

*A papà e mamma,
ai miei figli,
al mio caro professore Claudio Fazio,
che mi ha guidata in questi anni di studio.*



Figura 1. Il laboratorio Inquiry - based

*“È possibile insegnare qualsiasi argomento
a qualsiasi bambino di qualsiasi età,
purché si trovi una forma ‘onesta’ per farlo.*

*Quell’onesto,
che allora lasciassi indefinito,
non ha smesso di turbare i miei sonni...”*

“La cultura dell’educazione”

Jerome Bruner

1996



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

Dottorato di Ricerca in
Formazione pedagogico-didattica degli insegnanti
Scuola delle scienze umane e del patrimonio culturale
Settore Scientifico Disciplinare M-PED/03

UN APPROCCIO INQUIRY BASED ALLO SVOLGIMENTO DEI LABORATORI DIDATTICI DI FISICA NEL CORSO DI LAUREA IN SCIENZE DELLA FORMAZIONE PRIMARIA

LA DOTTORESSA

GIULIANA CROCE

IL COORDINATORE

PROF.SSA A. LA MARCA

IL TUTOR

DOTT.SSA G. CANNELLA

CICLO XXIX

A.A.2016-2017

Sommario

Introduzione	7
Il percorso formativo	12
Capitolo 1. Fondamenti epistemologici alla ricerca	13
1.1 Basi teoriche di I.B.S.E	13
1.2 Fondamenti pedagogici di I.B.S.E: dall'attivismo pedagogico al costruttivismo	16
1.3 I caratteri dell'educazione nuova	18
1.4 Jerome Bruner e la teoria del costruttivismo pedagogico	23
1.5 Indicazioni Nazionali 2012, didattica per competenze e approccio Inquiry-Based	25
1.6 L'utilizzo dell'approccio <i>Inquiry-Based</i> nella didattica di tipo laboratoriale	31
1.7 Il laboratorio <i>Inquiry-Based</i>: insegnare le scienze ai bambini indagando sui loro modelli di conoscenza	33
1.8 Modellizzazione	38
1.9 Apprendimento emotivo e personalizzazione dell'insegnamento ...	39
1.10 L'apprendimento delle scienze attraverso la didattica formale e informale	40
Capitolo 2. Inquiry Based Science Education	48
2.1 Cosa è l'Inquiry Based Science Education	49
2.2 Il modello delle cinque E: metodo investigativo e pensiero riflessivo	51
2.2.1 Engage e problem posing.....	53
2.2.2 Explore: e il problem solving.....	55
2.2.3 Explain e la formalizzazione delle conoscenze.....	56
2.2.4 Extend: dalla conoscenza alla competenza.....	57
2.2.5 Evaluate: verifica e valutazione.....	57
2.2.6 Exhibition ... la sesta E	59
2.3 Livelli attività Inquiry	59
2.4 Storia di I.B.S.E	61
2.5 Progetti I.B.S.E. in Europa	63

2.5.1 Inquire.....	63
2.5.2 Estabilish.....	63
2.5.3 Irresistibile	63
2.5.4 InGenius.....	63
2.5.5 Piano I.S.S.....	64
2.6 IBSE e la didattica inclusiva	64
2.7 Ruolo del docente nei laboratori <i>Inquiry-Based</i>	65
Capitolo 3	68
3.1 Il disegno di ricerca (Coggi & Ricchiardi, 2005).....	69
Capitolo 4. Primo anno di sperimentazione: descrizione dell'intervento, metodo di raccolta e analisi dei dati.....	75
4.1 Pre test: questionario e sondaggio iniziale	76
4.2 I risultati del sondaggio iniziale.....	76
4.3 Analisi di Cluster.....	79
4.3.1 Risultati dell'analisi del pre-test	81
4.4 Progetto pre-sperimentale	90
4.5 Realizzazione del laboratorio tradizionale.....	90
4.5.1 Primo giorno di laboratorio tradizionale	91
4.5.2 Secondo giorno di laboratorio tradizionale.....	97
4.5.3 Terzo giorno di laboratorio tradizionale	98
4.5.4 Quarto giorno di laboratorio tradizionale.....	98
4.6 Discussione dei risultati.....	98
4.7 Analisi di cluster del test intermedio	102
4.8 Fase sperimentale, progetto pilota	105
4.8.1 Primo giorno di laboratorio Inquiry: introduzione teorica all'Inquiry- approach	106
4.8.2 Secondo giorno di laboratorio Inquiry: sperimentazione dell'Inquiry approach	108
4.8.3 Terzo giorno di laboratorio Inquiry: la progettazione secondo l'Inquiry approach	111
4.8.4 Quarto giorno di laboratorio Inquiry:.....	111
4.8.5 Quinto e sesto giorno di laboratorio Inquiry	112
4.9 Sondaggio finale sull'esperienza.....	114
4.10 Somministrazione del post test	115

<u>4.11 Analisi di cluster del test finale</u>	116
<u>4.12 Resoconto della sperimentazione del primo anno (progetto pilota)</u>	119
<u>Capitolo 5 Secondo anno di sperimentazione (maggio - giugno 2016)</u>	121
<u>5.1 Pre-test</u>	121
<u>5.2 Risultati dell'analisi del pre-test</u>	125
<u>5.3 Questionario sulla natura della scienza</u>	129
5.3.1 Discussione dei risultati sul questionario 'Natura delle scienze'	145
<u>5.4 Il laboratorio Inquiry-based</u>	146
5.4.1 Dettaglio delle giornate	146
5.4.2 Programma degli esperimenti nell'exhibition 2016.....	147
<u>5.5 Analisi di cluster del test finale</u>	149
<u>Capitolo 6 Resoconto sui risultati della ricerca</u>	154
<u>6.1 Il problema aperto</u>	157
<u>Bibliografia</u>	159
<u>Partecipazione a convegni come relatore</u>	164

Introduzione

Il tema di questo lavoro di ricerca svolto tra gli anni 2014-2016 riguarda una sperimentazione sul ruolo di approcci all'apprendimento basati su processi di investigazione scientifica, nella formazione dei docenti di Scuola Primaria e dell'Infanzia. Tali approcci didattici sono noti nella letteratura specializzata con il nome di Inquiry Based Science Education (IBSE). La sperimentazione è stata condotta con gli studenti del corso di laurea in Scienze della Formazione Primaria dell'Università degli Studi di Palermo, corso di laurea abilitante per l'insegnamento nella scuola dell'infanzia e primaria.

Nell'I.B.S.E. metodo laboratoriale e metodo investigativo non necessariamente si fondono; non è, cioè, detto che si faccia investigazione attraverso la didattica laboratoriale. Tuttavia, l'approccio investigativo è stato sperimentato, in questo lavoro di ricerca, nei laboratori di *didattica della fisica per la scuola primaria e dell'infanzia*, quindi si troverà frequentemente l'utilizzo dei termini *laboratorio investigativo*. Inoltre il laboratorio didattico dà la sua massima efficacia quando presuppone un approccio sia operativo sia metacognitivo (Fabbri & Munari, 1994), deve cioè essere volto all'operatività, al fare, al coinvolgimento motorio, ma perché non sia solo operatività deve coinvolgere la sfera metacognitiva, riflessiva, durante il laboratorio, dunque, deve essere esplicitato il pensiero mentale che sottende tutte le fasi. Dall'altra parte, il metodo investigativo è caratterizzato da un apprendimento per ricerca, dove ipotesi e deduzione sono elementi fondamentali (Tessaro, 2002), quindi appare chiaro come le due metodologie possano essere perfettamente complementari e si possano fondere insieme.

Il ciclo di indagine, che caratterizza l'approccio investigativo, nel suo processo, rispecchia quello che Dewey (Dewey & Monroy, 1961) definisce come il *modo con cui noi acquisiamo le conoscenze*, pertanto uno degli scopi della ricerca è stato quello di verificare in una fase pre-sperimentale (attraverso questionari, test e prove pratiche laboratoriali) negli studenti del quarto anno di SFP:

- quali fossero le idee e i preconcetti sul laboratorio scientifico;

- quali, delle conoscenze teoriche, fossero effettivamente applicate a livello pratico nella progettazione di unità di apprendimento (UdA) di tipo scientifico;
- quali delle fasi nel modello delle 5E dell'approccio investigativo (Bybee et al., 2006), fossero spontaneamente utilizzate dagli studenti, e quali quelle meno presenti nelle loro progettazioni di laboratorio;

Ulteriore scopo della ricerca è stato quello di verificare, in due successive fasi di sperimentazione (sperimentazione pilota e sperimentazione vera e propria):

- quali abilità venissero sviluppate negli insegnanti attraverso l'uso di IBSE, visto che in letteratura è noto che *'l'educazione scientifica basata sull'investigazione si è dimostrata efficace nella scuola primaria, ed è stato dimostrato che non solo serve ad aumentare l'interesse e il rendimento degli alunni, ma anche a stimolare la motivazione degli insegnanti'* (européenne & recherche, 2007);
- se l'utilizzo dell'approccio Inquiry possa essere considerata utile per sviluppare, negli studenti di SFP, una effettiva didattica per competenze, come prescritto nelle Indicazioni Nazionali (dell'Istruzione, s.d.).

Il primo anno di dottorato è stato impiegato per progettare il piano di ricerca per renderlo effettivamente valido e significativo, per recuperare tutte le mie esperienze fatte in ambito educativo e le mie esperienze formative, per dare una direzione a quella che è stata poi la mia ricerca. In questo primo anno ho, inoltre, approfondito i miei studi sull'approccio Inquiry, per provare a farne una trasposizione didattica in un contesto universitario.

I motivi per cui è stato scelto questo contesto e questo argomento, sono molteplici. Un primo motivo è di natura personale, perché mi occupo, quale insegnante della scuola primaria e dell'infanzia, di didattica delle discipline scientifiche già dagli anni della mia formazione universitaria. Il metodo investigativo ha infatti contraddistinto la mia attività di insegnamento già dai tempi dell'università, quando ho sperimentato l'approccio Inquiry sia nella scuola primaria che dell'infanzia. Nella scuola primaria ho realizzato un progetto su *Gli stati della materia e i fenomeni termici: una sperimentazione di didattica laboratoriale per favorire il passaggio dalla conoscenza comune alla conoscenza*

scientifica nella scuola primaria. (Croce, 2006). Nella scuola dell'infanzia ho realizzato un progetto sull' *Osservazione e descrizione di fenomeni naturali: L'acqua, il ghiaccio e il vapore* (Croce, 2007)

Negli anni a seguire frequentando un master sull' *Insegnamento delle discipline scientifiche nella scuola di base*, presso il dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Palermo, ho condotto un laboratorio interdisciplinare per alunni della scuola primaria con le nuove tecnologie informatiche dal titolo *Un mondo in una goccia d'acqua*.

Durante questi percorsi ho sperimentato in prima persona quali siano le caratteristiche di un laboratorio scientifico di tipo investigativo, ho dunque verificato che l'approccio di tipo investigativo è utile sin dalla scuola dell'infanzia ed è realizzabile sia con la strutturazione di laboratori 'poveri' che con le nuove tecnologie. Il mio percorso, in occasione del dottorato, si è arricchito con esperienze dirette anche presso il Muse di Trento, dove ho seguito un corso di formazione sull'approccio Inquiry. Durante il corso abbiamo sperimentato attività di tipo investigativo, ne abbiamo osservato le caratteristiche ed abbiamo ipotizzato attività che utilizzassero l'approccio Inquiry. Da questo corso di formazione abbiamo raccolto le più importanti strutture fondanti di questo metodo.

Inoltre, studi sull'efficacia dell'approccio Inquiry hanno mostrato i benefici di questo sul processo di insegnamento apprendimento sia per gli studenti che per gli insegnanti (Schwab, 1958; Herron, 1971) e anche un importante documento della Commissione Europea, noto in Italia come *Rapporto Rocard* (européenne & recherche, 2007) raccomanda esplicitamente l'uso dell'approccio Inquiry nella didattica. Un altro motivo che ha guidato la mia scelta è la considerazione che, nel corso di laurea in SFP il corso di Fisica è certamente uno dei più intensi e formativi, ma è anche uno di quelli per il quale è possibile riscontrare un livello di "avversione preconcetta" negli studenti abbastanza alto, con diversi studenti che apertamente dichiarano, prima di iniziare lo studio della disciplina, di non sentirsi abbastanza preparati per affrontare lo studio di una disciplina percepita semplicemente come "difficile" o "astrusa". Ulteriore motivo, che avvalorava la scelta della sperimentazione in questo contesto territoriale, nasce dal fatto che, studi di settore (PISA, 2013), dimostrano che nel sud Italia e tra la popolazione femminile

soprattutto, i risultati sull'apprendimento delle discipline scientifiche da parte dei nostri studenti non diano sempre risultati molto incoraggianti e adeguati agli standard europei.

L'unione di questi fattori mi ha condotto verso un lavoro che volevo potesse essere spendibile non solo nella mia professione di insegnante, ma anche nel contesto universitario, arrivando, attraverso la progettazione innovativa del laboratorio didattico di tipo investigativo della Fisica, a sperimentare un possibile modo per invogliare gli studenti del corso di laurea ad affrontare la didattica delle discipline scientifiche promuovendo un insegnamento più motivante.

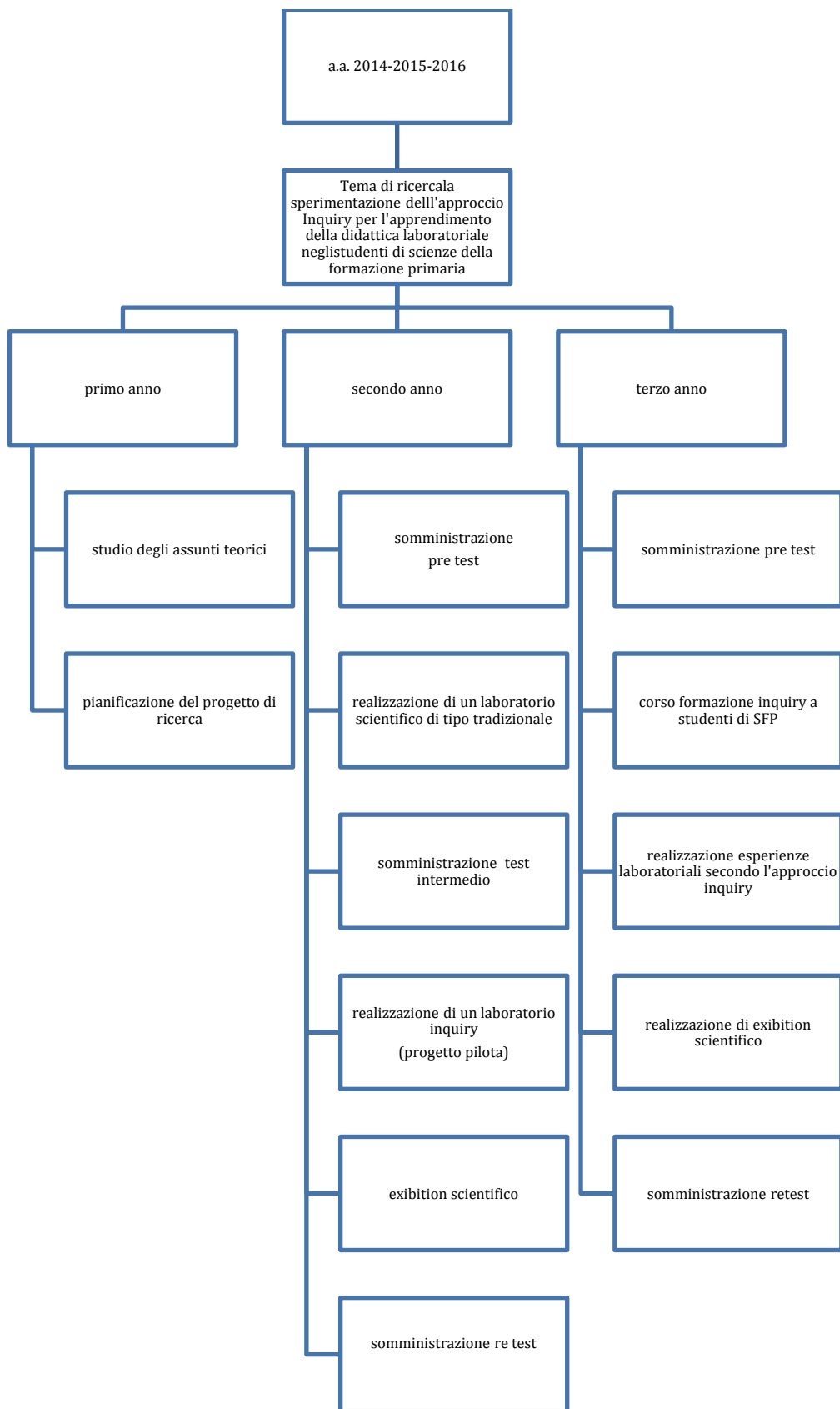
In questo lavoro di ricerca, ci sono aspetti della fase sperimentale che non sono stati facili da sviluppare e far emergere, perché riguardano l'ambito della sfera emotiva, ma ritengo sia di estrema importanza per la costruzione di percorsi didattici efficaci e spero se ne colga traccia tra le righe. Uno riguarda me, il lavoro fatto con una forte motivazione, lavoro sostenuto dal prof. Claudio Fazio, che mi ha seguita passo dopo passo nella progettazione, nella sperimentazione, nell'analisi del percorso e nel capire se c'era qualcosa che funzionava e se ce n'era qualche altra che funzionava meno. Altro aspetto da cui non ho potuto trarre dati sensibili, ma tangibili, di impatto, è stato l'entusiasmo degli studenti: l'interesse a frequentare i laboratori di didattica, il loro coinvolgimento, il loro trasporto, il loro spirito collaborativo per rendere possibile la realizzazione di due exhibition scientifici realizzati nel giugno 2015 e nel giugno 2016 alla fine dei nostri corsi di laboratorio Inquiry, sono stati una risposta importante al lavoro realizzato con loro.

Hanno lavorato con impegno, indagato, esplorato con entusiasmo ed interesse, hanno fatto a gara per cercare di presenziare agli exhibition scientifici, si sono spesso fermati in aula oltre l'orario prestabilito, ci siamo confrontati in continuazione attraverso tutti i mezzi possibili e più veloci che in tempo reale ci hanno permesso di raggiungerci anche se non di presenza (utilizzo di social network, di classi virtuali...), hanno dato ampio sfogo alla loro originalità, inventando atmosfere accattivanti, esperimenti originali, strumenti 'artigianali' molto creativi, il tutto per veicolare, attraverso l'approccio investigativo, contenuti di fisica agli alunni della scuola primaria...questi sono i dati latenti della mia

ricerca, ma credo che siano i più qualificanti del mio percorso condotto con questi studenti.

Questa mia tesi di dottorato rappresenta la summa dei miei studi dall'università ad oggi, raccoglie in sé il frutto delle mie esperienze, sintetizzando in queste pagine il complementare intersecarsi di conoscenze apprese negli anni universitari, che vanno dalla pedagogia alla didattica, alle discipline più strettamente scientifiche, e di cui oggi colgo maggiormente il senso profondo della loro unitarietà.

Il percorso formativo



Capitolo 1. Fondamenti epistemologici alla ricerca

1.1 Basi teoriche di IBSE

Nei paragrafi che seguono delinearò come l'impiego dell'approccio Inquiry in ambito scolastico, trovi la sua valorizzazione nella storia dello studio della didattica e della pedagogia.

Il metodo sperimentale e la didattica di tipo laboratoriale vengono promossi in ambito scolastico già dalla fine del 1800 grazie all'*attivismo pedagogico* che porta, nella seconda metà del 1900, al *costruttivismo* (Chiosso, 2012).

Le *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione del 2012* (dell'Istruzione, s.d.), delineano le esigenze formative degli studenti nel nuovo scenario mondiale, sottolineando trasversalmente e in modo interdisciplinare l'importanza dell'uso di una didattica di tipo laboratoriale che sproni gli studenti alla ricerca dove, specialmente in ambito scientifico, l'approccio Inquiry trova una delle sue organizzazioni migliori sul piano didattico.

Dopo gli studi condotti a livello internazionale, sull'efficacia dell'approccio Inquiry-based (Schwab, 1958), il documento che presenta tale approccio come una delle migliori pratiche da utilizzare, sia per la didattica formale che per quella informale, è il *Rapporto Rocard* (européenne & recherche, 2007) a cura della Commissione Europea nel 2007. Il Rapporto mette in luce le inadeguate performance degli ultimi anni da parte degli studenti europei legate all'apprendimento delle discipline scientifiche, dovute soprattutto ad un inadeguato modo di insegnare tali discipline attraverso metodi tradizionali di tipo trasmissivo, che spesso demotiva gli studenti.

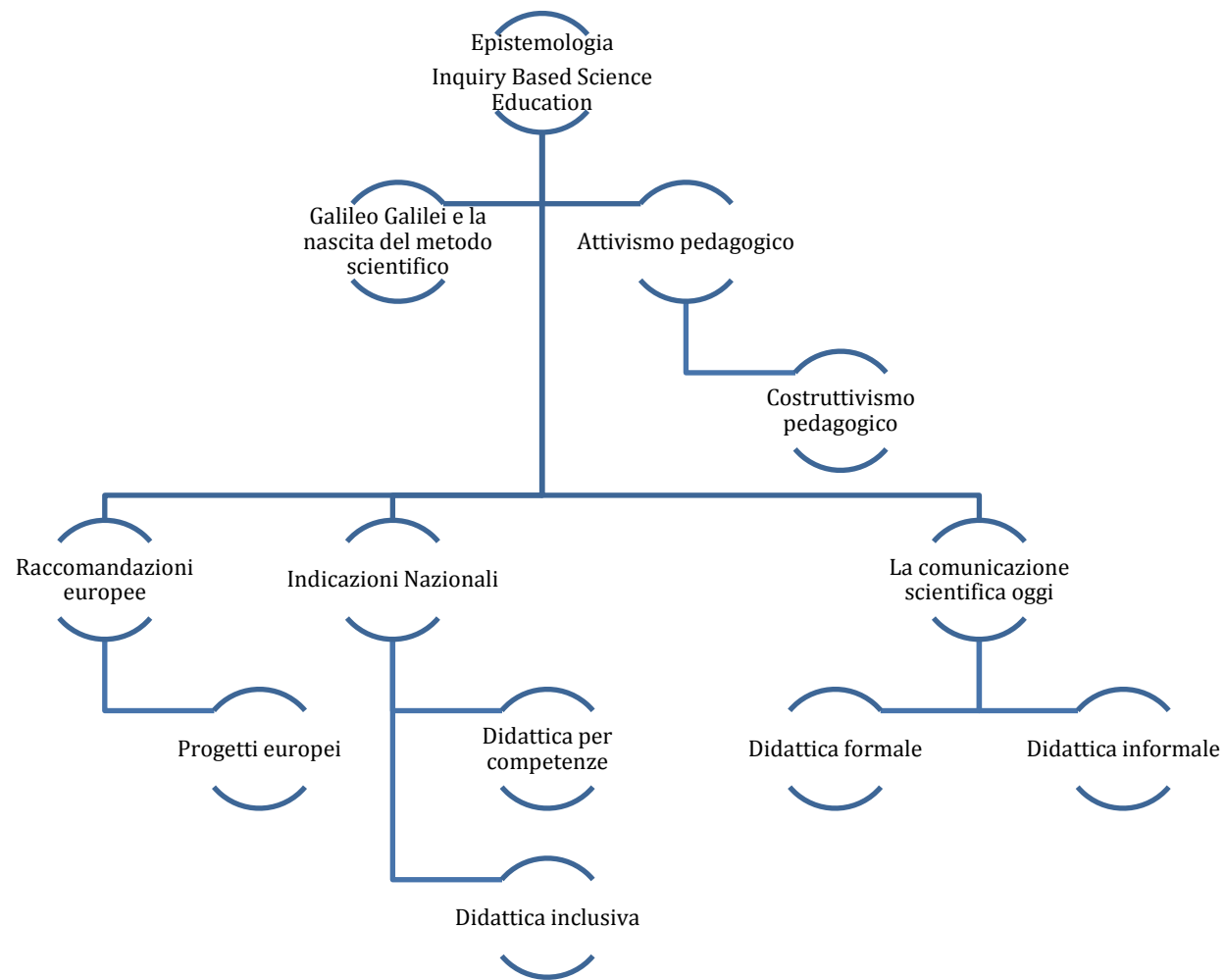
L'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo economico, dal 2006 ha avviato il progetto PISA (Programme for International Student Assessment), con l'obiettivo di rilevare le competenze degli studenti in matematica, scienze, lettura e problem solving collaborativo. Più specificatamente, le prove in scienze non si riferiscono unicamente a rilevare le effettive conoscenze acquisite dagli studenti, ma anche quelle competenze che permettono loro di utilizzare conoscenze e abilità acquisite in contesti di vita reale. I paesi partecipanti sono stati molteplici in tutto il mondo e l'Italia è stato uno di questi (PISA, 2013).

Inoltre, questa ricerca è stata volta allo studio e alla sperimentazione dell'approccio Inquiry, perché esso tiene anche conto dell'aspetto emotivo dell'apprendimento, ritenuto fondamentale nel processo di insegnamento, alla luce degli studi fatti negli ultimi trent'anni sull'*intelligenza emotiva* (Goleman, 2011). L'approccio Inquiry si presenta come un metodo didattico flessibile ai bisogni formativi e alle specificità di ogni studente, permettendo all'insegnante di realizzare una *didattica individualizzata che significa costruire obiettivi, attività didattiche e atteggiamenti educativi "su misura" per la singola e specifica peculiarità di quell'alunno, ponendo particolare attenzione anche ai suoi punti di forza, dai quali si potrà partire per impostare il lavoro* (Ianes & Cramerotti, 2007, p. 31).

La politica europea ha inoltre sollecitato le nazioni a promuovere progetti di divulgazione scientifica per favorire gli studi scientifici, appunto, fra gli studenti europei, progetti che hanno avuto grande risonanza sia a livello nazionale che internazionale.

Su tutti questi fondamenti epistemologici ho scelto di condurre la mia ricerca sulla sperimentazione dell'approccio Inquiry per comprendere gli effetti di questo metodo nelle pratiche di insegnamento.

Tabella 1. Radici epistemologiche IBSE



1.2 Fondamenti pedagogici di IBSE: dall'attivismo pedagogico al costruttivismo

Nel ricercare l'epistemologia degli odierni studi sulla pedagogia e sulla didattica di questi ultimi decenni, ho provato a ripercorrere l'ultimo importante periodo storico del '900. Infatti intorno alla metà del XIX secolo, con l'affermarsi della civiltà moderna, anche la pedagogia inizia un processo di cambiamento e modernizzazione che investe proprio l'Europa di quegli anni.

I risvolti pedagogici di questo periodo, sono anche frutto di importanti cambiamenti a livello socio economico, causati dalla prima rivoluzione industriale datata nella metà del 1700 (con la nascita della macchina a vapore), e poi dalla seconda rivoluzione industriale fissata nel 1870 (con l'introduzione dell'elettricità, dei prodotti chimici, e del petrolio).

Proprio in questo periodo, l'analisi del nuovo contesto moderno, mette in luce l'esigenza, nelle scuole, di *formare delle menti* più che, semplicemente, di *istruire*. Dando infatti uno sguardo alla pedagogia che contraddistingue il periodo a cavallo tra il 1800 e il 1900, si vede prendere forma l'idea di una educazione incentrata sul bambino, e la visione di una cultura sempre meno racchiusa in compartimenti stagno. Tutto questo porterà al *costruttivismo pedagogico*.

Il periodo alla fine del 1800, viene definito da Auguste Comte (filosofo francese 1798-1857) 'stadio positivo dell'umanità', momento in cui *il 'fatto' assurse a criterio di verità e l'applicazione del metodo razionale mutuato dalle scienze matematiche e naturali fu esteso anche a fenomeni umani e sociali* (Chiosso, 2012 p.8). La nuova visione dell'educazione, non ha più quella tendenza spiritualistica del passato, dove il credo religioso ispirava l'ideale di uomo e di cittadino, adesso la nuova pedagogia deve essere dettata dalle scienze sperimentali. Questa nuova visione di intendere l'educazione e lo scopo di essa, venne dettata dalle nuove scoperte scientifiche e soprattutto da due studiosi che segnarono il XIX secolo: Charles Darwin (1809-1882) con la sua teoria evuzionistica finì con l'influenzare anche la pedagogia, ed Herbert Spencer (1820-1903). Mentre con Copernico era mutato l'ordine spaziale dell'uomo e della Terra nella nuova visione eliocentrica (1500ca.), *adesso con Darwin cambiava il posto dell'uomo nella natura, non più*

visto come incontrastato sovrano, ma come prodotto di un complesso gioco di forze naturali (Chiosso, 2012 pag.11).

Mentre Darwin fu ben lungi dal voler dare una valenza filosofica alle sue costatazioni scientifiche, Spencer, nell' accogliere gli studi di Darwin, trasse la conclusione che i comportamenti umani, la condotta morale, l'educazione, non sono permanenti, ma seguono lo stesso andamento evolutivo che ha seguito l'uomo con l'evoluzione della specie.

Il passaggio alla modernità fu dunque contraddistinto non solo dalle nuove concezioni naturalistiche, ma anche da cambiamenti reali e radicali che avvennero nelle società europee che si andavano industrializzando:

- si afferma la borghesia, dotata di potere economico e spirito imprenditoriale...e nuovi valori a normare la vita;
- maggior dinamismo sociale, ceti dunque che prima erano relegati ad un determinato ruolo nella società, adesso si evolvevano, assicurandosi nuovi scenari sociali;
- si sviluppa la civiltà industriale e urbana a discapito di quella rurale.

Questo scenario influì a vedere la scuola come un luogo di promozione della società borghese, un posto dove fornire gli strumenti adeguati ed una formazione consona alle nuove esigenze, spesso in contrasto con le idee cristiane.

In questo periodo di passaggio alla modernità, iniziano, in Germania, importanti esperienze in psicologia e nella preparazione degli insegnanti, esperienze che proprio a partire dalla seconda rivoluzione industriale, furono un importante punto di riferimento per tutta l'Europa, Italia compresa.

Uno dei movimenti più importanti di questo periodo è quello di Granville Stanley Hall (psicologo americano 1864-1924), per *lo studio del bambino*. Egli approfondì infatti i suoi studi sulla psicologia del bambino per poter definire nuove leggi dell'educazione. Quindi non più l'attenzione posta sul metodo insegnato, ma sulla psicologia del bambino. Questo periodo fu importante per lo studio del bambino anche da un punto di vista clinico. Nasce infatti la *scala metrica di intelligenza* a cura di Binet e Simon, ancora oggi usata.

La storia della pedagogia è stata segnata, dall'italiana Maria Montessori (nascita 1870), dal belga Ovide Decroly (nascita 1871), dallo svizzero Édouard

Claparede (nascita 1973), tre medici che approfondiscono lo studio clinico dei bambini.

La Montessori, basandosi sulle esperienze maturate con alunni handicappati, riuscì a pensare a un'educazione anche per bambini normali. Sappiamo bene come ad oggi i suoi studi siano un importante punto di riferimento per il mondo della scuola. Lo studio dei bambini anormali fu, in molte occasioni, molto utile per capire le dinamiche di apprendimento e dei metodi più efficaci per raggiungere il successo scolastico. Dunque lo studio delle disabilità intellettuali furono funzionali anche alla pedagogia.

Chi mise un importante tassello di base alla pedagogia moderna fu Aristide Gabelli (1830-1891), insegnante prima e provveditore agli studi dopo, che nel 1888 cura la redazione dei *Nuovi programmi per la scuola elementare*, secondo cui il buon metodo era quello basato sull'osservazione e sull'esperienza...il metodo della vita, secondo il Gabelli, doveva essere il *metodo* della scuola, dunque, *induttivo, attivo e pratico*. Nei suoi programmi egli critica infatti i metodi teorici o astrattivi e i metodi deduttivi e passivi, perché li considera contrari allo stato mentale dei fanciulli.

Ancora oggi i programmi di Gabelli e le sue concezioni rappresentano un punto di vista importante nello studio della didattica, nei suoi *Programmi* viene sottolineata infatti l'importanza di *formare delle teste*, egli affermava che *'il metodo ha sullo sviluppo e sull'indirizzo del pensiero un'efficacia di gran lunga maggiore che non le cose insegnate, necessariamente assai umili'*.

1.3 I caratteri dell'educazione nuova

Questo background culturale favorisce i movimenti per *l'educazione nuova*.

La prima parte del Novecento viene segnato dall'idea dell'importanza di *formare i fanciulli*, e John Dewey e Maria Montessori diventano dei punti di riferimento.

Dewey in ambito educativo, parla di 'rivoluzione copernicana', in quanto la pedagogia tradizionale aveva fino ad ora posto la sua attenzione sui programmi, sul docente, sul metodo, adesso il fulcro del processo di insegnamento era sul bambino.

E così come Copernico aveva scoperto il ruolo centrale del Sole rispetto al sistema solare, così Dewey spostava la centralità dal docente al discente. Dunque in questa nuova visione cambia il ruolo dell'educatore, chiamato ad accompagnare la crescita del fanciullo, e nasce una nuova visione dell'infanzia, prima d'ora poco valorizzata e caratterizzata a volte da precoci forme di adultismo (si ricordino i bambini in miniera!), adesso invece viene valorizzata e tutelata non in visione dell'età adulta ma nel suo pieno sviluppo.

Anche l'educatore viene visto, così, sotto un'altra veste, quello del maestro chiamato a valorizzare il fanciullo e a *favorire quegli aspetti capaci di promuovere tutto ciò che lo avrebbe reso vero fanciullo* (Chiosso, 2012 p.46).

Queste nuove concezioni caratterizzarono gli studi pedagogici dalla Germania agli Stati Uniti, i quali furono caratterizzati dalla *visione puerocentrica*.

La pedagogia dell'educazione nuova, negli anni '20 venne definita periodo dell'*attivismo pedagogico*, essa fu basata su quattro nuclei tematici principali:

- si propose un'educazione basata sugli studi della psicologia del fanciullo;
- ci fu un importante richiamo agli interessi- bisogni del bambino con la relativa necessità di predisporre *piani di lavoro e di sviluppo personalizzati* (concetto più che mai attuale oggi in campo pedagogico e didattico);
- stretto rapporto tra scuola e vita, oltrepassando la vecchia concezione di scuola e di educazione spesso avulsa dalla realtà;
- la promozione *dell'intelligenza indagatrice nel mondo delle scienze e di intelligenza operativa e pratica impegnata a 'fare'* (Chiosso, 2012 p.48).

Tutto questo era nettamente controcorrente rispetto alla visione della scuola nel passato, scuola che doveva promuovere le conoscenze umanistiche per eccellenza.

Il quadro dell'*educazione nuova* si va via via delineando in seguito agli apporti dunque, di Dewey, Claparède, Montessori, Decroly.

Prime esperienze pioneristiche in ambito educativo le troviamo in Inghilterra nella scuola collegiale di Cecil Reddie che egli chiamò *New School*.

Egli promosse tre principali novità:

- introduzione dei lavori manuali;
- integrazione degli studi umanitari con integrazione di lingue straniere e materie scientifiche;
- abolizione della pratica didattica mnemonica a favore di una didattica volta a potenziare le capacità di pensiero critico.

Su questa esperienza sorsero altre scuole in Europa.

Alla luce di quanto detto fino ad ora appare chiaro come ci sia una importante sincronia con quello che è la visione della educazione degli studenti oggi. Non è un ritorno al passato, piuttosto, a mio avviso, credo che sia un voler sempre più affermare l'idea di una scuola non legata al nozionismo, piuttosto allo sviluppo delle competenze, una scuola che oggi fa ancora molta fatica a mettere in pratica le buone prassi didattiche che stanno alla base della nuova concezione pedagogica che ha contraddistinto il secolo passato. La pedagogia si è rinnovata, ma la prassi didattica, nella realtà scolastica, spesso non riesce a tenerle il passo.

Il nuovo modo di intendere l'educazione coinvolge anche la scuola primaria. Dewey per prima diede vita ad una scuola elementare, che chiamò *University laboratory school* fondata nel 1896 annessa all'Università di Chicago. Nel 1915 egli finisce di redigere *Scuola e società* (Dewey, 1970), nel quale mette in luce la necessità di rivedere il ruolo della scuola come luogo di apprendimento rispetto alle nuove esigenze dettate dalla Rivoluzione Industriale.

La nuova scuola doveva assicurare al meglio l'inserimento dell'uomo nella società e dunque nasceva la necessità di una scuola non solo trasmissiva delle capacità formali, ma una scuola nella quale si esercitassero anche le attività pratiche e manuali. Nella sua scuola i suoi allievi erano organizzati in piccoli gruppi di lavoro, in un assetto di apprendimento cooperativo, in un clima di collaborazione con l'insegnante. *Scuola e società* divenne uno dei testi di riferimento per la nuova pedagogia dell'educazione.

La Montessori nel 1907 inaugura la Casa dei bambini a Roma, mentre Decroly apre una scuola a Bruxelles. E così a Brescia le sorelle Agazzi aprono una scuola prescolare. In Svizzera grazie agli studi di Jean Jacques Rousseau (1712-1778), si aprono varie scuole ispirate alla centralità del fanciullo.

In questo clima di cambiamento nel 1907 nasce, grazie al suo promotore Robert Baden-Powell, l'esperienza dello scoutismo, in Italia il suo promotore fu Mario Mazza nel 1910. Lo scoutismo aveva in comune con la nuova visione educativa: il contatto con la natura, l'autogoverno, lo spirito di ricerca, l'educazione sociale.

I primi venti anni del 1900 furono un pullulare di varie esperienze educative, dentro e fuori il mondo della scuola, ispirate alla nuova pedagogia, ma anche un periodo in cui si misero a punto le basi teoriche che rappresentarono il passaggio dalla stagione delle 'Scuole nuove' a quelle delle 'Scuole attive' e dunque all'attivismo pedagogico.

Dal primo dopoguerra si delinea un quadro meglio definito che si snoda in due importanti poli, uno in America sotto la guida di Dewey e uno in Europa sotto la guida di Rousseau.

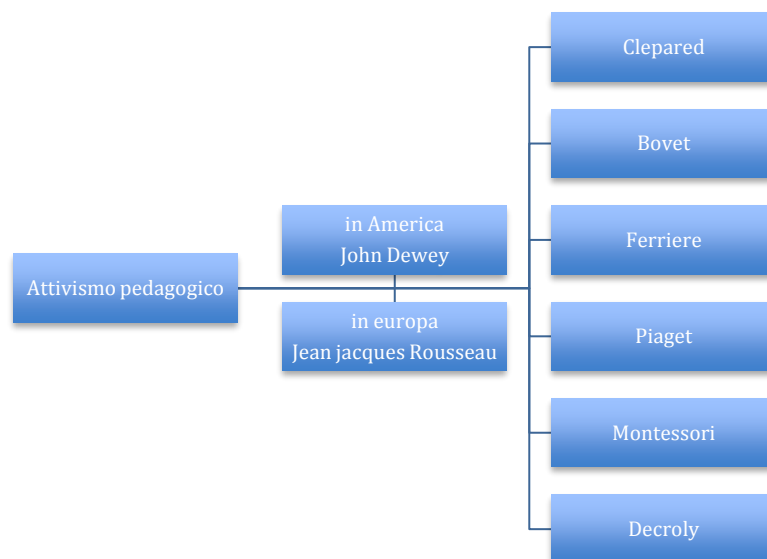


Figura 2. I più importanti esponenti dell'attivismo pedagogico

Secondo Dewey *l'esperienza è la realtà considerata nel suo dinamismo e al tempo stesso, la sperimentazione di questa realtà* (Dewey & Monroy, 1961 p.62), l'apprendimento diventa attivo e costruttivo se esso imita il metodo generale della ricerca. Nel suo libro *Come pensiamo* (Dewey & Monroy, 1961), egli descrive *le fasi del pensiero riflessivo che costituiscono la trama del metodo di apprendimento* (Dewey & Monroy, 1961 p.62):

1. L'individuo si trova davanti ad una situazione ricca di interrogativi, e la osserva per prenderne consapevolezza;
2. Processo di intellettualizzazione: passata la prima fase più emotiva, si fa ricognizione con le proprie conoscenze a disposizione, che servono per poter comprendere ciò che si osserva;
3. Ipotesi: sulla base delle conoscenze in nostro possesso si formulano delle ipotesi
4. Pensiero riflessivo: si deve verificare l'ipotesi sulla base delle conoscenze pregresse e sulla base dei contributi scientifici e quindi delle fonti a disposizione;
5. Fase conclusiva: fase di convalida o meno dell'ipotesi.

Si chiude così il ciclo del pensiero, ed è anche sulla base di questo importante apporto concettuale che si fondano le cinque fasi dell'approccio IBSE (Bybee et al., 2006), che rispecchiano proprio le fasi secondo cui Dewey descrive l'elaborazione del pensiero e degli apprendimenti.

Gli anni '20 furono segnati dall'attivismo di seconda generazione, che si contraddistinse per gli studi di approfondimento sulla base del primo attivismo e che tentarono di portare modelli e stili di insegnamento sulla base degli studi dell'attivismo di prima generazione.

Il quadro geografico principalmente coinvolto fu lo stesso: Stati Uniti, Svizzera e Belgio.

In ambito educativo l'obiettivo dell'attivismo pedagogico era quello di *promuovere l'individualizzazione e il lavoro cooperativo per piccoli gruppi e ad impostare l'apprendimento come ricerca* (Chiosso, 2012 p.97).

Il lavoro individualizzato non consisteva nel far condurre lo stesso lavoro a tutti, ma scegliere il lavoro più adatto... il lavoro individualizzato segna il passaggio dall'insegnamento collettivo alla scuola su misura.

Attraverso questa nuova visione del soggetto come centro del processo di insegnamento apprendimento, si avvia il superamento del tradizionalismo didattico.

1.4 Jerome Bruner e la teoria del costruttivismo pedagogico

Ripercorrendo, se pur in maniera molto sintetica, il quadro storico della pedagogia che sottende l'efficacia dell'utilizzo dell'approccio Inquiry, vediamo come l'attivismo pedagogico apra la strada agli studi di uno studioso che ha segnato la storia della pedagogia statunitense, e non solo, degli anni '50 e '60: Jerome Bruner (1915-2016), psicologo e professore presso la Harvard University.

Gli studi di Bruner, stimolati dagli studi di Piaget e Vygotskij, furono centrali nell'educazione in quanto egli riteneva fondamentale tre principi che contraddistinsero la sua teoria sull'istruzione:

- la teoria del *programma a spirale*;
- la necessità di un insegnamento che non sia trasmissivo, ma che stimoli il processo di ricerca e attraverso la pratica del *problem solving*;
- l'importanza data agli aspetti motivazionali nel processo di insegnamento apprendimento.

Bruner nelle sue teorie sull'educazione, sottolinea come l'uomo in generale apprende non solo nelle aule scolastiche, anzi, prima di tutto egli apprende nei contesti che appartengono alla vita di tutti i giorni. Ed è proprio attraverso l'esperienza che il bambino costruisce non solo le conoscenze, ma anche i modelli di conoscenza.

Riguardo la conoscenza egli scrive:

...la conoscenza acquisita è più utile se chi apprende la 'scopre' attraverso i suoi stessi sforzi cognitivi, perché in tal caso si collega con ciò che si conosceva prima. Simili atti di scoperta sono enormemente facilitati dalla struttura stessa della conoscenza perché, per quanto un campo di conoscenza possa essere complicato, può essere rappresentato in modo tale da renderlo accessibile tramite processi meno complessi ed elaborati. Fu questa conclusione che mi indusse a sostenere che è possibile insegnare qualsiasi argomento a qualsiasi bambino di qualsiasi età, purché si trovi una forma 'onesta' per farlo. Quell' 'onesto' che allora lasciai indefinito, non ha smesso di turbare i miei sonni. (Bruner, 2000 p.10).

Questo, a mio avviso, uno dei passaggi fondamentali della teoria sull'educazione di Bruner, che spiega come un metodo di tipo investigativo rappresenti in chi apprende, uno strumento di conoscenza autentico, che permette allo studente di costruire attraverso la scoperta, attraverso l'investigazione appunto, il sapere.

Bruner inoltre muove una riflessione sull'insegnamento delle materie scientifiche che prende spunto dal progetto S.C.I.S. (Science curriculum Improvement Study), un programma che si occupò della riforma del curricolo in America e diede una svolta all'insegnamento delle discipline scientifiche tra gli anni '60 e '70 (Karplus & Thier, 1967).

In questo programma cambiava il modo di insegnare le scienze, più pratico, meno teorico, con oggetti alla mano, con osservazioni dirette sul campo, raccogliendo, analizzando e confrontando dati...rispecchiando in pratica, quanto fatto fino ad allora gli scienziati.

Proprio riguardo all'insegnamento delle scienze, egli parla del famoso 'curricolo a spirale', che rappresenta l'insegnamento nel momento in cui si presenta un argomento, esso deve partire da un'idea 'intuitiva' che sia alla portata dello studente, che si agganci alle sue conoscenze pregresse e che via via, proprio come per risalire con moto circolare ad una spiegazione più formale ed astratta.

Per questo egli sostiene che può essere insegnato tutto a tutti, perché l'apprendimento si costruisce con una certa gradualità, partendo da un argomento di interesse del bambino, l'insegnante deve aiutarlo a costruire le sue conoscenze partendo da un concetto semplice, per elevare sempre più il livello di astrazione.

Il concetto di curricolo a spirale, inteso come sapere che si costruisce, tiene in considerazione le teorie di Piaget secondo la quale il bambino arriva ad un livello di astrazione più alto man mano che cresce (Piaget & Inhelder, 2008). Ma Bruner ci mette in guardia da una cosa: la capacità di astrazione non è qualcosa che si sviluppa in maniera automatica nel bambino, ma affinché avvenga ciò, è necessario che *come insegnante non si stia ad aspettare che la prontezza 'avvenga'; la si promuove o la si puntella approfondendo le capacità del bambino nella fase in cui lo si trova in quel momento* (Wood & al, 1976 p 134).

1.5 Indicazioni Nazionali 2012, didattica per competenze e approccio Inquiry-Based

Per approfondire i miei studi di ricerca in didattica delle discipline scientifiche, non potevo prescindere dalle Indicazioni Nazionali del 2012 nelle quali vengono stabiliti i programmi ministeriali per la scuola dell'infanzia e per la scuola del primo ciclo di istruzione (scuola primaria e scuola secondaria di primo grado).



Figura 3. Indicazioni Nazionali 2012

La filosofia che sottende le riflessioni pedagogiche nelle Indicazioni nazionali raccoglie, nei suoi nuclei fondanti, ciò che in ambito educativo è stato delineato in un percorso molto sintetico fino ad ora, e che viene sapientemente descritto da Edgar Morin, filosofo dei nostri tempi, il quale sostiene che lo scopo dell'educazione deve essere quella di *insegnare a vivere* (Morin & Ceruti, 2015), per cui la scuola deve superare la visione parcellizzata delle discipline, a favore di una più unitaria, dove la didattica per competenze sposta il focus sui processi più che sui risultati.

Nelle Indicazioni Nazionali appare evidente che la pedagogia che ispira tale documento, è una pedagogia volta a favorire una didattica del fare, legata più a

promuovere le competenze, fornendo al bambino gli strumenti utili affinché impari a costruire le proprie conoscenze in maniera autonoma. In questo documento, con l'analisi del contesto sociale, si mette in evidenza che la scuola del nuovo millennio si affaccia a nuovo scenario rispetto al passato. Oggi più che mai, infatti, essa non rappresenta l'unico luogo dove apprendere le conoscenze e dove apprendere i 'modi di apprendere', poiché lo sviluppo delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione hanno favorito anche la globalizzazione delle conoscenze. Oggi il sapere circola più velocemente, in modo immediato, è globalmente condiviso. Nei tempi attuali, chiunque voglia acquisire un'informazione in qualsiasi ambito del sapere, ha facilità nel reperirla attraverso, ad esempio, la ricerca sul web con l'uso delle nuove tecnologie, che ormai sono a portata di mano della maggior parte delle persone.

Quindi nell'ottica del superamento di questa parcellizzazione del sapere, le Indicazioni sottolineano la necessità di puntare su una formazione che renda i nostri studenti competenti e capaci di interagire con la conoscenza in modo responsabile e consapevole.

E a fare da cappello alle Indicazioni nazionali vi sono le 8 competenze-chiave europee che costituiscono l'orizzonte di riferimento verso cui la scuola deve tendere per sviluppare le competenze dei suoi alunni. Esse sono:

- *comunicazione nella madrelingua;*
- *comunicazione nelle lingue straniere;*
- *competenze matematica e competenze e competenze di base in scienze e tecnologia;*
- *competenza digitale;*
- *imparare a imparare;*
- *competenze sociali e civiche;*
- *spirito di iniziativa e imprenditorialità;*
- *consapevolezza ed espressione culturale (Europea, 2006).*

Come si evince, le prime quattro sono strettamente disciplinari, le altre sono competenze che attraversano più ambiti, interdisciplinari dunque.

Promuovere le competenze non significa che la scuola non si debba occupare di trasmissione di contenuti, ma la nuova scommessa è soprattutto quello di fornire allo studente gli strumenti utili perché egli *impari ad imparare*.

... Il fatto di imparare a imparare fa sì che i discenti prendano le mosse da quanto hanno appreso in precedenza e dalle loro esperienze di vita per usare e applicare conoscenze e abilità in tutta una serie di contesti: a casa, sul lavoro, nell'istruzione e nella formazione. La motivazione e la fiducia sono elementi essenziali perché una persona possa acquisire tale competenza (Europea, 2006)

A mio avviso tale competenza-chiave potrebbe essere considerata come *trait union* alle altre competenze chiave, ma anche alle Indicazioni Nazionali in generale, in quanto in essa è espresso il fine principale della scuola, cioè fornire strumenti di conoscenza, più che conoscenze fine a sé stesse.

La *competenza in campo scientifico* è quella che strettamente riguarda questo lavoro di ricerca, e che *si riferisce alla capacità e alla disponibilità a usare l'insieme delle conoscenze e delle metodologie possedute per spiegare il mondo che ci circonda sapendo identificare le problematiche e traendo le conclusioni che siano basate su fatti comprovati* (Europea, 2006).

L'acquisizione di queste ed altre competenze chiave, sottende una revisione del ruolo dell'insegnante e dell'alunno, infatti lo studente è posto al centro del percorso educativo, in perfetta linea con la visione costruttivista dell'apprendimento di Bruner (Bruner, 2000).

Altro ruolo fondamentale, demandato alla scuola, è quello di promuovere la formazione della classe come gruppo e la promozione dei legami cooperativi, al fine di favorire i legami tra pari e preparare i bambini alla realtà che si troveranno ad affrontare un domani, consapevoli della necessità di agevolare la convivenza tra le persone nella società e più in generale tra le diverse culture che oggi più che mai sono presenti nella loro specificità culturale in tutti i territori, così come in quello italiano, dove non è ormai infrequente trovare classi con un elevato numero di stranieri.

La scuola, anche secondo le Indicazioni Nazionali, deve formare inoltre al pieno dominio dei campi disciplinari, e tutto ciò è possibile, non puntando sull'erudizione e sull'accumulo di informazioni, ma favorendo un'interconnessione fra le varie discipline, costituendo *un'alleanza fra scienza, storia, discipline umanistiche, arti e tecnologia, in grado di delineare le prospettive di un nuovo umanesimo* (dell'Istruzione, s.d. p. 7). Si rispecchia in questo modo la naturale acquisizione delle conoscenze, così come quando l'uomo si imbatte e si confronta con il mondo. Si apprende in maniera trasversale, non si apprende per discipline, ma i campi del sapere sono tutti interconnessi. La sfida che si pone la scuola è appunto quella di trovare una unitarietà nell'insegnamento e nei contenuti della conoscenza. Non si ha la presunzione di voler delineare in un riassunto di obiettivi di conoscenze le cose più importanti da apprendere dello scibile umano, ma si vogliono fornire agli studenti gli strumenti per gestire le conoscenze e per poterne acquisire autonomamente delle nuove.

Le Indicazioni, nell'ottica dell'autonomia scolastica, costituiscono la base sulla quale ogni scuola progetta il proprio curriculum, nel quale il docente, scegliendo autonomamente i metodi, l'articolazione dei contenuti disciplinari, il tipo di valutazione e le strategie più idonee per il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento, esprime la sua libertà di insegnamento. Libertà in questo caso vuol dire responsabilità, competenza, vuol dire saper scegliere i giusti contenuti, metodologie, strategie...nei giusti contesti. Libertà vuol dire essere abili, dunque, nelle scelte pedagogico-didattiche più opportune. Il nuovo curriculum si organizza sulla base dei *traguardi per lo sviluppo delle competenze* attraverso gli *obiettivi di apprendimento*, che individuano campi del sapere (conoscenze e abilità). Gli obiettivi sui quali si fonda il curriculum, sono riferiti a periodi didattici lunghi, quali il triennio della scuola dell'infanzia e il quinquennio della scuola primaria.

Il nuovo concetto imperante nelle Indicazioni è quello di competenza, esso ha uno dei suoi primi esordi intorno agli anni '50 grazie a Tyler e Bloom. Secondo Tyler e Bloom la competenza viene definita come la performance, la prestazione, il comportamento osservabile. Dagli anni '50 ad oggi questo termine ha avuto un'evoluzione di significato.

Negli anni '80 e '90, su questa prima concettualizzazione, se ne inserisce una seconda, sul rapporto tra competenza e formazione professionale. Secondo i nuovi studi si si identifica come competente quella persona dotata di saper e abilità che lo mettono in condizione di risolvere il problema dato, la competenza non è più dunque il comportamento che si osserva, ma il sapere esperto che consente di attivare quel comportamento.

Questi due passaggi ne portano un terzo che porta alcuni autori a recuperare la *teoria degli schemi mentali* di Piaget per spiegare in cosa consista il comportamento competente. E alla luce degli studi di Piaget, il comportamento competente consiste in una orchestrazione dei propri schemi di azione in funzione della soluzione del problema.

Lo schema di azione mentale è una sequenza di operazioni. Noi attraverso l'esperienza impariamo a risolvere un problema scegliendo lo schema giusto per risolverlo.

Ogni volta che ci riconosciamo un problema che abbiamo già incontrato, rigiochiamo lo schema mentale che avevamo utilizzato per risolverlo la volta precedente, e rinforziamo questo schema mentale, fino a farlo diventare una strategia di soluzione.

Di fronte a certi problemi noi inneschiamo il "pilota automatico", non ci rendiamo nemmeno più conto delle scelte che ci portano a comportarci in un modo piuttosto che in un altro. Dove starebbe il comportamento competente? Starebbe nel trovarci davanti ad un problema che non abbiamo visto fino ad ora, mobilitando quegli schemi mentali di cui disponiamo così da adattarli alla soluzione del nuovo problema.

Nelle linee guida alle *Indicazioni nazionali*, il concetto di competenza viene definito come *la capacità di adempiere alle richieste complesse in un particolare contesto attivando prerequisiti psicosociali* (Ryken & Salganik, 2007).

Lo sviluppo di una competenza viene agevolato in ambito scolastico, quando lo studente viene posto di fronte a situazioni che lo pongono a farsi delle domande a cercare le soluzioni verificarle e riadattare le conoscenze apprese anche in contesti altri. La didattica per competenze trova nell'approccio *Inquiry-Based* una delle sue migliori espressioni, possiamo dire che questo metodo didattica favorisce lo

sviluppo delle competenze negli studenti, in quanto si fonda non solo sulle conoscenze acquisite, ma anche sulla capacità di ricontestualizzare il sapere in nuove situazioni.

Nelle *Indicazioni nazionali per la Scuola dell'infanzia* il campo di esperienza che si occupa dell'apprendimento delle discipline scientifiche è *La conoscenza del mondo*, suddiviso a sua volta in *Oggetti, fenomeni e viventi* e *Numero e spazio*. In esso vengono delineate le caratteristiche di un percorso formativo che si ponga come base fondante per gli studi successivi.

In questo campo di esperienze viene messa in luce l'importanza di un apprendimento volto alla ricerca già dai primi anni di scuola.

Si descrive un insegnamento che solleciti il bambino a porsi domande, a trovare le risposte, in cui si avviano le prime attività di ricerca attraverso l'esplorazione di oggetti, di materiali, e più in generale della natura circostante.

Attraverso questo apprendimento si avviano i bambini verso un percorso di apprendimento più strutturato, infatti, come indicato in *Oggetti, fenomeni e viventi* i bambini 'elaborano la prima organizzazione fisica del mondo esterno attraverso attività concrete', studiando aspetti della realtà che li circonda come ad esempio: la luce e le ombre, gli effetti del calore, il movimento... toccano, smontano, costruiscono, e ricostruiscono osservano e descrivono.

Insegnare argomenti di tipo scientifico significa dunque mettere in condizione i bambini di muovere i primi passi nella 'ricerca', di abituarli all'apprendimento investigativo, in piena sintonia con l'*Inquiry Based Science Education*.

Già, dunque, dalla scuola dell'infanzia, si delinea uno stile di insegnamento che deve superare la tradizionale didattica frontale a favore di una didattica di tipo laboratoriale e di ricerca.

L'apprendimento delle Scienze basato sull'investigazione, caratterizza anche le *Indicazioni nazionali per la Scuola Primaria*. L'insegnamento di questa disciplina è suddiviso in *Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza* e *Obiettivi di apprendimento al termine della classe quinta*.

Per la scuola primaria si sottolinea ancor di più l'importanza della ricerca sperimentale, sia individuale che di gruppo, si esaltano i vantaggi di un

apprendimento di tipo collaborativo, proprio di una didattica fondata sul laboratorio, in cui si valorizzi il pensiero spontaneo del bambino.

Facendo sempre riferimento alla realtà che ci circonda, l'alunno deve essere sollecitato a fare esperienze pratiche, o in spazi specifici dedicati al laboratorio scientifico, oppure nelle stesse aule, ma anche e soprattutto in ambienti naturali. Infatti la ricerca sul campo, lo studio delle fonti cosiddette 'dirette' assume un valore importante, fondamentale. Perché attraverso lo studio e l'osservazione su campo lo studente si pone, a scuola, nei confronti del mondo così come si pone nella sua vita al di fuori della scuola. L'apprendimento sul campo è infatti un apprendimento naturale, il bambino sin dalla nascita vive le sue esperienze nell'ambiente circostante senza la presenza di filtri.

Tutto questo si coniuga perfettamente con le possibilità che può offrire un laboratorio scientifico *Inquiry-Based*.

1.6 L'utilizzo dell'approccio *Inquiry-Based* nella didattica di tipo laboratoriale

Negli studi in didattica è noto che quando si parla di metodologie, quella laboratoriale e quella investigativa rappresentano sovente due modi diversi di organizzare l'insegnamento.

Nel laboratorio si distingue in specialistico e non, laboratorio come spazio attrezzato o spazio semplicemente mentale. Inoltre il laboratorio non è mai prevalentemente disciplinare, ma si presta ad attività di tipo trasversale.

Le caratteristiche essenziali di un laboratorio secondo Munari sono principalmente queste:

- *l'attività si deve prestare ad una manipolazione concreta*, perché un'attività laboratoriale deve essere esperita;
- *l'attività deve implicare delle operazioni cruciali*, focalizzando l'attenzione sui passaggi veramente significativi per quella data attività e per quel dato argomento;
- *l'attività non deve avere una soluzione unica*, perché il laboratorio non deve essere il luogo dell'apprendimento meccanico, lineare;

- *le attività devono provocare uno ‘spiazzamento cognitivo’, tra ciò che si sapeva a ciò che deve essere appreso, il laboratorio agisce in quello spazio che Vygotskij chiama zona di sviluppo prossimale;*
- *l’attività si deve situare ad una giusta distanza dalle competenze possedute, cioè non devono essere troppo avulse dai suoi prerequisiti altrimenti c’è il rischio che il compito risulti troppo difficile per essere eseguito in autonomia;*
- *le attività devono comportare diversi livelli di interpretazione e devono possedere valenze metaforiche, cioè conoscenze e metodologie devono poter essere traslate in altre situazioni di apprendimento;*
- *le attività devono coinvolgere il rapporto che ciascuno ha con il sapere, perché un laboratorio non deve essere solo operativo, ma la riflessione, la discussione, la metacognizione sono elementi fondamentali perché si assicuri il passaggio dalla teoria alla pratica e viceversa, affinché il laboratorio diventi veramente conoscenza in azione (Fabbri & Munari, 1994).*

Alla luce di quanto descritto sopra, coniugare le caratteristiche della didattica laboratoriale con il metodo investigativo (o ipotetico-deduttivo), non è stato difficile. Anzi, credo che le due metodologie siano spesso complementari e che frequentemente si fa laboratorio di tipo investigativo o si fa viceversa investigazione attraverso la didattica laboratoriale.

Un laboratorio di tipo investigativo presuppone un livello di ricerca più elevato rispetto al laboratorio classico, tradizionale, in cui potrebbe esserci più attenzione all’aspetto operativo rispetto a quello metacognitivo.

Il metodo investigativo, è caratterizzato da un apprendimento per ricerca in cui devono essere identificati:

- il problema;
- l’ipotesi;
- il campo della ricerca;
- il campione;
- le fonti della ricerca;
- la registrazione e l’elaborazione dei dati;

- la verifica dell'ipotesi.

Questi sono gli elementi caratterizzanti il ciclo di indagine che stimolano il bambino ad un pensiero ipotetico deduttivo e alle capacità di problem solving (Tessaro, 2002).

Fare ricerca, quindi, implica non solo un fare cognitivo, ma significa anche un fare concreto, operativo, vuol dire cercare le fonti, fare osservazioni... in perfetto accordo con quanto descritto nella didattica operativa laboratoriale. I due metodi sono perfettamente complementari, quindi parlare di un *laboratorio Inquiry* tende a sottolineare una didattica operativa, caratterizzata da un ciclo di indagine tipico di un metodo investigativo.

1.7 Il laboratorio *Inquiry-Based*: insegnare le scienze ai bambini indagando sui loro modelli di conoscenza

In *La cultura dell'educazione*, Bruner afferma che *è possibile insegnare qualsiasi argomento a qualsiasi bambino di qualsiasi età, purché si trovi una forma 'onesta' per farlo*, e per farlo è necessario dunque che l'insegnante sia in grado di capire come insegnare un determinato argomento e come semplificarlo a seconda del grado di conoscenza del proprio alunno.

In ambito scientifico, comprendere il grado di conoscenza dei propri alunni non è sempre facile, bisogna saper creare un setting di lavoro adatto, condurre delle conversazioni con loro e tra pari, utilizzare il brainstorming, dare dunque spazio ai loro pensieri per ascoltarli, utilizzare anche gli strumenti di verifica non tanto per la valutazione dei risultati, quanto più per una valutazione di processo. Attraverso questo è possibile riuscire a comprendere alcuni dei modelli di conoscenza che i bambini acquisiscono spontaneamente quando a contatto con il mondo sin dalla nascita, si fanno una loro idea delle cose e danno una loro spiegazione ai fenomeni ai quali assistono.

Nel laboratorio *Inquiry-Based*, il momento del confronto tra pari (prima), e quello con l'insegnante (dopo), rappresenta uno dei momenti fondamentali nella sua scansione delle fasi. In questo modo il laboratorio permette all'insegnante di

conoscere meglio i prerequisiti dei suoi alunni, e durante le fasi dell'esplorazione vera e propria comprendere anche i loro modelli di conoscenza.

Un interessante articolo di Hammer (Hammer, 2000), riguarda proprio lo studio delle risorse che utilizzano gli studenti quando si apprestano all'apprendimento della fisica. Lo studio dei modelli di apprendimento utilizzati dai bambini e dagli studenti per l'apprendimento dei concetti scientifici, risulta utile perché mettono in luce le risorse e le strategie efficaci che possono essere utilizzate in maniera adeguata. Questo studio non si limita alla descrizione delle difficoltà incontrate dagli studenti, ma all'analisi di alcuni meccanismi di base per evidenziare che a volte *risorse concettuali* che non sono adeguate in alcuni contesti, lo sono in altri.

Far luce sui modi con cui gli studenti guardano ai fenomeni e capire il loro 'senso comune', permette di utilizzare queste 'strategie' come ancora per le nuove conoscenze.

Riguardo a questo Hammer utilizza alcuni esempi che mi sono serviti in questi miei anni di insegnamento e mi hanno fatto porre l'attenzione più che sull'errore che facevano i bambini nello spiegare un dato fenomeno, sulla strategia utilizzata, sollecitandomi così ad un'analisi dell'errore, che in psicologia cognitiva viene definito *errore intelligente* (Lucangeli, Poli, & Candia, 2003). Quindi ognuno di noi, posto davanti a un fenomeno fisico, tenta di recuperare le spiegazioni facendo riferimento ad un fenomeno simile e più familiare.

Ciò che in didattica ormai è ben noto, è che gli studenti non sono tabula rasa, non sono delle menti su cui 'incidere' nuove conoscenze, bensì essi hanno una loro idea del mondo, ne danno anche intuitivamente delle spiegazioni, anche se non sono sempre coerenti con la spiegazione scientifica.

Ad esempio concetti come *peso, massa, aria, forza, velocità* sono concetti abbastanza familiari ma spesso su di essi si hanno idee sbagliate (Clement, Brown, & Zietsman, 1989). Ad esempio spesso gli studenti hanno difficoltà nel descrivere le forze che entrano in azione tra un tavolo ed un libro poggiato sopra. E nel disegnare le forze gli studenti hanno una intuitiva facilità a indicare quella dall'alto verso il basso esercitata dal libro, ma spesso hanno difficoltà a individuare la forza (detta *forza normale*) esercitata dal tavolo, dal basso verso l'alto, che si oppone a

quella del libro. L'ostacolo concettuale è dato dal fatto che il tavolo è lì fermo e piuttosto che agire esercitando forze, esso si mette in mezzo.

Studi in didattica hanno dimostrato che quest'ostacolo concettuale è superabile attraverso l'uso di alcune strategie, cioè se ad esempio si fa pensare agli studenti ad una molla sotto il libro, piuttosto che al tavolo, se si utilizza, quindi, la molla come *analogia ponte*, che serve da ancoraggio per l'implementazione della nuova conoscenza. Questi ed altri esempi possono essere risorse utili per gli insegnanti che si apprestano a spiegare concetti o fenomeni scientifici.

Altresì Disessa parla di *p-prims* (Smith III, Disessa, & Roschelle, 1994), esse sono le "risorse primitive" che gli studenti hanno acquisito con la loro naturale esperienza nel mondo. Egli le identifica come il più piccolo pezzo di struttura cognitiva.

In un esperimento egli chiese perché nella Terra ci fosse più caldo in estate che non in inverno. Molti studenti risposero che esso era causato dalla maggiore vicinanza della Terra al Sole durante il suo giro di rivoluzione. Ma è noto che il fenomeno è dovuto, invece, dall'inclinazione dell'asse terrestre e che piuttosto la Terra sia, in estate, nella posizione più distante del suo giro di rivoluzione. Ma perché, spiega Disessa, allora in molti studenti è comune la spiegazione della maggiore vicinanza al Sole? Perché una delle *p-prims* che hanno gli studenti è che più avvicini una mano ad una fonte di calore e più percepisci il calore, più avvicini una luce al bulbo oculare e più intensa sarà la luce, più vicino sei ad una fonte di suono e più il suono sarà forte, lo stesso vale ad esempio per un odore se avvicini il naso alla sua fonte. Dunque, più vicino significa più forte. In questi casi i modelli di conoscenza acquisiti se usati nei contesti adeguati, risultano efficaci, ma se si utilizzano in altri contesti, come quello del fenomeno dell'estate, allora il modello di conoscenza risulta inadeguato, ma ciò non toglie che in sé il modello di conoscenza sia sbagliato, è stato solo usato in un contesto non adeguato.

Nei miei anni di insegnamento ho così imparato a vedere quali fossero i modelli di conoscenza utilizzati dai bambini nella spiegazione dei fenomeni o nella riformulazione delle conoscenze. Ad esempio utilizzare un modello di conoscenza naturalmente acquisito in un contesto non adeguato, accade di frequente nei bambini più di quanto ci immaginiamo, esso avviene anche durante

l'apprendimento della lingua italiana. Quando un bambino dice ad esempio 'ho piangiuto' invece di 'ho pianto', egli, sulla base di una regola grammaticale, acquisita spontaneamente su altre parole simili, formula alcuni participi passati partendo dalla radice della parola, ad esempio 'cadere', e riutilizza intuitivamente la stessa regola grammaticale per una parola simile. Il risultato è un evidente errore grammaticale, ma ad un'attenta analisi dobbiamo ammettere che, per dirla nei termini utilizzati dalla psicologia cognitivista, il bambino ha fatto un *errore intelligente* (Lucangeli et al., 2003), ha utilizzato un modello di apprendimento corretto in un contesto non adeguato.

A tal proposito Bruno D'Amore scrive che:

gli errori non sono sempre qualche cosa di assolutamente negativo, da evitare a tutti i costi, ma sono prodotti umani dovuti a situazioni in via di evoluzione. Le 'misconcezioni' sono cause di errori o meglio cause sensate di errori, cause che sono spesso ben motivabili ed a volte addirittura convincenti: le misconcezioni sono il frutto di una conoscenza, non una assoluta mancanza di conoscenza. (D'Amore & Sbaragli, 2005).

Ad una delle prime lezioni di del corso di Didattica della Fisica all'università, il docente ci chiese se secondo noi dentro l'aula ci fossero oggetti più caldi ed altri più freddi. Ricordo che gran parte rispondemmo, chiaramente sbagliando, che, ad esempio, i piedi di ferro dei tavoli erano freddi ed i nostri maglioni di lana erano caldi. Ancora oggi mi diverto a fare questa domanda ai miei studenti o ai colleghi di scuola dell'infanzia o primaria con un buon bagaglio di esperienze ... e puntualmente sbagliano tutti.

Anche questo errore, che chiamiamo di *sensu comune*, deriva dalle sensazioni di caldo e freddo che noi percepiamo toccando degli oggetti. È uno degli errori più frequenti anche tra molti insegnanti, chiaramente non esperti del settore. Infatti sappiamo bene che il senso di freddo o di caldo è dato dal passaggio di calore causato dalla più o meno buona conducibilità termica dei materiali. L'acciaio, ad esempio, è un buon conduttore e la nostra mano, che si trova ad una temperatura

superiore a quella dell'ambiente nel quale si trova l'oggetto, toccandolo provoca un rapido passaggio di calore dalla nostra mano all'acciaio, causando la perdita di energia termica che ci fa avvertire la sensazione di freddo.

Un semplice esperimento con un sensore di temperatura, come quello fatto con alcuni miei alunni di scuola primaria (laboratorio 'Un mondo in una goccia d'acqua' presso la D.D. Bonanno di Palermo a.s. 2008/2009), per la verifica delle temperature degli oggetti posti in uno stesso ambiente, ha dato modo di verificare l'inattendibilità, in alcuni casi, delle nostre sensazioni termiche.

Esso è stato facilmente sperimentato con *l'esperimento delle tre vaschette* nelle quali si mette in una acqua fredda, in un'altra acqua calda e nell'ultima acqua a temperatura ambiente.



**Figura 4. Laboratorio scientifico - D.D. G. Bonanno – Palermo.
'Esperimento delle tre vaschette'**

Poste le mani contemporaneamente per qualche secondo, una nell'acqua calda e l'altra nell'acqua fredda, e poi contemporaneamente nella vaschetta con l'acqua a temperatura ambiente, l'osservatore si accorge delle sensazioni termiche contrastanti. Infatti per un differente passaggio di calore, la mano immersa nell'acqua fredda avrà la sensazione di toccare dell'acqua calda, e viceversa la mano immersa nell'acqua calda.

1.8 Modellizzazione

Ci sono casi in cui i modelli di conoscenza, acquisiti con l'esperienza, vengano utilizzati dai bambini per la comprensione di altri aspetti della realtà. Ad esempio, un bambino che vede a terra i colori rifratti di un raggio di luce passato attraverso un oggetto di cristallo, e che associa questo fenomeno a quello dell'arcobaleno, è riuscito ad utilizzare un modello di conoscenza acquisito in precedenza, e riadattarlo in un nuovo contesto, in questo caso in maniera abbastanza pertinente.

Il processo di rappresentare (descrivere e/o interpretare) un fenomeno, eventualmente accostandolo ad un altro simile, si chiama modellizzazione.

Un modello si definisce descrittivo quando sintetizza i dati osservati in un fenomeno, per rendere il fenomeno stesso più comprensibile, si parla invece di modello interpretativo, quando il modello tenta di spiegare i processi interni del fenomeno in questione. Spiegare di fenomeni complessi ai bambini attraverso modelli semplici, è fondamentale, perché permette al bambino di comprendere un fenomeno complesso ed astratto attraverso uno più elementare e concreto.

In uno dei laboratori condotti con bambini di tre anni e mezzo, ad esempio ho utilizzato un foglio di plastica trasparente per far comprendere loro il concetto di trasparenza, ho utilizzato dunque, in questo caso, un modello descrittivo (fig.5).



Figura 5. Rappresentazione del concetto di trasparenza attraverso un modello descrittivo semplice.

1.9 Apprendimento emotivo e personalizzazione dell'insegnamento

Quando il modello di conoscenza non è consono, o non è adeguato al contesto, accade che il bambino incorra in un errore di comprensione circa il fenomeno in questione. Affrontare una progettazione didattica tenendo conto delle risorse concettuali che posseggono gli studenti, degli errori concettuali e delle strategie che ne stanno alla base, rappresenta un buon inizio per progettare un'attività laboratoriale scientifica coerente con i bisogni educativi e formativi degli studenti.

Un insegnante che riesce a comprendere i modelli di conoscenza dei propri alunni e che insegna adeguando la sua didattica a seconda delle esigenze dei propri alunni, attiva una didattica personalizzata (Hoz & Zanniello, 2005). L'agire didattico, in questo modo, diventa chiaramente più complesso, l'impostazione tradizionale della lezione frontale deve lasciare anche spazio per tecniche di insegnamento più specifiche, più dinamiche e la didattica laboratoriale di tipo investigativo, ne favorisce assolutamente la sua attuazione.

Ma il ruolo dell'insegnante non è solo quello di comprendere le strategie di pensiero del proprio alunno, ma anche quello di rendere il bambino stesso consapevole del proprio modo di pensare, e di fare dunque metacognizione (La Marca, 2004), il tutto per favorire un apprendimento efficace attraverso un insegnamento efficiente. L'aspetto della metacognizione è fondamentale nel processo di insegnamento-apprendimento, non solo per lo studente che deve imparare a comprendere i propri processi di apprendimento, ma è anche fondamentale per il docente che deve imparare a rivedere i propri processi di insegnamento alla luce dei risultati dei propri studenti.

La chiave di svolta nella nuova visione pedagogica pertanto, non è incentrata sui contenuti, ma sui processi di apprendimento, che possono essere migliorabili e possono pertanto offrire strumenti di comprensione migliorati e più funzionali al proprio modo di pensare.

Prendere in carico lo studente assume, dunque, diverse sfaccettature, e l'essere un insegnante competente riguarda molteplici aspetti dell'azione pedagogico-didattica.

Studi di fine secolo hanno anche incentrato la loro attenzione sull'importanza del ruolo dell'intelligenza emotiva (Goleman, 2011) nell'apprendimento anche

delle discipline in ambito scolastico, ed un ruolo fondamentale è dato proprio nelle materie di tipo scientifico, perché si è constatato che parte degli insuccessi a scuola riguardo le materie scientifiche, sono dovuti alla percezione di insuccesso che spesso gli studenti vivono (Lucangeli & Passalunghi, 1995) e, molte volte, quello che è difficoltà di apprendimento viene confuso con un disturbo specifico di apprendimento. Sovente, infatti, le difficoltà nell'apprendimento delle discipline scientifiche, sono dovute non tanto al soggetto che apprende ma all'insegnante e alla qualità dell'insegnamento (Soresi, 1991). Gli insegnanti hanno, spesso, responsabilità psico-pedagogiche sulla perdita di autostima da parte del discente.

Il difficile lavoro dell'insegnante è quello di rimuovere, dove possibile, tutti gli ostacoli all'apprendimento delle discipline scientifiche, specialmente se essi sono dovuti ad una inferenza negativa da parte delle tecniche di insegnamento, perché l'uomo, sin dalla nascita, è naturalmente dotato di quelle abilità di base che se esercitate in maniera adeguata, gli consentono di affrontare gli studi scientifici in modo competente (Dehaene, 2000; Butterworth, 1999).

L'intelligenza emotiva ha un ruolo chiave nel processo di apprendimento, ed è un aspetto che non viene trascurato in una didattica laboratoriale *Inquiry-Based*, in quanto, se ben pianificata, permette di non tralasciare nessuno degli aspetti sopra citati, anche quelli che riguardano la sfera più specificatamente psico-pedagogica. Infatti, nel modello delle 5E (Bybee et al., 2006) dell'approccio *Inquiry-Based*, la fase del coinvolgimento emotivo è proprio la prima, ed è nota come fase 'engage' e serve principalmente per due cose: raccordarsi con le conoscenze pregresse dei bambini, e favorire un coinvolgimento emotivo per aumentare il livello di motivazione all'apprendimento, entrambi elementi che possono far presagire la riuscita delle attività scientifiche.

1.10 L'apprendimento delle scienze attraverso la didattica formale e informale.

Dalla fine dell'800 ad oggi lo studio delle discipline scientifiche è stato molto rivalutato, questo dovuto alle nuove esigenze legate al cambiamento delle condizioni socio economiche del paese, dello sviluppo industriale, delle scoperte

scientifiche, dell'imponente industrializzazione a livello mondiale e del riconoscimento che un paese al passo con le scoperte scientifiche è un paese all'avanguardia. La conoscenza delle scienze ci permette di vivere in condizioni sempre migliori, perché essa danno spiegazioni del mondo; perché le nazioni più scientificamente avanzate sono le più ricche; perché una mente scientifica è aperta al dialogo tra le culture; perché le scienze ci insegnano il confronto con gli altri senza condizionamenti.

Nell'ultimo secolo, i contesti di apprendimento delle scienze si sono allargati, sia a partire dai contesti scolastici (per quanto riguarda la didattica formale) che dalle riviste di settore (per quanto riguarda la didattica informale), per toccare contesti dove la didattica formale ha attinto dalla didattica informale e viceversa.

Alla fine del 1800 le riviste di divulgazione scientifica avevano ad esempio un taglio molto tecnicistico, un linguaggio specifico, ed erano dunque riviste destinate ai pochi esperti del settore. Nel secondo '900 questo aspetto è andato mutando, si è assistiti ad un cambiamento di rotta, nonché è iniziata a sorgere la necessità di avvicinare una sempre più vasta fetta di pubblico alle materie scientifiche e le riviste di settore si sono adeguate ad un contesto culturale più ampio. Sulla divulgazione scientifica hanno avuto un ruolo importantissimo alcune riviste di settore, che nelle loro prime edizioni si presentavano sotto forma di lunghi articoli e l'utilizzo di un linguaggio specifico.

Dobbiamo arrivare agli anni '30 circa, per l'introduzione delle prime immagini come strumento a supporto della conoscenza scientifica. Una rivista, oggi, molto conosciuta ai più, è il *National Geographic*, essa nasce a Washington grazie alla collaborazione di 33 esponenti scientifici della città. Ad oggi le riviste del *National Geographic* hanno lo scopo di investigare sui fenomeni scientifici e comunicarli cercando di arrivare al maggior numero di pubblico.

Rispetto alle prime riviste di settore, ad oggi il modo in cui si comunicano contenuti scientifici è cambiato radicalmente. Oggi si utilizza un nuovo linguaggio, più semplice, più alla portata di tutti, e l'utilizzo di immagini è diventato fondamentale affinché la comunicazione scientifica abbia maggiore presa su una maggiore fetta di pubblico. Questa sotto è solo una delle tante immagini

accattivanti che il *National Geographic* ha utilizzato, e per cui è diventata una delle migliori riviste di settore sia per contenuti che per immagini utilizzate.



**Figura 6. Foto del National Geographic.
Una siringa deposita una minuscola goccia di fenotrina
su un'ape mellifera per testare gli effetti del potente insetticida
in un esperimento della Louisiana State University**

La consapevolezza che la divulgazione scientifica sia fondamentale per la crescita di un paese, nasce dall' imperante sviluppo delle nazioni più industrializzate. La Cina, l'America, tutte grandi realtà ad avanzato sviluppo tecnologico che rischiano di lasciare l'Italia come fanalino di coda.

Favorire la comunicazione scientifica a più livelli sociali, partendo soprattutto dalle scuole e dagli studenti, è diventato negli anni uno degli scopi di coloro che si occupano di comunicazione scientifica e di didattica. Si utilizza qualsiasi mezzo, da quelli più convenzionali a quelli meno convenzionali, si fa comunicazione scientifica anche attraverso i fumetti di Topolino. In queste riviste si cerca di coniugare il rigore scientifico con la semplicità del linguaggio (Malaspina, 2007).

Lo scopo è quello di 'rompere le barriere' tra la *conoscenza scientifica* e la *conoscenza dell'uomo comune*, perché si è ben compreso che la divulgazione scientifica può essere veicolata attraverso diverse forme, e perché la comunicazione scientifica rappresenta un elemento essenziale per favorire il processo di crescita di un popolo.



Figura 7. Scienza papera, rivista settimanale della RCS Media Group.

Anche i musei sono, e sono stati, il luogo per antonomasia in cui si divulga la conoscenza scientifica attraverso la didattica informale. I musei un tempo prendevano esempio da quanto veniva fatto a scuola. Ad oggi, invece, la didattica informale ha raggiunto tali livelli di didattica innovativa che spesso, adesso, sono le scuole a prendere esempio da buone pratiche didattiche realizzate nei contesti extrascolastici.

Ad oggi è chiaro che la conoscenza scientifica permette di migliorare sempre più le nostre condizioni di vita, perché facendoci comprendere come ‘funziona il mondo’, ci permette di affrontarlo, e perché, inoltre, le nazioni più scientificamente avanzate sono le più ricche. Bisogna dunque puntare sull’ *Inquiry based science education* per fortificare il rapporto tra la didattica formale, quella che avviene nelle scuole e nelle università, e la didattica informale, quella che viene trasmessa ad esempio nei musei, o comunque al di fuori delle mura scolastiche.

Si possono dunque comunicare le scienze in contesti diversi attraverso varie metodologie, ma per comunicare le scienze in maniera efficace bisogna puntare sull’aspetto non solo cognitivo, ma anche emotivo e psicomotorio. L’aspetto cognitivo è quello che riguarda i contenuti, le conoscenze, ma non solo, punta anche sullo sviluppo delle competenze, incentivando forme di apprendimento che possano

rendere lo studente autonomo nei processi di acquisizione di conoscenze in qualsiasi campo del sapere. L'aspetto emotivo è quello che punta sulla motivazione, sull'interesse dello studente o di chi in genere vuol apprendere le scienze. Gli studi sull'intelligenza emotiva che hanno caratterizzato la psicopedagogia e la didattica degli ultimi 20 anni hanno evidenziato l'importanza di un apprendimento emotivamente positivo.

La comunicazione scientifica deve avvenire poi anche su un terzo aspetto, quello psicomotorio, e su questo la didattica laboratoriale ne rappresenta la migliore espressione.

Per fare una metafora, quando si fa comunicazione scientifica, il comunicatore scientifico è come una guida alpina, non puoi partire e arrivare solo, ma deve stare sempre attento a chi si porta dietro e assicurarsi che egli tenga il passo!

Ad oggi stanno cambiando i 'luoghi' in cui si 'fa scienza', sono cambiati i contesti. L'insegnamento delle scienze ai più giovani, ad esempio, era principalmente delegato alle scuole, oggi non più, anzi sono spesso i contesti informali, quelli più motivanti all'apprendimento scientifico attraverso laboratori didattici per grandi e piccoli. I pedagogisti americani la definiscono *free choice learning*, in Italia la chiamiamo *didattica informale*.

A livello internazionale abbiamo un importante esempio di luogo in cui le scienze si aprono a grandi numeri con l'*Exploratorium* (Fig.8) nato a San Francisco nel 1969. Migliaia di visitatori ogni anno partecipano interattivamente ai tanti exhibition scientifici realizzati per divulgare le scienze e renderle accattivanti attraverso l'investigazione, in essi vengono trattati i più svariati fenomeni naturali: dall'ottica, alla cinematica, alla meccanica e non per ultimo quelli legati ai fenomeni atmosferici e ambientali che, grazie alla collocazione dell'*Exploratorium* sull'acqua, possono essere studiati direttamente. Qualche anno fa infatti l'*Exploratorium* si è trasferito in una nuova struttura a ridosso della costa. Questo museo rappresenta, ad oggi, un esempio mirabile per tutto il resto del mondo.



Figura 8. Exploratorium di San Francisco

A livello internazionale, l'interesse per la didattica informale va sicuramente migliorando e si punta alla comunicazione scientifica anche per puntare al rilancio turistico, economico e sociale di un paese, come sta avvenendo a Napoli con *Città della Scienza* o a Trento con il *Muse*, la nuova struttura progettata da Renzo Piano.

Per riassumere, per fare di una prassi didattica, una buona prassi didattica, è necessario una buona comunicazione dei contenuti scientifici, che si realizza attraverso una progettazione di didattica formale o informale, attraverso un coinvolgimento emotivo, cognitivo e psicomotorio.

Nella storia della divulgazione scientifica la comunicazione conosce anche il teatro, ricordiamo Bertold Brecht (1898-1956), autore di teatro, che sosteneva che il teatro dovesse avere non solo uno scopo di intrattenimento, ma anche uno scopo didattico, formativo, pedagogico...è per questo che il teatro di Brecht è definito teatro scientifico. Ad oggi non sono pochi gli esempi in cui come nei musei, utilizzano il *teatro didattico*.

Altri mezzi comunicativi, comunque accattivanti, sono rappresentati da esperti del settore che intrattengono il pubblico attraverso presentazioni ironiche, anche scherzose, che coinvolgono gli spettatori, dove si comunicano concetti scientifici importanti e non sempre noti ai più.



Figura 9. Esperimento con l'azoto liquido

Ad esempio vediamo nella fig.9 un collaboratore del *Muse di Trento*, che esegue degli esperimenti con l'azoto liquido. L'azoto è un gas molto comune in natura, ma presenta un punto di ebollizione molto basso: $-192,82^{\circ}\text{C}$. Allo stato liquido risulta essere un potente refrigerante e viene sovente utilizzato nei ristoranti più "tecnologici" che praticano la cucina molecolare, per il rapido congelamento dei cibi. Con gli esperimenti, tutti molto accattivanti, si è visto la capacità di congelare rapidamente cibi morbidi come ad esempio una banana. La spettacolarità dell'esperimento è stato nel vedere un cibo tenero nella sua consistenza, fare da martello e piantare un chiodo su di una tavola di legno, dopo essere stato congelato nell'azoto. Spesso, nella conoscenza comune, si incorre nell'errore di credere che il concetto di calore sia legato a concetto di alta temperatura, di sensazione di caldo...con questo esperimento si è dimostrato come il concetto di passaggio di calore riguardi, invece, anche fenomeni in cui le temperature sono molto basse.

La forza comunicativa impiegata è stata efficace grazie ad elementi quali: l'essere poco cattedratici, l'utilizzo di un linguaggio semplice, l'ironia, la continua interazione con il pubblico visitatore, rivolgersi a tutti (dai grandi ai piccini), farsi comprendere da tutti, portare un esperimento non all'ordine del giorno ma di facile comprensione, grazie all'utilizzo di modelli di conoscenza comuni al pubblico spettatore. La presentazione è stata molto accattivante, la tattica comunicativa è

stata quello di porre domande per interagire con il pubblico per farlo riflettere, per poi constatare, attraverso l'esperimento diretto, l'attendibilità o meno delle ipotesi avanzate. È stato usato, anche qui, un approccio di tipo investigativo, dove il pubblico è stato investito da domande, ipotesi, descrizione dei fenomeni e verifica dei risultati

Credo si possa affermare che un ingrediente essenziale per la riuscita del processo di insegnamento-apprendimento, in qualsiasi contesto, sia la passione per questo lavoro e perché tale sistema funzioni è necessario trovare il modo per 'trasferire' le passioni da noi docenti ai nostri studenti.

In sostanza lo scopo primario di chi si occupa di divulgazione scientifica, soprattutto nelle scuole, è quello di trasformare i *saperi* in oggetti di desiderio non di tortura, prendendo esempio, oggi, anche dalla didattica informale.

Capitolo 2. Inquiry Based Science Education

2.1 Cosa è l'Inquiry Based Science Education

In letteratura una definizione abbastanza comune di Inquiry è quella data da Linn che lo definisce come un *processo intenzionale di diagnosi di problemi, analisi critica di situazioni, distinzione tra varie possibili alternative, pianificazione di attività di studio ed esplorazione, costruzione di congetture, ricerca di informazioni, costruzioni di modelli, confronto in un contesto fra pari ed elaborazione di argomentazioni coerenti* (Linn, Davis, & Bell, 2004).

Quando parliamo di IBSE più che di metodo, si parla di approccio, in quanto notoriamente un metodo ha caratteristiche standard, mentre in questo caso IBSE permette di fare attività investigative che possono essere strutturate in svariati modi, il *National Research Council* americano, lo definisce infatti come *un'attività multiforme* che comporta modi di insegnamento adattabili alle modalità di apprendimento degli studenti.

L'apprendimento di tipo investigativo sollecita, negli studenti, le abilità di *problem posing* oltre che di *problem solving*. È un tipo di *esplorazione attiva*, perché attraverso tale approccio gli studenti hanno la possibilità di confrontarsi, di mettere in atto le abilità critiche, logiche e creative oltre che di mettere in relazione le conoscenze pregresse con le nuove.

L'innovazione, in questo tipo di didattica, sta nel passare da una didattica caratterizzata dall'accumulo di informazione, ad una didattica basata sull'investigazione. L'apprendimento diventa una simulazione della ricerca scientifica, in cui lo studente fa osservazioni, si pone delle domande, cerca le risposte consultando fonti dirette ed indirette, esegue esperimenti, raccoglie dati, li analizza, propone soluzioni, o risposte, comunica i risultati e si confronta con la 'comunità' in cui lavora.

Nei *National Science Education Standards* (NSES), elaborati dal *National Research Council USA* nel 1996 si fa esplicito riferimento alla modalità tipica seguita dagli scienziati per fare ricerca, definita come 'un ciclo di indagine (*inquiry cycle*). Che può essere rappresentato in diverse forme idealizzate, come quella riportata nella figura sotto.

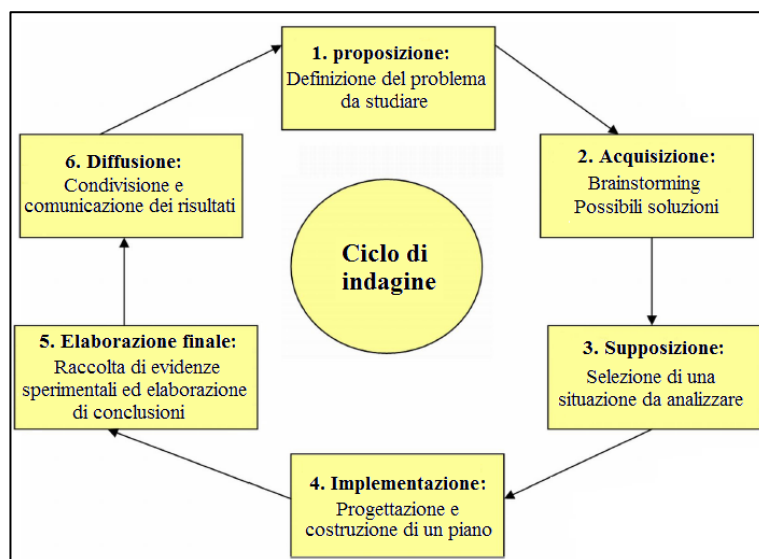


Figura 10. Il ciclo di indagine

In questo contesto di apprendimento il dibattito sia tra pari, sia con l'insegnante, è importante. Sono anche fondamentali le domande che gli studenti si pongono spontaneamente davanti ad un fenomeno o ad una situazione di vita reale, così come sono importanti le domande poste dall'insegnante che servono da stimolo e da input all'attività su cui indagare.

Quando si porta un'attività Inquiry in classe, inoltre, le conoscenze si costruiscono passo passo, l'alunno diventa protagonista nella costruzione dell'apprendimento concordando in toto con la teoria del costruttivismo pedagogico (Bruner, 2000).

Quando si propongono attività di tipo *Inquiry*, bisogna stare inoltre attenti a scegliere accuratamente le attività che non devono essere avulse alla conoscenza di partenza dell'alunno, per questo è importante assolutamente conoscere i prerequisiti degli studenti.

Al fine di garantire la coerenza tra ciò che essi già sanno e quanto sono portati a chiedere, l'insegnante deve favorire le discussioni e i dibattiti, deve avviare attività ad esempio di brainstorming per valutare ciò che a loro è noto o eventuali gap di conoscenza. Inoltre è bene che l'attività sia spendibile nel loro quotidiano, o comunque che le conoscenze e le competenze apprese siano riproponibili in altri contesti della loro vita reale.

Progettare, poi, attività all'aperto, in questa visione attiva dell'apprendimento, costituisce sicuramente un valore aggiunto.

Attraverso la didattica laboratoriale, lo studente esplora ed interpreta, si costruiscono ponti dalle idee di senso comune a quelle scientifiche, si valorizzano i diversi stili di apprendimento, si sviluppano ragionamenti.

La didattica laboratoriale, è caratterizzata dall' *hands-on* e dal *minds-on*, perché il laboratorio è uno spazio in cui bisogna mettere le mani e la testa

Da questa sintesi su ciò che rappresenta l'apprendimento IBSE, realizzato all'interno di un laboratorio didattico, appare evidente il ruolo centrale in cui si pone l'alunno, ma risulta anche chiaro come il ruolo del docente sia importante e fondamentale.

Le attività Inquiry-Based pongono inoltre gli studenti verso un atteggiamento di ricerca, ed è proprio l'atteggiamento che denota il cambio di prospettiva dello studente rispetto all'apprendimento. In un insegnamento di tipo tradizionale, l'apprendimento rappresenta il fine ultimo dell'attività, in un'attività *Inquiry-Based*, invece, l'apprendimento rappresenta l'occasione che permette agli studenti di mettere in atto i propri processi di conoscenza.

2.2 Il modello delle cinque E: metodo investigativo e pensiero riflessivo

*La funzione del pensiero riflessivo
è quella di trasformare una situazione
in cui si è fatta esperienza di un dubbio,
di un'oscurità, di un conflitto, o un disturbo di qualche sorta,
in una situazione chiara, coerente, risolta, armoniosa.*

'Come pensiamo'

Dewey

L'approccio investigativo può essere condotto seguendo diversi modelli di insegnamento. Quello utilizzato in questo percorso di ricerca è uno dei più noti dagli anni '80, cioè il modello delle 5E ideato di Bybee (Bybee et al., 2006) e che

organizza in 5 fasi le attività di indagine di tipo scientifico, non trascurando nessuna fase ritenuta importante per l'apprendimento di concetti scientifici.



Figura 11. Modello delle 5E

Queste fasi rispecchiano i passaggi mentali che, non solo lo scienziato, ma che anche l'uomo comune segue quando acquisisce una nuova conoscenza (Dewey & Monroy, 1961). Secondo Dewey infatti le fasi del pensiero riflessivo sono 5 e sono le fasi secondo cui l'uomo acquisisce l'apprendimento, fasi in cui si organizzano dati, si pianificano ipotesi e si verificano soluzioni.

- La prima fase è quella dell'*apprendimento per problema*, in cui l'uomo si pone davanti ad una situazione nuova e comincia a porsi diversi interrogativi (*Engage*);
- La seconda fase è rappresentato dal *processo di intellettualizzazione*, in cui si ordinano i tasselli delle osservazioni fatte e si tenta di darne risposta (*Explore*);
- La terza fase è quella dell'*ipotesi* di soluzione sulla base delle osservazioni fatte, e sulla base delle conoscenze in nostro possesso (*Explain*);
- La quarta fase è il *raffronto delle conoscenze* personali acquisite con i contributi scientifiche e sulle esperienze già compiute (*Extend*);

- La quinta fase, è la *fase di controllo*, di verifica sul processo di apprendimento, per comprenderne la sua reale validità, il giusto funzionamento, e la coerenza interna nei risultati raggiunti (*Evaluate*).

2.2.1 Engage e problem posing

*La conoscenza
nasce dallo stupore.
Socrate*

La fase di *Engage* è quella che avvia tutta l'attività, rappresenta la fase in cui si cerca di introdurre l'argomento attraverso la presentazione di una situazione problema, di una domanda che richieda riflessione. È il momento del coinvolgimento emotivo. È inoltre una fase esplorativa per l'insegnante sul contesto classe e che deve rappresentare l'unione tra le conoscenze pregresse e quelle nuove. L'*Engage* può partire da una domanda posta dall'insegnante, da una domanda posta dagli studenti, può partire da una situazione, da una foto, da qualsiasi elemento che sollevi la voglia di sapere e di conoscere.



Figura 12. Engage...predisponendo l'ambiente.

È chiaro che quanto più l'*Engage* è interessante e accattivante tanto più si ha la certezza che si capti l'attenzione di più studenti possibili.

Secondo Bruner, *uno dei metodi più sicuri per indurre lo studente ad affrontare un argomento difficile è quello di fargli scoprire il piacere legato al pieno ed effettivo funzionamento dei poteri derivanti dalla nuova conoscenza* (Bruner, 2000). Partire da un fatto noto ai bambini, per poi dirigersi verso il nuovo concetto è *conditio sine qua non* è possibile favorire il passaggio dalla conoscenza comune alla conoscenza scientifica (o da conoscenza informale a quella formale).

Durante i miei anni di insegnamento delle scienze attraverso l'approccio *Inquiry-Based* e a qualunque livello esso sia stato, mi sono posta sempre due domande fondamentali:

- quale argomento può loro interessare?
- come posso motivarli all'apprendimento?

Per quanto riguarda gli argomenti da trattare è stato utile fare riferimento alle Indicazioni Nazionali, ma confrontarmi anche con le insegnanti circa gli argomenti già trattati o quelli ancora da trattare, oppure nel caso di miei alunni partivo da domande stimolo, o da loro osservazioni sul mondo per approfittarne e da lì avviare l'argomento in questione.

Per quanto riguarda la motivazione all'apprendimento, ho cercato di presentare sempre le attività da fare captando il loro interesse anche attraverso espedienti che hanno dato un assetto al lavoro meno tradizionale, ad esempio attraverso un abbigliamento pensato per la circostanza, come l'uso di grembiuli dipinti, l'uso di strumenti realizzati con materiale povero, la presentazione di una storia oppure semplicemente predisponendo gli spazi in un modo particolare.



Figura 13.
Apprendimento
emotivo.
'Laboratorio acqua'
D. D. Bonanno
Palermo a.s.2005.2016

Con gli studenti di SFP, nella sperimentazione del primo anno, la fase di *Engage* è stata realizzata, stimolando la loro curiosità circa l'utilizzo di kit con strumenti poveri, assemblati per loro, e assegnando gli esperimenti a specifiche squadre di lavoro, che attraverso la tecnica del role playing, hanno simulato di essere squadre di ingegneri, idraulici, architetti e di dover eseguire un esperimento per risolvere una data situazione-problema.

La fase di *Engage* è quella iniziale, ma può ritrovarsi anche inserita in altre fasi del modello delle 5e. Iniziare bene la fase di *Engage* assicura al docente il coinvolgimento e la partecipazione attiva da parte dello studente. In questa fase il docente sollecita il problem posing attraverso alcune situazioni poste, fa nascere nello studente la curiosità per il fenomeno da trattare, questa è la fase in cui attraverso tecniche tipo il circle time o il brainstorming si comprendano i prerequisiti degli studenti e si dà sin da subito spazio ai suoi pensieri, alle sue curiosità, alle sue riflessioni ...

2.2.2 Explore: e il problem solving

La fase di *Explore* rappresenta il cuore dell'attività investigativa, lo studente infatti si trova davanti ad un fenomeno e ne deve scoprire le caratteristiche, si pone domande, cerca di trovarne le risposte, indaga, cerca, sperimenta, si reca direttamente alla fonte, o fa una ricerca attraverso fonti indirette. In questa fase tenta di dare le risposte alla situazione problema da risolvere, si confronta con i compagni, esegue gli esperimenti.

Il momento del confronto tra pari è importante, destrutturando così la staticità caratteristica delle lezioni di tipo tradizionale, il soggetto che apprende è, dunque, il protagonista attivo. In questo momento tutte le spiegazioni da parte degli studenti sono ammissibili, tutte le idee risolutive possono essere testate, non c'è giusto o sbagliato fino a quando non si dimostra il contrario. Tutte le ipotesi sono possibili. Egli si confronta con la sua comunità.

L'*Explore* può essere fatto in un'aula di laboratorio, all'aperto, attraverso la consultazione di libri, di internet, di strumenti per la misurazione.

In questa fase è importante che lo studente venga messo di fronte a degli ‘enigmi’ da risolvere, deve trovare nell’insegnante colui che lo guidi, ma che lo lasci libero di investigare.

Nei miei laboratori la fase di *Explore* spesso è stata svolta utilizzando materiali poveri, strumenti cioè realizzati con materiale di uso comune e facilmente reperibili (fig14).



Figura 13. Rudimentale motorino ad acqua.

2.2.3 Explain e la formalizzazione delle conoscenze

La fase di *Explain* è il momento in cui il sapere si formalizza. Dagli esperimenti, dalle investigazioni effettuate, dalle fonti dirette e indirette consultate si giunge ad una spiegazione, essa deve essere coerente, deve rispondere a quelle che sono le caratteristiche di una conoscenza scientifica. Tutti i dati devono confluire verso un’unica direzione dunque. In questa fase l’insegnante, tutor esperto, ha un ruolo decisivo, egli, che ha pianificato il percorso investigativo, conosce già il risultato dell’*Explore*, oppure no, potrebbe essere un percorso investigativo su cui si fa indagine per la prima volta, in questo caso il tutor esperto, verifica l’attendibilità del percorso intrapreso formalizzando la conoscenza.

Per tutti è il momento in cui, non solo si comprende un nuovo fenomeno, ma vengono introdotti nuovi termini specifici.

2.2.4 Extend: dalla conoscenza alla competenza

L'*Extend* si realizza quando si comprende una nuova conoscenza utilizzandone una diversa appresa, ma pertinente, o quando ad esempio si utilizzano le stesse strategie utilizzate per risolvere un problema precedente adattandole per risolverne uno nuovo.

Nel momento in cui lo studente comprende ad esempio il ciclo dell'acqua utilizzando come modello descrittivo l'acqua che bolle in una pentola, ha decontestualizzato la pregressa conoscenza riadattandola alla comprensione del fenomeno in questione.

L'*Extend* è anch'esso un momento fondamentale nelle fasi dell'apprendimento, perché è il passaggio dalle conoscenze e abilità acquisite, alla competenza.

2.2.5 Evaluate: verifica e valutazione

Adeguare i processi di apprendimento e i processi di insegnamento a prove di verifica e valutazione non è sempre facile. Tanto più un sistema è complesso tanto più sarà difficile valutarlo o quanto meno trovare strumenti che siano adeguati e soddisfino lo scopo.

La valutazione nella pratica laboratoriale e con l'utilizzo di metodo come quello *Inquiry-Based*, deve avere lo scopo di misurare, dunque di verificare gli apprendimenti appresi in termini di conoscenze. La verifica degli apprendimenti è dunque più disciplinaristica e può essere effettuata attraverso quelle che oggi chiamiamo *prove di realtà*, esse comprendono ad esempio le *prove a risposta chiusa* (scritta o orale), le *prove a risposta costruita* (scritta o orale), le *prove di prestazione* che mostrano ad esempio l'abilità acquisita da parte dello studente nell'eseguire un esperimento o più in generale le fasi di una indagine. L'utilizzo delle prove serve per lo più per verificare il divario tra obiettivi di conoscenza da raggiungere, con quelli già raggiunti.

Ma se il sistema di valutazione deve essere completo, esso non può fermarsi alla mera verifica delle conoscenze, ma anche alla valutazione delle competenze. Così come suggerito dalle Indicazioni Nazionali, la valutazione deve essere formativa e sommativa.

Essa è più complessa nella sua strutturazione e nella rilevazione, perché la valutazione di una competenza deve essere fatta attraverso *compiti di realtà autentici*.

Un compito è reale se riguarda esempi appunto reali, ma deve essere anche autentico, perché deve riguardare la realtà specifica dello studente.

Nella loro specificità

i compiti autentici di realtà offrono agli studenti l'occasione di esaminare i problemi da diverse prospettive teoriche e pratiche... L'uso di una varietà di risorse piuttosto che da un numero limitato di riferimenti preselezionati (dal docente) richiede agli allievi la competenza di selezionare le informazioni rilevanti e di distinguerle da quelle irrilevanti.

I compiti autentici forniscono l'occasione di collaborare...di riflettere... possono essere integrati ed utilizzati in settori disciplinari diversi...sono strettamente integrati con la valutazione...generano prodotti finali che sono importanti di per sé...permettono più soluzioni alternative (Tessaro, 2015)

Nel caso di bambini più piccoli uno strumento utile di verifica e valutazione è l'espressione nel linguaggio simbolico attraverso la produzione di un disegno.



Figura 14. Disegno realizzato da un bambino di tre anni e mezzo sul ciclo dell'acqua

Il *Quaderno di laboratorio (all.7)* è un altro strumento fondamentale per la valutazione di prodotto e di processo dello studente nell'acquisizione dei contenuti e delle metodologie apprese.

Un compito autentico di realtà comporta dunque il fare esperimenti, trovare le strategie per la risoluzione, scegliere dove indagare.

2.2.6 Exhibition ... la sesta E

L'Exhibition è il compito autentico (Tessaro, 2015) per eccellenza. Consiste nel realizzare una esibizione scientifica dove alunni o studenti spiegano fenomeni e conducono esperimenti. Durante una esibizione lo studente dimostra le proprie conoscenze, abilità e competenze mettendole in azione in una situazione reale. In questo caso gli studenti hanno dimostrato di saper realizzare un'attività basata sull'approccio *Inquiry*.



Figura 15. Studenti durante l'esibizione scientifica del giugno 2015

2.3 Livelli attività Inquiry

Non tutte le attività I.B.S.E. sono uguali, infatti quando si svolge in aula un'attività di tipo investigativo solitamente si suole distinguere il *livello di Inquiry* a seconda se l'indagine svolta è molto prescrittiva da parte dell'insegnante e se lo è poca, distinguendone più o meno 4 diversi livelli (Banchi & Bell, 2008) che vanno da un livello di indagine più basso a quello più alto.

Si distingue pertanto in

- *Inquiry confermativo (livello 1);*
- *Inquiry strutturato (livello 2);*
- *Inquiry guidato (livello 3);*
- *Inquiry aperto (livello 4).*

Nell'*Inquiry confermativo* solitamente il docente sceglie l'argomento, pone la domanda di indagine fornendo le indicazioni sul procedimento di indagine e anticipando in questo caso la soluzione o la risposta alla domanda di partenza. Notiamo bene che si tratta di un livello di indagine molto basso, dove lo studente deve seguire le indicazioni. Questo livello di Inquiry solitamente si sceglie se i fenomeni in questione trattati sono difficili, o se gli studenti che devono svolgere l'indagine sono molto piccoli, ad esempio nel caso in cui si tratti di bambini di scuola dell'infanzia e scuola primaria. Alcuni ritengono, questo livello di indagine, nullo.

Nell'*Inquiry strutturato* i docenti propongono una domanda, suggeriscono il procedimento di investigazione, ma la soluzione non viene anticipata ma deve essere ricercata dagli studenti. In questo caso l'Inquiry è ancora prescrittivo, ma gli studenti non sanno quale sia la soluzione o quale sia la risposta alla domanda posta dal docente, potrebbero dunque incorrere in una serie di tentativi ed errori. Nasce, in questo caso, ancor di più l'esigenza di un confronto tra pari.

I livelli più elevati di indagine sono *l'Inquiry guidato* e *l'Inquiry aperto*. Entrambi sono caratterizzati dal fatto che non solo gli studenti non conoscono la soluzione al problema dato, ma, inoltre sono ignari del procedimento da seguire, quindi il confronto tra pari risulta essere ancor più di rilevante importanza, in quanto gli studenti devono scegliere come e dove ricercare le informazioni, devono scegliere gli strumenti più adatti, devono selezionare le fonti a loro utili, devono saper raccogliere i dati, li devono saper leggere.

La differenza tra Inquiry aperto e guidato, è che nell'Inquiry aperto la domanda dalla quale partire per fare investigazione è proposta dallo studente, in quello guidato la domanda viene posta dal docente, e questo presuppone un livello di autonomia non indifferente, benché il ruolo del docente tutor è anche quello di guidare e di accompagnare gli studenti in tutte le fasi operative.

Un'attività investigativo di livello 'aperto' sviluppa i *traguardi per lo sviluppo delle competenze* che al termine della scuola primaria sono ad esempio: *saper esplorare fenomeni con un approccio scientifico, saper osservare e saper descrivere lo svolgersi dei fenomeni, proporre semplici esperimenti, saper ricercare in autonomia le fonti più appropriate*. Dunque questo livello di Inquiry può essere proposto a bambini più grandi, ad esempio del triennio della scuola primaria (dell'Istruzione, s.d.).

2.4 Storia di I.B.S.E.

L'Inquiry based approach venne per la prima volta portato in auge in America, intorno agli anni '70-'80, da Rosalind Driver, docente universitaria, (Driver & al., 1985). Di lì ad oggi l'interesse per questa pratica di didattica di tipo laboratoriale è via via cresciuta, in quanto riconosciuta dalla maggior parte dei ricercatori in didattica, la più efficace ai fini nel processo di insegnamento apprendimento. Lo dimostra, in Europa, l'attenzione data dalla comunità europea che nel 2007 stilò un importante documento di riferimento per gli insegnanti, *Science education now: a renewed pedagogy for future of Europe* (européenne & recherche, 2007). Esso venne redatto dalla Commissione Europea riunitasi in quell'anno e presenziata da Micheal Rocard, membro del Parlamento europeo ex Primo Ministro francese, per questo il documento è meglio noto come *Report Rocard*.



Figura 16. Science education now.

La Commissione, dopo aver rilevato da studi di settore che i giovani d'Europa mostravano un certo declino di interesse verso l'apprendimento delle materie scientifiche, ha cercato di suggerire e trovare soluzioni a questo problema, che se perdurasse rischierebbe di segnare il declino inevitabile sulla qualità della ricerca scientifica, che vuol dire anche un rallentato progresso tecnologico in un contesto, quale quello mondiale, in continuo sviluppo e crescita tecnologica, quindi anche economica. In questo importante documento si analizza il ruolo dell'insegnamento sulla motivazione all'apprendimento degli studenti e si evidenzia come sia fondamentale il ruolo dell'insegnante proprio sulla motivazione dei propri studenti.

Nel report viene proposto l'approccio investigativo come tipologia di didattica capace di promuovere l'interesse negli studenti e facilitare l'apprendimento delle materie scientifiche considerate difficili dai più.

Nel documento si incentiva l'uso del metodo IBSE perché considerato anche motivante per gli stessi docenti ed efficace in tutti i contesti educativi, dalla scuola primaria alla scuola secondaria, fra gli studenti più bravi oltre che i più deboli. Nel documento vengono stilate sei raccomandazioni, ritengo opportuno metterne in evidenza tre che sono a mio avviso le più significativamente correlate al mio lavoro di ricerca e che mi hanno spinto a muovermi verso la direzione specifica che ho dato alla mia ricerca:

- la qualità dell'insegnamento delle discipline scientifiche e il connesso apprendimento da parte degli studenti, determina il futuro dell'Europa, per questo è ritenuto necessario che si promuovano azioni non solo a livello locale, ma anche a livello regionale, nazionale ed europeo;
- è necessario utilizzare una pedagogia rinnovata, e l'approccio I.B.S.E. è un importante esempio di pedagogia innovativa;
- le ragazze rappresentano l'anello più debole in questo processo di insegnamento-apprendimento, dunque è necessario accrescere la loro sicurezza e la loro autostima.

Il modo più immediato per favorire la motivazione allo studio delle discipline scientifiche è sicuramente demandato ad una didattica innovativa e non certo ancorata all'insegnamento di tipo tradizionale delle discipline scientifiche, come la lezione frontale troppo spesso e in troppi contesti utilizzata in maniera pedissequa.

2.5 Progetti IBSE in Europa

A seguito del rapporto Rocard sono nati svariati progetti sia a livello nazionale che internazionale, tra i più importanti ricordiamo:

2.5.1 Inquire

Progetto triennale incentrato sulla diffusione della didattica delle scienze basata sull'approccio IBSE Coinvolge 17 partner e 11 paesi europei. Il progetto è finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del 7° Programma Quadro ed è coordinato dal Giardino botanico dell'Università di Innsbruck in Austria, con il sostegno del Botanic Gardens Conservation International, il King's College di Londra, Regno Unito e l'Università di Brema, in Germania. Coinvolti nel progetto 14 giardini botanici ed ognuno di essi ha il compito di sviluppare individualmente ogni anno un corso di formazione IBSE annuale per docenti ed educatori (<http://www.inquirebotany.org/it/>).

2.5.2 Establish

Esso ha coinvolto 14 Università ed enti di Ricerca da 11 Paesi Europei, per un impegno di 48 mesi, a partire dal 1° gennaio 2010.

Il progetto era volto a promuovere e sviluppare la "Inquiry Based Science Education nelle scuole di Primo e Secondo Grado (<http://www.establish-fp7.eu>).

2.5.3 Irresistible

Irresistible sta per Including Responsible Research and innovation in cutting Edge Science and Inquiry-based Science education to improve Teacher's Ability of Bridging Learning.

Il progetto è stato realizzato tra novembre 2013 e ottobre 2016. Ha coinvolto 10 nazioni, 14 partner ed è stato coordinato dall'Università di Groningen (<http://www.irresistible-project.eu/index.php/en/>)

2.5.4 InGenius

Il progetto nasce nella primavera del 2011 e termina ad autunno del 2014. È stato rivolto a bambini di età compresa tra i 7 e gli 11 anni

2.5.5 Piano I.S.S.

Insegnare Scienze Sperimentali.

Il presente progetto coinvolge la Scuola primaria, Scuola secondaria di Primo e Secondo grado.

È promosso dalle Associazioni professionali A.I.F. (Associazione per l'Insegnamento della Fisica), ANISN (Associazione Nazionale Insegnanti di Scienze Naturali), DD/SCI (Divisione di Didattica della Società Chimica Italiana) e dai Musei MNST "Leonardo da Vinci" (Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia, Milano) e "Città della Scienza" (IDIS, Napoli); è adottato e sostenuto dal Dipartimento per l'Istruzione del MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca).

Il Piano ISS propone attività di ricerca/azione nella scuola, con l'intento di creare un cambiamento duraturo nella didattica delle Scienze sperimentali. Esso sperimenta un progetto di formazione continua degli insegnanti, basato sulla collaborazione fra pari assistita da esperti, sostenuto da un sistema di reti di scuole e presidi territoriali. Il Piano si sviluppa con il supporto degli Uffici Scolastici Regionali, USR (<http://www.Ifns.it/PianoISS/>)

2.6 IBSE e la didattica inclusiva

Uno dei punti forti dell'approccio IBSE è quello di essere inclusivo in quanto utilizzabile in svariati contesti.

Esso è trasversale a tutte le discipline, poiché, come si vedrà nelle attività realizzate dagli studenti, sono state coinvolte spesso svariati campi di esperienza o svariati ambiti disciplinari; può essere praticata a tutte le età, dalla scuola dell'infanzia all'università e oltre; può essere realizzata in ambienti anche poco attrezzati; può essere utilizzata sia nelle scuole (didattica formale), che nei musei (didattica informale).

È inclusivo a livello internazionale, infatti il Rapporto Rocard vuol promuovere IBSE per assicurare all'Europa di rimanere al passo con il progresso scientifico nel resto del mondo.

È inclusivo perché si può fare in qualsiasi struttura scolastica, dotata di un laboratorio con strumenti tecnologici o di un laboratorio con materiale povero.

Inclusivo perché può giungere a tutti, può essere condiviso su un ampio raggio grazie al mobile learning e ai social network, come abbiamo fatto per coordinarci con un gran numero di studenti durante la sperimentazione.

L'approccio IBSE, come è stato dimostrato in questo percorso di ricerca, è stato anche inclusivo, perché ha accolto tutti gli studenti, essendo consapevoli di poter adattare questo approccio a tutti gli studenti con stili di apprendimento diversi.

I laboratori *Inquiry-Based* realizzati dagli studenti, sono stati inclusivi anche per alunni con disabilità, risultando coinvolgente dunque anche in situazione di bisogni educativi speciali.

2.7 Ruolo del docente nei laboratori *Inquiry-Based*

In questo assetto pienamente laboratoriale, in cui il discente cerca, scopre, si confronta, collabora con i compagni e viene investito da un coinvolgimento psico-fisico...l'insegnante riveste il ruolo di Tutor, di colui cioè che affianca, aiuta, guida, conduce, accompagna lo studente nel processo di apprendimento.

Benché in quest'ottica il processo di insegnamento assume una visione puerocentrica, ciò non significa che il docente abbia un ruolo marginale, in quanto egli ha una grande responsabilità, direi fondamentale per la riuscita del laboratorio, poiché la fase organizzativa-progettuale è necessariamente di sua competenza. Infatti in una attività laboratoriale è necessario pianificare nel dettaglio il lavoro da svolgere in aula o fuori dall'aula se necessario (e auspicabilmente, ove possibile!).

Se vogliamo, proprio nel lavoro di progettazione inizia l'investigazione dell'insegnante, che deve scegliere (possibilmente insieme agli studenti) l'argomento da trattare, deve approfondire i contenuti, ricercando informazioni nelle fonti a sua disposizione (libri di testo, testi specifici, web, enciclopedie...).

La scelta deve essere ben ponderata dopo aver constatato i pre-requisiti degli studenti sull'argomento che dovrebbe essere trattato. Inoltre gli argomenti devono essere per loro interessanti, devono appartenere a qualche aspetto della loro esperienza di vita.

Scelto l'argomento è necessario programmare le fasi dell'attività laboratoriale, quindi, prevedere quali materiali o strumenti è necessario recuperare... poi si devono recuperare, e si deve prevedere inoltre l'utilizzo di un quaderno di laboratorio, si deve strutturare e adattare a seconda del tipo di attività da condurre. Si devono prevedere le attività, e bisogna strutturare la valutazione.

La fase della progettazione è dunque impegnativa, ogni attività prevede una scansione di tempi diversi, una individuazione degli spazi che può variare da attività ad attività, vuol dire anche valutare le risorse a disposizione (economiche, materiali...), reperire gli strumenti necessari per l'attività specifica...progettare un'attività di tipo laboratoriale vuol dire dunque non lasciare nulla al caso.

È, inoltre, fondamentale la capacità di gestione del gruppo classe durante le attività laboratoriali. Gruppo che in questo caso necessita spesso di muoversi, scambiarsi di posto, vuol dire in pratica dare una organizzazione psico-geografica alla classe che può essere diversa da situazione a situazione. È chiaro, cosa questo possa comportare, se la capacità di organizzazione della classe non è adeguata al contesto e se ci si ritrova con un gruppo classe non facile da gestire, specialmente se numeroso. Inoltre si può essere capaci di gestire una classe in una scuola ubicata in un dato contesto, potrebbe essere necessario rivedere la propria pratica pedagogico-didattica cambiando contesto, ed anche questo è ciò che fa di un insegnante, un docente competente.

Anche organizzare gli studenti in gruppi di lavoro presuppone da parte del docente la capacità di 'equilibrare' i componenti dei gruppi tra loro. Per assicurare l'apprendimento cooperativo bisogna che i componenti del gruppo abbiano doti e qualità diversificate, e che dove ci sia qualche 'elemento debole' un altro compensi.

Altro momento in cui necessita la competenza pedagogica e didattica da parte dell'insegnante, è quello della valutazione, che non deve essere solo una valutazione di prodotto e di processo sull'operato degli alunni, ma anche un'autovalutazione, sia di processo che di prodotto. L'insegnante deve porsi domande sull'efficacia del percorso, sul grado di coinvolgimento ed interesse da parte degli alunni, sulla scelta adeguata o meno dell'argomento, sulla propria capacità organizzativa e gestionale del gruppo classe...

Insomma, lungi dal voler mettere in una posizione marginale il ruolo dell'insegnante, è, credo, opportuno, dare al docente, insieme all'alunno, un posto centrale nel processo di insegnamento-apprendimento.

Così, un docente, in un'attività di tipo laboratoriale, a differenza dell'attività frontale, deve mettere ancor di più a prova le proprie competenze.

Capitolo 3

3.1 Il disegno di ricerca (Coggi & Ricchiardi, 2005)

Titolo della ricerca:

Un approccio Inquiry Based ai laboratori di didattica della Fisica nel Corso di Laurea in Scienze della Formazione Primaria.

Tema della ricerca:

Lo sviluppo delle competenze didattiche laboratoriali attraverso la sperimentazione dell'inquiry based science education negli studenti del quarto anno di Scienze della Formazione Primaria.

Scopo della ricerca

Nella letteratura (Herron, 1971; Singer et al., 2012) è noto che *l'educazione scientifica basata sull'investigazione si è dimostrata efficace sia nella scuola primaria che secondaria, e che non solo serve ad aumentare l'interesse e il rendimento degli alunni, ma anche a stimolare la motivazione degli insegnanti* (européenne & recherche, 2007). Di conseguenza, scopo della ricerca è quello di verificare negli studenti di SFP al quarto anno:

nella **fase pre sperimentale** (attraverso questionari, test e prove pratiche laboratoriali):

- quali fossero le conoscenze teoriche sul laboratorio scientifico prima della sperimentazione dell'approccio Inquiry;
- quali, delle loro conoscenze teoriche sul laboratorio, fossero effettivamente applicate a livello pratico nella progettazione di unità di apprendimento (UDA) di tipo scientifico;
- quali caratteristiche avesse il laboratorio progettato spontaneamente e specificatamente se fosse semplicemente di tipo operativo, dichiarativo o metacognitivo (Tessaro, 2002);
- quali delle fasi del modello delle 5E dell'approccio Inquiry (Bybee et al., 2006), fossero spontaneamente utilizzate dagli studenti, e quali quelle meno presenti nelle loro progettazioni di laboratorio;

nella **fase della sperimentazione del primo anno** (progetto pilota):

- quali competenze venissero sviluppate negli insegnanti attraverso l'uso di I.B.S.E. (in particolare, Inquiry di tipo strutturato, di secondo livello (Banchi & Bell, 2008);
- se l'utilizzo dell'approccio Inquiry sviluppasse, negli studenti di SFP, una effettiva didattica per competenze come prescritto nelle Indicazioni Nazionali (dell'Istruzione, s.d.).

I risultati della sperimentazione del primo anno sono stati utilizzati per dimensionare la **fase sperimentale del secondo anno**, durante la quale è stato seguita una diversa modalità di approccio Inquiry di quarto livello, di tipo aperto (Banchi & Bell, 2008).

Problema

Dalla ricerca in didattica delle discipline scientifiche è emerso che molte delle difficoltà di apprendimento da parte degli studenti, a più livello di istruzione, sono dovute spesso non solo ad un uso poco appropriato delle risorse epistemologiche personali (Schoenfeld, 1992; Kuo & al, 2013; Windschitl & Thompson, 2006), ma anche da una pratica tradizionale in didattica, quella della lezione frontale, che sovente, risulta essere poco motivante, e non sempre favorisce i processi di apprendimento negli studenti.

In che termini il laboratorio Inquiry risulta essere un metodo pedagogico efficace negli studenti di scienze della Formazione Primaria al fine di acquisire competenze didattiche spendibili nell'insegnamento?

Definizione del costrutto teorico

Il costrutto teorico è stato definito, tramite un'analisi della **letteratura** italiana e straniera, relativa in particolare allo studio:

- dei fattori che incidono sulla motivazione all'insegnamento oltre che all'apprendimento delle discipline scientifiche;
- della definizione dell'approccio Inquiry;
- della didattica laboratoriale e approccio Inquiry;
- del ruolo dell'insegnante nel laboratorio Inquiry;
- delle origini dell'approccio Inquiry;
- delle fasi identificative dell'approccio Inquiry: il modello delle 5E di Bybee;
- del metodo scientifico;

- della pedagogia del '900: dall'Attivismo al Costruttivismo pedagogico;
- dell'impiego, in ambito nazionale e internazionale, dell'approccio Inquiry nella didattica formale (progetti nazionali e internazionali: Ingeniuos, Scientix, Estabilish...) e informale (musei delle scienze: Muse di Trento, Exploratorium San Francisco);
- dell'approfondimento dei fondamenti di Fisica durante il corso di Fisica in Scienze della Formazione Primaria;

Lo studio della letteratura in questione, ha fatto emergere che l'insegnamento delle discipline scientifiche attraverso metodologie classiche come la lezione frontale, causerebbe una demotivazione da parte dello studente, per questo è più opportuno che gli insegnanti utilizzino metodologie didattiche di tipo laboratoriale, integrandole all'approccio Inquiry di tipo investigativo, che agevolerebbe, negli studenti, oltre la motivazione all'insegnamento delle discipline scientifiche, l'acquisizione di competenze progettuali più specifiche contribuendo ad organizzare efficacemente le azioni didattiche laboratoriali.

Ipotesi

si è quindi ipotizzato che si possa motivare e agevolare l'azione didattica degli insegnanti in formazione al quarto anno di SFP, attraverso l'utilizzo dell'approccio Inquiry.

Variabile dipendente

verificare negli insegnanti in formazione:

- la motivazione all'insegnamento attraverso l'approccio Inquiry
- competenze progettuali:

Definizione operativa

Si è stabilito di misurare le competenze progettuali e didattiche operative degli insegnanti in formazione, nonché la motivazione all'insegnamento delle discipline scientifiche tramite una serie di comportamenti osservabili:

- attenzione durante le attività di laboratorio;
- motivazione alla progettazione e di attività Inquiry based;
- collaborazione tra pari;
- competenza progettuale;
- capacità di reperire le fonti;

- competenze organizzative;
- competenza didattica pratica;
- realizzazione di progetti scientifici oltre il laboratorio (per tesi, esperienze di tirocinio, realizzazione di progetti nelle scuole).

Variabile indipendente

La variabile indipendente nel nostro caso è rappresentata dall'insegnamento dell'approccio Inquiry attraverso attività di tipo pratiche, progettuali e in situazione con gli alunni della scuola primaria.

Campionamento

Il campionamento è a grappoli (Coggi & Ricchiardi, 2005); si è scelto infatti di lavorare con l'intero gruppo dei frequentati del corso di fisica del 4° anno del corso di studi in Scienze della Formazione Primaria (200 studenti per la pre-sperimentazione con un laboratorio di tipo "tradizionale" e 161, un sottogruppo di questi, nella fase pilota, con un laboratorio di tipo Inquiry) durante l'A.A. 2014-2015.

Nel secondo anno il gruppo di lavoro è costituito dall'intero insieme degli studenti al quarto anno di Scienze della Formazione Primaria frequentanti il laboratorio di didattica della Fisica durante l' a.a. 2015-2016, per un totale di 131 studenti. Le attività svolte sono state tutte di tipo Inquiry Based.

Piano di esperimento

Si è deciso di utilizzare la metodologia di ricerca sperimentale a gruppo unico (Coggi & Ricchiardi, 2005), sviluppando il piano di esperimento in due annualità.

1° anno:

- è stato somministrato, dapprima, un questionario al fine di rilevare la situazione iniziale del gruppo;
- hanno frequentato un laboratorio di didattica della fisica di tipo tradizionale;
- è stato somministrato un test intermedio.
- nella fase pilota:
- un sottogruppo di questi (161 studenti) ha frequentato il laboratorio Inquiry-based al termine del quale hanno realizzato una exhibition scientifica per alunni della scuola primaria;

- è stato somministrato loro un test finale per rilevare i risultati significativi dopo aver realizzato il laboratorio Inquiry di tipo strutturato (di secondo livello).

2° anno

- è stato somministrato un pre-test;
- gli studenti hanno frequentato laboratorio Inquiry di tipo aperto (di quarto livello) al termine del quale hanno realizzato una exhibition scientifica per alunni della scuola primaria;
- è stato somministrato un post test.

Lo scopo è quello di verificare ricadute significative del laboratorio Inquiry di tipo aperto rispetto al laboratorio Inquiry di tipo strutturato e ad uno di tipo tradizionale.

Scelta degli strumenti da utilizzare

Per la rilevazione dei dati indicati negli indicatori si è deciso di utilizzare come riferimento:

- *un test in entrata, in itinere (solo durante il primo anno) e in uscita* costruito sulla base di alcuni dei test validati del Progetto Europeo ‘Establish’ (<http://www.establish-fp7.eu>), apportando alcune modifiche per adattarlo al contesto. Si è provveduto ad una ulteriore validazione (Pedrabissi & Santinello, 1997) di contenuto (Lawshe, 1975) (Goldstein, 2013), con 5 esperti studiosi del settore ed una validazione di facciata (Anastasi, 1988; Weiner & Craighead, 2010) , con 20 studenti del terzo anno del Corso di Laurea in Scienze della Formazione Primaria;
- *Schede di analisi* delle Indicazioni Nazionali;
- *Schemi di progettazione delle unità di apprendimento*
- *Analisi qualitativa delle progettazioni didattiche*;
- *Schede di autovalutazione* degli studenti sul percorso effettuato (tratte dalle schede di Valutazione utilizzate nei laboratori di pedagogia speciale in Scienze della Formazione Primaria- Prof. Francesca Pedone);
- *Quaderni di laboratorio* compilati dagli studenti durante le attività pratiche;
- *Attività di tipo ‘World café’*(Brown, 2002);

Definizione del piano d’esperienza

I anno di sperimentazione: pre-sperimentazione e progetto pilota.

Il gruppo sperimentale è composto da 200 studenti del quarto anno di SFP che frequentano un laboratorio di didattica della Fisica di tipo tradizionale condotto dai tutor di tirocinio (pre-sperimentazione).

Dopo lo svolgimento del laboratorio tradizionale, un sottogruppo degli stessi studenti coinvolti nella pre-sperimentazione frequenta un laboratorio di didattica della fisica di tipo *Inquiry-based* al secondo livello di investigazione (sperimentazione pilota);

II anno di sperimentazione

Il gruppo sperimentale è composto da 131 studenti che frequentano un laboratorio di didattica della fisica di tipo Inquiry, quarto livello di investigazione.

Analisi dei dati

I dati rilevati durante i due anni di sperimentazione sono stati analizzati tramite analisi qualitativa e mediante metodi di analisi quantitativa di cluster (Sokal & Sneath, 1963).

Capitolo 4

Primo anno di sperimentazione: descrizione dell'intervento, metodo di raccolta e analisi dei dati

La sperimentazione del primo anno, riguardante il progetto pilota, è stata svolta tra i mesi di febbraio e giugno 2015. Questo periodo è stato suddiviso in due momenti, una fase pre-sperimentale, con la realizzazione di un laboratorio di didattica della Fisica di tipo tradizionale, della durata di 4 incontri di 4 ore ciascuno (*All.1*), e un'altra fase (progetto pilota) durante la quale è stato svolto un laboratorio basato su un approccio Inquiry-based. Al termine del laboratorio Inquiry-based gli studenti hanno realizzato una esibizione scientifica (*All.10*), svoltasi nell'arco di due giornate e alla quale hanno partecipato gli alunni di quattro classi della scuola primaria dell'I.C. 'Nicolò Garzilli' di Palermo.

Tabella 2. Sviluppo del lavoro di sperimentazione del 1° anno.



4.1 Pre test: questionario e sondaggio iniziale

Prima della fase pre-sperimentale è stato, come già precisato in precedenza, somministrato agli studenti un questionario composto da dieci domande, allo scopo di indagare le loro idee sul ruolo dato all'insegnamento delle scienze nella scuola primaria e dell'infanzia). Le dieci domande, estratte come detto in precedenza da alcuni dei questionari validati del Progetto Europeo 'Establish' (<http://www.establish-fp7.eu>) e modificate (con opportuna validazione) per adattarle allo specifico contesto del campione di lavoro sono state utilizzate a rilevare le idee degli studenti:

- sugli ostacoli all'insegnamento delle discipline scientifiche nella scuola dell'infanzia e nella scuola primaria,
- su modalità di insegnamento ritenute efficaci per promuovere abilità di riflessione nei bambini,
- sull'importanza di insegnare le scienze già in tenera età.

Il questionario con le dieci domande è stato, invece, somministrato all'inizio del primo incontro attraverso moduli di *google drive*. I dati ottenuti sono stati analizzati tramite tecniche di analisi qualitativa dei dati e di analisi quantitativa, come di seguito riportato.

Sono state raccolte altre informazioni sugli studenti come: età, sesso scuole di provenienza, oltre che l'eventuale conoscenza dell'approccio *Inquiry* e delle metodiche didattiche tramite le quali gli stessi si erano approcciati alle discipline scientifiche durante la frequenza delle scuole secondarie di secondo grado. Si è deciso di rilevare tali informazioni tramite l'uso di Student Response System che permettono di fare domande agli studenti e ottenere risposte in tempo reale attraverso l'uso dei cellulari o di computer.

4.2 I risultati del sondaggio iniziale

Il sondaggio iniziale e il questionario sono stati somministrati a 200 studenti, la maggior parte in regola con gli studi di età compresa tra i 22 e i 24 anni. A seguire i dati rilevanti del sondaggio.

Tabella 3.

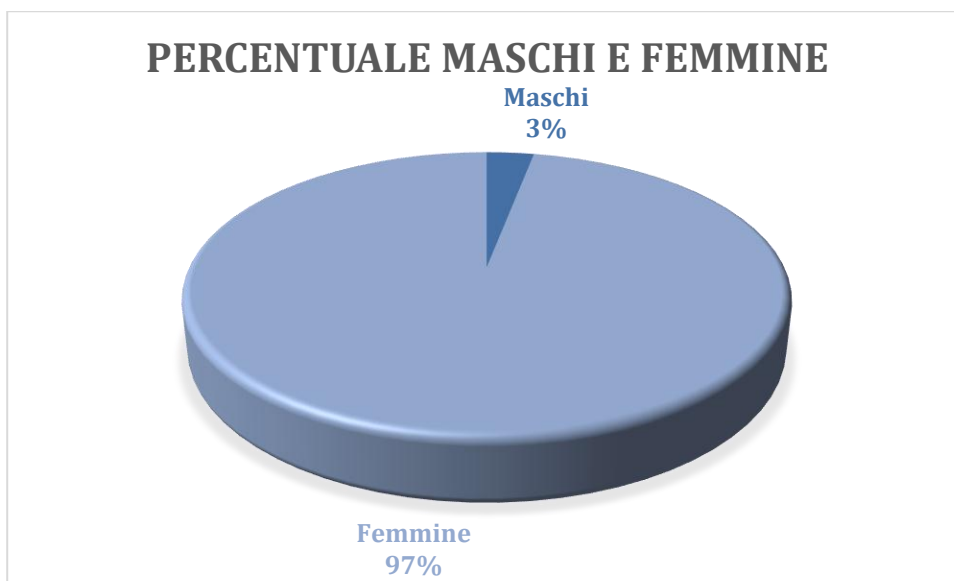


Tabella 4.

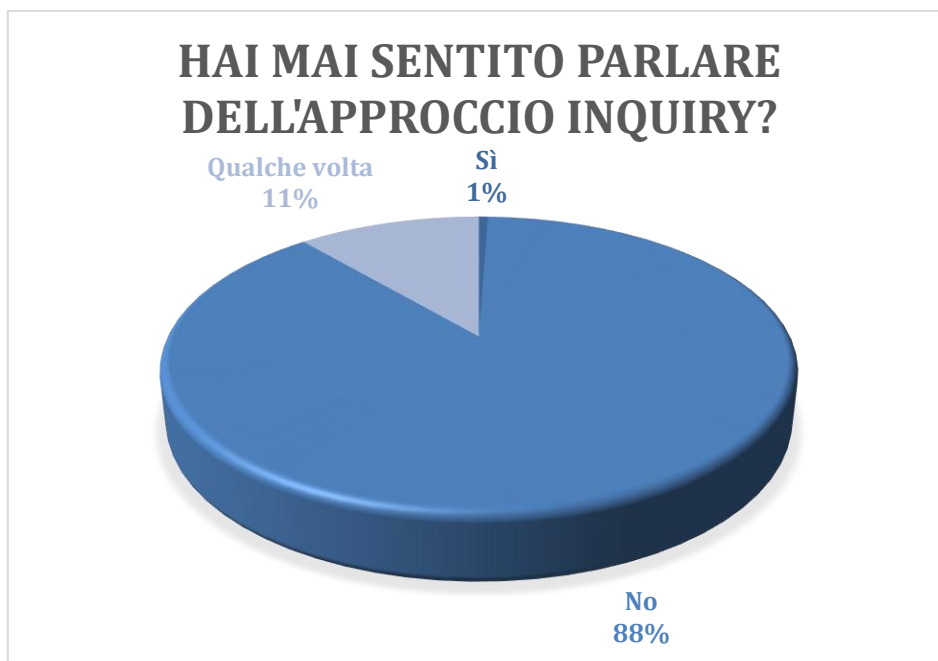
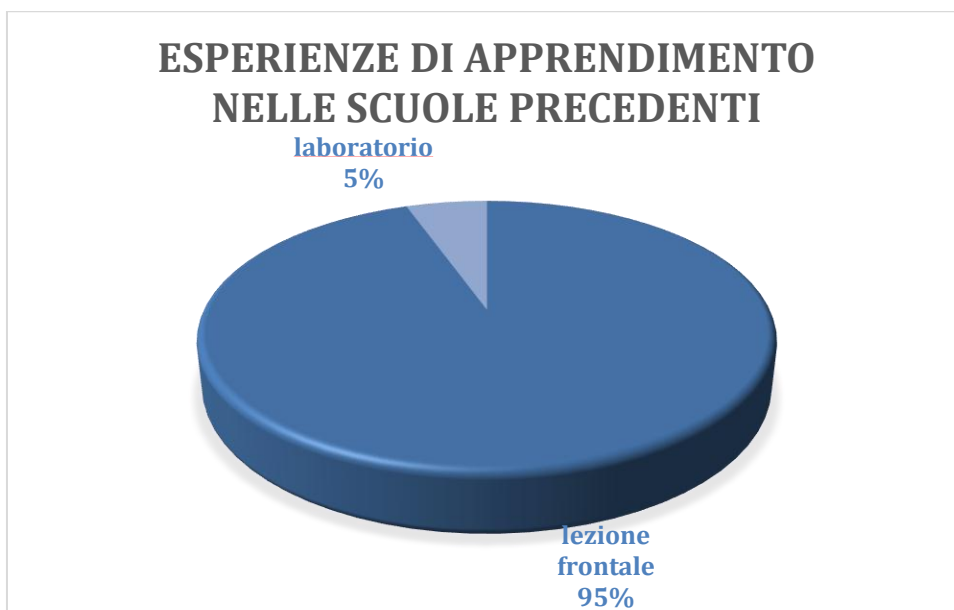


Tabella 5



- La lezione frontale continua ad essere il metodo didattico preferito dai docenti.

Tabella 6



4.3 Analisi di Cluster

Introduzione

L'analisi di cluster (CIA), introdotta in Psicologia da R.C. Tyron nel 1939 (Tryon, 1939), è stata oggetto di studio e ricerca fin dagli inizi degli anni '60 del secolo scorso e l'inizio del suo uso sistematico in psicologia e sociometria può essere fatto risalire al 1963, ad opera di Sokal e Sneath (Robert R. Sokal & Sneath, 1961). L'applicazione di tecniche di analisi legate alla CIA è comune in diversi campi, quali l'informatica, la biologia, la medicina, l'archeologia, l'econofisica e l'analisi dei mercati finanziari (Ott, 1999; Goldstein, 2013; Mantegna, 1999; Cowgill et al., 1999).

Tali tecniche permettono al ricercatore di individuare sottoinsiemi, o "cluster", del campione di lavoro che hanno la tendenza ad essere omogenei secondo criteri pre-definiti. Il risultato dell'analisi mostra, in particolare, un'alta omogeneità all'interno di ogni cluster e una eterogeneità tra i vari cluster.

Le tecniche di CIA (Everitt et al., 2011) sono di tipo esplorativo e non richiedono grandi assunzioni a-priori sui dati. La scelta dei criteri di similarità tra i dati, quella delle tecniche di clustering, l'individuazione del numero ottimale di clustering e l'interpretazione dei risultati sono, però particolarmente importanti. Recentemente alcuni studi relativi all'uso della CIA nella ricerca in didattica della fisica sono stati posti all'attenzione della comunità scientifica. Essi cercano di raggruppare e caratterizzare il comportamento di studenti tramite le loro risposte a questionari a risposta aperta (Springuel et al., 2007; Fazio et al., 2012; Fazio, et al., 2013).

Tutti questi studi mostrano che l'uso dell'analisi di cluster permette di individuare, senza particolari interventi a-priori dei ricercatori (Sathya & Abraham, 2013), gruppi di studenti che hanno specifiche caratteristiche di interesse per la ricerca e che sono consistenti con risultati ottenuti mediante metodi di analisi più tradizionali.

Le tecniche di clustering possono essere suddivise, per grandi linee, in tecniche di tipo *non-gerarchico* (MacQueen & others, 1967) e *gerarchico* (Hastie, et al., 2009). Le prime suddividono e rappresentano lo spazio dei dati in una struttura,

conosciuta come Diagramma di Voronoi (Aurenhammer, 1991), che consiste in un numero di parti contenenti sottoinsiemi di dati simili fra loro.

Le tecniche di tipo gerarchico mirano a ottenere una "gerarchia" di cluster. Esse possono essere distinte in tecniche:

- agglomerative, basate su un approccio "bottom up" (dal basso verso l'alto), nel quale si parte dall'inserimento di ciascun elemento in un cluster differente e si procede quindi all'accorpamento graduale di cluster a due a due;

- divisive, basate su un approccio "top down" (dall'alto verso il basso) in cui tutti gli elementi si trovano inizialmente in un singolo cluster che viene via via suddiviso ricorsivamente in sotto-cluster.

Il risultato di un clustering gerarchico è rappresentato in un dendrogramma, che rappresenta con un diagramma ad albero i vari sottogruppi ottenuti tramite l'analisi.

Per l'analisi dei dati di questa ricerca si è scelto di utilizzare un clustering di tipo non-gerarchico, in quanto la sua rappresentazione tramite diagramma di Voronoi risulta essere di più immediata comprensione rispetto a quella ottenibile tramite dendrogrammi. In particolare, utilizzeremo un algoritmo di tipo *k-means* (MacQueen & others, 1967), in quanto permette di ottenere, oltre ad una rappresentazione grafica della suddivisione in sotto-gruppi del campione di lavoro (ogni studente è individuato da un punto del diagramma, sulla base delle risposte da egli date alle domande del questionario) anche l'indicazione delle risposte più di frequente date alle varie domande del questionario dagli studenti di ciascun sottogruppo. Tali risposte più frequenti, che permettono di caratterizzare, in media, il comportamento di ogni sottogruppo, sono individuabili in particolari punti rappresentati nel Diagramma di Voronoi, detti *centroidi* (Battaglia et al., 2016).

Bisogna, comunque, considerare che la ricerca in didattica che studia le risposte date a domande a risposta aperta tramite una analisi quantitativa ha mostrato che è necessario sviluppare, prima di poter procedere alla CIA, delle tecniche di codifica e classificazione delle risposte date dagli studenti in tipiche "tipologie di risposta", all'interno delle quali far ricadere tutte le effettive risposte date. Tali tecniche non sono banali e implicano processi che, se non ben implementati, possono influenzare negativamente i risultati della CIA. Per ragioni di brevità non discuteremo qui di tali tecniche, né dei fondamenti teorici della CIA e rimandiamo alla letteratura

scientifico specializzata (Battaglia et al., 2016) per una discussione abbastanza completa delle basi teoriche delle tecniche utilizzate in questo studio).

Le domande somministrate agli studenti e sulle quali è stata fatta l'analisi cluster sono le seguenti:

1. Pensi che sia importante trattare argomenti di tipo scientifico con i bambini della Scuola Primaria e dell'Infanzia?

2. Secondo te è importante sviluppare la riflessione e i processi di ragionamento nei bambini di scuola infanzia?

3. Pensi che i buoni docenti usino le domande degli alunni per guidare il loro insegnamento delle discipline scientifiche?

4. Secondo te i buoni docenti incoraggiano gli alunni a discutere su argomenti scientifici rilevanti nella vita di tutti i giorni?

5. Pensi che sia importante che i bambini siano a conoscenza degli aspetti scientifici che riguardano la vita di tutti i giorni?

6. Credi che i bambini di scuola dell'infanzia si pongano domande sul mondo che li circonda?

7. Quanto credi sia difficile per un insegnante condurre un laboratorio scientifico con i propri alunni?

8. Credi sia facile fare domande che possano promuovere le abilità di riflessione ai bambini di scuola dell'infanzia?

9. Ti piace l'idea di dover progettare un'attività di tipo scientifico per i tuoi alunni?

10. Secondo te nella scuola dell'infanzia è possibile scegliere insieme agli alunni gli argomenti da trattare?

4.3.1 Risultati dell'analisi del pre-test

Di seguito riportiamo le risposte tipiche date dagli studenti a ciascuna delle domande del pre-test. Tale elenco di risposte tipiche si è rivelato utile anche per catalogare le risposte date dagli studenti ai test successivi.

Domanda	Risposte tipiche
1. Secondo te è importante trattare argomenti di tipo scientifico con i bambini della scuola dell'infanzia e della scuola primaria?	1. Sì, perché lo si può fare attraverso semplici esperimenti
	2. Sì, affinché si creino solide basi per gli studi successivi
	3. Sì, per promuovere le capacità cognitive
	4. Sì, perché a quest'età sono molto curiosi
	5. Sì, affinché comprendano il mondo attorno a loro
	6. Non sempre: quelli dell'infanzia sono troppo piccoli
	7. Sì, per promuovere il linguaggio scientifico
2. Secondo te è importante sviluppare la riflessione e i processi di ragionamento nei bambini di scuola dell'infanzia?	1. Sì, perché sono processi difficili e devono impararli sin da piccoli.
	2. Sì, per sviluppare le capacità cognitive
	3. Sì, perché i bambini in quest'età non sono abituati a pensare
	4. Sì, affinché comprendano il mondo attorno a loro
	5. Sì, per il loro futuro sviluppo cognitivo
	6. Sì, perché i bambini sono abituati a pensare e a porsi mille domande
3. Secondo te i buoni docenti usano le domande degli alunni per guidare il loro insegnamento delle discipline scientifiche?	1. Sì, per renderli costruttori attivi della propria conoscenza
	2. Sì, ma non tutti lo fanno
	3. Sì, perché se si parte dalle loro curiosità, si motivano all'apprendimento.
	4. Sì, per favorire il passaggio dalla conoscenza comune ad una più scientifica, partendo da argomenti noti
	5. Sì, perché l'apprendimento sia significativo ed efficace
	6. Sì, per abituarli a porsi domande e a riflettere
	7. Sì, affinché gli insegnanti possano rispondere adeguatamente alle loro domande
	8. Sì, per conoscere i loro prerequisiti e partire da essi

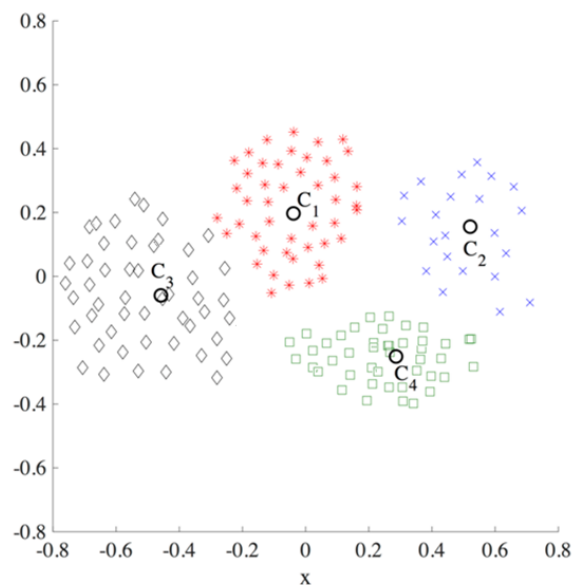
4. Secondo te i buoni docenti incoraggiano gli alunni a discutere su argomenti scientifici rilevanti nella vita di tutti i giorni?	1. Sì, per favorire la discussione
	2. No, perché i docenti non sono adeguatamente preparati per farlo
	3. Sì per partire da una conoscenza pratica e giungere alla comprensione della teoria
	4. Sì, per stimolare le capacità di riflessione, di problem posing e problem solving
	5. Sì, per passare facilmente dalla teoria alla pratica
	6. Sì, perché le scienze studiano ciò che avviene nel mondo
5. Secondo te è importante che i bambini siano a conoscenza degli aspetti scientifici che riguardano la vita di tutti i giorni?	1. Sì, per arricchire il loro bagaglio culturale
	2. Sì, perché in questo modo comprendono il mondo attorno a loro
	3. Sì, per poter apprezzare le scienze che essi studieranno nei loro futuri percorsi scolastici
	4. Sì, per risponderci sulle domande che si pongono sul mondo
	5. Sì, per sviluppare i processi di ragionamento
6. Credi che i bambini di scuola dell'infanzia si pongano domande sul mondo che li circonda?	1. No, perché spesso preferiscono giocare: sono troppo piccoli
	2. Sì, tentano di comprendere il mondo attorno al loro
	3. Sì, sono curiosi di natura
	4. Sì, perché sono stimolati da input esterni
7. Quanto credi sia difficile per un insegnante condurre un laboratorio scientifico con i propri alunni?	1. Dipende dalla preparazione e dalla motivazione da parte degli insegnanti
	2. Poco, se l'insegnante ha capacità di gestione della classe adeguate
	3. Molto/abbastanza, perché nelle scuole spesso mancano risorse
	4. Molto/abbastanza, dipende dal contesto classe
	5. Molto/abbastanza, perché bisogna trovare attività adeguate alla loro età
	6. Poco, basta poco materiale
	7. Poco, perché gli alunni imparano facendo
	8. Molto/abbastanza, È necessario che l'insegnante sia preparato

8. Credi sia facile fare domande che possano promuovere le abilità di riflessione ai bambini di scuola dell'infanzia?	1. No, i bambini non sono molto riflessivi a quest'età, sono troppo piccoli.
	2. No, dipende dalle capacità dell'insegnante.
	3. Se l'insegnante è competente è facile
	4. Sì, i bambini si pongono naturalmente tante domande, sono curiosi.
	5. Sì, basta partire dall'esperienza quotidiana.
9. Ti piace l'idea di dover progettare un'attività di tipo scientifico per i tuoi alunni?	1. Sì, per fargli capire che le scienze sono importanti perché riguardano il mondo attorno a noi.
	2. Sì, per mettermi alla prova.
	3. No, non mi piacciono le scienze.
	4. Sì, perché possa portarli alla teoria attraverso la pratica, partendo dal concreto
	5. No, non mi sento adeguatamente preparata
	6. Sì, così finalmente metto in pratica quanto studiato.
	7. Sì, per fargli capire che le scienze non sono difficili e farli dunque appassionare
	8. Sì, perché spesso faccio progettazione in ambito scientifico e mi piace
10. Secondo te nella scuola dell'infanzia è possibile scegliere insieme agli alunni gli argomenti da trattare?	1. No, ma si può orientare la loro scelta
	2. No, è l'insegnante che deve avere un ruolo attivo nel processo di insegnamento apprendimento
	3. No, sono troppo piccoli.
	4. Sì, è possibile decidere insieme alcuni argomenti.
	5. Sì, perché bisogna capire cosa interessi loro, e conoscere i loro prerequisiti
	6. Sì, è l'alunno che deve avere un ruolo attivo nel processo di insegnamento apprendimento

Nel grafico seguente riportiamo i risultati della CIA sulle risposte date dagli studenti del nostro campione alle domande del pre-test. Sono presenti 161 punti, raggruppati in 4 cluster, in quanto si è scelto, per evidenti motivi di confronto dei risultati, di studiare sia nel pre-test. che nel test intermedio e in quello finale sempre

gli stessi studenti. Visto che al test finale 161 è stato il numero degli studenti che è stato possibile classificare, ci si è limitati a tale numero anche per i test iniziali e intermedio.

Grafico 1. Rappresentazione in un diagramma di Voronoi dei risultati dell'analisi delle risposte al test iniziale.



Il *grafico 1* mostra il diagramma di Voronoi per le risposte date dagli studenti al questionario iniziale. Ogni punto rappresenta uno studente, individuato da un "vettore" le cui componenti sono le risposte da egli date a ciascuna domanda del questionario e posizionato sul diagramma sulla base della sua "distanza" rispetto agli altri studenti. La distanza tra uno studente e un altro viene calcolata tramite il relativo coefficiente di correlazione tra i due calcolato sulla base delle risposte date da essi alle domande del questionario, come meglio spiegato in Battaglia et al., 2016. I "cerchietti" indicati con C_1, \dots, C_4 indicano i centroidi dei quattro cluster individuati tramite l'algoritmo k-means. Tali punti, come già detto, sono caratterizzati dall'aver componenti che rappresentano le risposte più frequentemente date dagli studenti dei rispettivi cluster alle domande del questionario.

La tabella seguente riassume le risposte più frequentemente date dagli studenti di ciascun cluster, ossia le "componenti" dei vettori che rappresentano i centroidi, secondo la codifica riportata nella tabella riportata in precedenza. È, inoltre, indicato il numero di studenti che compongono i cluster.

Centroide	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Risposte più frequenti	1.6, 2.1, 3.3, 4.2, 5.1, 6.1, 7.1, 8.3, 9.5, 10.3	1.6, 2.1, 3.3, 4.4, 5.2, 6.2, 7.1, 8.5, 9.7, 10.1	1.5, 2.5, 3.2, 4.2, 5.1, 6.1, 7.3, 8.1, 9.3, 10.3	1.2, 2.3, 3.3, 4.3, 5.2, 6.2, 7.5, 8.1, 9.6, 10.1
Numero di studenti nel cluster	46	22	49	44

In modo più esplicito, gli studenti di ciascun cluster più frequentemente rispondono nel modo seguente:

Cluster 1

- 1.6 - Non sempre: quelli dell'infanzia sono troppo piccoli
- 2.1 - Sì, perché sono processi difficili e devono impararli sin da piccoli.
- 3.3 - Sì, perché se si parte dalle loro curiosità, si motivano all'apprendimento
- 4.2 - No, perché i docenti non sono adeguatamente preparati per farlo
- 5.1 - Sì, per arricchire il loro bagaglio culturale
- 6.1 - No, perché spesso preferiscono giocare: sono troppo piccoli
- 7.1 - Dipende dalla preparazione e dalla motivazione da parte degli insegnanti
- 8.3 - Se l'insegnante è competente è facile
- 9.5 - No, non mi sento adeguatamente preparata
- 10.3 - No, sono troppo piccoli

Cluster 2

- 1.6 - Non sempre: quelli dell'infanzia sono troppo piccoli
- 2.1 - Sì, perché sono processi difficili e devono impararli sin da piccoli
- 3.3 - Sì, perché se si parte dalle loro curiosità, si motivano all'apprendimento
- 4.4 - Sì, per stimolare le capacità di riflessione, di problem posing e problem solving
- 5.2 - Sì, perché in questo modo comprendono il mondo attorno a loro
- 6.2 - Sì, tentano di comprendere il mondo attorno al loro
- 7.1 - Dipende dalla preparazione e dalla motivazione da parte degli insegnanti
- 8.5 - Sì, basta partire dall'esperienza quotidiana
- 9.7 - Sì, per fargli capire che le scienze non sono difficili e farli dunque appassionare
- 10.1 - No, ma si può orientare la loro scelta

Cluster 3

- 1.5 - Sì, affinché comprendano il mondo attorno a loro
- 2.5 - Sì, per il loro futuro sviluppo cognitivo

- 3.2 - Sì, ma non tutti lo fanno
- 4.2 - No, perché i docenti non sono adeguatamente preparati per farlo
- 5.1 - Sì, per arricchire il loro bagaglio culturale
- 6.1 - No, perché spesso preferiscono giocare, sono troppo piccoli
- 7.3 - Molto/abbastanza, perché nelle scuole spesso mancano risorse
- 8.1 - No, i bambini non sono molto riflessivi a quest'età, sono troppo piccoli
- 9.3 - No, non mi piacciono le scienze
- 10.3 No, sono troppo piccoli

Cluster 4

- 1.2 - Sì, affinché si creino solide basi per gli studi successivi
- 2.3 - Sì, perché i bambini in quest'età non sono abituati a pensare
- 3.3 - Sì, perché se si parte dalle loro curiosità, si motivano all'apprendimento
- 4.3 - Sì per partire da una conoscenza pratica e giungere alla comprensione della teoria
- 5.2 - Sì, perché in questo modo comprendono il mondo attorno a loro
- 6.2 - Sì, tentano di comprendere il mondo attorno al loro
- 7.5 - Molto/abbastanza, perché bisogna trovare attività adeguate alla loro età
- 8.1 - No, i bambini non sono molto riflessivi a quest'età, sono troppo piccoli
- 9.6 - Sì, così finalmente metto in pratica quanto studiato
- 10.1 - No, ma si può orientare la loro scelta

Mediamente, quindi, le risposte dei 161 studenti alle prime domande del questionario mostrano un'opinione abbastanza consapevole dell'importanza dell'insegnamento delle discipline scientifiche alla Scuola Primaria e dell'Infanzia. Tuttavia, sono chiaramente identificabili delle linee di tendenza specifiche di ciascun cluster. In particolare,

Gli studenti del cluster 1:

- sono poco convinti della propria preparazione e di quella degli insegnanti, in generale;
- sono poco fiduciosi delle capacità dei bambini nell'affrontare argomenti "scientifici";
- ritengono ancora prematuro sviluppare dei ragionamenti con i bambini della Scuola dell'Infanzia

Gli studenti del cluster 2:

- sono ben disposti verso le Scienze;
- mostrano qualche preoccupazione sulla motivazione degli insegnanti.

Gli studenti del cluster 3:

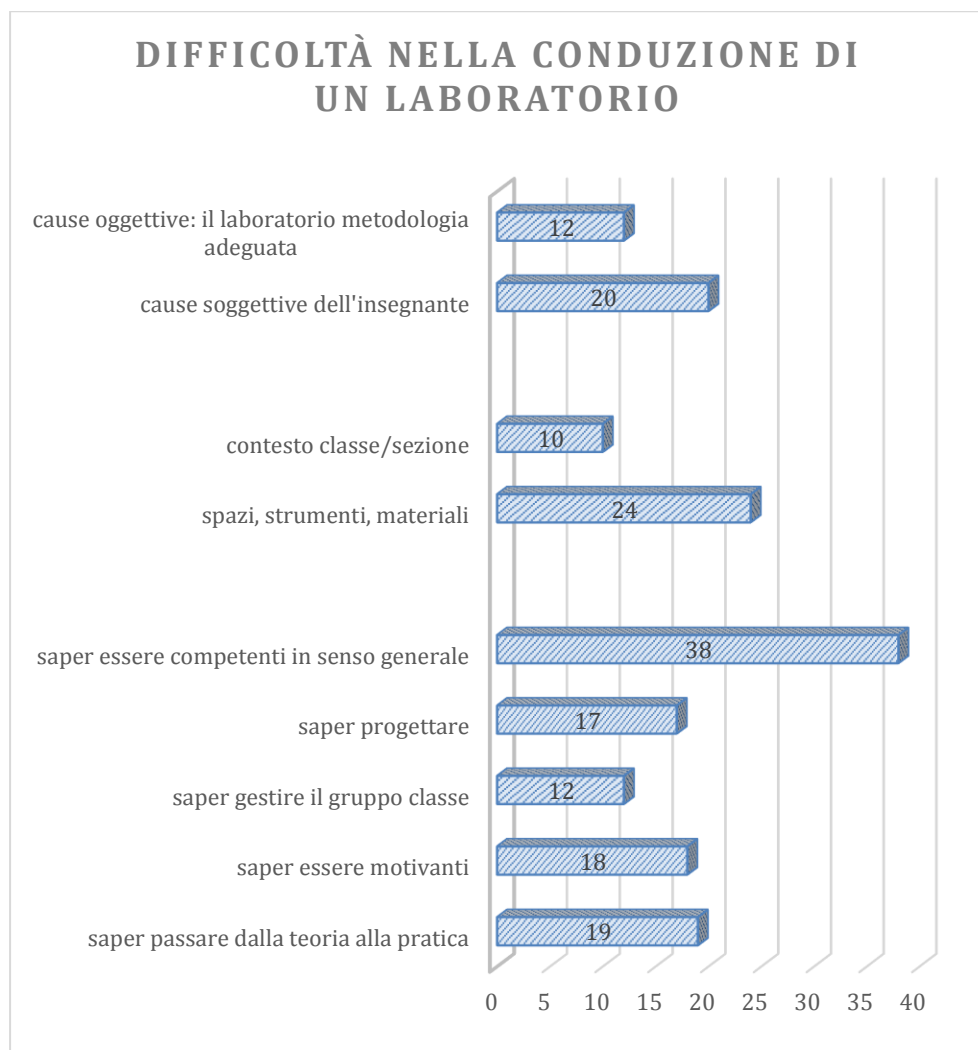
- sono preoccupati della propria preparazione;
- sono preoccupati della mancanza di “risorse” nelle scuole;
- amano poco le Scienze;
- ripongono poca fiducia nelle capacità dei bambini nell’affrontare argomenti “scientifici”

Gli studenti del cluster 4:

- sono ansiosi di mettersi alla prova e sperimentare la “teoria”.
- sono perplessi sulle proprie competenze didattico/scientifiche

Allo scopo di studiare meglio uno dei risultati salienti emersi dall'analisi del test iniziale si è deciso di analizzare meglio le risposte individuali in relazione alle difficoltà percepite dagli studenti nella organizzazione e conduzione di un laboratorio scientifico. Il grafico seguente riporta in dettaglio i risultati ottenuti.

Tabella 7



Buona parte degli studenti pensa che le difficoltà, nel condurre un laboratorio di fisica alla scuola primaria e dell'infanzia, siano legate da una parte a problemi oggettivi, legati alle condizioni strutturali delle scuole, in quanto spesso non ci sono spazi adeguati, e alla impossibilità di avere strumenti e materiali sufficienti; ma la maggior parte della popolazione riconosce una difficoltà oggettiva nella materia in oggetto, considerata spesso alquanto complicata ed una non sempre adeguata preparazione da parte degli insegnanti.

Capire le motivazioni che inducono i futuri insegnanti a scegliere la didattica laboratoriale oppure no nella didattica delle discipline scientifiche, è stato uno dei punti cruciali, per questo motivo la stessa domanda è stata riproposta in un'attività di gruppo condotta nel primo giorno di laboratorio di tipo tradizionale.

4.4 Progetto pre-sperimentale

Dopo aver raccolto i primi risultati sulla popolazione abbiamo avviato il **Progetto pre-sperimentale** (all.1).

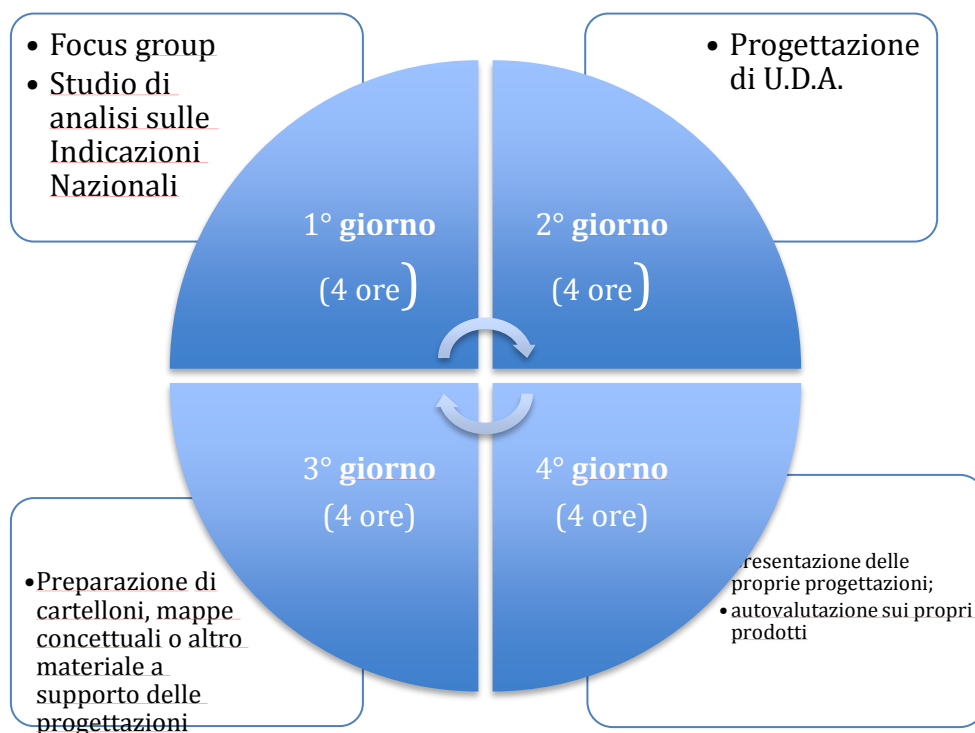
Tale progetto coordina, dunque, la conduzione dei tutor dei laboratori nei 4 incontri del laboratorio di fisica per la scuola primaria e dell'infanzia di tipo tradizionale. Le giornate son ben scandite nei tempi.

Scopo del laboratorio è quello di far emergere quale siano le modalità di progettazione laboratoriale insita negli studenti al quarto anno del loro corso di laurea.

4.5 Realizzazione del laboratorio tradizionale

Durante le 4 giornate hanno prodotto dei lavori da cui sono stati rilevati alcuni dati che vedremo via via nella presentazione della sperimentazione e che sono stati ritenuti utili per comprendere quale fosse il loro modo di intendere il laboratorio e quale effettivamente la loro realizzazione.

Tabella 8. Scansione delle attività nelle 4 giornate.



Nel laboratorio sono state prodotte una serie di attività documentate nei paragrafi a seguire.

4.5.1 Primo giorno di laboratorio tradizionale

Attività world cafè

La prima attività realizzata dagli studenti è un questionario le cui risposte vengono socializzate e discusse tra i partecipanti attraverso una tecnica chiamata *world cafè* (Brown, 2002; «The World Cafe», s.d.) che è servita per far confrontare gli studenti sulle loro idee sul laboratorio scientifico e sulle caratteristiche necessarie per la realizzazione e la riuscita di un laboratorio.

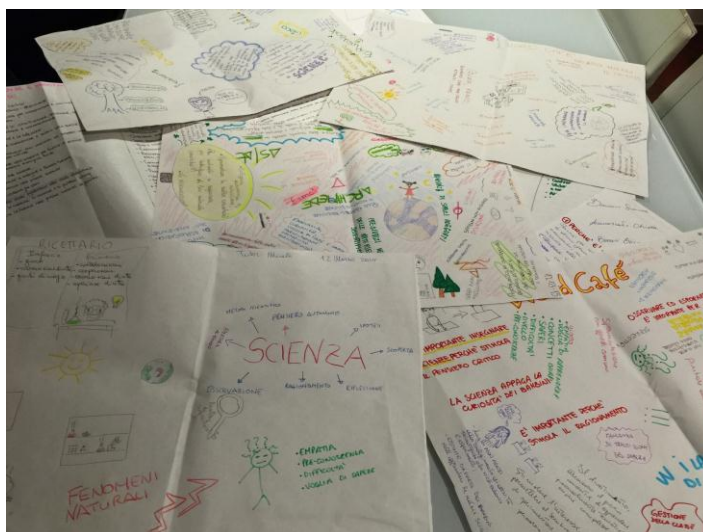


Figura 17. Alcuni dei lavori prodotti

In una attività con la tecnica *world cafè* ogni gruppo ha a disposizione una ‘tovaglietta’ di carta sulla quale ciascuno dei componenti può scrivere e disegnare circa l’argomento trattato. Nelle attività *world cafè* il clima è molto disteso, è una buona occasione per uno scambio di idee tra tutti i partecipanti. Le idee sviluppate in un piccolo gruppo vengono veicolate e condivise con quelle degli altri gruppi perché ciascun componente, dopo essersi intrattenuto in conversazione con i propri compagni, incontra gli altri componenti degli altri gruppi. Ogni tavolo ha il proprio ‘padrone di casa’, ed è l’unica persona che sta sempre seduta allo stesso posto

Nelle foto (Fig. 20), vi è un esempio dei prodotti realizzati dagli studenti di Scienze della Formazioni Primaria in occasione del laboratorio con la tecnica del world caffè. L'attività ha dato loro, oltre la possibilità di condividere le loro idee, ma anche di conoscersi meglio tra di loro.

Analisi dei dati attività world caffè

L'analisi dei dati è di tipo qualitativo.

Le domande a cui si è chiesto di rispondere e su cui intrattenersi in conversazione sono state le seguenti:

1. Perché credi sia importante insegnare le scienze?
2. Quali sono secondo te gli 'ingredienti' fondamentali per il successo delle attività scientifiche in ambito scolastico?
3. Quali sono le difficoltà che l'insegnante può riscontrare nell'implementare un laboratorio scientifico a scuola?

Dall'analisi risposte si sono evinte queste idee circa la didattica di tipo laboratoriale:

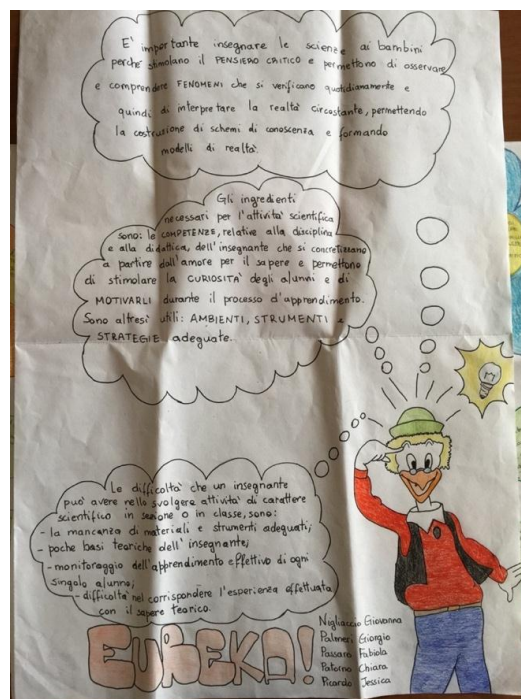
1. Perché credi sia importante insegnare le scienze?

Favorisce lo sviluppo delle abilità cognitive quali:

- pensiero logico
- curiosità
- fantasia
- creatività
- pensiero deduttivo
- problem solving
- pensiero investigativo
- formulare e verificare ipotesi
- osservazione
- sguardo critico della realtà

Favorisce lo sviluppo di:

- un linguaggio scientifico specifico



- Lavoro cooperativo
- Scambio di idee
- Acquisizione di un metodo di apprendimento
- Apprendimento per scoperta
- Apprendimento attraverso fonti dirette
- Insegnamento motivante all'apprendimento

Favorisce dunque i processi di insegnamento apprendimento da molteplici punti di vista.

2. Gli ingredienti fondamentali per il successo delle attività scientifiche sono:

- Azione mediatrice del docente
- Competenze disciplinari
- Metodologie coerenti rispetto ai contenuti
- Coerenza fra obiettivi e traguardi
- Flessibilità
- Strategie adeguate al contesto classe
- Valorizzazione dell'aspetto ludico
- Alunni come protagonisti attivi dell'apprendimento
- Utilizzo di strumenti tecnologici
- Collegamento teoria con realtà
- Adeguata scansione temporale delle attività
- Attenzione agli strumenti e ai materiali utilizzati (che siano adeguati al vissuto esperienziale dei bambini)
- Chiarezza nell'esposizione delle consegne
- Valorizzazione dell'approccio narrativo
- Cooperative working
- Rispetto dei tempi di apprendimento e degli stili degli alunni
- Creatività, originalità e fantasia.
- Creare all'interno della classe uno spazio dedicato alle attività scientifiche
- Introdurre gli argomenti in maniera accattivante.

Tutti gli 'ingredienti' per il successo formativo di un laboratorio scientifico sono demandati al docente, infatti viene riconosciuta un'importanza fondamentale

al ruolo del docente che deve avere competenze disciplinari, organizzative, progettuali, gestionali, valutative...

3. Le difficoltà che l'insegnante può riscontrare nell'implementare un laboratorio scientifico sono:

Difficoltà oggettive legate al contesto di lavoro

- Spazi limitati o inadeguati
- Tempi scolastici prestabiliti e limitati
- Assenza dei materiali strumenti, necessari per la realizzazione degli esperimenti scientifici
- Condizioni della classe non favorevole
- Mancanza di risorse economiche al fine di programmare uscite esterne al contesto scolastico
- Poco valore dato alle discipline scientifiche sia nel pof che nella progettazione di classe

Difficoltà soggettive dell'insegnante

- Mancata collaborazione con le famiglie e i colleghi
- Proposta creativa dell'esperimento
- Gestione della classe durante l'esecuzione dell'esperimento
- Competenze metodologiche e disciplinari poco efficaci dell'insegnante
- Poca o cattiva gestione del tempo
- Utilizzo di strategie inadeguate
- Proposta di attività poco stimolanti che non coinvolgono i bambini
- Creazione di un clima poco collaborativo
- Poche basi teoriche
- Inesperienza nella gestione della classe e delle attività
- Difficoltà nel corrispondere l'esperienza effettuata con il sapere teorico
- Difficoltà nel progettare le attività con alunni svantaggiati
- Difficoltà nella personalizzazione della didattica
- Difficoltà di semplificazione delle attività rispetto ai contenuti

Difficoltà dovute alle capacità alunni

- Poca preparazione di base degli alunni

- Assenza di prerequisiti
- Disinteresse degli alunni

Difficoltà oggettive della disciplina

- Complessità del linguaggio scientifico.

Nell'analizzare le difficoltà che l'insegnante può avere nell'organizzare un laboratorio scientifico a scuola, gli studenti ne individuano in particolare 4 categorie:

- Difficoltà oggettive della disciplina
- Difficoltà dovute alle capacità degli alunni
- Difficoltà soggettive dell'insegnante
- Difficoltà oggettive legate al contesto di lavoro

Anche questa volta gli studenti sono più critici verso il ruolo dato dall'insegnante, a conferma delle idee venute fuori nelle precedenti risposte. Anche qui si legge la loro idea secondo la quale se il docente non è competente il laboratorio non funziona.

Risultati attività world café

analizzando questi ulteriori risultati che permettono di verificare quali secondo gli studenti siano gli ostacoli all'insegnamento, secondo gli studenti, confrontandosi tra di loro, ancora una volta emerge il problema delle strutture scolastiche, e nel caso in cui sia fattibile, danno il merito del successo delle attività formative soprattutto se l'insegnante è competente.

Dunque un insegnante competente riuscirebbe nelle attività laboratoriali se avesse a disposizione spazi, materiali e strumenti adeguati.

Analisi delle Indicazioni Nazionali

Considerato l'importanza che le Indicazioni Nazionali hanno sulla progettazione di qualsiasi attività da parte degli insegnanti, si è chiesto di fare un lavoro di analisi, attraverso una scheda di analisi (all.2), mirato alla rilevazione dei principi pedagogici e didattici che ispirano le Indicazioni Nazionali circa l'insegnamento delle scienze nella scuola dell'infanzia e nella scuola primaria.

Questa attività è servita agli studenti per riflettere sui concetti fondanti che ispirano le Indicazioni Nazionali e prepararsi così al lavoro del giorno dopo.

4.5.2 Secondo giorno di laboratorio tradizionale

Progettazione UdA

Dopo aver espresso le loro idee sul laboratorio attraverso il pre test e l'attività world caffè, dopo aver analizzato a fondo le Indicazioni Nazionali, gli studenti hanno progettato delle una unità di apprendimento secondo un modello già predisposto (*all.3*) simile al modello su cui gli studenti hanno già lavorato nel laboratorio di didattica della matematica tenuto dal prof. Benedetto Di Paola.

Lo schema di progettazione chiede allo studente di elaborare un'attività didattica di tipo scientifico, a partire dalle Indicazioni nazionali.

Attraverso le progettazioni, gli studenti nei loro lavori hanno fatto emergere quali degli aspetti teorici a loro noti, mettessero veramente in atto nella realizzazione di una attività di tipo laboratoriale, e quali fasi del modello delle 5E dell'*approccio Inquiry* (Bybee et al., 2006) fossero spontaneamente presenti nella loro pratica laboratoriale per la realizzazione di un'attività scientifica, fasi che sappiamo essere fondamentali per assicurare il passaggio dalla conoscenza comune a quella scientifica in un'ottica costruttivista dell'apprendimento.

Il laboratorio è *produrre pensiero a partire dall'azione* ed è noto che il vero laboratorio si realizza dall'intreccio delle attività materiali con lo studio e la riflessione, quindi un laboratorio non deve essere solo caratterizzato dall'operatività, e chiaramente non deve essere un'attività unicamente verbale, ma ci deve essere un giusto equilibrio fra i due aspetti: verbale e concreto (Tessaro, 2002). Partendo da questo presupposto è stata condotta un'analisi della uda su tre livelli:

- il primo è servito a constatare se nel laboratorio fossero prevalenti l'aspetto operativo o quello verbale, se quindi nella progettazione erano previste in modo equilibrato momenti di dialogo, confronto, discussione con i momenti pratici (Tessaro, 2002);
- il secondo livello di analisi è servito per verificare se fossero in qualche modo riscontrabili la presenza di 5 indicatori (identificati nelle fasi del modello delle 5e): engage, explore, explain, extend, evaluate (Bybee et al., 2006);
- il terzo livello è servito per verificare se ci fosse un livello investigativo riscontrabile nelle progettazioni didattiche (Banchi & Bell, 2008).

4.5.3 Terzo giorno di laboratorio tradizionale

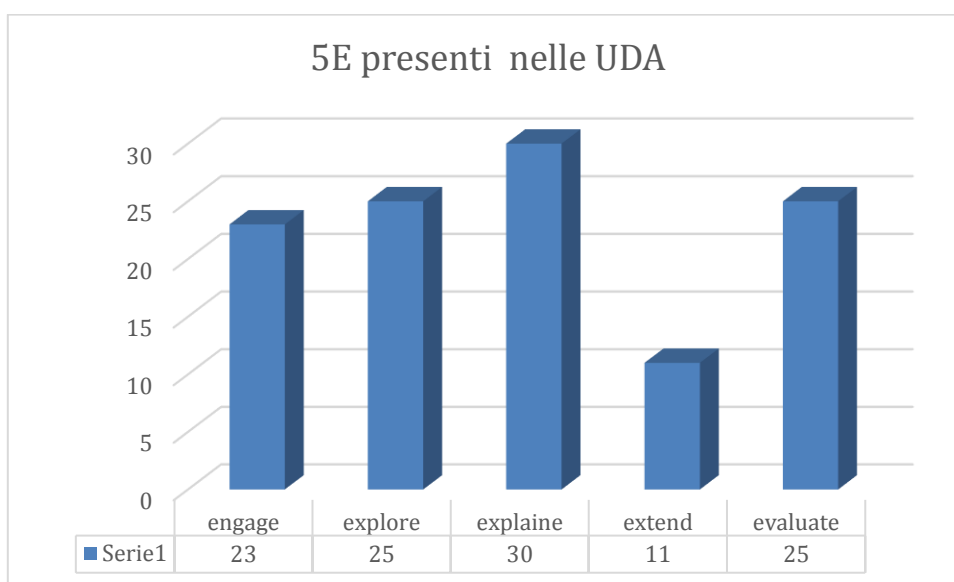
Dopo aver progettato l'unità di apprendimento si procede con la realizzazione della progettazione, lo scopo è quello di realizzare gli strumenti a supporto della realizzazione della progettazione, quali cartelloni, strumenti di laboratorio, mappe concettuali, esperimenti ecc.

4.5.4 Quarto giorno di laboratorio tradizionale

Questo è il giorno conclusivo del confronto tra gli studenti stessi e tra gli studenti con il tutor di tirocinio.

Oggi gruppo ha presentato le proprie attività, la propria progettazione che è servito a confrontarsi sui prodotti. In questa giornata si sono compilate delle schede auto-valutative (*all.6*) sul percorso svolto singolarmente, e delle schede di valutazione sulle progettazioni di gruppo realizzate (*all.5*).

4.6 Discussione dei risultati



Le progettazioni sono state fatte in gruppi di tre o quattro studenti e su 33 progettazione è emerso che:

- solo 8 gruppi di loro avevano spontaneamente progettato toccando le 5 fasi;

- In 23 era presente la fase dell'*engage*, ma per lo più non è prevista la discussione con il bambino, per verificare le sue conoscenze pregresse;
- In 25 la fase dell'*explore*, caratterizzata sempre dallo svolgimento di un esperimento, ma anche in questa fase manca la discussione, lo scambio di idee, il sottolineare dell'importanza di far descrivere al bambino il fenomeno osservato per sollecitare la formazione della conoscenza scientifica. Piuttosto la presenza dell'*explore* non tradisce quelli che sono gli aspetti della didattica laboratoriale.
- In 30 progettazioni era presente principalmente la fase di *explain*, cioè la fase della formalizzazione del sapere. Questo aspetto molto legato alla lezione frontale, in cui il cuore dell'attività è rappresentata dal contenuto piuttosto che da metodo di apprendimento.
- In 25 la fase di *evaluate*, ma che si limita ad una verifica delle conoscenze, non ci si sofferma sull'importanza della valutazione di processo, gli studenti sono ancora legati alla classica verifica di fine attività
- Solo in 11 la fase di *extend*

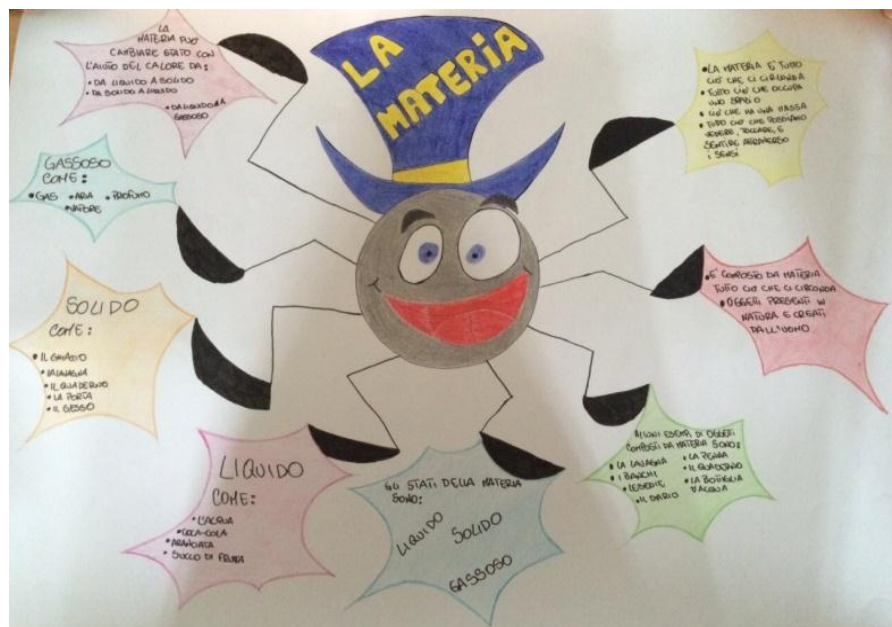


Figura 20 cartellone esplicativo sulle caratteristiche della materia

Le progettazioni analizzate fanno emergere che quelli che sono i tratti essenziali di una didattica laboratoriale sono presenti, ma ad uno sguardo più attento si nota

che la pianificazione è sì caratterizzata da una richiesta di ‘operatività’ da parte del bambino, però sappiamo bene che se questa non è accompagnata da una riflessione metacognitiva di ogni sua fase da parte dell’alunno, ciò implica che le progettazioni così presentate regolano molto l’aspetto spiccatamente operativo, ma non promuovendo domande, e discussione tra i bambini, poco controllo si può fare sull’aspetto metacognitivo. Ed è qui che la didattica laboratoriale proposta dagli studenti, presenta uno scollamento tra le loro idee venute fuori nel pre test e nelle attività di world caffè, e quello che effettivamente essi mettono in pratica. Infatti gli studenti hanno spesso nelle loro risposte sottolineato la perfetta consapevolezza che una didattica di tipo laboratoriale serva a stimolare i processi di pensiero su più aspetti, e che la didattica laboratoriale attraverso l’operatività favorisca un apprendimento costruttivistico, quindi un apprendimento per scoperta. Ma l’insegnante per assicurarsi che tutto questo si realizzi, non deve concentrare la sua azione didattica e la sua progettazione solo sull’operatività dell’alunno, ma deve essere capace di promuovere azioni che accompagnino i bambini a dichiarare i processi di pensiero che sottendono tutte le fasi dell’operatività (Tessaro, 2002).

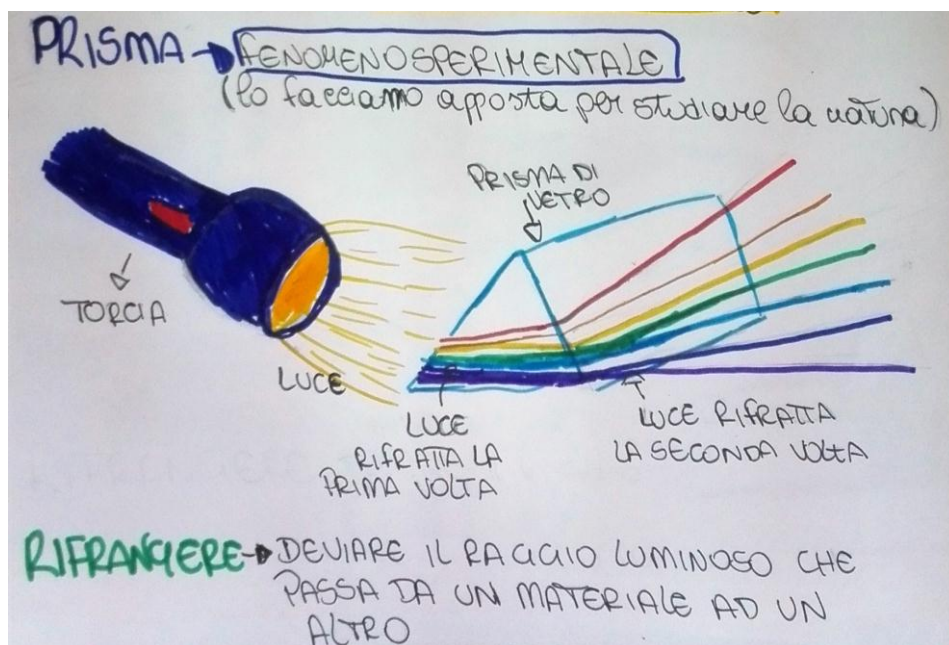


Figura 21 realizzazione di un cartellone esplicativo sulla rifrazione

Dall'analisi delle progettazioni manca per buona parte dunque la stimolazione al dialogo, alla discussione tra pari, al confronto delle idee, alla discussione dei risultati.

Si è poi analizzato quale *livello investigativo* fosse spontaneamente presente in ogni progettazione



Dall'analisi di questi dati si è visto che il livello di investigazione era nel 61% dei casi era inesistente, perché la strutturazione del laboratorio era impiantato su attività di cui si conosceva il risultato e in cui l'esperimento rappresentava solo un conferma di quanto anticipato dell'insegnante.

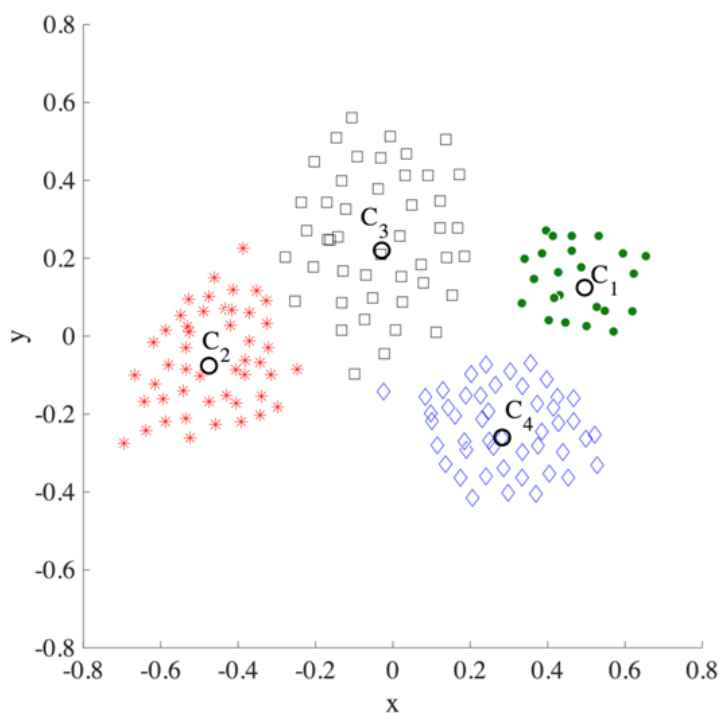
Il 39 % si spingeva verso un'investigazione in cui si chiedeva di prevedere un risultato.

Le unità di apprendimento in generale mancavano di impostazione progettuale ben definita, nei vari step l'azione era più incentrata sul docente che sul discente, poco spazio era dato al dialogo e al confronto tra pari.

4.7 Analisi di cluster del test intermedio

Il grafico seguente riporta i risultati ottenuti dall'analisi delle risposte degli studenti al questionario somministrato dopo lo svolgimento del laboratorio didattico di tipo "tradizionale".

Grafico 2 Rappresentazione in un diagramma di Voronoi dei risultati dell'analisi delle risposte al test intermedio



L'algoritmo k-means individua ancora come migliore partizione dei 161 studenti quella in 4 cluster e la tabella seguente riassume queste risposte più frequentemente date dagli studenti di ciascun cluster e il numero degli studenti in ciascun cluster.

Centroide	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Risposte più frequenti	1.6, 2.1, 3.3, 4.4, 5.2, 6.2, 7.1, 8.5, 9.7, 10.1	1.5, 2.5, 3.2, 4.2, 5.1, 6.1, 7.3, 8.5, 9.3, 10.3	1.6, 2.5, 3.3, 4.2, 5.1, 6.1, 7.1, 8.5, 9.5, 10.3	1.2, 2.3, 3.3, 4.3, 5.2, 6.2, 7.5, 8.1, 9.6, 10.1
Numero di studenti nel cluster	23	48	43	47

Più esplicitamente, le risposte più frequentemente date dagli studenti raggruppati nei vari cluster sono:

Cluster 1

- 1.6 - Sì, per promuovere le capacità cognitive
- 2.1 - Sì, perché sono processi difficili e devono impararli sin da piccoli.
- 3.3- Sì, perché se si parte dalle loro curiosità, si motivano all'apprendimento.
- 4.4 - Per stimolare le capacità di riflessione, di problem posing e problem solving
- 5.2 - Sì, perché in questo modo comprendono il mondo attorno a loro
- 6.2 - Sì, tentano di comprendere il mondo attorno al loro
- 7.1 - Poco, se l'insegnante ha capacità di gestione della classe adeguate
- 8.5, Sì, basta partire dall'esperienza quotidiana
- 9.7 - Sì, per fargli capire che le scienze non sono difficili e farli dunque appassionare
- 10.1 - No, ma si può orientare la loro scelta

Cluster 2

- 1.5 - Sì, affinché comprendano il mondo attorno a loro
- 2.5 - Sì, per il futuro dell'umanità
- 3.2 - Sì, ma non tutti lo fanno
- 4.2 - No, perché i docenti non sono adeguatamente preparati per farlo
- 5.1 - Sì, per arricchire il loro bagaglio culturale
- 6.1 - No, perché preferiscono giocare, sono troppo piccoli
- 7.3 - Molto/abbastanza, perché nelle scuole spesso mancano risorse
- 8.5 - Sì, basta partire dall'esperienza quotidiana
- 9.3 - No, non mi piacciono le scienze
- 10.3 - No, sono troppo piccoli

Cluster 3

- 1.6 - Sì, per promuovere le capacità cognitive
- 2.5 - Sì, per il loro futuro sviluppo cognitivo
- 3.3 - Sì, perché se si parte dalle loro curiosità, si motivano all'apprendimento.
- 4.2 - No, perché i docenti non sono adeguatamente preparati per farlo
- 5.1, Sì, per arricchire il loro bagaglio culturale
- 6.1 - No, perché preferiscono giocare, sono troppo piccoli
- 7.1- Dipende dalla preparazione e dalla motivazione da parte degli insegnanti

8.5 - Sì, basta partire dall'esperienza quotidiana

9.5 - Sì, perché possa portarli alla teoria attraverso la pratica, partendo dal concreto

10.3 - No, sono troppo piccoli.

Cluster 4

1.2 - Sì, affinché si creino solide basi per gli studi successivi

2.3 - Sì, perché i bambini in quest'età non sono abituati a pensare

3.3 - Sì, perché se si parte dalle loro curiosità, si motivano all'apprendimento.

4.3 - Sì per partire da una conoscenza pratica e giungere alla comprensione della teoria

5.2 - Sì, perché in questo modo comprendono il mondo attorno a loro

6.2 - Sì, tentano di comprendere il mondo attorno al loro

7.5 - Molto/abbastanza, perché bisogna trovare attività adeguate alla Loro età

8.1 - No, i bambini non sono molto riflessivi a quest'età, sono troppo piccoli.

9.6 - Sì, così finalmente metto in pratica quanto studiato.

10.1 - No, ma si può orientare la loro scelta

Un confronto con le risposte più frequentemente date dagli studenti alle domande del questionario prima del test iniziale mostra che, sebbene i cluster abbiano una struttura geometrica diversa, essi sono ancora sostanzialmente gli stessi di prima. Le risposte più frequentemente date alle domande non sono, quindi, molto cambiate tra i due momenti di somministrazione del questionario. In particolare:

Il **cluster 1** riporta esattamente le stesse risposte più frequenti del cluster 2 del pre-test ed è quindi composto da persone che, mediamente, sono ben disposte verso le Scienze ma mostrano qualche preoccupazione sulla motivazione degli insegnanti.

Il **cluster 2** riporta le stesse risposte più frequenti del cluster 3 del pre-test, con una differenza nella risposta alla domanda 8, nella quale più frequentemente adesso gli studenti pensano che basti partire dall'esperienza quotidiana per promuovere le abilità di riflessione nei bambini di scuola dell'infanzia. Per il resto, sono ancora preoccupati della propria preparazione, della mancanza di "risorse" nelle scuole e continuano ad amare poco le Scienze

Il **cluster 3** è composto da studenti che più di frequente rispondono come quelli del cluster 1 del pre-test. Anche stavolta, però, c'è qualche differenza: essi adesso

pensano che sviluppare la riflessione e il ragionamento nei bambini di scuola dell'infanzia sia importante per lo sviluppo cognitivo e che basti partire dall'esperienza quotidiana per promuovere le abilità di riflessione nei bambini di scuola dell'infanzia. Gli studenti del cluster 3, però, continuano a pensare che la loro preparazione e quella degli insegnanti in genere sia poco adeguata all'insegnamento delle Scienze e che i bambini di scuola dell'infanzia siano troppo piccoli per scegliere gli argomenti da trattare.

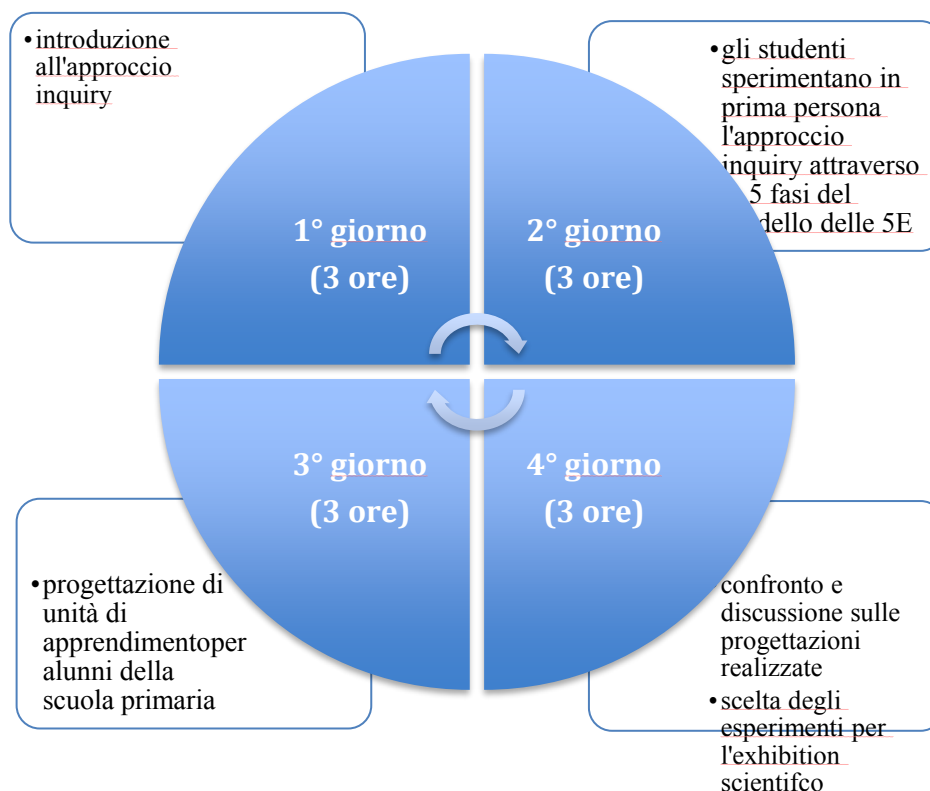
Il **cluster 4** è composto da studenti che più di frequente rispondono esattamente come quelli del cluster 4 del pre-test. Quindi essi sono ansiosi di mettersi alla prova e sperimentare la “teoria” ma sono perplessi sulle proprie competenze didattico/scientifiche.

4.8 Fase sperimentale, progetto pilota

Dopo aver concluso il laboratorio di tipo tradizionale, 161 studenti hanno partecipato volontariamente al laboratorio Inquiry, articolato in 4 incontri nei quali hanno sperimentato direttamente attività laboratoriali di tipo Inquiry. Il laboratorio si è concluso con due incontri nei quali avrebbero presentato la loro proposta laboratoriale attraverso un exhibition scientifico a 4 classi di una scuola primaria di Palermo.

Si è proceduto così la sperimentazione diretta del laboratorio Inquiry con gli studenti, i quali attraverso la pratica hanno appreso l'approccio Inquiry secondo il modello delle 5E (Bybee et al., 2006).

Tabella 9 scansione del laboratorio Inquiry.



4.8.1 Primo giorno di laboratorio Inquiry: introduzione teorica all’Inquiry-approach

Nel primo incontro è stata fatta una introduzione teorica circa l’approccio Inquiry sui riferimenti di seguito:

- Rapporto Rocard (européenne & recherche, 2007);
- Alcuni progetti europei con approccio IBSE;
- Zona di sviluppo prossimale;
- Caratteristiche dell’approccio IBSE;
- Il concetto di modellizzazione in ambito scientifico;
- Attivismo pedagogico ed Inquiry (Chiosso, 2012);
- Indicazioni Nazionali didattiche per competenze (dell’Istruzione, s.d.);
- Dalla conoscenza comune alla conoscenza scientifica;
- Lo studio degli errori in didattica...l’errore intelligente (D’Amore & Sbaragli, 2005) (Lucangeli et al., 2003);

- Nascita della scienza moderna con Galileo Galilei;
- Il metodo scientifico;
- Il modello delle 5E (Bybee et al., 2006).

Dopo aver dato le nozioni di base si è proceduti con la fase laboratoriale vera e propria, si è chiesto loro di suddividersi in gruppi di tre o quattro studenti per gruppo.

In questa prima lezione viene fatto l'*engage* secondo il modello delle 5E (Bybee et al., 2006), attraverso la presentazione del lavoro da svolgere per giungere ad una mostra scientifica finale.

Scopo del nostro laboratorio è realizzare una serie di esperimenti il cui scopo è quello di far conoscere a dei bambini alcune delle caratteristiche dell'acqua.



Figura 22 'La famiglia Bernoulli'
disegno realizzato dagli studenti di SFP

Gli studenti accolgono i bambini dicendo loro che nell'exhibition scientifico si presenteranno gli esperimenti che in realtà sono stati realizzati per i figli di un noto professore dell'università, il prof Bernoulli, che vuole far appassionare le sue amate figlie alle scienze. Questo è l'*engage* pensato per i piccoli visitatori.

4.8.2 Secondo giorno di laboratorio Inquiry: sperimentazione dell'Inquiry approach

In questa giornata gli studenti entrano nel vivo attraverso la sperimentazione di attività di tipo Inquiry di secondo livello, nonché l'*Inquiry strutturato*. Gli spazi utilizzati non sono stati quelli specifici di un laboratorio, ma aule, giardino, corridoio, bagni... la spesa necessaria per la realizzazione di questo laboratorio condotto con 120 studenti e su 35 esperimenti circa, è stato di circa 200 euro, un prezzo ragionevole considerato l'elevato numero degli studenti.

Sono stati loro proposti degli esperimenti, secondo il metodo investigativo di secondo livello, per cui sono state scelte le attività e gli esperimenti da fare, sono stati loro consegnati dei kit di lavoro, ogni kit era completo oltre che degli strumenti e materiali anche di un quaderno di laboratorio (*all.7*) che permettesse loro di seguire le 5 fasi del modello delle 5 E (Bybee et al., 2006).



Figura 23 Allestimento del laboratorio

In *all.7* si vede un esempio di quaderno di laboratorio strutturato per gli studenti di SFP. Da questo esempio se ne possono adattare altri rivisti a seconda

dell'esperimento che si vuole proporre, alla luce del livello di investigazione, e a seconda di che età abbiano gli studenti che devono compilarlo e fare indagine.

Gli esperimenti svolti dagli studenti sono stati i seguenti:

1. Bolle di sapone
2. Pista di macchinine
3. Attrito
4. Kit di calamite
5. Circuito elettrico
6. Microrganismi nell'acqua
7. L'elettroscopio
8. Fiori di carta
9. Realizzazione di una 'fontana' con la pressione idrostatica
10. Galleggia non galleggia
11. Gioco giusto sbagliato : circuito chiuso
12. Giostra ad aria calda
13. Costruzione di giochi con le calamite
14. La girandola: la forza dell'aria
15. La pesca: il magnetismo
16. Il motore ad acqua
17. Palloncino a reazione
18. Cosa sono?: Parassiti nella pianta: biologia
19. Mani dentro l'acqua: Pressione idrostatica
20. Prove di densità
21. Chi bussa alla porta
22. Tensione superficiale dell'acqua
23. Vasi comunicanti
24. Vibrazioni



Figura 24 kit di lavoro

Per svolgere gli esperimenti sono stati consegnati per ogni gruppo il kit per la realizzazione dell'esperimento, corredato di quaderno di laboratorio col quale si assicurato loro di seguire il laboratorio in tutte le sue fasi nelle fasi di engage, explore ed explain.

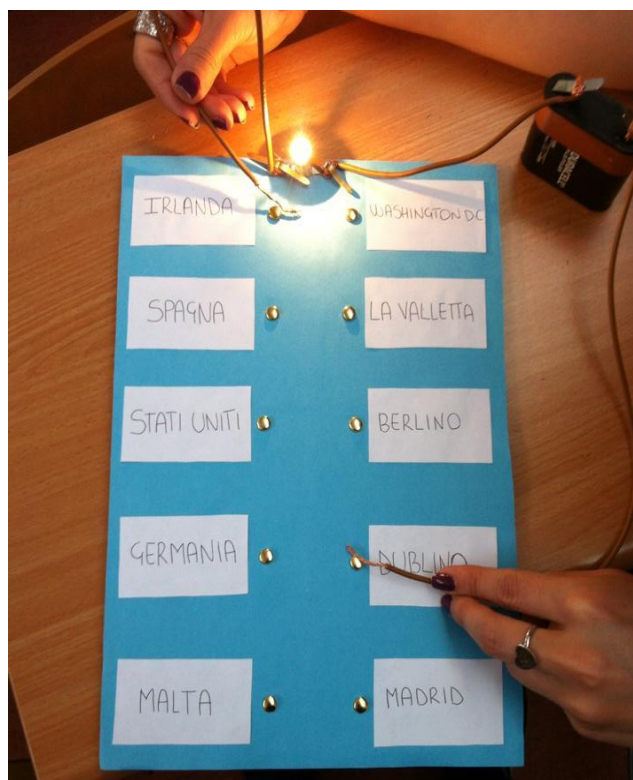


Figura 25. Esperimento: realizzazione di un circuito chiuso

4.8.3 Terzo giorno di laboratorio Inquiry: la progettazione secondo l’Inquiry approach

Questa è la loro giornata di extend, si chiede loro di realizzare una unità di apprendimento sugli argomenti trattati, il fine è quello di presentare gli esperimenti a bambini di una scuola primaria di Palermo attraverso le fasi dell’approccio Inquiry.

La progettazione viene supportata dallo schema di progettazione (*all.8*) che si differenzia con quello usato nel laboratorio di didattica tradizionale (*all.3*), in quanto nella descrizione delle attività vengono specificate le 5 fasi del modello delle 5e secondo cui si realizza una attività di tipo investigativo.

4.8.4 Quarto giorno di laboratorio Inquiry:

In questo giorno si procede alla revisione del lavoro svolto, questa è la fase di evaluate per gli studenti, in cui si confrontano con il docente tutor e il docente di fisica circa le progettazioni che presenteranno all’*exhibition*.

L’analisi dei dati è stata fatta attraverso la verifica della presenza di 5 indicatori (identificati nel modello delle 5e) per rilevare quali fasi fossero presenti nelle Uda dopo lo studio di IBSE.

Le Uda sono state realizzate in gruppo di studenti di 3 o 4 componenti. In tutto sono state realizzate 26 uda In tutte le uda sono state rilevate la fase di engage, explore, explain, evaluate. In 4 mancava la fase di extend.

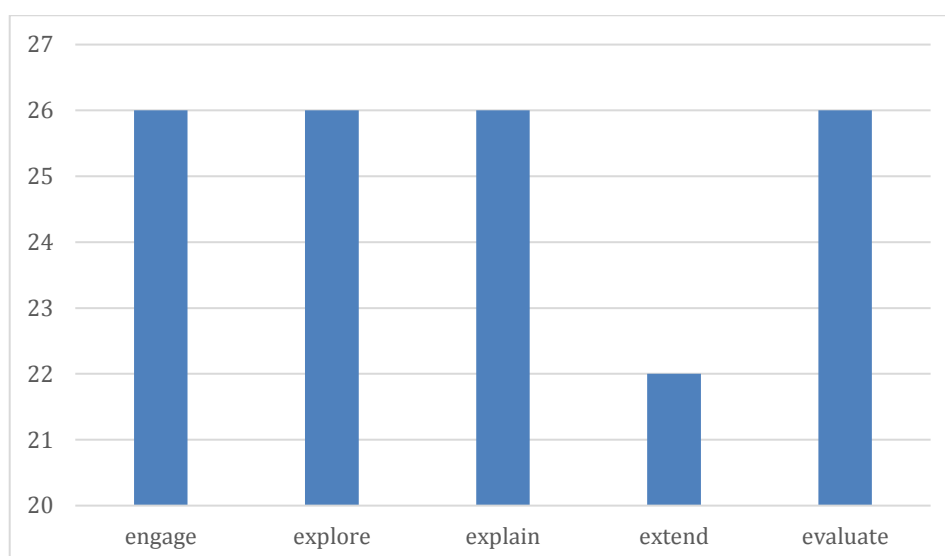
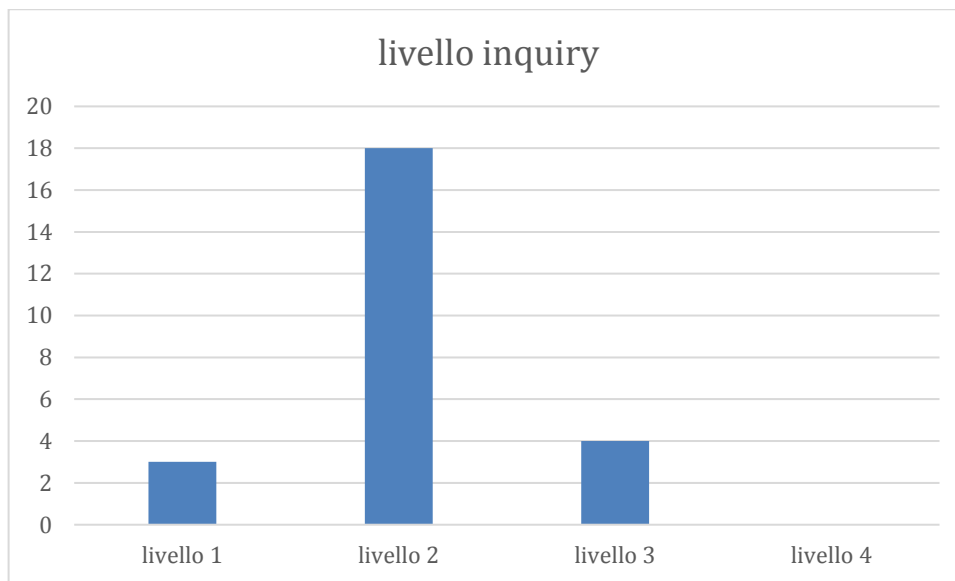


Tabella 10. Livello Inquiry delle uda (Banchi & Bell, 2008).



La maggior parte degli studenti dopo aver sperimentato in prima persona l'approccio investigativo realizza le uda per gli alunni di scuola primaria. Il livello di investigazione verso cui si sono spinti i più, come si rileva dal grafico è il secondo, sono in pochi a scegliere un livello investigativo (considerato quasi assente), e pochi altri riescono a spingersi al livello 3. Essuno sceglie di progettare secondo il livello 4.

Dalle interviste effettuate, si è rilevato che gli studenti che hanno scelto di non spingersi verso un più alto livello di investigazione lo hanno fatto perché credono ancora che l'approccio investigativo sia più adatto per alunni di scuole di grado superiore. Gli altri ripongono molta fiducia nel metodo sperimentato, perché ritengono che sia stimolante e non difficile neanche per bambini più piccoli.

4.8.5 Quinto e sesto giorno di laboratorio Inquiry

Exhibition scientifico (*all. 10*). In questa giornata gli studenti mettono in mostra i loro esperimenti, supportate da spiegazioni che tengano conto del livello degli alunni.



Figura 26. Exhibition 2015 esperimento sulla pressione dell'acqua.

Durante l'exhibition non solo i bambini in visita, ma anche gli studenti sono stati i protagonisti dell'esperienza. Le due giornate sono state interamente documentate attraverso foto e videoregistrazioni. Gli studenti, tenendo conto dell'esperienza fatta, e tenendo conto degli aspetti caratterizzanti il laboratorio investigativo, hanno proposto esperimenti scientifici cercando il più possibile di interagire con i loro piccoli visitatori.

Gli studenti hanno molto curato l'engage durante le due giornate come momento iniziale, per accoglienza di tutti i bambini che sono stati invitati ad entrare in una aula di laboratorio che in realtà, si è detto loro, fosse la stanza di un tal prof. Bernoulli e delle sue figlie. I bambini sono stati invitati dunque a scoprire cosa nascondesse quella stanza. Una volta entrati sono stati accolti da un gruppo di scienziati vestiti in modo bizzarro, ma che tra battute e atmosfere alquanto esilaranti, hanno coinvolto i bambini in esperimenti scientifici, ponendo domande, stimolandoli ad avanzare ipotesi e a verificarle, lasciandolo liberi di esplorare, di toccare con mano e hanno proposto un laboratorio scientifico di tipo investigativo.



Figura 27. Esperimento sui moti convettivi.

4.9 Sondaggio finale sull'esperienza

Attraverso l'uso di Student Response System sono state fatte delle domande circa la loro esperienza nei laboratori. Dalle risposte si è constatato che per la maggior parte degli studenti le parole più ricorrenti che definiscono meglio il ruolo del docente nel laboratorio Inquiry based sono:

- facilitatore,
- mediatore,
- guida.

Dopo la sperimentazione solo il 7% crede che il lab Inquiry sia adatto solo a bambini con una buona predisposizione di base. Tutti gli studenti sono comunque d'accordo che sia un laboratorio proponibile alla scuola primaria, ma solo qualcuno crede che non sia adatto alla scuola dell'infanzia.

Mentre nel pre test si evinceva che buona parte delle difficoltà per realizzazione di un laboratorio scientifico erano più legate a difficoltà oggettive legate agli spazi strutture e materiali a disposizione nelle scuole, e buona parte anche alla predisposizione degli alunni, adesso gli studenti riconoscono che buona parte della responsabilità del successo di un laboratorio scientifico è dell'insegnante, e che la difficoltà maggiore è quella di organizzare tempi spazi strumenti, situazioni di

apprendimento in maniera adeguata.

Tra i punti di forza individuati in questa pratica laboratoriale viene messo in risalto la caratteristica che lo contraddistingue, quello cioè di basarsi sul costruttivismo pedagogico, ma anche l'efficace organizzazione, l'essere suddiviso in fasi aiuta l'insegnante nella pianificazione delle attività e nell'assicurare un adeguato processo di apprendimento.

Quasi la metà degli studenti non riesce ad individuare punti deboli in questo approccio didattico, gli altri studenti riscontrano come elemento principale di debolezza, la gestione del tempo, sia in aula che i tempi distesi necessari per organizzare una lezione di tipo Inquiry contro, ad esempio, una lezione di tipo tradizionale.

Secondo gli studenti la sperimentazione e la messa in pratica del laboratorio Inquiry è stato molto utile perché aiuta nell'organizzazione e nella pianificazione di una attività scientifica.

Si evince inoltre che il laboratorio Inquiry, grazie alla sua impostazione, aiuta l'insegnante nella pianificazione didattica e che le competenze sviluppate negli studenti siano soprattutto quelle progettuali.

Queste riflessioni da parte degli studenti, dimostrano in quali aspetti l'approccio Inquiry facilita il ruolo dell'insegnante.

L'esperienza dell'exhibition li ha soprattutto motivati alla progettazione, oltre che hanno misurato le loro competenze apprese.

Sono stati protagonisti di un compito autentico, nel quale hanno dimostrato non solo le loro conoscenze ma anche abilità apprese e competenze raggiunte.

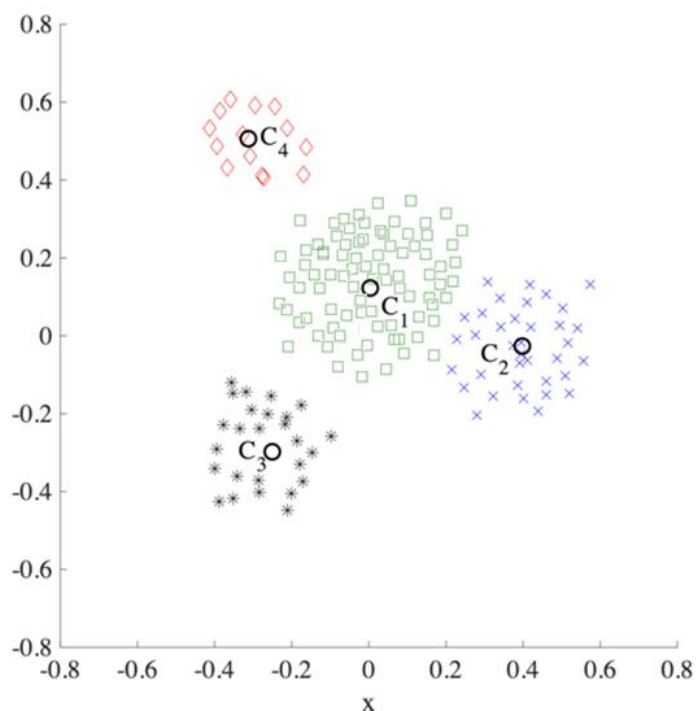
4.10 Somministrazione del post test

Il post test (rappresentato dalle 10 domande poste anche all'inizio del percorso) è servito per verificare quali cambiamenti abbia messo in atto lo studio dell'approccio IBSE, quali fossero le considerazioni sull'uso di tale metodo, se effettivamente ne avessero trovato reale aiuto per l'implementazione di attività di tipo scientifico.

4.11 Analisi di cluster del test finale

Il grafico seguente riporta i risultati ottenuti dall'analisi delle risposte degli studenti al questionario somministrato dopo lo svolgimento del laboratorio didattico di tipo Inquiry

Grafico 3 Rappresentazione in un diagramma di Voronoi dei risultati dell'analisi delle risposte al test finale



L'algoritmo k-means individua ancora una volta come migliore partizione dei 161 studenti quella in 4 cluster e la tabella seguente riassume queste risposte più frequentemente date dagli studenti di ciascun cluster e il numero degli studenti in ciascun cluster.

Centroide	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Risposte più frequenti	1.2, 2.4, 3.4, 4.7, 5.1, 6.1, 7.6, 8.5, 9.6, 10.6	1.3, 2.2, 3.4, 4.7, 5.1, 6.2, 7.6, 8.4, 9.2, 10.6	1.2, 2.2, 3.4, 4.2, 5.5, 6.1, 7.1, 8.1, 9.6, 10.4	1.7, 2.1, 3.8, 4.1, 5.4, 6.4, 7.7, 8.4, 9.5, 10.2
Numero di studenti nel cluster	85	36	26	14

In modo più esplicito, gli studenti di ciascun cluster più frequentemente rispondono nel modo seguente:

Cluster 1

1.2 - Vaga

2.4 - Sì, per assicurare il futuro progresso dell'umanità

3.4 - Sì, per renderli costruttori attivi del loro apprendimento

4.7 - Sì, Per agevolare il passaggio dalla esperienza pratica alla teoria

5.1 - Sì, perché in questo modo comprendono il mondo intorno a loro

6.1, Sì, perché i bambini sono molto curiosi di natura

7.6 - Poco se gli insegnanti sono motivati alla strutturazione di un laboratorio

8.5 - Sì, basta partire dall'esperienza quotidiana

9.6 - Sì per motivare i miei alunni allo studio delle discipline scientifiche

10.6 - Sì, affinché i bambini abbiano un ruolo attivo nel loro processo di apprendimento

Cluster 2

1.3 - Per promuovere le capacità cognitive

2.2 - Sì, per agevolare il naturale sviluppo delle capacità cognitive

3.4 - Sì, per renderli costruttori attivi del loro apprendimento

4.7 - Sì, Per agevolare il passaggio dalla esperienza pratica alla teoria

5.1- Sì, perché in questo modo comprendono il mondo intorno a loro

6.2 - Sì, perché tentano di comprendere il mondo attorno a loro

7.6 - Poco se gli insegnanti sono motivati alla gestione di un laboratorio

8.4 - Sì se l'insegnante è preparato

9.2 - Sì per mettere in pratica quanto studiato in questi anni

10.6 - Sì, affinché i bambini abbiano un ruolo attivo nel loro processo di apprendimento

Cluster 3

1.2 - vaga

2.2 - Sì, per agevolare il naturale sviluppo delle capacità cognitive

3.4 - Sì, per renderli costruttori attivi del loro apprendimento

4.2 - Sì, per motivarli all'apprendimento delle scienze

5.5 - Sì, perché è utile assicurare il progresso della società

6.1 - Sì, perché i bambini sono molto curiosi di natura

7.1 - Molto/abbastanza, perché dipende dal contesto classe in cui si lavora

8.1 - No, perché non sempre l'insegnante è competente in ambito scientifico

9.6 - Sì per motivare i miei alunni allo studio delle discipline scientifiche

10.4 - Sì, ma è necessario sapere cosa interessi loro per motivarli all'apprendimento.

Cluster 4

1.7 - Sì, perché le scienze sono utili in quanto aiutano a comprendere il mondo attorno a loro

2.1 - Sì, perché a quest'età sono molto curiosi

3.8 - Dovrebbero, ma non è possibile perché gli insegnanti devono seguire la loro programmazione

4.1 - Vaga

5.4 - Sì per sviluppare i processi di ragionamento

6.4 - Sì, se stimolati da input esterni

7.7 - Molto/abbastanza, perché dipende dalle conoscenze dell'insegnante sulla disciplina.

8.4 - Sì se l'insegnante è preparato

9.5 - No, ho paura di non esserne in grado

10.2 - No, perché l'insegnante deve avere un ruolo decisionale sul programma.

Una analisi delle risposte più di frequente fornite dagli studenti nei 4 cluster mostra una notevole differenza con quelle fornite durante i due test precedenti. L'opinione sull'importanza dell'insegnamento delle discipline scientifiche alla Scuola Primaria e dell'Infanzia è sempre molto positiva, ma, adesso:

Gli studenti del cluster 1:

- pensano che basti poco per strutturare un laboratorio
- ritengono che lo studio della Scienza motivi i bambini e gli insegnanti
- pensano che i processi di ragionamento possano essere facilmente attivati anche in bambini piccoli

Gli studenti del cluster 2:

- hanno ancora qualche remora sulla gestione di un laboratorio, che però, può essere, secondo loro, anche "povero"
- ritengono ancora che sia più facile orientare le scelte dei bambini che ascoltare le loro proposte

Gli studenti del cluster 3:

- mostrano ancora qualche paura in relazione alle proprie competenze scientifiche
- ritengono che la motivazione dei bambini sia molto importante
- Gli studenti del cluster 4:
- mostrano ancora paura nel gestire la classe, specie in attività non frontali
- evidenziano perplessità sulla propria preparazione scientifica

I notevoli cambiamenti verificatisi nelle idee degli studenti sulle proprie capacità e possibilità di insegnare scienze tramite un approccio laboratoriale sono evidenti nella maggior parte degli studenti. Solo i 14 studenti che fanno parte del cluster 4 mantengono perplessità sulla propria preparazione scientifica e mostrano remore nel gestire attività di laboratorio scientifico con i bambini.

4.12 Resoconto della sperimentazione del primo anno (progetto pilota)

Il laboratorio di tipo tradizionale ha messo in luce le caratteristiche peculiari delle uda progettate dagli studenti in modo spontaneo.

Il lavoro del laboratorio di tipo tradizionale, benché non se ne sia effettivamente parlato, ha condotto comunque, gli studenti verso un'investigazione di tipo aperto.

La valutazione generale sulla sperimentazione è assolutamente positiva, l'utilizzo dell'approccio investigativo nei laboratori ha prodotto risultati che hanno permesso di pensare ad una sperimentazione simile per il secondo anno.

L'approccio inquiry based ha permesso agli studenti di padroneggiare una progettazione più coerente con quelli che sono i contenuti trattati, entusiasmo nella partecipazione ai laboratori, riuscire a valutare il proprio processo di apprendimento.

Ma sono stati rilevati alcuni punti deboli.

Scegliere un Inquiry strutturato, nel progetto pilota, non sembra essere stato completamente funzionale, in quanto le attività sono state scelte a priori dal docente. Ciò ha significato un grande impegno sia nella progettazione da parte del

docente, oltre che nell'organizzazione, dovendo recuperare i materiali. Esso non è stato dispendioso in termini di costi, ma di tempo.

Inoltre gli studenti sono stati vincolati alla trattazione di argomenti che non sempre hanno tenuto conto dei loro personali interessi, rischiando per questo di demotivarli.

Altro rammarico di questa prima progettazione è stata l'impossibilità a coinvolgere tutti nell'exhibition. Anche questo ha probabilmente provocato, negli studenti che non hanno partecipato, un calo nella motivazione.



Capitolo 5

Secondo anno di sperimentazione (maggio - giugno 2016)

Alla luce dei risultati e della valutazione sul percorso del primo anno di sperimentazione, le attività di sperimentazione del secondo anno sono state svolte seguendo un approccio didattico Inquiry-based di tipo aperto. Gli studenti, quindi, sono stati lasciati liberi di scegliere gli argomenti su cui sperimentare, di ricercare le fonti di informazione autonomamente, di realizzare liberamente qualsiasi esperimento, di proporre spiegazioni e modelli in modo autonomo. Unico vincolo quello di rientrare negli argomenti teorici del corso di fisica e di pianificare, per l'appunto, attività attraverso l'approccio Inquiry.

All'inizio dell'anno si è proceduto ad una introduzione teorica all'IBSE uguale a quella del primo anno.

5.1 Pre-test

Prima dell'inizio delle attività sperimentali si è proceduto con la somministrazione dello stesso questionario di 10 domande utilizzato durante la sperimentazione pilota. Il questionario è stato sottoposto all'attenzione degli studenti anche dopo lo svolgimento delle attività, allo scopo di verificare le modifiche negli atteggiamenti e idee degli studenti verso l'insegnamento della scienza nella Scuola dell'Infanzia e Primaria che potevano essere ascritte alle attività svolte.

Oltre al suddetto questionario, si è pensato anche di indagare sulle idee degli studenti sulla "Natura della Scienza" (NoS, vedere, ad es., Lederman, 1992; Duschl, 2000; Flick et al., 2004), al fine di ottenere maggiori informazioni sulla percezioni che gli studenti hanno di discipline che sono spesso ritenute "difficili" solo a causa di credenze e atteggiamenti errati derivanti da passate negative esperienze scolastiche e/o da scarsa/errata informazione ottenuta da sorgenti poco affidabili (o

volutamente di parte ...). Di tale questionario sulla NoS e dei relativi risultati parleremo in seguito.

Riportiamo qui, il testo del questionario e le risposte tipiche date dagli studenti a ciascuna delle domande del pre-test. Come per la sperimentazione pilota, tale elenco di risposte tipiche è stato utilizzato anche per catalogare le risposte date dagli studenti al test finale. I risultati dei due test saranno analizzati anche in questo caso tramite le tecniche della Cluster Analysis.

PRE-TEST	
1. Pensi che sia importante trattare argomenti di tipo scientifico con i bambini della Scuola Primaria e dell'Infanzia?	1: Sì, perché le scienze ci aiutano a comprendere il mondo intorno a noi 2: Sì, perché stimolano i processi di apprendimento di base 3: Sì, affinché si appassionino allo studio delle scienze 4: Sì, perché essi rispondono alle domande spontanee sul mondo che si pongono i bambini
2. Secondo te è importante sviluppare la riflessione e i processi di ragionamento nei bambini di scuola infanzia?	1. Sì, affinché acquisiscano senso critico 2. Sì, perché in questo modo si aiuta loro a comprendere il mondo che li circonda 3. Sì, per stimolare la loro curiosità, la voglia di conoscere il mondo. 4. Sì, perché sono abilità che stanno alla base dello sviluppo cognitivo
3. Pensi che i buoni docenti usino le domande degli alunni per guidare il loro insegnamento delle discipline scientifiche?	1. Sì, per porli al centro del processo di insegnamento - apprendimento 2. Sì, per constatare quale siano le loro conoscenze pregresse 3. Sì, per motivarli all'apprendimento

<p>4. Secondo te i buoni docenti incoraggiano gli alunni a discutere su argomenti scientifici rilevanti nella vita di tutti i giorni?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sì, per promuovere l'attitudine a porsi domande. 2. Sì, per comprendere eventuali misconcezioni 3. Sì, per rendere significativo l'apprendimento, unendo la teoria con la loro esperienza di vita
<p>5. Secondo te è importante che i bambini siano a conoscenza degli aspetti scientifici che riguardano la vita di tutti i giorni?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sì, per arricchire il loro bagaglio culturale 2. Sì, perché in questo modo comprendono il mondo attorno a loro 3. Sì, per poter apprezzare le scienze che essi studieranno nei loro futuri percorsi scolastici 4. Sì, per risponderci sulle domande che si pongono sul mondo 5. Sì, per sviluppare i processi di ragionamento
<p>6. Credi che i bambini di scuola dell'infanzia si pongano domande sul mondo che li circonda?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sì, in quanto sono curiosi. 2. No, perché non sono molto maturi. 3. non sono sicuro della risposta ...
<p>7. Quanto credi sia difficile per un insegnante condurre un laboratorio scientifico con i propri alunni?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. credo che non sia molto difficile se l'insegnante è adeguatamente competente 2. credo che non sia molto difficile, perché può essere realizzato in qualsiasi spazio e con strumenti di facile reperibilità 3. credo che non sia molto difficile, perché ai bambini piace molto.

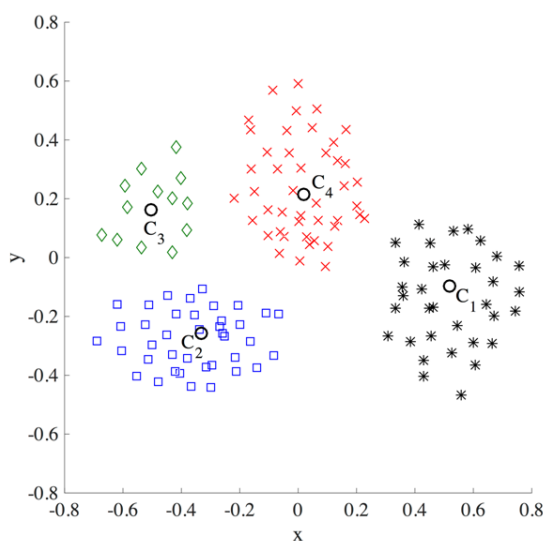
	<p>4. credo che sia abbastanza difficile perché presuppone una adeguata preparazione in merito</p> <p>5. credo che sia abbastanza difficile perché spesso mancano nelle scuole spazi e strumenti adeguati</p>
<p>8. Credi sia facile fare domande che possano promuovere le abilità di riflessione ai bambini di scuola dell'infanzia?</p>	<p>1. Non credo sia facile, perché non è facile adeguarsi al loro registro linguistico</p> <p>2. Non credo sia facile, perché sono troppo piccoli e dunque immaturi</p> <p>3. Non credo sia facile, perché non è semplice capire i loro processi di ragionamenti</p> <p>4. credo sia facile, perché basta partire dalla loro esperienza concreta</p> <p>5. credo sia facile, perché sono molto curiosi</p> <p>6. credo sia facile se l'insegnante è adeguatamente preparato e pronto a rispondere alle loro domande</p>
<p>9. Ti piace l'idea di dover progettare un'attività di tipo scientifico per i tuoi alunni?</p>	<p>1. Sì, perché avrò modo di mettere in pratica quanto studiato</p> <p>2. Sì, perché mi piace l'aspetto pratico che riguarda il laboratorio scientifico</p> <p>3. Sì, perché in questo modo promuoverei e agevolerei i processi di apprendimento dei miei alunni</p> <p>4. No, perché non mi sento preparato</p> <p>5. No, perché privilegio l'aspetto narrativo nelle scienze</p>

<p>10. Secondo te nella scuola dell'infanzia è possibile scegliere insieme agli alunni gli argomenti da trattare?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. No, perché è necessario seguire i programmi senza divagare 2. No, perché sono piccoli e non sono all'altezza di farlo. 3. Sì, affinché si motivino all'apprendimento 4. Sì, perché loro pongono domande che sono frutto della loro esperienza 5. Sì, per renderli protagonisti attivi del loro apprendimento.
---	--

5.2 Risultati dell'analisi del pre-test

Nel grafico seguente riportiamo i risultati della CIA sulle risposte date dagli studenti del nostro campione alle domande del pre-test. Sono presenti 131 punti, raggruppati in 4 cluster, in quanto si è scelto, come durante lo studio pilota, di studiare sia nel pre-test che in quello finale sempre gli stessi studenti. Come in precedenza, il suddetto valore è dovuto al fatto che esso è stato il numero degli studenti che è stato possibile classificare anche nel test finale.

Grafico 4 Rappresentazione in un diagramma di Voronoi dei risultati dell'analisi delle risposte al test iniziale.



Il grafico 4 mostra il diagramma di Voronoi per le risposte date dagli studenti al questionario iniziale. Ogni punto rappresenta uno studente, individuato da un "vettore" le cui componenti sono le risposte da egli date a ciascuna domanda del questionario e posizionato sul diagramma sulla base della sua "distanza" rispetto agli altri studenti. La distanza tra uno studente e un altro viene calcolata tramite il relativo coefficiente di correlazione tra i due calcolato sulla base delle risposte date da essi alle domande del questionario, come meglio spiegato in Battaglia et al., 2016. I "cerchietti" indicati con C_1, \dots, C_4 indicano i centroidi dei quattro cluster individuati tramite l'algoritmo k-means. Tali punti, come già detto, sono caratterizzati dall'aver componenti che rappresentano le risposte più frequentemente date dagli studenti dei rispettivi cluster alle domande del questionario.

La tabella seguente riassume le risposte più frequentemente date dagli studenti di ciascun cluster, ossia le "componenti" dei vettori che rappresentano i centroidi, secondo la codifica riportata nella tabella riportata in precedenza. È, inoltre, indicato il numero di studenti che compongono i cluster.

Centroide	C_1	C_2	C_3	C_4
Risposte più frequenti	1.4, 2.1, 3.3, 4.3, 5.2, 6.2, 7.1, 8.5, 9.5, 10.1	1.2, 2.3, 3.3, 4.4, 5.2, 6.2, 7.5, 8.3,9.4, 10.2	1.4, 2.3, 3.2, 4.2, 5.1, 6.1, 7.3, 8.5, 9.3, 10.3	1.2, 2.1, 3.3, 4.3, 5.1, 6.1, 7.1, 8.1, 9.1, 10.2
Numero di studenti nel cluster	34	39	13	45

In modo più esplicito, gli studenti di ciascun cluster più frequentemente rispondono nel modo seguente:

Cluster 1

1.4 -Sì, perché essi rispondono alle domande spontanee sul mondo che si pongono i bambini

2.1 - Sì, affinché acquisiscano senso critico

3.3 - Sì, per motivarli all'apprendimento

4.3 - Sì, per rendere significativo l'apprendimento, unendo la teoria con la loro esperienza di vita.

5.2 - Sì, perché in questo modo comprendono il mondo attorno a loro

- 6.2 - No, perché non sono molto maturi.
- 7.1 - Credo che non sia molto difficile se l'insegnante è adeguatamente competente
- 8.5 - Credo sia facile, perché sono molto curiosi
- 9.5 - No, perché privilegio l'aspetto narrativo nelle scienze
- 10.1 - No, perché è necessario seguire i programmi senza divagare

Cluster 2

- 1.2 - Sì, perché stimolano i processi di apprendimento di base
- 2.3 - Sì, per stimolare la loro curiosità, la voglia di conoscere il mondo.
- 3.3 - Sì, per motivarli all'apprendimento
- 4.4 - Sì, per rendere significativo l'apprendimento, unendo la teoria con la loro esperienza di vita
- 5.2 - Sì, perché in questo modo comprendono il mondo attorno a loro
- 6.2 - No, perché non sono molto maturi.
- 7.5 - credo che sia abbastanza difficile perché spesso mancano nelle scuole spazi e strumenti adeguati
- 8.3 - Non credo sia facile, perché non è semplice capire i loro processi di ragionamenti
- 9.4 - No, perché non mi sento preparato
- 10.2 - No, perché sono piccoli e non sono all'altezza di farlo.

Cluster 3

- 1.4 - Sì, perché essi rispondono alle domande spontanee sul mondo che si pongono i bambini
- 2.3 - Sì, per stimolare la loro curiosità, la voglia di conoscere il mondo
- 3.2 - Sì, per costatare quale siano le loro conoscenze pregresse
- 4.2 - Sì, per comprendere eventuali misconcezioni
- 5.1 - Sì, per arricchire il loro bagaglio culturale
- 6.1 - Sì, in quanto sono curiosi.
- 7.3 - Credo che non sia molto difficile, perché ai bambini piace molto
- 8.5 - Credo sia facile, perché sono molto curiosi
- 9.3 - Sì, perché in questo modo promuoverei e agevolerei i processi di apprendimento dei miei alunni
- 10.3 - Sì, affinché si motivino all'apprendimento

Cluster 4

- 1.2 - Sì, perché stimolano i processi di apprendimento di base
- 2.1 - Sì, affinché acquisiscano senso critico
- 3.3 - Sì, per motivarli all'apprendimento
- 4.3 - Sì, per rendere significativo l'apprendimento, unendo la teoria con la loro esperienza di vita
- 5.1 - Sì, per arricchire il loro bagaglio culturale
- 6.1 - Sì, in quanto sono curiosi.
- 7.1 - Credo che non sia molto difficile se l'insegnante è adeguatamente competente
- 8.1 - Non credo sia facile, perché non è facile adeguarsi al loro registro linguistico
- 9.1 - Sì, perché avrò modo di mettere in pratica quanto studiato
- 10.2 - No, perché sono piccoli e non sono all'altezza di farlo

Mediamente, quindi, le risposte dei 131 studenti alle prime domande del questionario mostrano un'opinione abbastanza consapevole dell'importanza dell'insegnamento delle discipline scientifiche alla Scuola Primaria e dell'Infanzia. Tuttavia, sono chiaramente identificabili delle linee di tendenza specifiche di ciascun cluster. Vediamo nei dettagli:

Gli studenti del cluster 1:

- pensano che i bambini siano poco pronti allo studio di argomenti scientifici;
- si sentono vincolati da programmi curricolari da seguire;
- sono riluttanti a organizzare attività scientifiche perché privilegiano approcci "narrativi";
- pensano che fare domande per stimolare la riflessione sia importante.

Gli studenti del cluster 2:

- pensano che i bambini siano poco pronti allo studio di argomenti scientifici;
- sono preoccupati della mancanza di “risorse” nelle scuole;
- Pensano che non sia semplice capire i ragionamenti dei bambini;
- sono perplessi sulle proprie competenze didattico/scientifiche.

Gli studenti del cluster 3:

- sono fiduciosi sulle capacità dei bambini;
- pensano che le Scienze possano piacere ai bambini;

- ritengono che le attività scientifiche possano favorire i processi di apprendimento;
- ritengono che le attività scientifiche possano motivare i bambini.

Gli studenti del cluster 4:

- Sono ben disposti verso la conduzione di attività laboratoriali:
- mostrano perplessità nel porre domande atte a promuovere la riflessione per paura di incomprensioni linguistiche;
- sono ansiosi di mettersi alla prova e sperimentare la “teoria”.
- mostrano scarsa fiducia nelle capacità dei bambini dell'infanzia.

5.3 Questionario sulla natura della scienza

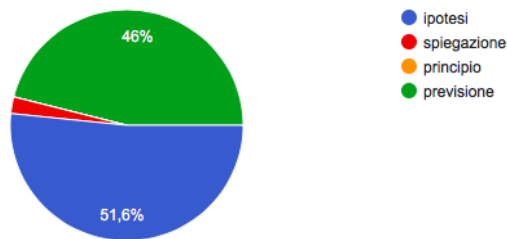
Il test sulla Natura della Scienza (Nature of Science Literacy Test - NOSLiT), che abbiamo deciso di condurre allo scopo di studiare le idee generali degli studenti su di essa e sui relativi metodi è basato su un questionario molto conosciuto nel mondo della ricerca in didattica delle discipline scientifiche (Wenning & Wenning, 2006-1 e 2006-2). Esso è stato tradotto in diverse lingue ed i relativi risultati di sperimentazioni svolte in diverse parti del mondo sono stati pubblicati su svariate riviste di ricerca in Science Education.

Il NOSLiT consiste di 35 domande a scelta multipla, dimensionato al fine di valutare le idee sulla Natura della Scienza da parte degli studenti di Scuola Secondaria di Secondo Grado. Esso fa parte di una batteria di test concepiti per valutare la questione molto più vasta dell'alfabetizzazione scientifica. Quale componente di tale batteria, questo strumento può fornire informazioni critiche per orientare la prassi didattica, per far sì che docenti e istituzioni scolastiche siano responsabili in prima persona nel raggiungimento di obiettivi specifici e per stabilire l'efficacia dei programmi. In questa sperimentazione non sono state proposte agli studenti tutte le 35 domande del test NOSLiT, ma solo 27 di esse, selezionate sulla base delle nostre finalità di ricerca e anche allo scopo di non appesantire eccessivamente gli studenti con domande complesse da analizzare.

A seguire il questionario e in grassetto le risposte corrette. Dopo ogni domanda riportiamo i risultati della sua somministrazione agli studenti del nostro campione prima dell'inizio delle attività Inquiry-based.

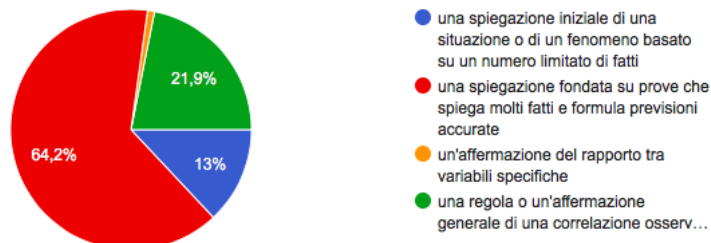
1) *Un insegnante chiede agli studenti: «Cosa pensate che succeda dopo?»*
L'insegnante sta chiedendo un/a:

- a) ipotesi
- b) spiegazione
- c) principio
- d) previsione**



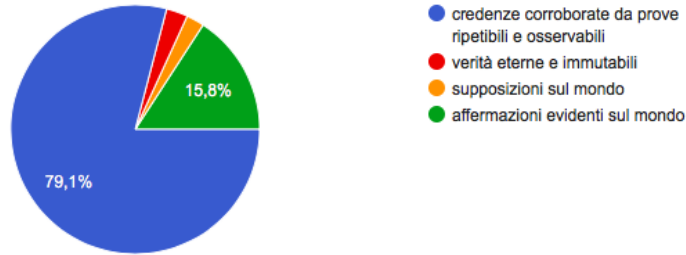
2) *Quando i biologi o altri scienziati parlano della "teoria dell'evoluzione" cosa intendono con la parola "teoria"?*

- a) una spiegazione iniziale di una situazione o di un fenomeno basato su un numero limitato di fatti
- b) una spiegazione fondata su prove che spiega molti fatti e formula previsioni accurate**
- c) un'affermazione del rapporto tra variabili specifiche
- d) una regola o un'affermazione generale di una correlazione osservata in natura



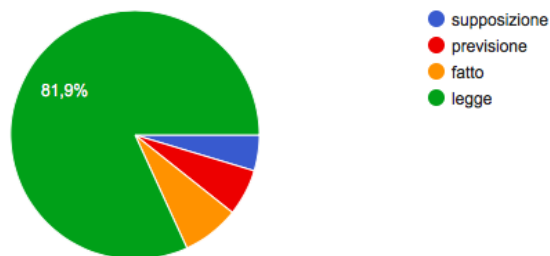
3) *Gli scienziati ritengono che la conoscenza scientifica consista in:*

- a) **credenze corroborate da prove ripetibili e osservabili**
- b) verità eterne e immutabili
- c) supposizioni sul mondo
- d) affermazioni evidenti sul mondo



4) *Una comprovata affermazione matematica del rapporto tra due o più variabili è meglio nota come un/a:*

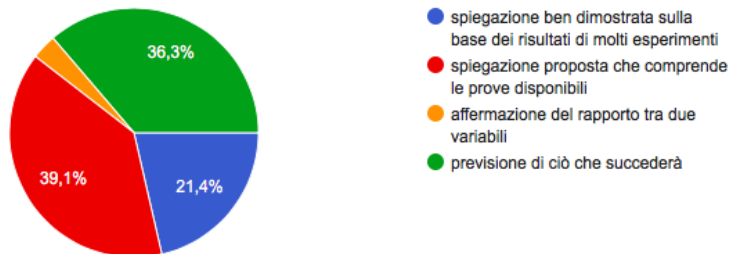
- a) supposizione
- b) previsione
- c) fatto
- d) **legge**



5) *Un'ipotesi scientifica è meglio definita come una:*

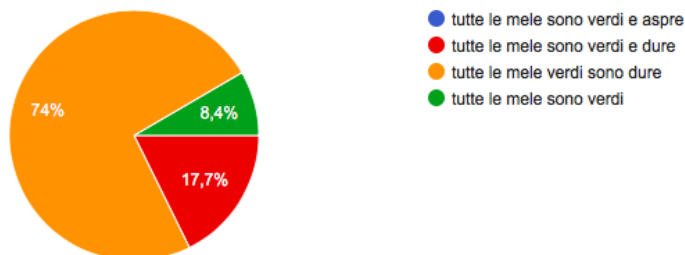
- a) spiegazione ben dimostrata sulla base dei risultati di molti esperimenti
- b) **spiegazione proposta che comprende le prove disponibili**

- c) affermazione del rapporto tra due variabili
 d) previsione di ciò che succederà



6) *Uno scienziato sta cercando di acquisire qualche nozione su mele di diverso colore. Assaggia un ampio campione di mele verdi e le trova dure e aspre. Assaggia un altro ampio gruppo di mele verdi e le trova dure e dolci. Quale delle seguenti affermazioni è una prima conclusione ragionevole sulle mele in generale?*

- a) tutte le mele sono verdi e aspre
 b) tutte le mele sono verdi e dure
 c) **tutte le mele verdi sono dure**
 d) tutte le mele sono verdi



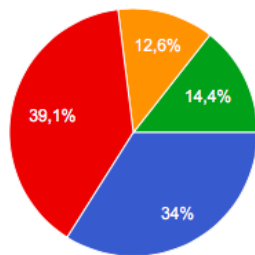
7) *Uno scienziato vuole effettuare un esperimento per stabilire il rapporto tra distanza, velocità e tempo utilizzando una o più macchinine a motore. Quale sarebbe il modo migliore di procedere?*

- a) Osservare il movimento di più macchinine a motore con diverse velocità e tracciare un grafico indicando distanze e velocità su un asse e il tempo sull'altro asse.

b) Utilizzare una macchinina a una velocità fissa. Misurare le distanze diverse volte. Tracciare un grafico del rapporto tra distanza e tempo. Ripetere l'operazione con altre macchinine a diverse velocità fisse.

c) Registrare la velocità di tutte le macchinine e calcolare la media, indi dividere questa media per il tempo.

d) Utilizzare la formula $\text{distanza} = \text{velocità} * \text{tempo}$



- Osservare il movimento di più macchinine a motore con diverse velocità e tracciare un grafico indica...
- Utilizzare una macchinina a una velocità fissa. Misurare le distanze diverse volte. Tracciare un grafico d...
- Registrare la velocità di tutte le macchinine e calcolare la media, in...
- Utilizzare la formula $\text{distanza} = \text{velocità} * \text{tempo}$

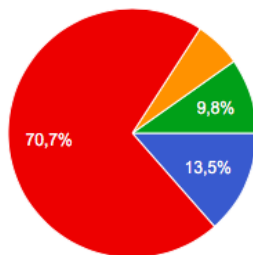
8) *Un biologo vuole stabilire in che misura la luce solare parziale influenzi la crescita del mais. Pianta del mais in un campo aperto con esposizione totale alla luce solare. A distanza di un miglio (1,6 km) pianta lo stesso tipo di mais nella radura di un bosco che garantirà solo metà della luce solare rispetto al mais piantato nel campo aperto. C'è qualcosa di sbagliato, e se sì cosa, in questo esperimento?*

a) non c'è niente di sbagliato

b) l'esperimento potrebbe avere una o più variabili non controllate

c) la crescita del mais non dipende dalla quantità di sole ricevuta

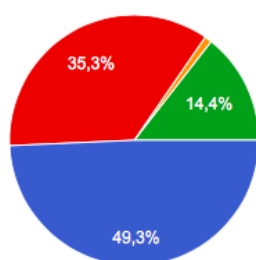
d) non c'è nessun gruppo di controllo



- non c'è niente di sbagliato
- l'esperimento potrebbe avere una o più variabili non controllate
- la crescita del mais non dipende dalla quantità di sole ricevuta
- non c'è nessun gruppo di controllo

9) Due studenti stanno parlando. Il primo afferma: «I dischi volanti sono astronavi provenienti da un sistema diverso dal nostro sistema solare». Il secondo studente replica: «Se pensi che i dischi volanti provengano da un altro spazio allora dimostralolo!» C'è qualcosa di sbagliato, e se sì cosa, nella richiesta di dimostrazione da parte del secondo studente?

- a) **Nulla, un'affermazione come questa esige una solida dimostrazione scientifica.**
- b) Non dovrebbe essere richiesta una dimostrazione perché è impossibile dimostrare un caso generale basandosi solo su prove limitate.
- c) Non è necessaria una prova perché molte persone hanno visto e riferito l'esistenza di dischi volanti.
- d) È impossibile ottenere prove su questo tipo di affermazioni e quindi non dovrebbe essere chiesta nessuna prova.

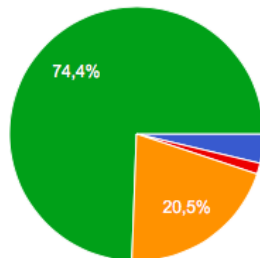


- Nulla, un'affermazione come questa esige una solida dimostrazione scientifica
- Non dovrebbe essere richiesta una dimostrazione perché è impossibile dimostrare un caso generale basandosi solo su prove limitate.
- Non è necessaria una prova perché molte persone hanno visto e riferito l'esistenza di dischi volanti.
- È impossibile ottenere prove su questo tipo di affermazioni e quindi non dovrebbe essere chiesta nessuna prova.

10) È più facile dimostrare che la seguente affermazione è vera o falsa e perché? Tutti gli insetti rossi hanno gusci duri. È più facile dimostrare che l'affermazione è:

- a) vera perché basterebbe un solo esemplare di insetto rosso con guscio molle.
- b) vera perché è impossibile dimostrare una regola generale basandosi solo su prove limitate.
- c) falsa perché è impossibile dimostrare una regola generale basandosi solo su prove limitate.

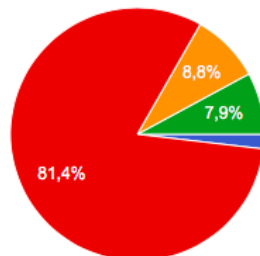
d) falsa perché basterebbe un solo esemplare di insetto rosso con guscio molle.



- vera perché basterebbe un solo esemplare di insetto rosso con guscio molle.
- vera perché è impossibile dimostrare una regola generale basandosi solo su prove limitate.
- falsa perché è impossibile dimostrare una regola generale basandosi solo...
- falsa perché basterebbe un solo esemplare di insetto rosso con gusc...

11) Jean ha un'ipotesi su come avviene una certa reazione chimica. Basandosi su questa ipotesi, prevede che mescolando la sostanza chimica A con la sostanza chimica B si produrrà la sostanza chimica C. Mescola A e B e la sostanza ottenuta è composta prevalentemente da C, ma è presente anche una piccola quantità di sostanza chimica D. Quale delle seguenti conclusioni potrà trarre Jean circa la sua ipotesi?

- a) La sua ipotesi si è dimostrata corretta.
- b) La sua ipotesi sembra essere fondata, ma deve essere perfezionata.**
- c) La sua ipotesi è probabilmente del tutto sbagliata.
- d) Non può trarre alcuna conclusione dai risultati.

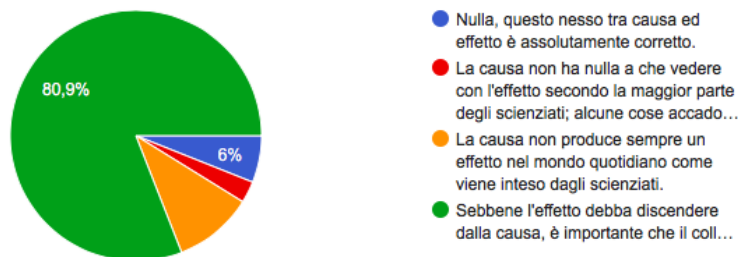


- La sua ipotesi si è dimostrata corretta.
- La sua ipotesi sembra essere fondata, ma deve essere perfezionata.
- La sua ipotesi è probabilmente del tutto sbagliata.
- Non può trarre alcuna conclusione dai risultati.

12) Billy pensa che l'inverno sia causato dalle oche che volano a sud in autunno. Pensa anche che l'estate sia causata dalle oche che volano a nord in primavera.

Afferma: «Se un evento avviene prima di un altro, il primo evento causa il secondo. È sempre così.» C'è qualcosa di sbagliato, e se sì cosa, nell'affermazione secondo cui se a un evento ne segue un altro, il primo causa il secondo?

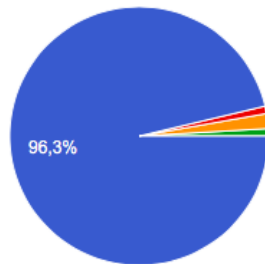
- a) Nulla, questo nesso tra causa ed effetto è assolutamente corretto.
- b) La causa non ha nulla a che vedere con l'effetto secondo la maggior parte degli scienziati; alcune cose accadono semplicemente per caso.
- c) Sebbene l'effetto debba discendere dalla causa, è importante che il collegamento tra i due venga spiegata.**
- d) La causa non produce sempre un effetto nel mondo quotidiano come viene inteso dagli scienziati.



13) Le conclusioni scientifiche ben corroborate rimangono generalmente inalterate con il passare del tempo, ma possono cambiare alla luce di nuove dimostrazioni. Tale affermazione è _____ perché _____.

- a) vera: le conclusioni scientifiche possono cambiare quando viene scoperta una nuova dimostrazione che le contraddice.**
- b) vera: la scienza è composta di teorie che hanno un'alta probabilità di essere errate.
- c) falsa: una volta che gli scienziati hanno formulato delle conclusioni, queste non cambieranno mai in futuro perché le leggi dell'universo sono sempre e ovunque le stesse.

d) falsa: la scienza è la ricerca della verità e la verità non cambia mai.



- vera: le conclusioni scientifiche possono cambiare quando viene scoperta una nuova dimostrazione...
- vera: la scienza è composta di teorie che hanno un'alta probabilità di essere errate.
- falsa: una volta che gli scienziati hanno formulato delle conclusioni, q...
- falsa: la scienza è la ricerca della verità e la verità non cambia mai.

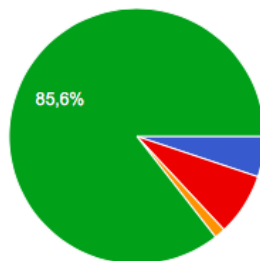
14) Gli scienziati che lavorano in istituzioni pubbliche condividono alcuni valori come ad esempio un'attenta conservazione dei dati registrati, misurazioni accurate, trascrizione di procedure, dati e risultati in modo accurato. Questa affermazione è _____ perché gli scienziati _____.

a) falsa: tengono nascoste le proprie procedure e i propri dati agli altri scienziati.

b) falsa: non hanno un insieme di valori comuni

c) falsa: non seguono il "Metodo Scientifico"

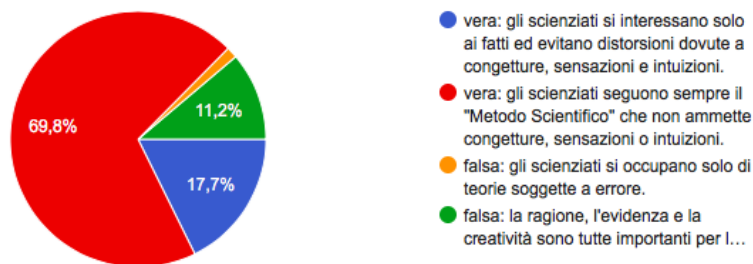
d) vera: generalmente vogliono che gli altri scienziati possano ripetere le proprie osservazioni e i propri esperimenti.



- falsa: tengono nascoste le proprie procedure e i propri dati agli altri scienziati.
- falsa: non hanno un insieme di valori comuni
- falsa: non seguono il "Metodo Scientifico"
- vera: generalmente vogliono che gli altri scienziati possano ripetere le proprie osservazioni e i propri esper...

15) *Le idee scientifiche sono basate sulla ragione e sull'evidenza, e non su congetture, sensazioni o intuizioni. Questa affermazione è _____ perché _____.*

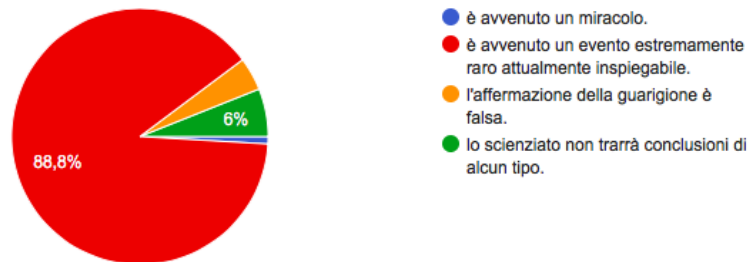
- a) vera: gli scienziati si interessano solo ai fatti ed evitano distorsioni dovute a congetture, sensazioni e intuizioni.
- b) vera: gli scienziati seguono sempre il "Metodo Scientifico" che non ammette congetture, sensazioni o intuizioni.
- c) falsa: gli scienziati si occupano solo di teorie soggette a errore.
- d) falsa: la ragione, l'evidenza e la creatività sono tutte importanti per la creazione di idee scientifiche.**



16) *Una persona sostiene di essere inspiegabilmente e improvvisamente guarita da una malattia comune ma sempre fatale. Diversi autorevoli medici e ricercatori hanno ciascuno confermato autonomamente che il paziente aveva la malattia ed è completamente e inspiegabilmente guarito. Cosa potrebbe concludere a ragione uno scienziato circa questa situazione?*

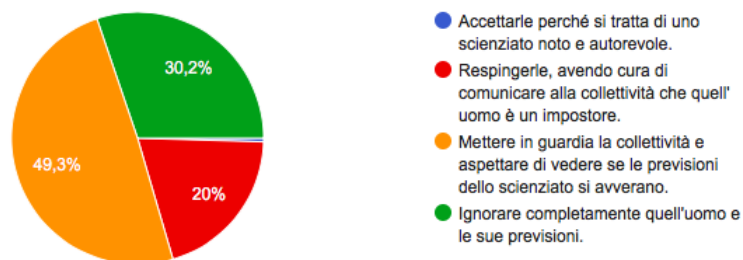
- a) è avvenuto un miracolo.
- b) è avvenuto un evento estremamente raro attualmente inspiegabile.**
- c) l'affermazione della guarigione è falsa.

d) lo scienziato non trarrà conclusioni di alcun tipo.



17) Un noto e autorevole scienziato afferma di possedere un'accurata capacità, datagli dagli alieni, di conoscere gli eventi futuri e ha previsto il verificarsi di alcuni eventi in un prossimo futuro. Come dovrebbero rispondere gli altri scienziati a queste previsioni?

- a) Accettarle perché si tratta di uno scienziato noto e autorevole.
- b) Respingerele, avendo cura di comunicare alla collettività che quell'uomo è un impostore.
- c) Mettere in guardia la collettività e aspettare di vedere se le previsioni dello scienziato si avverano.**
- d) Ignorare completamente quell'uomo e le sue previsioni.

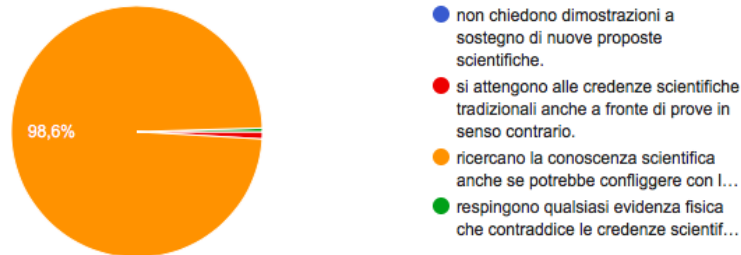


18) I bravi scienziati:

- a) non chiedono dimostrazioni a sostegno di nuove proposte scientifiche.
- b) si attengono alle credenze scientifiche tradizionali anche a fronte di prove in senso contrario.

c) **ricercano la conoscenza scientifica anche se potrebbe confliggere con le loro convinzioni personali.**

d) respingono qualsiasi evidenza fisica che contraddice le credenze scientifiche standard.



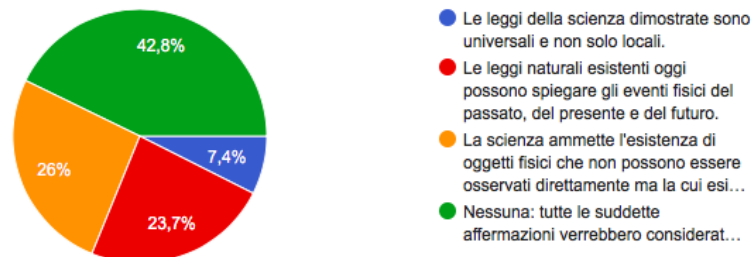
19) Quale delle seguenti affermazioni verrebbe considerata falsa da uno scienziato?

a) Le leggi della scienza dimostrate sono universali e non solo locali.

b) Le leggi naturali esistenti oggi possono spiegare gli eventi fisici del passato, del presente e del futuro.

c) La scienza ammette l'esistenza di oggetti fisici che non possono essere osservati direttamente ma la cui esistenza può essere dimostrata attraverso la ragione e gli esperimenti.

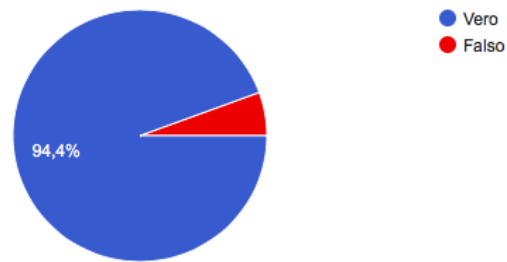
d) Nessuna: tutte le suddette affermazioni verrebbero considerate vere da uno scienziato.



20) Dopo aver fatto delle osservazioni o aver condotto un esperimento, un bravo scienziato riferirà tutti i risultati, compresi i risultati validi che contraddicono il risultato previsto.

a) Vero

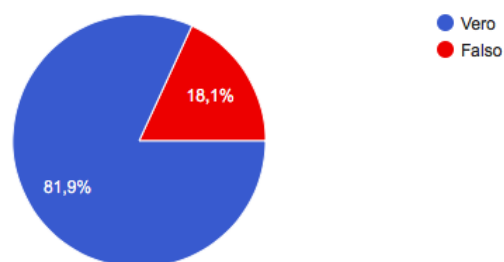
b) Falso



21) Quando gli scienziati giudicano una prova, fanno riferimento a quello che già conoscono del mondo.

a) Vero

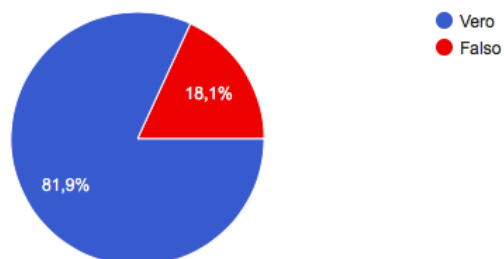
b) Falso



22) *Un bravo scienziato che si sente abbastanza sicuro delle conclusioni tratte da dati sperimentali e di osservazione non dovrebbe temere di contraddire le credenze condivise dalla comunità scientifica.*

a) **Vero**

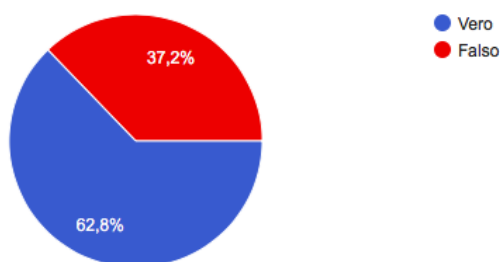
b) Falso



23) *Le ipotesi alla fine diventano teorie e le teorie alla fine diventano leggi.*

a) Vero

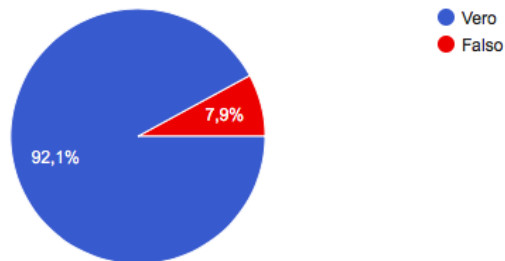
b) **Falso**



24) *Gli scienziati dovrebbero rivedere e controllare il lavoro di altri scienziati, specialmente se quel lavoro fornirà la base per future ricerche di altri scienziati.*

a) **Vero**

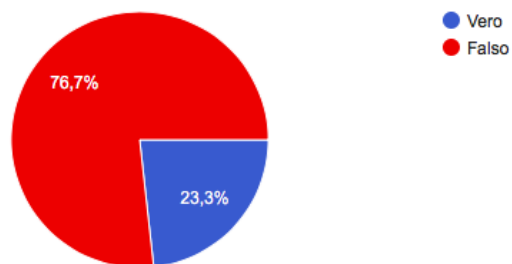
b) Falso



25) *Gli scienziati, se hanno a disposizione tempo e risorse sufficienti, possono rispondere compiutamente a qualsiasi domanda.*

a) Vero

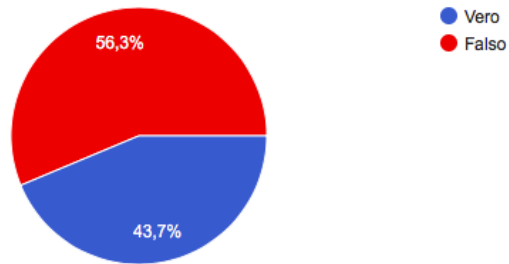
b) **Falso**



26) *La conoscenza scientifica si basa solo su esperimenti.*

a) Vero

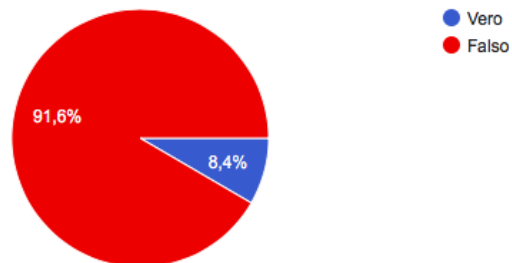
b) Falso



27) *Quando gli scienziati raccolgono e analizzano i fatti, i risultati ottenuti sono assolutamente certi.*

a) Vero

b) Falso



5.3.1 Discussione dei risultati sul questionario ‘Natura delle scienze’

Alcuni dei dati che emergono dall’analisi delle risposte del questionario sulla “Natura della scienza”, risultano essere interessanti alla luce dello studio di ricerca oggetto di questo lavoro. Infatti, dalle risposte appare evidente che molti studenti confondono il concetto di *ipotesi* con quello di *previsione* (domanda 1). Tale confusione è nuovamente evidente nelle risposte alla domanda 5 oltre che in quelle alla domanda 23. Dall’analisi della sperimentazione pilota risulta evidente che organizzare le attività Inquiry attraverso il modello delle 5E può favorire la distinzione tra i due concetti.

Anche il concetto di teoria (domanda 2) non è ben chiaro e viene confuso con quelli di regola dovuta ad osservazione o di spiegazione di un fenomeno. Gli studenti pensano, inoltre, che uno scienziato segua rigidamente un "Metodo Scientifico", che non ammette congetture, sensazioni o intuizioni. Di conseguenza, lo scienziato è percepito come privo di intuizione e creatività (domanda 15).

La conoscenza scientifica, secondo molti, si basa solo su esperimenti (domanda n.26). Questo è un aspetto al quale bisogna porre attenzione in questo contesto di ricerca, considerato che l’approccio investigativo, utilizzato in queste sperimentazioni, è basato su attività di tipo laboratoriale e si chiede sempre agli studenti di sviluppare e condurre esperimenti. Quindi è bene sottolineare agli studenti che il tipo di investigazione utilizzata in questo contesto non è la sola e una via, per evitare di condurre gli studenti all’errato convincimento che la conoscenza scientifica sia basata solo sullo svolgimento di esperimenti. Quindi, deve essere chiaro si può fare investigazione anche solo tramite la ricerca e l’utilizzo di fonti indirette.

5.4 Il laboratorio Inquiry-based

5.4.1 Dettaglio delle giornate

Primo e secondo giorno

I primi due incontri sono stati tenuti durante le ore del corso teorico di fisica sull'approccio Inquiry, dopo aver chiesto agli studenti di rispondere ai due questionari attraverso i *moduli di google drive*.

Terzo giorno

Gli studenti analizzano le indicazioni nazionali attraverso la scheda di analisi (*all.2*) e progettano una uda utilizzando l'approccio Inquiry utilizzando il modello in allegato (*all.8*). la progettazione verte su argomenti del corso teorico di Fisica ed è rivolta alla presentazione di una attività da realizzare all'interno dell'exhibition scientifico.

Quarto giorno

Definizione della progettazione didattica, pianificazione degli strumenti utili per la realizzazione degli esperimenti.

Quinto giorno

Questa giornata è dedicata alla costruzione degli strumenti realizzati con materiali poveri, per la realizzazione delle attività didattiche laboratoriali.

Sesto giorno

Gli studenti simulano la presentazione della propria unità di apprendimento con il proprio gruppo e il tutor di laboratorio. Attraverso questo lavoro, confrontano i risultati e valutano, attraverso la condivisione lo scambio di idee l'effettiva efficacia del loro percorso.

Settimo giorno

Gli studenti conducono le loro attività laboratoriali precedentemente progettate, durante l'exhibition scientifico alla presenza degli alunni della scuola primaria Nicolò Garzilli di Palermo.

L'exhibition è durato 3 giorni nelle ore antimeridiane presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Palermo.

Sono stati coinvolti circa 120 studenti che hanno presentato i propri lavori a 6 diverse classi della scuola primaria.

5.4.2 Programma degli esperimenti nell'exhibition 2016

30 maggio 2016 ore 8.30-10.30

1. La corrente elettrica trasforma le sostanze
2. Non si vede ma esercita pressione
3. La trasformazione dell'energia eolica in energia elettrica
4. Acqua in salita
5. Oggetti nell'acqua: galleggiano o affondano?
6. Il diavoletto di cartesio
7. La giostra con le fiamme
8. Datemi un punto d'appoggio... e sollevero' il mondo
9. Zampillo intelligente
10. Che forza questa macchinina

30 maggio 2016 ore 11-13

11. La dinamo
12. Un percorso elettrizzante
13. Fisica al luna park
14. L'aria che tira
15. Un miscuglio magico
16. Che suono che fai!
17. La giostra ad aria calda
18. Galleggia o affonda?
19. Palloncini pazerelli
20. Cattura gli animaletti

31 maggio 2016 ore 8.30-10.30

21. Energicamente
22. L'acqua e le sue proprietà
23. Comunichiamo da buoni amici: i vasi comunicanti
24. Il palloncino a reazione
25. Effetti della pressione atmosferica
26. Willy e il potere delle cariche
27. Giochi di lux
28. Il galleggiamento

29. Giochiamo con i magneti
30. Osservare e ipotizzare per imparare a sperimentare

31 maggio 2016 ore 11-13

31. Magnetismo
32. Il pendolino magico
33. Sottopressione
34. Scopriamo il volume
35. L'aria e l'acqua vanno d'accordo
36. Non è magia! l'elettrizzazione per strofinio
37. L'acqua esercita delle forze
38. Un tuffo nel mondo scientifico

1 giugno 2016 ore 8.30-10.30

39. Tensione superficiale
40. Carichiamoci
41. Capillarità
42. Energia nascosta nei cibi
43. L'energia dell'acqua
44. A tutta aria!
45. La luce e i colori
46. Illuminiamo casa
47. Il magnetismo
48. La spinta di archimede
49. La pozione magiche
50. Galleggia o affonda?

1 giugno 2016 ore 11-13

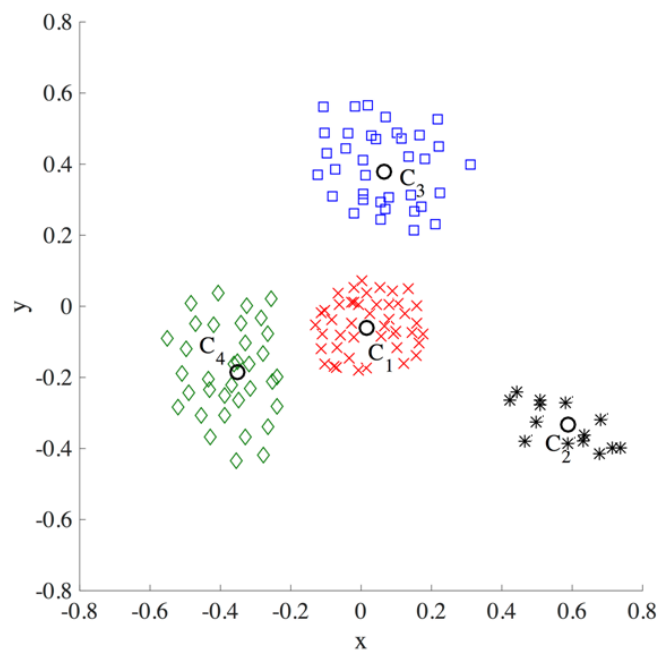
51. Eureka: galleggia o non galleggia?
52. Arcobaleno dei liquidi
53. Alla scoperta della luce
54. Attiriamo allegria
55. Il magnetismo calamitico
56. L'aria che forza
57. Una macchina molto originale

- 58. L'aria occupa uno spazio?
- 59. Alla scoperta dell'aria
- 60. Shh! acqua in bocca

5.5 Analisi di cluster del test finale

Il grafico seguente riporta i risultati ottenuti dall'analisi delle risposte degli studenti al questionario somministrato dopo lo svolgimento del laboratorio didattico di tipo Inquiry

Grafico 5 Rappresentazione in un diagramma di Voronoi dei risultati dell'analisi delle risposte al test finale



L'algoritmo k-means individua ancora una volta come migliore partizione dei 131 studenti quella in 4 cluster e la tabella seguente riassume queste risposte più frequentemente date dagli studenti di ciascun cluster e il numero degli studenti in ciascun cluster.

Centroide	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Risposte più frequenti	1.3, 2.4, 3.3, 4.3, 5.2, 6.1, 7.3, 8.5, 9.2, 10.4	1.4, 2.1, 3.2, 4.1, 5.4, 6.3, 7.4, 8.6, 9.2, 10.6	1.2, 2.2, 3.1, 4.2, 5.5, 6.1, 7.1, 8.4, 9.1, 10.4	1.3, 2.2, 3.4, 4.4, 5.1, 6.2, 7.2, 8.6, 9.3, 10.3
Numero di studenti	46	14	36	35

In modo più esplicito, gli studenti di ciascun cluster più frequentemente rispondono nel modo seguente:

Cluster 1

- 1.3 - Sì, affinché si appassionino allo studio delle scienze
- 2.4 - Sì, perché sono abilità che stanno alla base dello sviluppo cognitivo
- 3.3 - Sì, per motivarli all'apprendimento
- 4.3 - Sì, per rendere significativo l'apprendimento, unendo la teoria con la loro esperienza di vita
- 5.2 - Sì, perché in questo modo comprendono il mondo attorno a loro
- 6.1 - Sì, in quanto sono curiosi
- 7.3 - credo che non sia molto difficile, perché ai bambini piace molto.
- 8.5 - credo sia facile, perché sono molto curiosi
- 9.2 - Sì, perché mi piace l'aspetto pratico che riguarda il laboratorio scientifico
- 10.4 - Sì, perché loro pongono domande che sono frutto della loro esperienza

Cluster 2

- 1.4 - Sì, perché essi rispondono alle domande spontanee sul mondo che si pongono i bambini
- 2.1 - Sì, affinché acquisiscano senso critico
- 3.2 - Sì, per costatare quale siano le loro conoscenze pregresse
- 4.1 - Sì, per promuovere l'attitudine a porsi domande.
- 5.4 - Sì, per risponderci sulle domande che si pongono sul mondo
- 6.3 - non sono sicuro della risposta ...
- 7.4 - credo che sia abbastanza difficile perché presuppone una adeguata preparazione in merito
- 8.6 - credo sia facile se l'insegnante è adeguatamente preparato e pronto a rispondere alle loro domande
- 9.2 - Sì, perché mi piace l'aspetto pratico che riguarda il laboratorio scientifico

10.6 - Non so ... non sono sicuro che sia utile o facile da fare

Cluster 3

1.2 - Sì, perché stimolano i processi di apprendimento di base

2.2 - Sì, , perché in questo modo si aiuta loro a comprendere il mondo che li circonda

3.1 - Sì, per porli al centro del processo di insegnamento - apprendimento

4.2 - Sì, per comprendere eventuali misconcezioni

5.5 - Sì, per sviluppare i processi di ragionamento

6.1 - Sì, in quanto sono curiosi.

7.1 - credo che non sia molto difficile se l'insegnante è adeguatamente competente

8.4 - credo sia facile, perché basta partire dalla loro esperienza concreta

9.1 - Sì, perché avrò modo di mettere in pratica quanto studiato

10.4 - Sì, perché loro pongono domande che sono frutto della loro esperienza

Cluster 4

1.3 - Sì, affinché si appassionino allo studio delle scienze

2.2 - Sì, , perché in questo modo si aiuta loro a comprendere il mondo che li circonda

3.1 - Sì, per porli al centro del processo di insegnamento - apprendimento

4.4 - Sì, perché la discussione favorisce l'apprendimento

5.1 - Sì, per arricchire il loro bagaglio culturale

6.2 - Sì, in quanto sono curiosi.

7.2 - credo che non sia molto difficile, perché può essere realizzato in qualsiasi spazio e con strumenti di facile reperibilità

8.6 - credo sia facile se l'insegnante è adeguatamente preparato e pronto a rispondere alle loro domande

9.3 - Sì, perché in questo modo promuoverei e agevolerei i processi di apprendimento dei miei alunni

10.3 - Sì, affinché si motivino all'apprendimento

Una analisi delle risposte più di frequente fornite dagli studenti nei 4 cluster mostra una notevole differenza con quelle fornite durante il test iniziale. L'opinione sull'importanza dell'insegnamento delle discipline scientifiche alla Scuola Primaria e dell'Infanzia è sempre molto positiva, ma, adesso:

Gli studenti del cluster 1:

- pensano che anche i bambini più piccoli siano curiosi e possano, quindi, porsi domande sul mondo;
- ritengono che i bambini gradiscano le attività di laboratorio scientifico;
- Pensano che le capacità di riflessione possano essere promosse anche in bambini piccoli;
- gradiscono l'aspetto pratico del laboratorio;
- citano l'esperienza come possibile spinta per la scelta di argomenti di studio insieme con i bambini

Gli studenti del cluster 2:

- mostrano insicurezza nel ritenere che bambini piccoli possano porsi domande sul mondo;
- sono perplessi sulla preparazione degli insegnanti (e, quindi, della propria, in merito alla conduzione di laboratori scientifici);
- ritengono possibile promuovere la riflessione dei bambini, ma continuano a mostrare (più o meno implicitamente) perplessità sulle proprie capacità in merito;
- gradiscono l'aspetto pratico del laboratorio;
- sono insicuri sulla possibilità o l'utilità di scegliere argomenti di studio insieme con i bambini.

Gli studenti del cluster 3:

- pensano che la competenza dell'insegnante sia la chiave per la conduzione di attività di laboratorio scientifico;
- ritengono che partire dall'esperienza renda possibile porre domande ai bambini allo scopo di promuovere la riflessione;
- sono ansiosi di mettere in pratica quanto studiato;
- gradiscono l'aspetto pratico del laboratorio;
- citano l'esperienza come possibile spinta per la scelta di argomenti di studio insieme con i bambini.

Gli studenti del cluster 4:

- pensano che anche i bambini più piccoli siano curiosi e possano, quindi, porsi domande sul mondo;
- ritengono che sia possibile realizzare attività scientifiche anche in ambienti non esplicitamente dedicati al laboratorio;
- pensano che l'insegnante debba essere adeguatamente preparato per rispondere alle domande dei bambini;
- ritengono che le attività scientifiche agevolino i processi di apprendimento;
- sono disposti a scegliere insieme a bambini più piccoli gli argomenti da studiare per motivarli all'apprendimento.

I notevoli cambiamenti verificatisi nelle idee degli studenti sulle proprie capacità e possibilità di insegnare scienze tramite un approccio Inquiry-Based sono evidenti nella maggior parte degli studenti. Solo i 14 studenti che fanno parte del cluster 2 mantengono perplessità sulla propria preparazione scientifica e mostrano remore nel gestire attività di laboratorio scientifico con i bambini.

Capitolo 6

Resoconto sui risultati della ricerca

Nel primo anno la ricerca è stata finalizzata allo studio delle caratteristiche delle progettazioni laboratoriali degli studenti al quarto anno del loro percorso di laurea. Si è potuto constatare come gli studenti abbiano chiare le idee sulle caratteristiche della didattica laboratoriale e sulle competenze che una didattica di questo tipo può far acquisire ai bambini. Di contro, si è visto che gli studenti mostrano notevoli perplessità circa la loro effettiva capacità di utilizzare la didattica laboratoriale delle Scienze in ambito scolastico: sono stati messi in evidenza alcuni pregiudizi sull'uso del laboratorio scientifico, quali, in particolare, la dispendiosità e la necessità di spazi adeguati per poterlo realizzare.

Inoltre si è rilevato che spesso le progettazioni fanno riferimento al "metodo laboratoriale", ma tali riferimenti non sono messi in pratica nell'organizzazione delle attività didattiche. Gli studenti hanno, infatti, l'idea del laboratorio come "luogo o spazio mentale", in cui i bambini non solo acquisiscono delle conoscenze e delle abilità, ma raggiungono determinate competenze. Il coinvolgimento cognitivo è spesso menzionato tra quelle che sono le possibilità offerte da un laboratorio, ma se il coinvolgimento cognitivo non viene dimostrato dando spazio, nell'effettiva progettazione didattica, al dialogo, alla discussione, all'avanzamento di ipotesi e soluzioni, alla meta-cognizione, il laboratorio rischia di essere legato troppo all'operatività, al concreto, e poco alla sfera cognitiva, tradendo il senso più profondo del laboratorio didattico nelle scuole, che è quello di sollecitare un *apprendimento in azione*.

Durante le attività di sperimentazione pilota gli studenti hanno mostrato di aver proficuamente fatto esperienza diretta nel laboratorio di tipo investigativo di secondo livello. In esso, sono stati forniti spunti teorici sottolineando agli studenti l'importanza della meta-riflessione nel laboratorio e fornendo modelli di progettazione che rispecchiassero le 5 fasi del laboratorio Inquiry secondo il modello delle 5E (Bybee et al., 2006). Inoltre, gli studenti hanno sperimentato sul

loro stesso apprendimento l'efficacia della metodologia di indagine e scoperta tipica dell'Inquiry. I risultati del primo anno mostrano che l'approccio Inquiry, già noto per essere motivante per gli studenti delle scuole di ogni ordine e grado, si è rivelato assai gradito anche agli insegnanti in formazione (studenti di SFP). Infatti, esso sembra aver fornito loro una maggiore padronanza nella progettazione, li ha aiutati a pianificare attività seguendo le fasi del naturale apprendimento dell'essere umano, senza tralasciare né l'aspetto operativo, né l'aspetto riflessivo tipico delle attività di problem solving.

Gli studenti hanno, inoltre, verificato l'effettiva possibilità di poter adeguare il laboratorio alle esigenze economiche e pratiche che si presentano oggi nelle nostre scuole. Di conseguenza, è stato compreso che un laboratorio efficace può essere realizzato anche in spazi poco specifici, con materiale di uso comune e poco dispendioso, tacitando il classico pregiudizio che proclama l'impossibilità a svolgere attività di laboratorio scientifico a scuola a causa delle carenze nella dotazione di strumenti e/o dell'assenza di un vero laboratorio scientifico nella scuola.

Nella rilevazioni del pre-test viene fuori che gli studenti ritengono che le attività di laboratorio spesso non siano possibili per cause oggettive esterne al docente, mentre nel post test (dopo la sperimentazione diretta del laboratorio, dopo la progettazione e la sperimentazione della progettazione degli studenti con gli alunni della scuola primaria), risulta evidente che gli studenti percepiscono maggiormente l'importanza del ruolo dell'insegnante, che risulta essere fondamentale per lo svolgimento delle attività di laboratorio. Di conseguenza, maggiore peso è dato dagli studenti alla competenza pedagogico didattica e progettuale dell'insegnante.

Permane, però, l'idea che strutturare un laboratorio scientifico investigativo rimane un'attività complessa, ma che più competente è un insegnante più è possibile l'organizzazione di attività di laboratorio scientifico, a prescindere dagli spazi, dai mezzi e dagli strumenti a disposizione.

La differenza tra il laboratorio Inquiry sperimentato con gli studenti durante la fase pilota rispetto a quello sperimentato durante il secondo anno è il livello di investigazione raggiunto. Al primo anno si è seguito il "secondo livello" di investigazione, quindi una ricerca più direttiva nella quale sono stati forniti agli

studenti argomento, strumenti, fonti da consultare. Nel secondo anno di sperimentazione si sono voluti verificare i risultati ottenuti mettendo in opera un più alto livello di investigazione. È stato utilizzato il cosiddetto "Inquiry aperto", in cui gli studenti autonomamente possono scegliere gli argomenti sui quali condurre le loro investigazioni, le fonti di dati da consultare, gli esperimenti da realizzare, i modelli descrittivi e interpretativi da costruire. A causa di ciò, il secondo anno il laboratorio Inquiry si è rivelato ancor più motivante per gli studenti e, malgrado sia stato per essi più impegnativo, ha prodotto risultati soddisfacenti in relazione alle modificazioni che sono state ottenute nelle idee degli studenti in relazione all'insegnamento delle discipline scientifiche in contesti di Scuola dell'Infanzia e di Scuola Primaria.

Inoltre, dovendo strutturare un laboratorio per un numero rilevante di studenti, il laboratorio investigativo aperto (sperimentato nel secondo anno), risulta essere più funzionale, rispetto ad un laboratorio di tipo strutturato (sperimentato nel primo anno).

La ricerca ha inoltre prodotto un progetto di lavoro che può essere riproponibile come possibile modello per l'implementazione di laboratori *Inquiry-based* presso le facoltà di Scienze della Formazione Primaria. Il progetto è stato realizzabile poiché si è tenuto conto degli spazi e spesso della mancanza di attrezzature specifiche per lo svolgimento di laboratori scientifici

6.1 Il problema aperto

Questo lavoro di ricerca si è soffermato solo sullo studio dei risultati ottenuti dagli studenti di SFP grazie alla loro esposizione ad un ambiente di apprendimento/insegnamento di tipo Inquiry-Based. Una analisi dei dati della ricaduta della sperimentazione stessa sui bambini a cui sono state destinate le progettazioni degli studenti, sarebbe parimenti stato assai interessante, ma si è ritenuto di non poter condurre entrambe le ricerche in modo efficace.

Per questo motivo, il passo successivo di questa ricerca è la continuazione dello studio dell'efficacia di un ambiente IB svolgendo una accurata osservazione della ricaduta delle competenze acquisite da parte degli studenti di Scienze della

Formazione Primaria (grazie all'approccio Inquiry) sugli alunni della Scuola primaria con i quali gli studenti mettono in pratica le suddette competenze.

Bibliografia

- Anastasi, A. (1988). *Psychological testing*. New York, NY: Macmillan.
- Aurenhammer, F. (1991). Voronoi diagrams—a survey of a fundamental geometric data structure. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 23(3), 345–405.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and children*, 46(2), 26.
- Battaglia, O. R., Di Paola, B., & Fazio, C. (2016). A New Approach to Investigate Students' Behavior by Using Cluster Analysis as an Unsupervised Methodology in the Field of Education. *Applied Mathematics*, 7(15), 1649.
- Brown, J. (2002). *The world café: A resource guide for hosting conversations that matter*. Whole Systems Ass.
- Bruner, J. S. (2000). *La cultura dell'educazione. Nuovi orizzonti per la scuola*. Feltrinelli Editore.
- Butterworth, B. (1999). *Intelligenza matematica*.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, CO: BSCS*, 5, 88–98.
- Chiosso, G. (2012). *Novecento pedagogico*. La scuola.
- Clement, J., Brown, D. E., & Zietsman, A. (1989). Not all preconceptions are misconceptions: finding 'anchoring conceptions' for grounding instruction on students' intuitions. *International Journal of Science Education*, 11(5), 554–565.
- Coggi, C., & Ricchiardi, P. (2005). *Progettare la ricerca empirica in educazione*. Carocci editore.
- Corni, F. (2013). *Le scienze nella prima educazione: Un approccio narrativo a un curricolo interdisciplinare*. Edizioni Erickson.
- Cowgill, M. C., Harvey, R. J., & Watson, L. T. (1999). A genetic algorithm approach to cluster analysis. *Computers & Mathematics with Applications*, 37(7), 99–108.
- D'Amore, B., & Sbaragli, S. (2005). *Analisi semantica e didattica dell'idea di*

- «misconcezione». *La matematica e la sua didattica*, 2, 139–163.
- Dehaene, S. (2000). Il pallino della matematica. *Milano: Mondadori (Italian translation from French of La bosse de la mathématique)*.
- dell'Istruzione, M. M. (s.d.). dell'Università e della Ricerca (2012). Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione. *Annali della Pubblica Istruzione*.
- Dewey, J. (1970). *Scuola e società*. La Nuova Italia.
- Dewey, J., & Monroy, A. G. (1961). *Come pensiamo*. La nuova Italia.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). Some features of children's ideas and their implications for teaching. *Children's ideas in science*, 193–201.
- Europa, U. (2006). Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio del 18 dicembre 2006 relativa a competenze chiave per l'apprendimento permanente (2006/962/CE). *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*, 30(2006), 10–18.
- européenne, U. européenne C., & recherche, U. européenne D. générale de la. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Office for Official Publications of the European Communities.
- Everitt, B. S., & Landau, S. L. (s.d.). *M., & Stahl, D. 2011. Cluster analysis*. London: Wiley.
- Fabbri, D., & Munari, A. (1994). *I laboratori di epistemologia operativa*.
- Fazio, C., Battaglia, O. R., & Di Paola, B. (2013). Investigating the quality of mental models deployed by undergraduate engineering students in creating explanations: The case of thermally activated phenomena. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 9(2), 020101.
- Fazio, C., Di Paola, B., & Guastella, I. (2012). Prospective elementary teachers' perceptions of the processes of modeling: A case study. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8(1), 010110.
- Goldstein, G. (2013). Application of Cluster Analysis to Investigate Neuropsychological Heterogeneity in Psychiatric and Neurological Patients. In *Cluster Analysis in Neuropsychological Research* (pagg. 37–70). Springer.
- Goleman, D. (2011). *Intelligenza emotiva: Che cos'è e perché può renderci felici*. Bur.

- Hammer, D. (2000). Student resources for learning introductory physics. *American Journal of Physics*, 68(S1), S52–S59.
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). Unsupervised learning. In *The elements of statistical learning* (pagg. 485–585). Springer.
- Herron, M. D. (1971). The nature of scientific enquiry. *The School Review*, 79(2), 171–212.
- Hoz, V. G., & Zanniello, G. (2005). *L'educazione personalizzata*. La Scuola.
- Ianes, D., & Cramerotti, S. (2007). *Il piano educativo individualizzato. Progetto di vita*. Edizioni Erickson.
- Karplus, R., & Thier, H. D. (1967). *A new look at elementary school science: Science curriculum improvement study*. Rand McNally.
- Kuo, E., Hull, M. M., Gupta, A., & Elby, A. (2013). How students blend conceptual and formal mathematical reasoning in solving physics problems. *Science Education*, 97(1), 32–57.
- La Marca, A. (2004). Io studio per... imparare a pensare.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity¹. *Personnel psychology*, 28(4), 563–575.
- Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. (2004). Internet Environments for Science Education.
- Lucangeli, D., & Passalunghi, M. C. (1995). *Psicologia dell'apprendimento matematico*. UTET libreria.
- Lucangeli, D., Poli, S., & Candia, C. D. (2003). *L'intelligenza numerica*. Edizioni Erickson.
- MacQueen, J., & others. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability* (Vol. 1, pagg. 281–297). Oakland, CA, USA.
- Malaspina, M. (2007). *La scienza dei Simpson: guida non autorizzata all'universo in una ciambella*. Alpha Test.
- Mantegna, R. N. (1999). Hierarchical structure in financial markets. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*, 11(1), 193–197.
- Morin, E., & Ceruti, M. (2015). *Insegnare a vivere: manifesto per cambiare*

l'educazione. R. Cortina.

- Ott, J. (1999). *Analysis of human genetic linkage*. JHU Press.
- Pedrabissi, L., & Santinello, M. (1997). *I test psicologici, il Mulino*. Bologna.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (2008). *The Psychology Of The Child*. Basic Books.
- PISA, I.-O. (2013). *Ocse Pisa 2012*. Rapporto nazionale. Roma.
- Ryken, D. S., & Salganik, L. H. (2007). Agire le competenze chiave. *Scenari e strategie per il benessere consapevole, Franco Angeli, Milano*.
- Sathya, R., & Abraham, A. (2013). Comparison of supervised and unsupervised learning algorithms for pattern classification. *Int J Adv Res Artificial Intell*, 2(2), 34–38.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, 334–370.
- Schwab, J. J. (1958). The teaching of science as inquiry. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 14(9), 374–379.
- Singer, S. R., Nielsen, N. R., Schweingruber, H. A., & others. (2012). *Discipline-based education research: Understanding and improving learning in undergraduate science and engineering*. National Academies Press.
- Smith III, J. P., Disessa, A. A., & Roschelle, J. (1994). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The journal of the learning sciences*, 3(2), 115–163.
- Sokal, R. R., & Sneath, P. H. (1961). Principles of numerical taxonomy.
- Sokal, R. R., & Sneath, P. H. A. (s.d.). Principles of numerical taxonomy. 1963. *San Francisco and London: WH Freeman, and Co. 359p. pp.*
- Soresi, S. (1991). Le difficoltà nell'apprendimento della matematica. *I disturbi dell'apprendimento, Bologna, Il Mulino*.
- Springuel, R. P., Wittmann, M. C., & Thompson, J. R. (2007). Applying clustering to statistical analysis of student reasoning about two-dimensional kinematics. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 3(2), 020107.
- Tessaro, F. (2002). *Metodologia e didattica dell'insegnamento secondario*. Armando Editore.
- Tessaro, F. (2015). Compiti autentici o prove di realtà? *FORMAZIONE &*

INSEGNAMENTO. Rivista internazionale di Scienze dell'educazione e della formazione, 12(3), 77–88.

The World Cafe. (s.d.).

Tryon, R. C. (1939). *Cluster analysis: correlation profile and orthometric (factor) analysis for the isolation of unities in mind and personality*. Edwards brother, Incorporated, lithoprinters and publishers.

Weiner, I. B., & Craighead, W. E. (2010). *The Corsini encyclopedia of psychology* (Vol. 4). John Wiley & Sons.

Windschitl, M., & Thompson, J. (2006). Transcending simple forms of school science investigation: The impact of preservice instruction on teachers' understandings of model-based inquiry. *American Educational Research Journal*, 43(4), 783–835.

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of child psychology and psychiatry*, 17(2), 89–100.

Partecipazione a convegni in qualità di relatore

- VIII Seminario *La ricerca nelle scuole di dottorato in Italia: dottorandi, dottori e docenti a confronto*, Roma 19-20 giugno 2014, Dipartimento di Scienze della Formazione- Università degli Studi di Roma Tre, Roma.
- Convegno *internazionale Girep/MPTL Teaching/learning Physics: Integrating Research into Practice*, 7-12 luglio 2014, Università degli Studi di Palermo.
- 3 giorni per la scuola, *Smart education & technology days*, 9 ottobre 2014, Fondazione Idis- Città della Scienza di Napoli.
- Terzo convegno internazionale *Innovazione nella didattica delle scienze nella scuola primaria e dell'infanzia: al crocevia fra discipline scientifiche e umanistiche*, 21-22 novembre 2014, Università degli studi di Modena e Reggio Emilia.
- GIREP& EPEC 2015, WROCLAW, *Europhysics Conference International Research Group on Physics Teaching (GIREP) and European Physical Society – Physics Education Division (EPS PED)*, 6-10 luglio 2015, Università di Wroclaw (Polonia).

Laboratorio tradizionale di didattica della Fisica

Introduzione

Perché un progetto di lavoro dia i suoi frutti è importante che chiunque ne è coinvolto sia motivato, sappia verso che direzione tendere, e soprattutto riesca a trovare un significato al proprio operare. Per dare una prima idea del senso più profondo di questo percorso, riportiamo, per riflettere, uno stralcio del ‘Rapporto Rocard’ che la Commissione Europea ha pubblicato il 17 giugno 2007:

“Negli ultimi anni molti studi hanno evidenziato un allarmante declino dell'interesse dei giovani verso le scienze e la matematica. Nonostante i numerosi progetti volti ad invertire questa tendenza, i segnali di miglioramento sono ancora modesti. Se non verranno messe in campo azioni più efficaci, la capacità di innovazione a lungo termine dell'Europa rischia il declino così come la qualità della sua ricerca scientifica. Ma non solo, appare oggi minacciata la possibilità dei cittadini di acquisire quelle conoscenze scientifiche che sono necessarie e indispensabili per vivere e lavorare in una società sempre più fondata sull'uso della conoscenza.

Per tutto ciò, la Commissione europea ha riunito un gruppo di esperti con il compito di esaminare una serie di iniziative sperimentali in corso e trarne quegli elementi di *know how* e di buone pratiche capaci di rilanciare l'interesse dei giovani verso le scienze, e insieme di identificarne le precondizioni.

Poiché si è costatato che la maggiore responsabilità del calo dell'interesse dei giovani verso gli studi scientifici risiede nei modi con cui la scienza viene insegnata a scuola, il nucleo centrale dello studio della commissione è rivolto alle metodologie di insegnamento delle scienze...”

sembra evidente che attraversiamo un momento storico delicato, la scuola stessa sta vivendo un momento in cui è necessario intervenire, e uno dei problemi da cui partire è sicuramente la didattica. Questa sede, crediamo, sia la migliore per avviare un'attenta riflessione sul ruolo docente. Gli studenti attraverso un fare concreto, uno studio attivo, inizieranno un percorso di formazione che non riguarderà solo la piena comprensione della teoria, ma che tenderà verso quella competenza-chiave che il Parlamento europeo e il Consiglio dell'Unione europea hanno definito '*Imparare a imparare*', e cioè mettere gli studenti nelle condizioni di saper cercare, scoprire e utilizzare nel migliore dei modi, le risorse che hanno a disposizione. Lo scopo principale in questo laboratorio, è quello di dare non tanto nozioni quanto strumenti per apprendere!

Premessa al laboratorio

Gli obiettivi del laboratorio di Fisica sono:

- analizzare in modo critico le indicazioni nazionali;
- riflettere sul ruolo dell'insegnante oltre che dello studente, nel processo di insegnamento-apprendimento;
- progettare unità di apprendimento significative, per alunni della scuola dell'infanzia e primaria ;
- ideare soluzioni organizzative, didattiche, metodologiche, al fine di motivare gli alunni della scuola dell'infanzia e della scuola primaria all'apprendimento;
- confrontarsi con il gruppo di pari e pianificare un intervento didattico;
- argomentare la propria progettazione nel grande gruppo;
- auto-valutare il proprio processo formativo.

Gli studenti, con il laboratorio, iniziano un percorso di riflessione sul perché sia importante studiare le scienze nel loro percorso di studi; perché sia importante insegnarle fin dalla scuola dell'infanzia; quanto sia incisivo il metodo di insegnamento delle discipline scientifiche per il successo scolastico in ambito scientifico.

Ci si auspica, per questo, che il ruolo del supervisore sia da mediatore, che passi il messaggio che questo studio non è fine a se stesso, e che si diano agli studenti strumenti utili da poter spendere in un prossimo futuro in classe con i propri alunni.

Il tutto deve essere permeato dalla presa di coscienza da parte degli studenti, che tutti possono fare un buon lavoro se solo ci si mette entusiasmo e buona volontà!

Spesso lo studio della Fisica insieme a quello della Matematica rappresenta uno scoglio per gli studenti, ma lo rappresenta più in termini emotivi, infatti oltre al ‘problema’ dell’acquisizione dei nuclei concettuali, sono proprio gli aspetti emotivo-motivazionali che assumono un ruolo centrale. Dice Daniela Lucangeli che *se proviamo a ripercorrere con la memoria il nostro vissuto di studenti, molti di noi ricorderanno la sensazione di attrazione o di disagio, se non di vera e propria repulsione, provata verso le diverse aree dell’apprendimento scolastico, ed è proprio nei confronti delle materie scientifiche che si riscontrano i sentimenti più ambivalenti* (Lucangeli, 2007).

Il laboratorio che affronta tre grandi nuclei tematici, sarà così strutturato:

1° incontro:

Si partirà dall’analisi delle Indicazioni Nazionali focalizzando l’attenzione sugli aspetti che possono riguardare l’insegnamento delle discipline scientifiche nella scuola dell’infanzia e primaria. Si analizzeranno i passaggi fondamentali. Gli studenti noteranno quanto la didattica laboratoriale sia il metodo consigliato a più ampio raggio, e più che mai nell’insegnamento delle scienze. Per avere una linea da seguire sulla lettura ‘critica’ delle Indicazioni Nazionali, gli studenti avranno a disposizione una scheda di analisi (all. 2) Dopodiché si stimolerà una conversazione di gruppo sulle riflessioni emerse attraverso la modalità ‘world caffè’ .

Come funziona la modalità world caffè?

- Fai accomodare **quattro o cinque persone intorno a piccoli tavoli**, in gruppi di conversazione. Ciascun gruppo, in ogni tavolo, nomina un ospite o “padrone di casa”.
- Progetta **turni progressivi di conversazioni** (solitamente tre) di circa 20 minuti ciascuno
- Lavora, nel tuo tavolo, su **domande e temi che sono realmente importanti** per la tua vita, il tuo lavoro o la tua comunità, mentre gli altri piccoli gruppi,

nei tavoli vicini esplorano gli stessi temi.

- Incoraggia sia i “padroni di casa” che i componenti il gruppo a **scrivere, scarabocchiare, o disegnare le idee** sulle tovaglie di carta, o su larghi fogli di carta che sono disponibili in ogni tavolo.
- Al termine del turno iniziale di conversazione, chiedi al “padrone di casa” di rimanere al tavolo, **mentre gli altri si spostano nel ruolo di “ambasciatori di significato”**. Chi si sposta porta con sè le idee, i temi e le domande nelle nuove conversazioni in cui si unisce.

2° incontro:

Alla luce di quanto analizzato nelle Indicazioni Nazionali e alle riflessioni emerse, il ‘pensiero’ degli studenti inizierà ad essere meglio orientato per poter affrontare una progettazione di attività scientifiche per alunni di scuola dell’infanzia o di scuola primaria (la scelta è libera!).

La progettazione riguarderà un’unità di apprendimento da realizzare in gruppo di 3-4 studenti (all.3), all’interno della quale saranno strutturate tre attività di breve durata. Gli argomenti fondanti dell’UdA. dovranno essere attinenti a quelli del programma del corso di fisica che avranno già trattato durante le lezioni frontali con il docente, oppure un altro argomento di fisica a scelta. Ma ciò non sarà *conditio sine qua non*, in quanto potranno iniziare a familiarizzare con argomenti mai trattati, misurandosi con la ricerca degli argomenti attraverso l’utilizzo del libro di testo o anche l’utilizzo delle tante risorse che il web offre!

Gli argomenti che saranno trattati durante il corso di ‘fisica per la scuola dell’infanzia e primaria’ saranno i seguenti:

- La fisica e le scienze sperimentali: misura e unità di misura. Le incertezze sperimentali
- L’analisi delle incertezze sperimentali. Misure dirette e indirette. Propagazione dell’incertezza.
- Misure di lunghezza, superficie e volume.
- Il concetto di massa e quello di densità. Relazioni lineari tra variabili
- Interazioni tra corpi e concetto di forza. La forza elastica e la forza di gravità
- Le leggi della dinamica
- Quantità di moto e sua conservazione

- Il concetto di Energia. Energia e lavoro. Energia cinetica ed energia potenziale.
- La conservazione dell'energia
- Forze conservative e dissipative. Principio di conservazione dell'energia 'esteso'
- L'energia termica. La temperatura e l'equilibrio termico. Interpretazione cinetica della temperatura. Il calore.
- Calore specifico e calore latente. I passaggi di stato.
- Le grandezze elettriche: elettrostatica
- Le grandezze elettriche: la corrente elettrica. Circuiti elettrici
- I fenomeni magnetici nel vuoto e nella materia
- La luce e la sua natura
- La luce e i fenomeni luminosi
- Le oscillazione e i fenomeni ondulatori (onde meccaniche ed elettromagnetiche) (Allasia, Rinaudo, & Montel, 2004)

3° incontro

In questa giornata la progettazione li coinvolgerà in un momento molto pratico. Siamo nella fase attiva, gli studenti infatti saranno impegnati nel creare strumenti di supporto alle loro UdA, come ad es. : mappe concettuali, disegni, cartelloni, video, foto, canzoni, ppt , modellini o qualsivoglia altro supporto per la loro unità di apprendimento, (tutto è concesso! Ampio spazio alla creatività!).

Questa sarà una giornata cruciale. Gli studenti dovranno dimostrare capacità di pensiero divergente, di saper realizzare semplici strumenti, con materiale povero, che siano un reale supporto per l'insegnamento delle discipline scientifiche nell'ambito preso in considerazione.

4° incontro:

Il quarto incontro è il conclusivo, pertanto ogni gruppo presenterà al supervisore e ai colleghi degli altri gruppi il proprio progetto di lavoro.

Ogni studente dovrà fare dapprima un'autoanalisi dell'UdA del proprio gruppo attraverso la scheda di analisi (all.4) e in seguito analizzare i punti di forza di una UdA a scelta tra quelle presentate (all.5)

Ciascuno studente dovrà inoltre compilare una scheda di autovalutazione sul percorso svolto (all.6).

Per la valutazione degli studenti da parte dei supervisori:

Il compito dei supervisori sarà quello di costatare

- l'impegno dimostrato da ciascuno studente: livello di completezza degli elaborati prodotti, partecipazione attiva durante le ore di laboratorio, puntualità nella consegna dei compiti (con un voto da 6 a 10);
- l'originalità dell'attività e/o del prodotto finito (con un voto da 6 a 10);
- la competenza acquisita nel progettare un intervento didattico (un voto da 6 a 10).

La somma dei voti darà il voto in trentesimi spettante allo studente.

Questo laboratorio è l'inizio di un percorso che continuerà nelle lezioni frontali, nelle quali si darà un ulteriore spazio ad una didattica di tipo laboratoriale.

Lo spirito con il quale i ragazzi si devono avvicinare alla progettazione delle UdA di ambito scientifico, deve essere quello dell'autoanalisi di processo e di prodotto, al fine di scoprire quali siano le reali difficoltà nella pianificazione di una esperienza didattica e a queste porre rimedio.

È necessario che si stimolino gli studenti al dialogo, al confronto tra pari, allo scambio di idee, che avanzino ipotesi, che formulino possibilità risolutive.

Piano di lavoro:

Per una maggiore chiarezza operativa si puntualizzano step by step i vari momenti (gli orari sono puramente indicativi, ai supervisori è data autonomia sulla gestione oraria del proprio gruppo.).

1° incontro, Mercoledì 12 Marzo 2015 ore 8.30-12.30 (4h)		Prodotti attesi
8.30-9.15	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Il supervisore accoglie i propri studenti: presentazioni. ✓ Il supervisore delucida il programma di laboratorio delle 4 giornate ✓ Comunica su che base sarà effettuata la valutazione 	<ul style="list-style-type: none"> - Foglio firme studenti - Cartelloni world caffè - Un modello di analisi delle Indicazioni per gruppo
9.15-10.45	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Costituzione libera in sottogruppi (3-4 studenti) ✓ Ogni alunno avrà il proprio nome ben visibile ✓ Ogni gruppo di lavoro si darà un nome identificativo <p>Attività 1: Analisi critica in sotto-gruppi delle Indicazioni Nazionali: Infanzia e Primaria (ambito scientifico) all. 2</p>	
11.00-12.00	<p>Attività 2: In modalità world caffè ogni gruppo scrive su di un grande foglio le proprie riflessioni in risposta a queste domanda (il supervisore presenterà le domande una per volta; gli studenti durante ogni fase sono liberi di muoversi scambiandosi i gruppi):</p> <p>1) Perché credi sia importante insegnare le scienze ai bambini?</p> <p>2) Secondo te quali sono gli ingredienti per il successo di un'attività scientifica con i bambini della scuola dell'infanzia e primaria?</p> <p>3) Quali difficoltà credi che possa avere un'insegnante nello svolgere in sezione o</p>	

All.1 Progetto di laboratorio tradizionale di didattica della Fisica

	in classe delle attività di carattere scientifico?	
12.00-12.30	Attività 3: Conversazione guidata dal supervisore sulle riflessioni emerse dalle attività di oggi	

2° incontro , Mercoledì 18 Marzo 2015 ore 8.30-12.30 (4h)		Prodotti attesi
8.30-9.00	Il supervisore presenta il format dell'unità di apprendimento (all. 3)	- Foglio firme studenti
9.00-10.15	Attività 1 (parte 1): (fase ideativa) Gli studenti iniziano a pianificare l' U.D.A. in gruppo: - individuazione argomento da trattare (che sia attinente ad uno degli argomenti del programma di fisica - prendendo come riferimento il libro di testo, internet...) - individuazione materiale da reperire (da portare il giorno dopo) per la realizzazione degli strumenti a supporto delle attività didattiche (foto, disegni, modelli, cartelloni, mappe concettuali, filmati, canzoni...insomma tutto ciò che può servire allo studente che nelle vesti dell'insegnante deve spiegare un argomento scientifico ai propri alunni).	

All.1 Progetto di laboratorio tradizionale di didattica della Fisica

10.15 -10.30	Pausa	
10.30 -12.30	Attività 1 (parte 2): Realizzazione dell' U.D.A.	

3° incontro, Giovedì 19 Marzo 2015 ore 8.30-12.30 (4h)		Prodotti attesi
8.30 -10.30	Attività: (fase attiva) Produzioni degli 'strumenti di supporto'	Foglio firme studenti Consegna U.D.A. al supervisore entro il 15 di Aprile
10.30 -10.45	Pausa	
10.45 -12.30	...continuiamo con la produzione degli 'strumenti di supporto'	

4° incontro, Giovedì 26 Marzo 2015 ore 9-13 (4h)		Prodotti attesi
8.30 -10.30	Attività 1: Presentazione dei propri lavori al supervisore e al resto del gruppo	- Foglio firme studenti - Prodotti degli studenti - Allegato 3 - Allegato 4 - Allegato 5
10.30 - 10.45	pausa	
10.45 - 12.30	Attività 2: ogni singolo studente analizza la propria U.D.A. (allegato 5) Attività 3: ogni singolo studente analizza i punti di forza di una U.D.A. di un gruppo a piacere (allegato 4) Attività 4: Scheda di autovalutazione(allegato 6)	

Ogni gruppo compilerà una scheda di analisi. La scheda va compilata e consegnata in formato digitale. Gli spazi per le risposte possono essere ampliati.

Nome del Gruppo _____

Cognome e nome degli studenti:

<p>Ti appresti ad iniziare un intenso percorso di Fisica nel quale, oltre ad acquisire le nozioni specifiche della materia, studierai metodologie didattiche utili all'insegnante di scuola dell'infanzia e primaria. Le Nuove Indicazioni rappresentano uno degli strumenti fondamentali per la progettazione educativo-didattica. Ti chiediamo pertanto di leggere con attenzione nelle Nuove Indicazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cultura Scuola Persona; - Finalità generali; - L'organizzazione del curricolo; - Scuola dell'infanzia (introduzione e campo di esperienza 'la conoscenza del mondo'); - Scuola del primo ciclo (introduzione e scienze classe terza e quinta). <p>Ti diamo degli spunti di riflessione</p>	
<p>Ponendoti nell'ottica di un insegnante che si appresta a strutturare delle attività di carattere scientifico per i propri alunni, quale passaggio delle Indicazioni Nazionali trovi interessante sottolineare?</p>	
<p>Quali credi siano i punti che dovrai tenere maggiormente in considerazione?</p>	
<p>Quale differenza sostanziale noti tra le indicazioni (ambito scientifico) nella scuola dell'infanzia e le Indicazioni per la scuola primaria?</p>	
<p>Leggendo i traguardi dello sviluppo per la scuola dell'infanzia, riesci a cogliere la moltitudine di obiettivi in essi contenuti? Sapresti declinare in obiettivi di apprendimento i traguardi per lo sviluppo delle competenze nella scuola dell'infanzia?</p>	
<p>Leggendo le indicazioni in un'ottica di verticalità del sapere, di quale punto delle Indicazioni bisogna tener maggiormente conto?</p>	
<p>Dopo questa lettura critica e approfondita delle Nuove Indicazioni, quale riflessione a caldo ti viene da fare sull'insegnamento delle discipline scientifiche nella scuola dell'infanzia e nella scuola primaria?</p>	

Titolo unità di apprendimento _____	
MOMENTO PREPARATORIO	
Nome del gruppo: _____	
Studenti coinvolti: _____ _____ _____ _____	
Analisi della situazione di partenza	
Nucleo tematico	
Descrizione	
Competenze chiave europee	
Profilo dello studente al termine del primo ciclo di istruzione	
<i>Per la scuola primaria</i> Ambito disciplinare principale Traguardi per lo sviluppo delle competenze Obiettivi di apprendimento <i>Per la scuola dell'infanzia</i> Campo di esperienza principale Traguardi per lo sviluppo delle competenze	
<i>Per la scuola primaria</i> Ambito disciplinare trasversale Traguardi per lo sviluppo delle competenze. Obiettivi di apprendimento. <i>Per la scuola dell'infanzia</i> Campo di esperienza trasversale. Traguardi per lo sviluppo delle competenze.	
Informazione sui destinatari	
Scuola:	
Segmento:	

All. 3. Schema progettuale Unità di apprendimento, ambito scientifico

Classe:	
Bisogno/i formativo/i	
Prerequisiti	
MOMENTO PROGETTUALE	
Attività n° 1: <i>(titolo dell'attività)</i>	
Contenuto	
Nuovi vocaboli	
Spazi	
Tempi	
Materiali	
Strumenti	
Metodologia didattica	
Descrizione attività	Cosa fa il docente: Cosa fa l'alunno:
Attività n° 2: <i>(titolo dell'attività)</i>	
Contenuto	
Spazi	
Tempi	
Materiali e strumenti utili	
Metodologia didattica	
Descrizione attività	Cosa fa il docente: Cosa fa l'alunno:
MOMENTO CONCLUSIVO	
Verifica delle conoscenze	
Valutazione delle competenze	
Bibliografia e Sitografia	

Scheda di analisi dei punti di forza delle UdA.

Questa scheda va compilata da ciascuno studente per l'analisi dell'UdA. realizzata da un altro gruppo a scelta dello studente. La scheda va compilata e consegnata in formato digitale. Gli spazi per le risposte possono essere ampliati.

Cognome e nome dello studente

Titolo dell'UdA. analizzata

Realizzata dal gruppo

Riguardo all'UdA che hai scelto, quali credi siano i punti di forza?

Cosa ti ha colpito?

Quale aspetto terrestri in considerazione se dovessi riprogettare una UdA in ambito scientifico?

All.5. Scheda di analisi delle Unità di apprendimento

Questa scheda va compilata da ciascuno studente l'analisi dell'UdA realizzata dal proprio gruppo. La scheda va compilata e consegnata in formato digitale. Gli spazi per le risposte possono essere ampliati.

Cognome e nome dello studente

Titolo dell'UdA analizzata

Realizzata dal gruppo

L'UdA analizzata:	si	no	perché
Trovi che sia adeguata per l'età indicata nel progetto?			
È realmente realizzabile in un contesto classe/sezione?			
È in grado di stimolare la curiosità e l'interesse dei bambini?			
I tempi indicati sono adeguati a quelli che effettivamente servono per la reale realizzazione dell'Uda?			
Credi che la metodologia didattica proposta sia la più adatta?			
Credi che il prodotto realizzato sia realmente un utile supporto per la realizzazione dell'Uda			
C'è una fase nell'Uda in cui è dato spazio e rilevanza al dialogo con i bambini?			
Credi che in questa Uda sia prevista una partecipazione attiva da parte degli studenti?			
Credi che le attività progettate, nel modo in cui sono poste, possano essere divertenti per gli alunni?			

*Scheda di autovalutazione sul percorso di
laboratorio di Fisica per la scuola primaria e la scuola dell'infanzia.*

Questa scheda va compilata da ciascuno studente per l'analisi del lavoro realizzato dal proprio gruppo al termine del laboratorio di fisica. La scheda va compilata e consegnata in formato digitale. Gli spazi per le risposte possono essere ampliati.

I miei dati:

Cognome:

Nome:

Matricola:

Nome del gruppo di lavoro:

Titolo uda:

Rispondi serenamente e sinteticamente alle seguenti domande:

- Cosa hai imparato dal laboratorio di fisica?
- Sapresti utilizzare quanto hai imparato nella realtà scolastica?
- Hai capito se avevi dei limiti e quali erano tali limiti prima del laboratorio, relativamente agli argomenti trattati?
- Hai capito quali sono le tue competenze ora?
- Seguendo il laboratorio e svolgendo le attività proposte padroneggio bene nuove metodologie didattiche per spiegare fenomeni scientifici anche a bambini più piccoli?
- Seguendo il laboratorio e strutturando l'Uda in prima persona ho capito che...
- Rifletti sulla situazione nella sua globalità: quali sono gli aspetti positivi dell'attività realizzata e dell'esperienza fatta?
- E quali sono gli elementi di criticità dell'attività realizzata e dell'esperienza fatta?

QUADERNO DI LABORATORIO

Squadra elettricisti:

Data:

Nomi dei componenti del gruppo:

Consegna del lavoro :

Il Prof. Bernoulli ha bisogno di un di un campanello da mettere nella porta di ingresso.

1)Previsioni: senza consultare alcuna fonte, cosa credi che ti occorra per realizzare un campanello?

2) Senza consultare alcuna fonte prova a spiegare il fenomeno in questione dal punto di vista macroscopico e microscopico

3) Ora puoi approfondire l'argomento ricercandolo attraverso le fonti che ritieni più opportune (indica le fonti consultate)

4) Che cosa ti occorre per realizzare il campanello?

5) Procedete con l'esperimento: realizzate il vostro campanello e spiegate come lo avete realizzato passo dopo passo:

6) Adesso che avete una chiara idea sul vostro esperimento, provate a spiegare al Prof. Bernoulli come lo avete realizzato, analizzando il fenomeno dal punto di vista macroscopico e dal punto di vista microscopico.

Puoi utilizzare qualsiasi cosa credi possa esserti da utile supporto per dare le spiegazioni al Prof. Bernoulli, che ricorda non è un esperto del settore come te!!!

Sitografia e bibliografia delle fonti consultate:

Titolo unità di apprendimento _____	
MOMENTO PREPARATORIO	
Nome del gruppo: _____	
Studenti coinvolti: _____ _____ _____ _____	
Analisi della situazione di partenza	
Nucleo tematico	
Descrizione	
Competenze chiave europee	
Profilo dello studente al termine del primo ciclo di istruzione	
<i>Per la scuola primaria</i> Ambito disciplinare principale Traguardi per lo sviluppo delle competenze Obiettivi di apprendimento	
<i>Per la scuola dell'infanzia</i> Campo di esperienza principale Traguardi per lo sviluppo delle competenze	
<i>Per la scuola primaria</i> Ambito disciplinare trasversale Traguardi per lo sviluppo delle competenze Obiettivi di apprendimento	

All. 8. Schema progettuale Unità di apprendimento di tipo inquiry

<i>Per la scuola dell'infanzia</i>	
Campo di esperienza trasversale	
Traguardi per lo sviluppo delle competenze	
Informazione sui destinatari	
Scuola:	
Segmento:	
Classe:	
Bisogno/i formativo/i	
Prerequisiti	
MOMENTO PROGETTUALE	
Attività n° 1: <i>(titolo dell'attività)</i>	
Contenuto	
Nuovi vocaboli	
Spazi	
Tempi	
Materiali	
Strumenti	
Metodo didattico	
Descrizione attività	
Fase engage	Cosa fa il docente: Cosa fa l'alunno:
Fase explore	Cosa fa il docente: Cosa fa l'alunno:
Fase explain	Cosa fa il docente: Cosa fa l'alunno:
Fase extend	Cosa fa il docente: Cosa fa l'alunno:
Fase evaluate	Cosa fa il docente: Cosa fa l'alunno:
Attività n° 2: <i>(titolo dell'attività)</i>	

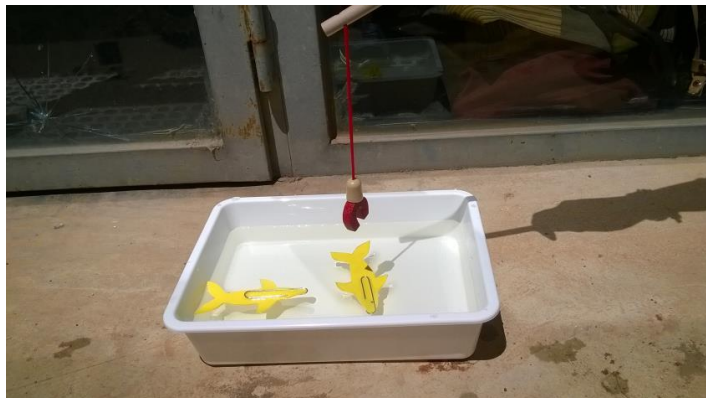
All. 8. Schema progettuale Unità di apprendimento di tipo inquiry

Contenuto	
Spazi	
Tempi	
Materiali e strumenti utili	
Metodologia didattica	
Descrizione attività	
Fase engage	Cosa fa il docente: Cosa fa l'alunno:
Fase explore	Cosa fa il docente: Cosa fa l'alunno:
Fase explain	Cosa fa il docente: Cosa fa l'alunno:
Fase extend	Cosa fa il docente: Cosa fa l'alunno:
Fase evaluate	Cosa fa il docente: Cosa fa l'alunno:
MOMENTO CONCLUSIVO	
Verifica e valutazione	
Bibliografia e Sitografia	

LABORATORIO INQUIRY 2015

Queste foto ritraggono alcuni degli esperimenti che gli studenti hanno eseguito su argomenti di scienze

Magnetismo



I vasi comunicanti



Magnetismo

Fontana a zampilli

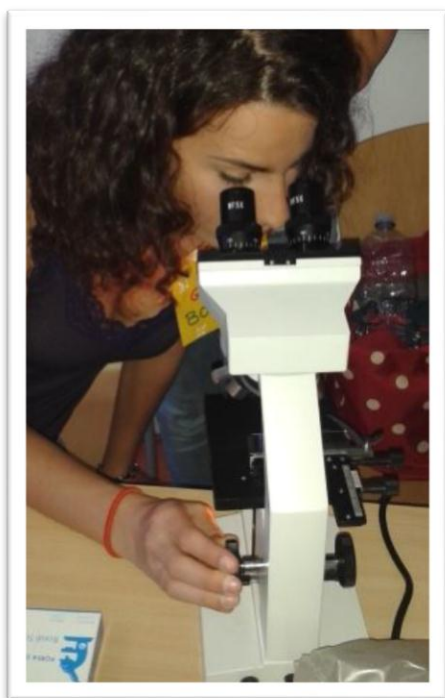


Motore ad acqua



Palloncino a reazione

Girandola



Osservazioni al microscopio

Giostra ad aria calda



Bolle di sapone

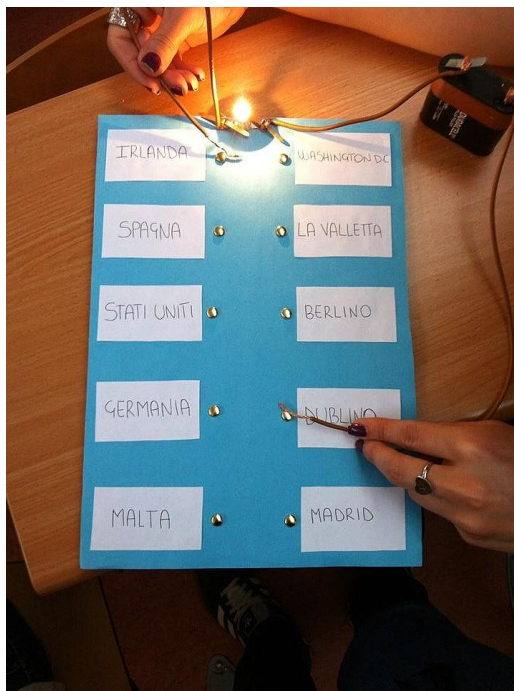
**Tensione superficiale
nelle bolle di sapone**





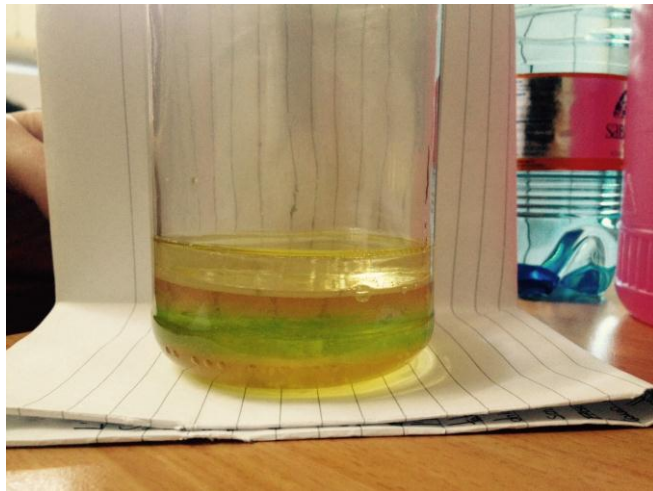
Bolle di sapone

Il principio di Archimede



Circuito elettrico in parallelo

Densità dei liquidi



Pressione dell'acqua

Pressione dell'acqua





Tensione superficiale

Attrito



Effetti della combustione

Circuito elettrico



Bilancia elastica



‘Buchi’ nell’acqua

Exhibition giugno 2015



Durante l'exhibition, sia i bambini in visita sia gli studenti, sono stati i protagonisti dell'esperienza. Le due giornate sono state interamente documentate attraverso foto e videoregistrazioni. Gli studenti, tenendo conto dell'esperienza fatta, e tenendo conto degli aspetti caratterizzanti il laboratorio investigativo, hanno proposto esperimenti scientifici cercando il più possibile di interagire con i loro piccoli visitatori. È stato molto curato l'engage come momento iniziale, di accoglienza di tutti i bambini che sono stati invitati ad entrare in una aula di laboratorio che in realtà, si è detto loro, era la stanza di un tal prof. Bernoulli e delle sue figlie.

I bambini sono stati invitati dunque a scoprire cosa nascondesse quella stanza. Una volta entrati sono stati accolti da un gruppo di scienziati vestiti in modo bizzarro, ma che tra battute e atmosfere alquanto esilaranti, li hanno coinvolti in esperimenti scientifici, ponendo domande, stimolandoli ad avanzare ipotesi e a verificarle, lasciandoli liberi di esplorare, di toccare con mano e hanno proposto un laboratorio scientifico di tipo investigativo.



L'arrivo dei bambini



Esperimento sulla capillarità



Pressione dell'acqua



Magnetismo



Circuito elettrico



Vasi comunicanti



Pressione dell'acqua



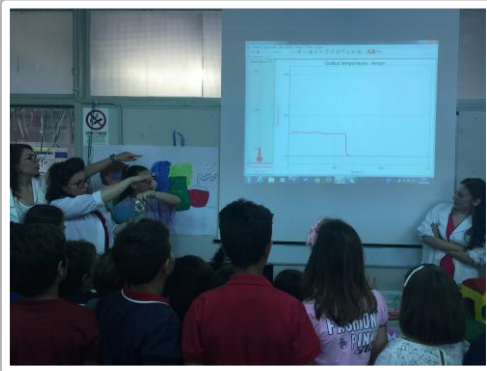
Tensione superficiale dell'acqua



Scienza nelle bolle di sapone



La pelle dell'acqua



Calore e temperatura



Principi di Archimede



Tensione superficiale dell'acqua



Forza dell'aria



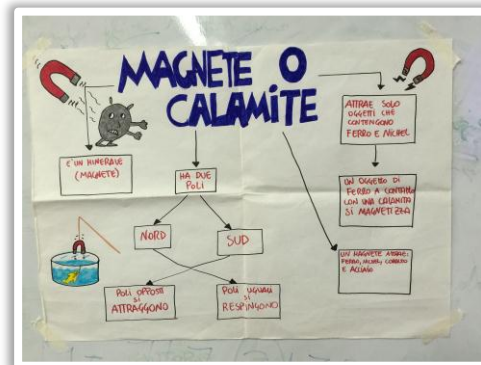
Moti convettivi del calore



Effetti della combustione



Miscugli



Magnetismo

Exhibition giugno 2016



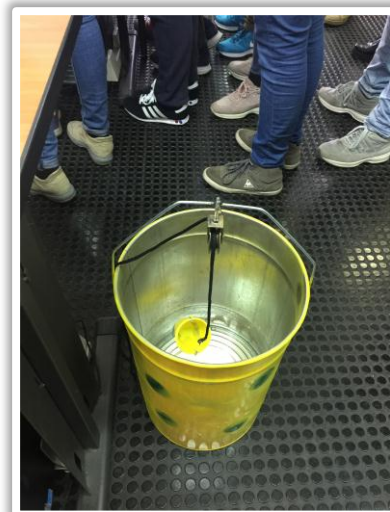
I vasi comunicanti



Le forze



Le forze



Le forze



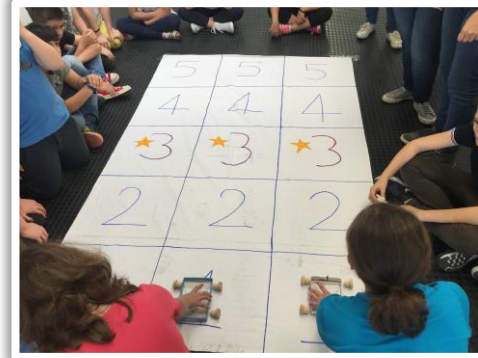
Miscugli



Elettricità



Energia



Energia



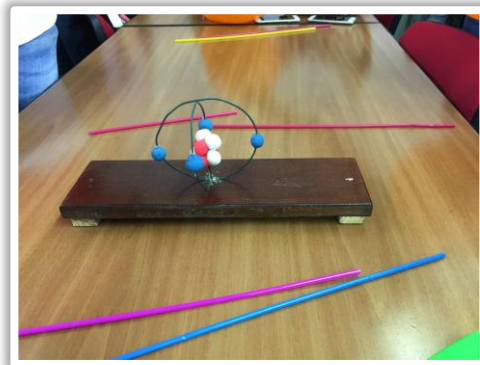
Magnetismo



Calore



Densità



Elettricità



Moti convettivi



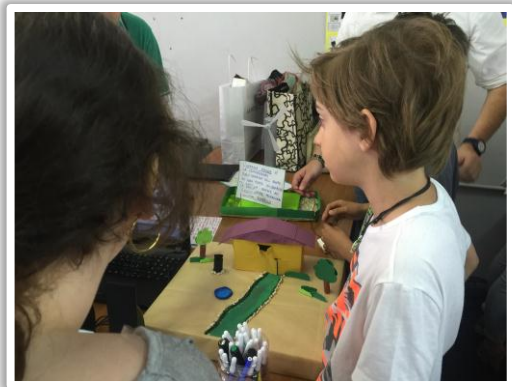
Circuito elettrico



Elettrostatica



Circuito elettrico



Pressione atmosferica



Proprietà dell'acqua



Effetti della combustione



Vasi comunicanti



Galleggiamento



Pressione



Pressione



La luce



Forza dell'aria



Pressione



Magnetismo



GALLEGGIAMENTO



Pendolo



Passaggi di stato



Densità



Miscugli



La luce



Velocità



Densità



Stati della materia



Peso specifico



Galleggiamento



Peso specifico



Passaggi di stato