronti e le figure professionali scientifiche che operano nel filone della ricerca in campo della didattica si sono impegnate per trovare nuove prospettive educative, sperimentando percorsi innovativi per i docenti pre ed in-service, ponendo le basi per edificare un nuovo modello di formazione scientifica per gli insegnanti.

Il più grande deficit del sistema scolastico in uso in Italia, riguardo l'insegnamento delle materie scientifiche, è l'incapacità di collegare l'aspetto pratico, fatti, dati e avvenimenti concreti, all'aspetto teorico e astratto, costruendo e negoziando concetti, modelli e rappresentazioni. Naturalmente, un ruolo fondamentale è giocato dai diversi tipi di linguaggi usati nelle attività, durante le quali i linguaggi si co-costruiscono, condividendo codici arbitrari non prefissati e consegnati nelle mani degli studenti già pronti all'uso, ma rendendoli propri e per questo meglio compresi e interiorizzati.

Ovviamente, questo tipo di approccio prende in grande considerazione il lavoro sugli e degli insegnanti, i quali superando l'avversione per materie che sembrano lontane e riservate agli "addetti ai lavori", cominciando a costruire un bagaglio di conoscenze ed esperienze da mettere in circolo in una comunità di pratiche proficua per il proprio sviluppo professionale e al contempo per il percorso educativo dei propri studenti.

#### **4.5.1 Motivazioni alla base del modello**

Il lavoro di molti contributi euristici hanno avuto come oggetto la ricerca di nuovi metodi e prospettive che portassero gli insegnanti ad acquisire gli strumenti idonei per gestire, orientare ed assecondare gli apprendimenti dei loro studenti. Questo prevede un passaggio preventivo che consiste nella riflessione metacognitiva da parte dei docenti sul proprio modo di presentare e trasmettere dei contenuti, andando incontro alle inclinazioni naturali dei discenti e al contempo rendendoli partecipanti attivi nella costruzione degli step che conducono all'elaborazione di conoscenze e competenze scientifiche.

Il progetto *Traces*, stato fondato dalla Commissione Europea con lo scopo di creare un collegamento tra il mondo della ricerca scientifica e il mondo delle scienze insegnate

nelle scuole, costituisce un esempio di lavoro di ricerca, un tentativo di rintracciare la strada giusta per insegnare un metodo di insegnamento. Il dipartimento di Fisica dell'Università Federico II ha studiato per due anni i fattori che influenzano la scienza basata sul metodo euristico, tenendo conto sia delle indagini su larga scala, sia delle sperimentazioni con piccoli gruppi di insegnanti, per migliorare la formazione docente nella scuola italiana. Il progetto ha coinvolto circa 2000 insegnanti di scienze appartenenti a tutti i gradi di istruzione. Oltre ai docenti, hanno portato avanti l'iniziativa ricercatori di diversi paesi nel mondo, quali Argentina, Brasile, Colombia, Israele, Italia e Spagna.

Dal lavoro svolto, sono emersi alcuni aspetti che hanno costituito i fattori di sviluppo, tra cui la cooperazione tra insegnanti e la condivisione di materiali ed esperienze, la cooperazione tra corpo docente e ricercatori per una cospicua attività di *Teacher Training*, e infine la collaborazione tra la scuola e la società, ovvero gli enti locali, sfruttando al meglio le risorse disponibili.

Quando i ricercatori sperimentavano attività basate sul modello IBSE, aspetto fondamentale in tali attività era la presenza di più docenti, che collaboravano e apprendevano vicendevolmente dal lavoro altrui, scambiandosi i ruoli [BALZANO 2012]. L'IBSE viene comunemente definito un approccio basato sul metodo induttivo, che si serve di attività sperimentali per correlare ipotesi ed aspetti fenomenici, negoziando i significati di modelli interpretativi e costruendo insieme teorie che trovano riscontro nella realtà fattuale.

Una docente di scuola primaria, durante le sperimentazioni collettive, ha asserito di ricavare un grande vantaggio dall'osservazione attiva dei colleghi all'opera, apprendendo molto dal confronto tra il proprio metodo e quello osservato. Inoltre, un ruolo fattore per la fiducia in se stessi e nella buona riuscita dell'attività sperimentale è costituito dalla possibilità di avere un punto di riferimento, come può esserlo il ricercatore. Avere una figura di cui ci si fida, considerata pertanto autorevole e una fonte affidabile, a cui chiedere nel momento di difficoltà e ricevere un supporto contenutistico, un'indicazione metodologica risulta di grande aiuto per i docenti, i quali sentendosi in qualche modo coperti su tutti i fronti da tale presenza rassicurante sono maggiormente invogliati a mettersi in gioco e a sperimentarsi in prima persona, in

contesti nuovi e con approcci alquanto innovativi.

I risultati delle interviste del progetto *Traces* evidenziano molto spesso la consapevolezza da parte degli insegnanti della scuola primaria di avere gravi mancanze nelle proprie conoscenze e competenze matematiche e scientifiche, dovute a un'educazione scientifica fornita dalle università lacunosa e approssimativa. Questa consapevolezza, che costituisce di sicuro un limite per i docenti che si trovano a dover fronteggiare un argomento su cui non si sentono preparati abbastanza, diviene una forza invece nel momento in cui si riceve il supporto di esperti esterni che si propongono di sopperire a tali lacune con una nuova educazione scientifica, pratica ed esperienziale. A questo punto, l'essere consci di doversi aggiornare e dover perfezionare il proprio metodo non sarà più motivo di scoramento, bensì un punto di partenza per migliorarsi. In un'intervista una maestra afferma che sia doveroso per le insegnanti migliorare la propria pratica didattica.

Tra gli aspetti negativi evidenziati dai docenti intervistati, emerge l'ambiguità dei programmi scolastici, che spesso costituiscono fonte di confusione. Talvolta, il curriculum diventa un vincolo stretto e scomodo che richiede il perseguimento meccanico di un obiettivo troppo schematico e riassuntivo, che non esprime invece l'enorme quantità di aspetti da prendere in considerazione nel processo di apprendimento. Ed infatti, più che al processo, viene conferita attenzione al risultato, sintetizzato in scarni traguardi di apprendimento. La lista degli obiettivi punta maggiormente su ciò che gli alunni debbono sapere, senza puntualizzare come vengono in possesso di tali saperi e come vengono da essi gestiti e rielaborati, una volta appresi.

L'importanza di questo tipo di approccio si evince nella possibilità per gli studenti di sviluppare le capacità matematiche, apprese costruendo modelli a partire da dati trasformati in pensiero astratto, ma anche le capacità scientifiche, padroneggiando strumenti e metodi sperimentali. Il pensiero critico, così messo a punto, permette di analizzare anche fenomeni più complessi, con il metodo di ricercare in tutte le cose l'invarianza e approfondirne le cause.

#### **4.5.2 L'importanza della comunità di pratiche**

Dai quanto dichiarato dagli studenti di entrambi i corsi (dell'anno 2014/2015 e dell'anno

2015/2016), l'aspetto partecipativo del nuovo approccio sperimentato è uno degli aspetti peculiari più significativi del corso. Molti di essi hanno dichiarato di aver piano piano superato l'imbarazzo e il timore di sbagliare, esprimendo le proprie opinioni nelle discussioni collettive, scoprendo quanto sia importante valorizzare ogni singolo intervento, che risulta costruttivo ai fini del processo di costruzione della conoscenza. Altra conseguenza positiva del metodo è senz'altro l'abitudine al confronto tra colleghi: gli studenti hanno affermato di aver studiato insieme per preparare l'esame di fisica e di aver costruito una sorta di rete di condivisione di materiali, idee e dubbi. D'altra parte, l'inclinazione al confronto è stata sfruttata, in maniera del tutto spontanea, anche nella progettazione e nell'attuazione di interventi didattici, come richiesto dal percorso di tirocinio formativo: molti studenti sia del primo corso che del secondo hanno provato a riproporre nelle classi accoglienti le esperienze vissute in sede universitaria, e per fare ciò hanno attinto da materiali e conoscenze condivisi le modalità di esecuzione degli esperimenti e gli strumenti specifici, necessari per la realizzazione dell'attività. Tuttavia, l'aspetto più sorprendente della faccenda è la capacità, da parte della cospicua maggioranza degli studenti, di riconoscere tutte le caratteristiche costitutive del metodo adoperato dai ricercatori e di esportarlo in contesti diversi da quelli prettamente scientifici in cui esso è stato presentato. Qui giace la definizione di competenza, ovvero l'atto di rielaborare una conoscenza appresa e adoperarla opportunamente in contesti diversi da quello di apprendimento. Per quanto sia assolutamente utile ( e aggiungerei necessario) adottare questo tipo di metodologia interattiva e sperimentale per l'insegnamento di materie scientifiche, poiché teoria e pratica sono elementi inscindibili della fenomenologia, non è inadeguato pensare di poter utilizzare un metodo altrettanto interattivo e coinvolgente nel lavoro concreto di altre discipline, poiché per ogni tipo di contenuto è necessario costruire ambiente di apprendimento motivante e ricco di spunti di riflessione che sviluppino la capacità di articolare un ragionamento logico basato su ipotesi coerenti e intuizioni fondate. Adottare un pensiero critico ed analitico nei confronti di quello che osserviamo e nei confronti delle informazioni che riceviamo (e delle fonti da cui provengono) non ha a che fare solo con apprendimenti scientifici, ma riguarda l'educazione alla cittadinanza attiva, che porta ad acquisire consapevolezza delle azioni proprie ed altrui.

E ad un tratto la scuola si trasformerà in un grande laboratorio, in cui vige un altro tipo di prospettiva educativa, in cui si attuerà finalmente l'idea deweyana che molti hanno giudicato utopica del *learning by doing*, imparare facendo, sperimentando con i propri sensi e la propria ragione il mondo circostante. Questo può realizzarsi davvero solo quando i docenti di una scuola riescono a ripensare la didattica, a riappropriarsi dell'aspetto concreto e costruttivo del fare didattica.

Premessa basilare per un tipo di scuola di questo genere è la costruzione di una **comunità di pratiche**, che metta tutti i colleghi che lavorano in uno stesso contesto scolastico (o anche in contesti differenti) in contatto tra loro, andando a formare un network di informazioni circolari. In questo modo, l'agire educativo di ciascuno, se condivise, andranno a costituire per gli altri una fonte importante quanto ricca di esperienze vissute di programmazione, attuazione, gestione e revisione di azioni didattiche. Attraverso la documentazione raccolta, si potrà mettere su un archivio di suggerimenti, difficoltà gestite, problemi educativi risolti, implicazioni di metodologie varie e trattazione di contenuti, in altre parole, di **buone pratiche**, che andranno a costituire spunti, consigli e previsione per altri insegnanti. Discutere e confrontarsi tra docenti circa una determinata situazione non solo è utile, ma addirittura necessario per la propria crescita professionale, come sostiene **Schön**. Riflettere sul proprio operato e autovalutarne cause, effetti e fattori influenti è una pratica che dovrebbe essere all'ordine del giorno nel campo dell'insegnamento, poiché fornisce l'occasione per analizzare tutte le variabili in campo e come sono state organizzate, per risalire a metodi e pianificazione efficaci e per individuare i punti critici di attività e gestione, partendo proprio da essi per ripensare l'intervento educativo.

L'apprendimento riflessivo di Donald Schön fornisce innumerevoli spunti su cui soffermarsi per analizzare la formazione esperienziale. Spesso si sente parlare di problem solving come metodo per inquadrare e strutturare un intervento formativo, ma Schön parla di un approccio più complesso che considera la problematicità della singola situazione che funge da contesto per le azioni didattiche: si viene a delineare la cosiddetta "riflessione nell'azione" (*reflection in action*). Questa fase riflessiva, però, non deve essere per forza posta al seguito dell'azione educativa, anzi è bene che essa non solo la segua ma la accompagni, in modo da avere in ogni momento un quadro

chiaro di che direzione sta prendendo il processo di insegnamento-apprendimento. Questa è la riflessione nell'azione.

Schön parla, inoltre, di processo conversazionale, ovvero un interrogarsi sulla possibile attuazione dell'intervento formativo e sulle ipotesi da sperimentare. Questo è un modo intelligente e lungimirante di rapportarsi con le situazioni problematiche, prevedendone eventuali sviluppi. Secondo Schön, il professionista è parte integrante della situazione problematica, ma non può pensare di avere certezze sull'andamento e ignorare eventuali ostacoli che egli definisce resistenza al cambiamento poiché in tal caso si avrebbe una profezia che si autoavvera e, se tutto va secondo previsione, non si sentirà l'esigenza di rivedere e quindi di riflettere sulla pratica.

Il confronto e la condivisione nel processo conversazionale sono due strumenti potentissimi a disposizione degli insegnanti, i quali possono far riferimento non solo gli uni agli altri per un supporto e un parere professionale, ma sarebbe auspicabile anche poter fare capo alla figura di un esperto competente e affidabile. Spesso abbiamo denunciato in questa sede la solitudine che lamentano gli insegnanti inclini al cambiamento ma senza un nessuno che venga loro in aiuto. Nelle interviste agli studenti di entrambi i corsi emerge chiarissima la necessità anche per gli studenti in formazione di potersi riferire ad un docente mentore. Una ragazza afferma

*“..se la discussione con i bambini mi portasse su strade che non conosco, non mi spaventerebbe trattarli andandomi preventivamente a documentare, come adesso che mi occupo del lavoro di tesi e talvolta incontro argomenti che non padroneggio; la differenza è che però adesso sono supportata dai docenti. Riguardo il nostro percorso di formazione io fornirei maggiori materiali ai futuri docenti, una guida più consistente in campo strettamente didattico e non contenutistico; mentre se dovessi immaginarmi docente, penso sarebbe molto utile organizzare incontri di confronto, gruppi di supporto e corsi di aggiornamento per docenti in carica: in questo modo ci si sentirà le spalle coperte e ci si lancerà di più verso il cambiamento, lasciando libero il ragionamento e le discussioni aperte, cogliendo spunti che tante volte vengono ignorati perché troppo impegnati a trasmettere quei e soltanto quei determinati contenuti disciplinari, come da programma”.*

Ecco cosa si intende per riflessione in azione, cooperare per il raggiungimento di

obiettivi condivisi, condividendo momenti di analisi in gruppo.

I docenti della scuola che ha appoggiato la sperimentazione del gruppo di ricerca, il 73° Circolo, sono testimoni della possibilità reale che un siffatto modo di procedere nel percorso educativo scolastico sia fattivamente attuabile. Essi riscontrano nella pratica di tutti i giorni i vantaggi di aderire ad un modello di scuola deweyano, sia nel camminare insieme ai colleghi, sia nello sperimentare metodi innovativi, sia nella formazione continua supportata da esperti esterni.

Come nella fortunata intuizione che sta alla base del metodo adoperato dalle insegnanti del 73° circolo, l'antidoto più sicuro per contrastare la chiusura in cui è impantanata gran parte dei docenti italiani, è la **formazione continua dei docenti**. Elemento di spicco della scuola è l'assenza di ogni tipo di condizionamento causato dal contratto didattico, una stortura che porta con sé ansie e pregiudizi dovuti alle aspettative che il bambino suppone che la maestra abbia nei suoi confronti, e d'altra parte anche l'insegnante si sente caricata delle aspettative dei suoi alunni, creando da entrambe le parti un'ansia da prestazione che condiziona inevitabilmente l'apprendimento. Superando l'ostacolo di condizionamenti vari, l'insegnante assume un atteggiamento umile di oggettività e voglia di migliorarsi. Un'inclinazione del genere è sensibilmente incrementata dall'interazione con i ricercatori e dalla sicurezza di potersi rivolgere a figure di riferimento, come esperti esterni e formatori. Essi mostrano l'utilità di adottare una visione dinamica e sperimentale, nonché la necessità di mettersi in discussione ed acquisire uno spirito critico. Rispondere "non lo so" ad una domanda posta dall'alunno, non solo non è segno di scarsa competenza epistemologica, ma ha un valore educativo per l'alunno stesso che si ricrede sull'infalibilità del docente (e dell'adulto in generale) ed inoltre ridimensiona la sua saccenza, essendo stimolato nel percorso si ricerca.

Dall'applicazione durante i laboratori del metodo utilizzato nell'approccio alla matematica e alla fisica, gli insegnanti hanno modo di osservare i ricercatori gestire il gruppo (spesso alunni di diverse classi e diversi gradi di istruzione) e condurre l'attività, orientandone gli sviluppi cogliendo osservazioni intuitive e utili ai fini della comprensione dei concetti a cui il mediatore vuole far arrivare gli studenti. Si assiste ad un doppio apprendimento: sia docenti che allievi apprendono contenuti e metodo di apprendimento.

Questo era il metodo adoperato dal Movimento di Cooperazione Educativa, a cui hanno fatto riferimento tutte le docenti intervistate (di cui alcune per aver partecipato ai corsi di formazione da esso organizzati), che, come descrivono, consiste in una full immersion in un contesto laboratoriale, sperimentando in prima persona situazioni esperienziali che poi sarebbero state proposte agli allievi, sentendosi bambini e sperimentando i percorsi mentali dei bambini, da un lato per comprenderne difficoltà e competenze interpellate, dall'altro per elaborare un approccio creativo e concreto ai concetti disciplinari. Questo calarsi nei panni dei piccoli discenti permette di avere una lungimiranza e una capacità di prevedere l'incidenza dei fattori in gioco, che porta a considerare i bambini come persone vere e proprie, senza sottovalutarne e sminuirne le potenzialità, come spesso fanno i giovani docenti, molto preparati epistemologicamente ma poco attenti alla relazione docente-discente.

Oltre ad apprendere dai metodi di ricercatori ed esperti, gli insegnanti, che ormai hanno acquisito un'apertura mentale che li rende come spugne inclini all'assorbimento di elementi positivi da ogni contesto, si predispongono a ricercare atteggiamenti da far propri anche nel lavoro delle proprie colleghe. Se sono in grado di stimolare relazioni di tutoraggio tra i propri alunni, a supporto della continuità verticale in cui i più grandi aiutano i più piccoli e della coesione del gruppo, promuovendo il cooperative learning se qualcuno resta indietro, se ci riescono è proprio perché impostano la stessa relazione di supporto e arricchimento reciproco con i propri pari, che nel caso dei docenti sono i propri colleghi. Osservare come una collega risolve una situazione, condividere difficoltà e dubbi, camminare con coerenza e continuità lungo lo stesso percorso educativo, contribuisce alla crescita professionale per i docenti ed evita contraddizioni e confusione per una classe comune, su cui un eventuale disappunto si riverserebbe.

**4.5.3 Impostazione e caratteristiche del modello per i formatori:** didattica laboratoriale, metodo deduttivo, rapporto teoria-prassi, peer tutoring, metodo di apprendimento e metodo di insegnamento, esperienze tra studenti universitari e tra docenti in formazione, maieutica.

È stato già affrontato in questa sede (seconda parte, terzo paragrafo) l'argomento che riguarda i modelli di formazione degli insegnanti, ampiamente sviscerati e messi a



confronto. Ricordando la visione di Shulman (1986) sulle competenze specifiche per l'insegnamento della fisica, ottenute dalla combinazione di conoscenze disciplinari e conoscenze pedagogiche, si vuole qui presentare un nuovo punto di vista sulla formazione dei docenti. Esso si ottiene dall'integrazione di tre modelli educativi, proposta da Michelini, Santi e Stefanel nel *Giornale Italiano della Ricerca Educativa*<sup>20</sup>.

I suddetti modelli in dettaglio sono:

- modello metaculturale, che si dispiega a partire da case study, analizzando le difficoltà e le opportunità di una specifica proposta didattica, lasciando all'insegnante la trasposizione in soluzioni operative di materiali di letteratura, che fungono da supporto teorico, e documentazione di esperimenti, che forniscono esempi empirici;
- modello esperienziale, che si basa sull'esperienza dell'insegnante che sperimenta attività e metodi che intende presentare ai propri studenti, per analizzarne limiti e vantaggi; questo modello riprende la metodologia *Inquiry Based Learning*, in cui l'insegnante prima e gli alunni poi esplorano la realtà attraverso esperimenti, preceduti da ipotesi e da previsioni e seguite dal confronto e dall'elaborazione dati;
- modello situato, che adotta la metodologia di ricerca-azione in laboratori concettuali: i docenti in formazione osservano, analizzano e immagazzinano le modalità con cui i ricercatori pianificano e conducono un'attività con gli studenti, in modo da maturare dall'esperienza apprendimenti utili per il proprio sviluppo professionale.

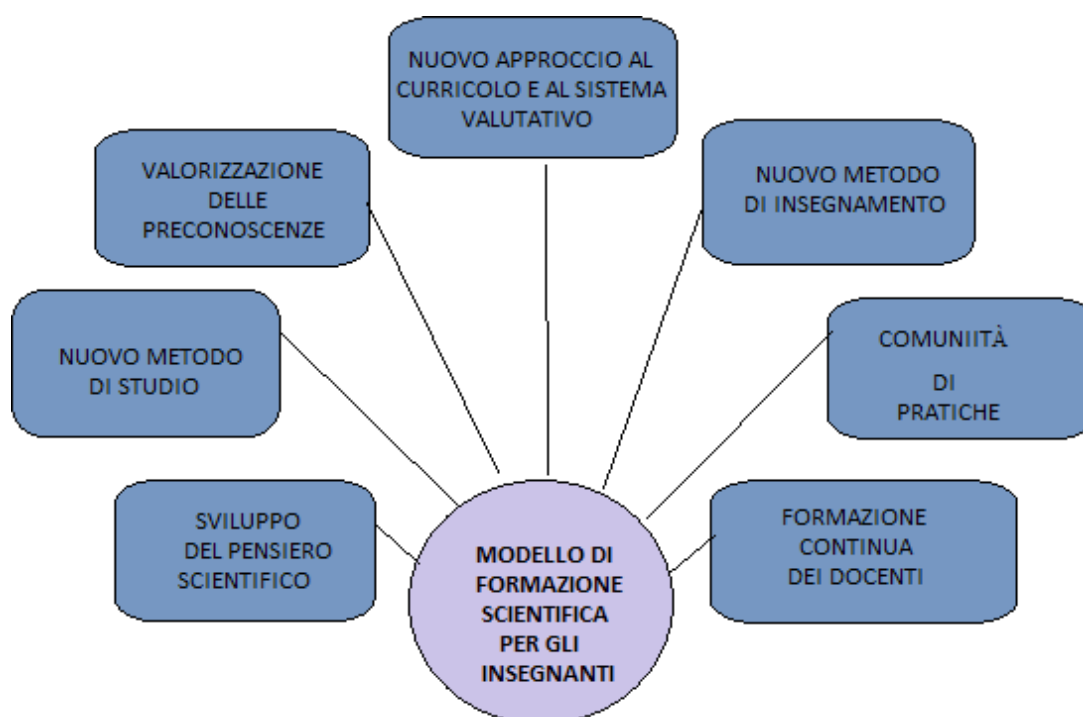
L'incontro tra questi modelli illustrati, attingendo dall'attuazione di tutti e tre, porta allo sviluppo di una ricerca sull'integrazione dei modelli per la didattica della fisica in termini di competenze (*Research based Integrated Model for professional Competences in Physics Education*), ovvero **RIMPEC**. Il modello qui illustrato si articola a partire da alcuni punti cardine, che sono: concettualizzazione dei contenuti disciplinari, analisi di proposte didattiche risonanti, integrazione dei metodi descritti dai modelli

---

<sup>20</sup> Michelini M., Santi L., Stefanel A. *Giornale Italiano della Ricerca Educativa*. Anno VIII numero 14 giugno 2015. Pensa MultiMedia Editore srl.

metaculturale, esperienziale e situato.

Il modello che si andrà a delineare di seguito prende le mosse dalle considerazioni appena fatte e si propone di andare a sviluppare quelle che sono le competenze *core* di ogni insegnante, che riguardano, in particolare, gli ambiti del sapere (che presuppone conoscenze disciplinari), del saper fare (che richiede conoscenze didattiche) ed infine del saper interagire (che interpella conoscenze psicopedagogiche). Sulla base di questi obiettivi, si delineano gli aspetti peculiari che traducono proposte ed esperienze in step concreti, illustrati qui di seguito, per orientare il percorso formativo degli insegnanti pre e in-service nella direzione del cambiamento concettuale.



– **Sviluppo del pensiero scientifico.**

Assumere un atteggiamento critico nei confronti del mondo circostante, osservando con uno spirito analitico la realtà fenomenica porta a sviluppare la capacità di chiedersi il perché, di indagare le relazioni di causa-effetto. Essere in grado di sostenere un ragionamento coerente e logico, con argomentazioni pertinenti, abitua a passare dal particolare al generale, attuando processi di astrazione, necessari per la comprensione profonda dei concetti.

Il contesto in cui avviene tutto questo è il laboratorio. Il laboratorio è un luogo fisico e concreto di apprendimento significativo, in cui vengono messe in campo tutte le diverse intelligenze (Gardner 1999), ovvero tutti i diversi talenti posseduti dagli studenti, anche quelli che normalmente nel contesto classe delle lezioni tradizionali non vengono fuori. Dal punto di vista strettamente didattico, il laboratorio è un luogo dove l'apprendimento diventa retroattivo, ovvero l'alunno, in un momento successivo all'azione, riflette sul proprio apprendimento, appropriandosi di quella che viene definita metacognizione, la consapevolezza del proprio stile cognitivo, abituandosi alla riflessione all'autoanalisi. La parola d'ordine della didattica laboratoriale è trasversalità, poiché non si può immaginare un laboratorio chiuso in una singola disciplina: esso diventa la rete tra le diverse forme e fonti del sapere, che il bambino impara a gestire autonomamente e in maniera pertinente. La didattica laboratoriale è soprattutto fare esperienza in prima persona, sperimentando la stretta relazione tra conoscenza e applicazione del sapere, in contesti pratici e quotidiani, toccando con mano quant'è breve il passaggio tra esperimento e reale.

A differenza delle altre metodologie, quella laboratoriale è interattiva e quindi molto più coinvolgente, laddove il bambino è motivato e interessato in qualcosa di pratico e vicino alla realtà. Inoltre, ricevendo una quantità enorme di stimoli che con la lezione frontale non riceve, è anche più semplice per lui appropriarsi dei concetti trattati, dal momento che il laboratorio consente anche una personalizzazione del percorso didattico, tornando così sul discorso dell'inclusione.

– **Nuovo metodo di studio.**

Approccio riflessivo e metacognitivo alla comprensione di materie scientifiche, sviluppando un atteggiamento di elasticità mentale, grazie ai confronti e ai collegamenti tra i concetti, individuando situazioni simili e relazioni costanti tra le variabili coinvolte in un determinato fenomeno fisico. La metacognizione, attuata tramite le metacompetenze, è utilizzata non solo nel proprio apprendimento, ma anche nel proprio insegnamento (e quindi nell'apprendimento altrui).

– **Valorizzazione delle preconoscenze.**

Partire da ciò che si sa su un determinato fenomeno, per formulare ipotesi e deduzioni, in base alle esperienze della realtà quotidiana; integrare le conoscenze, rielaborare i

saperi, erigere strutture cognitive per costruire relazioni di senso coerenti tra i concetti. Abbiamo già affrontato il discorso sull'importanza delle *core beliefs* degli studenti, che condizionano il loro agire futuro da insegnanti; partire dalle convinzioni epistemologiche dei discenti rafforza la familiarità con l'argomento trattato e prepara il terreno per rielaborare le conoscenze pregresse e collegarle alle nuove in entrata.

– **Nuovo approccio al curriculum disciplinare e al sistema valutativo.**

Ridimensionando i saperi e contestualizzando gli apprendimenti, dando più importanza alle competenze acquisite che ai rigidi traguardi di apprendimento come da programma. Questo pensiero innovativo è indice di una nuova architettura dei nodi concettuali. Ripensare il sistema valutativo si traduce fattivamente nel dare maggiore peso al processo che ai risultati e lasciare che siano gli studenti stessi a valutare i propri percorsi di apprendimento, gli errori e i progressi, in modo che i discenti, non sentendo l'ansia di essere valutati o di mancare l'obiettivo, siano più liberi da condizionamenti.

– **Nuovo metodo di insegnamento.**

Mettersi in gioco con l'umiltà di riconoscere di non sapere e predisporre all'apprendimento in ogni momento della vita (*life long learning*). La didattica laboratoriale riprende il principio deweyano del *learning by doing*, adottando un approccio analitico ai fenomeni. L'ambiente di apprendimento, in questa nuova prospettiva, riveste un ruolo di fondamentale importanza, giocando sulle potenzialità della motivazione, che provengono da una grande attenzione alle implicazioni della sfera affettiva nel processo di insegnamento-apprendimento. La scuola diventa una piccola società in cui sperimenta il vivere comunitario, il senso di appartenenza, la tendenza positiva al confronto e alla condivisione. Una pratica molto diffusa nella scuola del 73° tra bambine docenti, molto cara all'ambiente della ricerca, è la discussione collettiva, negoziando i significati e rafforzando la capacità di argomentare e quindi di ricercare prove a sostegno della propria tesi.

In sostanza, è sempre più evidente quanto l'elemento motivazionale incida sulla comprensione ed, in particolare, riesca a veicolare proprio quelle competenze trasversali che vengono impiegate nei lavori di gruppo, nelle riflessioni collettive, nello sviluppo di un modo di operare scientifico, utile ai fini dell'apprendimento. E l'apprendimento di cui

si parla è un apprendimento significativo, che avviene per scoperta, conquistando un tassello per volta da mettere in correlazione con i tasselli che provengono da molte altre fonti, quali le prospettive integrative degli altri, le indicazioni sommerse che provengono dai formatori, le prenoscenze e le informazioni che provengono dalle proprie esperienze quotidiane.

– **Comunità di pratiche.**

Abituarsi a lavorare in gruppo, condividendo materiali, esperienze e documentazione rafforza la cooperazione nella risoluzione delle difficoltà pedagogiche e di apprendimento, sviluppando anche la capacità di problem solving e gestione degli imprevisti. D'altra parte, operare fianco a fianco con i colleghi permette di imparare dall'esperienza altrui, aprendosi ai consigli e alle critiche costruttive delle discussioni di gruppo.

– **Formazione continua.**

Dai dati e dagli esempi riportati, emerge con chiarezza il vantaggio apportato dal supporto e l'accompagnamento di un mediatore didattico, che non si limiti a spiegare i concetti epistemologici, ma illustri le modalità di attuazione del metodo di cui si fa portatore. La formazione dei docenti in carica deve articolarsi in diverse forme di rinforzo, ad esempio attraverso osservazioni di esemplificazioni, il ritrovare un punto di riferimento per chiarimenti e conferme che crea sicurezza e tranquillità per spingersi a provare il nuovo, la possibilità di instaurare delle relazioni professionali in un gruppo di lavoro, coordinato dal mediatore stesso, per poi imparare a proseguire con questo metodo con le proprie gambe, e così via.

## **Bibliografia**

Gardner, Howard (1999). *Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21<sup>st</sup> Century*, New York: Basic Books

Guidoni P. , *Re-Thinking Physics for Teaching: some research problems* in E.F.

Michellini M., Santi L., Stefanel A. *Giornale Italiano della Ricerca Educativa*. Anno VIII numero 14 giugno 2015. Pensa MultiMedia Editore srl.

Shulman, L.S. (1986). *Those who understand: knowledge growth in teaching*. Educational Researcher, 15.

Trumbell, D. J., Scarano, G., & Bonney, R. (2006). *Relations among two teachers' practices and beliefs, conceptualizations of the nature of science, and their implementation of student independent inquiry projects*. International Journal of Science Education, 28(14), 1717–1750

Wallace, C. S., & Priestley, M. (2011). *Teacher beliefs and the mediation of curriculum in Scotland: A socio-cultural perspective on professional development and change*. Journal of Curriculum Studies, 43(3), 357–381.

Waters-Adams, S. (2006). *The relationship between understandings of the nature of science and practice: The influence of teachers' beliefs about education, teaching and learning*. International Journal of Science Education, 28(8), 919–944

## **Sitografia:**

<http://www.les.unina.it/>

<http://lp.fisica.unina.it/index.php/it/>

## Conclusioni

L'elaborazione di un modello, per impiantare una nuova prospettiva formativa nel percorso di preparazione dei futuri docenti, è una procedura lunga e complessa, che coinvolge e necessita di moltissimi elementi, per essere certi di avere un riscontro in termini di utilità ed efficacia. Tra i vari elementi implicati abbiamo visto quanta influenza hanno, nella nostra proposta di modello, le **pratiche**, intese come azioni concrete in cui si dispiega l'agire docente, per far sperimentare contesti specifici e situazioni reali di apprendimento, in cui un docente si trova a dover progettare, attuare e valutare un intervento didattico. E alla base della scelta didattica selezionata per la proposta di questo modello, una metodologia basata sul puerocentrismo, non a caso uno dei punti fondanti dell'attivismo pedagogico, che fa capo a John Dewey. Il filosofo americano ha dedicato nei suoi lavori grande attenzione al fare esperienza, che egli definisce un'interazione tra individuo e ambiente, di cui vengono scoperte caratteristiche e potenzialità. Naturalmente, l'ambiente risponde a questa azione dell'individuo, agendo su se stesso e modificandosi. L'apprendimento è sempre situato, ovvero immerso in un contesto sociale ben preciso, e dal rapporto con esso emerge un confronto stimolante. Si tratta, quindi, di uno sviluppo reciproco, un'azione di adeguamento e arricchimento vicendevole, laddove per individuo si intende ogni singolo discente (comprendendo docenti in formazione e studenti di scuola), mentre con la dicitura ambiente circostante si fa riferimento a tutti gli attori e i fattori che intervengono, anche inconsapevolmente, nel processo di apprendimento (docenti, gruppo dei pari, ambiente di apprendimento, condizionamenti interni ed esterni, ecc).

Un altro riferimento teorico del modello esposto è il costruttivismo sociale di Vygotskij, che fornisce una chiave di lettura rivoluzionaria sull'apprendimento. Secondo questo approccio, non può esistere il sapere in maniera indipendente e separata dal soggetto che apprende, come un contenuto chiuso e nettamente delimitato rispetto al contesto; questo perché ogni tipo di conoscenza viene dedotta a partire dalla rappresentazione che il soggetto riproduce di tale conoscenza, si tratta di una costruzione estremamente soggettiva di significato, rielaborando i dati provenienti da tutti i canali percettivi che veicolano le informazioni. L'apprendimento è un processo di sistematizzazione, riorganizzazione e collegamento tra i saperi in entrata e quelli già presenti nel bagaglio

di ciascuno. Ogni discente, quindi, è caratterizzato da un proprio personalissimo modo di comprendere ed interpretare le conoscenze, costruendo nuovi significati che esse assumono nella propria mente, ragion per cui si parla di costruttivismo. Ma se il sapere acquista per ognuno un significato diverso, come si fa a capirsi a vicenda su uno stesso argomento? La risposta sta nell'aggettivo "sociale" che accompagna la parola costruttivismo: quest'accezione collettiva rimanda alla necessità di negoziare un significato su cui trovarsi tutti d'accordo, incontrarsi a metà strada in un punto comune che stia bene a tutti i partecipanti alla discussione. Ogni concetto riesce ad essere contemporaneamente individuale, ovvero coerente rispetto alle proprie preconoscenze, e comunitario, cioè compatibile con le idee sostenute dagli altri. Dal confronto con l'esterno, il discente sviluppa la consapevolezza di trovarsi ad un determinato livello di comprensione e, riflettendo con gli altri, riesce a comprendere in che direzione orientarsi per procedere nell'apprendimento.

Questo dovrebbe essere, in breve il compito di ogni insegnante, fornire ai propri studenti strumenti non soluzioni, necessari per poter risolvere da soli le situazioni problematiche da affrontare, viste non più come ostacolo ma come occasione di crescita. Rispettare i tempi e le esigenze educative degli alunni, considerando una programmazione per competenze flessibile e un percorso soggetto a un'analisi continua, significa guardare da una nuova angolazione l'insegnamento. Anzi, è proprio la dicitura insegnamento che andrebbe cambiata, perché troppo proiettata sul fare del docente. Bisognerebbe, invece, seriamente considerare la grandezza del **metodo socratico**, che puntava tutto sul rapporto maestro-discepolo, assumendo il punto di vista del discepolo e cercando di farlo arrivare alla comprensione autonomamente, come se il concetto lo intuisse personalmente, come se l'idea nascesse da lui: non è un caso che, risalendo all'etimologia della parola greca *maieutica*, il significato riguardi il lavoro dell'ostetricia, che fa nascere nuove creature, che le tira fuori. In un certo senso, un'interpretazione moderna del metodo socratico è quella che guida l'approccio adoperato nella scuola di Bagnoli, dove le insegnanti, contrarie ai tradizionali lavori con i libri di testo, lasciano ai propri alunni la bellezza e la soddisfazione di scoprire da sé le cose del mondo, supportando il processo di scoperta senza imporre la propria visione o l'accettazione forzata di concetti non compresi. Conquistando un concetto, l'alunno sarà in grado di



spiegarlo a modo suo e questo testimonierà un apprendimento avvenuto con successo.

Il paragone tra filosofia e materie scientifiche non è azzardato, in quanto il pensiero scientifico altro non è che una serie di argomentazioni a sostegno di una ipotesi che cerca nel ragionamento conferme logiche ed empiriche, fornite dall'esperienza. Per Socrate, il saper di non sapere era la base di ogni tipo di percorso conoscitivo. Infatti, la mente aperta e curiosa di un bambino è quanto di più fertile si possa auspicare per esperire l'approccio alle scienze. L'obiettivo principale che prefigge questo metodo è per l'appunto quello di riportare gli studenti in formazione ad avere la fiducia nella propria capacità di comprendere e la curiosità nel rapportarsi al nuovo e al possibile: calandosi nei panni dei bambini, gli studenti ne potranno sperimentare gli stili cognitivi e li potranno utilizzare metacognitivamente come fondamenta per la propria (finalmente competente ma aperta) azione didattica.