



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BERGAMO**

Scuola di Alta Formazione Dottorale
Dottorato in Studi Umanistici Transculturali

XXXVI Ciclo

Settore scientifico disciplinare: M-PED/03 – Didattica e pedagogia speciale

**LA COSTRUZIONE DEL SAPERE DEGLI INSEGNANTI
NELLA DIDATTICA DELLE SCIENZE: UNO STUDIO RELA-
TIVO ALLA CONOSCENZA PROFESSIONALE DEI DOCENTI
PRE-SERVIZIO DI SCUOLA PRIMARIA**

Relatore:

Chiar.mo Prof. Enrico Giannetto

Correlatore:

Chiar.ma Prof.ssa Stefania Pagliara

Tesi di Dottorato

Elisa APPIANI

Matricola n. 1084253

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

Il maestro è mediatore senza alcun dubbio tra il sapere e l'ignoranza, tra la luce della ragione e la confusione in cui inizialmente ogni uomo è solito stare. Ma lo è in funzione del fatto che la creatura umana ha bisogno di questi saperi multipli e diversi per integrarsi, per crescere in senso propriamente umano, per essere; in ragione di ciò è necessario che la luce della ragione si accenda nella coscienza e nell'animo e che, una volta accesa, si condensi, che germini, diremmo. [...]

La vocazione di maestro è tra tutte la vocazione più indispensabile, la più prossima a quella dell'autore di una vita, perché la conduce alla sua piena realizzazione.

M. Zambrano (novembre, 1965)

INDICE

INTRODUZIONE	3
---------------------	---

PARTE PRIMA: FONDAMENTI TEORICI

CAPITOLO 1: LA PROFESSIONALITÀ DOCENTE

1.1 Introduzione	11
1.2 Il docente come professionista dell'insegnamento	13
1.3 L'insegnante come professionista riflessivo	17
1.4 Il ruolo della ricerca educativa per la promozione della professionalità docente	21
1.5 L'importanza della formazione iniziale degli insegnanti	24
1.6 Il rapporto tra Didattica generale e Didattiche disciplinari	31
1.7 Quali professionalità per la formazione iniziale dei futuri docenti di scuola primaria?	35

CAPITOLO 2: LA CONOSCENZA PROFESSIONALE DELL'INSEGNANTE NELLA DIDATTICA DELLE SCIENZE

2.1 Introduzione	40
2.2 La trasposizione didattica	41
2.3 Il costrutto del <i>pedagogical content knowledge</i>	44
2.4 La <i>professional vision</i> degli insegnanti	53
2.5 L'analisi di pratica come dispositivo di formazione e ricerca e le potenzialità della videoanalisi	59
2.6 Imparare dall'insegnamento: l'attenzione al pensiero degli studenti	65

CAPITOLO 3: INSEGNARE LE SCIENZE NELLA SCUOLA PRIMARIA: UN PROBLEMA APERTO

3.1 Introduzione	70
3.2 Alcune questioni fondamentali relative all'apprendimento scientifico	71
3.3 Gli approcci metodologici basati sull'investigazione	80
3.4 Un percorso verticale sulla calorimetria per la scuola primaria	87

PARTE SECONDA: RICERCA EMPIRICA

CAPITOLO 4: LO STUDIO DELLA CONOSCENZA PROFESSIONALE DELL'INSEGNANTE NELLA DIDATTICA DELLE SCIENZE

4.1 Introduzione	101
4.2 Il disegno di ricerca	102
4.3 Il tema e gli obiettivi della ricerca	103
4.4 Le domande di ricerca	105
4.5 I partecipanti e il contesto	107
4.6 L'approccio metodologico	109
4.7 Il piano per la rilevazione dei dati	112
4.8 L'analisi dei dati	114

CAPITOLO 5: I RISULTATI DELLA RICERCA, LE TRAIETTORIE PEDAGOGICHE E LE PROSPETTIVE PER LA DIDATTICA UNIVERSITARIA

5.1 Introduzione	129
5.2 Discussione dei risultati della ricerca	129
5.3 Limiti della ricerca	150
5.4 Traiettorie pedagogiche e prospettive per la didattica universitaria	152

CONCLUSIONE	161
--------------------	-----

APPENDICE	168
-----------	-----

BIBLIOGRAFIA	177
--------------	-----

INTRODUZIONE

L'educazione è pratica fondamentale per il fiorire di una civiltà. Investire nell'educazione è, quindi, essenziale. Specificatamente investire nell'educazione scolastica significa innanzitutto convogliare risorse nella formazione dei docenti, perché la qualità dell'educazione dei bambini e delle bambine, dei ragazzi delle ragazze è direttamente proporzionale alla qualità della competenza del personale docente. Costituisce dunque una questione di considerevole importanza definire il tipo di formazione adeguata a garantire una buona professionalità al docente; a tale scopo è necessario innanzitutto individuare l'essenza della competenza docente (Mortari, 2009, p. 9).

La questione fondamentale attorno a cui si sviluppa il presente elaborato concerne la tematica delicata e complessa della conoscenza professionale dell'insegnante, intesa come parte fondamentale e costitutiva della competenza docente, ovvero l'analisi di quel «saper del pratico (insegnante)», che ha valore di conoscenza in sé e che può costituire per la ricerca didattica un oggetto assai interessante per comprendere l'insegnamento» (Perla, 2010, p. 13). Lo studio proposto intende caratterizzare, attraverso un'indagine prevalentemente qualitativa, la conoscenza professionale dei docenti pre-servizio di scuola primaria e ipotizzare come l'Università possa fornire ai futuri maestri solide competenze per la pratica nell'ottica di produrre quel miglioramento della qualità dell'insegnamento, in particolare delle scienze, di cui il sistema educativo di istruzione e formazione italiano necessita. Il desiderio di approfondire lo studio del sapere professionale degli studenti-insegnanti del corso di laurea in Scienze della formazione primaria è scaturito principalmente da due fattori: il primo è legato alla constatazione delle difficoltà manifestate dagli studenti italiani nel raggiungere un adeguato livello di competenza nelle discipline scientifiche, così come rilevato dalle ultime indagini internazionali (ad esempio: OCSE PISA, 2018), associato al forte calo di interesse e motivazione verso lo studio di queste materie riscontrato negli alunni, soprattutto di scuola secondaria di II grado. Il secondo elemento è rappresentato dal fatto che l'insegnamento scientifico risulti essere problematico per i docenti, sia in formazione che in servizio, in particolare di scuola primaria. La maggior parte di essi, infatti, non ritiene di avere avuto una preparazione sufficientemente approfondita in relazione a queste discipline e, di conseguenza, non si considera adeguata al compito educativo in campo scientifico (Michelini, Stefanel & Santi, 2015). In questo contesto

emerge il ruolo chiave della conoscenza professionale degli insegnanti, che è alla base della possibilità di promuovere nei discenti atteggiamenti positivi verso la scienza e apprendimenti significativi che possano garantire il successo formativo di ciascuno di essi. Il punto di partenza di ogni riflessione sull'insegnamento è rappresentato dal riconoscimento del ruolo della professionalità docente come fattore chiave per il miglioramento dei sistemi scolastici e per la creazione di una cultura che consenta di dotare gli studenti delle competenze necessarie per potersi orientare nella complessità del mondo odierno. Un'istruzione e una formazione di alto livello, coerenti, inclusive ed eque, non sono infatti solo in grado di fornire ai cittadini competenze in linea con gli sviluppi sociali presenti e futuri, ma ne modellano anche comportamenti, credenze e valori, consentendo loro di progredire sia sul piano professionale che personale e di essere protagonisti attivi e responsabili delle società a cui appartengono. «Cento anni di studi e ricerche nelle Scienze dell'educazione confermano che il successo scolastico e formativo, se è determinato dalla validità delle discipline, va anche ascritto all'organizzazione didattica delle azioni dell'insegnante sia per ottimizzare i processi dell'apprendere sia per favorire la promozione umana dei soggetti» (Laneve, 2003, p. 6). Saper insegnare, tuttavia, presuppone un profilo molto complesso e richiede pertanto una professionalità specifica caratterizzata da un insieme eterogeneo di saperi, schemi d'azione e disposizioni che devono essere costruiti gradualmente, mediante percorsi opportunamente strutturati per fare del docente un professionista riflessivo, flessibile, competente e motivato, in grado di contestualizzare la propria azione didattica all'interno di un progetto collegiale, nel quale si pone come protagonista attivo e dinamico, in un confronto continuo con tutta la comunità educante. Pertanto, la professionalità docente rappresenta per la ricerca educativa un elemento chiave per migliorare e riqualificare il sistema scolastico, al fine di favorire il raggiungimento di risultati di apprendimento di alto livello per tutti gli studenti (Vannini, 2018). Se si vuole che l'insegnamento possa essere di qualità occorre lavorare sui percorsi di formazione dei docenti facendo in modo che siano fondati sulla ricerca e continuamente aggiornati, sia dal punto di vista pedagogico-didattico che dal punto di vista disciplinare. In tal senso, la ricerca educativa può contribuire in modo determinante alla formazione di insegnanti competenti, intesi come «professionisti pensanti e creativi, cioè soggetti capaci di generare rivoluzioni concettuali nella loro pratica» (Mortari, 2009, p. 169) e disposti ad assumersi la piena responsabilità di educare gli studenti affinché agiscano nella società come

cittadini autonomi, capaci di pensare liberamente e criticamente, consapevoli e partecipi della vita civile.

La didattica, quindi, non si limita alla trasmissione di un sapere, alla presentazione di una disciplina, all'innalzamento quantitativo delle conoscenze, bensì sostiene, nel "soggetto che apprende", l'impegno delle sue qualità-capacità profonde, ne favorisce la misura-scelta degli atteggiamenti personali, ne alimenta la prospettiva degli orizzonti progettuali, sì che la curiosità della mente, l'audacia del pensiero, il desiderio di verità, l'amore per l'oggetto di studio ne caratterizzano una componente altrettanto sostanziale quanto l'eshaustività informativo-cognitiva e il rigore metodologico-procedurale (Laneve, 2003, p. 7).

Sarebbe auspicabile, già nel momento della formazione iniziale degli insegnanti, progettare traiettorie che siano focalizzate sulla promozione della pratica riflessiva, intesa come orientamento complessivo da attribuire ai percorsi formativi, in sinergia con il mondo della ricerca educativa per la qualificazione della scuola attraverso la professionalità docente (Montalbetti, 2005). Si tratta pertanto di porre particolare attenzione al ruolo assunto dall'Università, dal mondo della Ricerca e dalla Scuola, istituzioni che hanno il dovere di lavorare in stretta sinergia. È quindi compito di chi si occupa di preparazione degli insegnanti progettare percorsi che possano aiutarli a sviluppare forme di ragionamento sistematiche, che li rendano in grado di analizzare in profondità le situazioni e le azioni didattiche. Occorre pensare e sistematizzare percorsi formativi in ambito universitario che vadano oltre il tecnicismo per rafforzare la preparazione alla ricerca e l'acquisizione di competenze riflessive, il rapporto circolare tra teoria e pratica e la ricerca-sperimentazione. Dal punto di vista metodologico, servono progetti che incentivino la collegialità al fine di favorire lo scambio e il confronto all'interno di gruppi di lavoro, ipotizzando anche di costruire una sorta di continuità tra la formazione iniziale e quella in servizio. Il confronto e lo scambio continuo tra i contributi e i risultati della ricerca legata alla Didattica generale – in ambito pedagogico, didattico e docimologico – e quelli delle Didattiche disciplinari nei diversi contesti specifici di insegnamento risultano in tal senso essere cruciali per sviluppare percorsi di formazione basati su un ragionamento solido e congiunto relativo alla professionalità insegnante. L'obiettivo è quello di poter approfondire maggiormente lo studio delle relazioni e dei processi che hanno luogo all'interno del cosiddetto "triangolo didattico" (insegnante-allievo-sapere), inteso come schema

concettuale e sistema didattico invariante nelle situazioni di insegnamento e apprendimento (Martini, 2000). In particolare, nell'ambito della scuola primaria, si rende necessario formare un insegnante che sia un "progettista di formazione" a partire dalle Indicazioni nazionali e non un "esecutore" di programmi o di unità di apprendimento, che sviluppi competenze negli alunni in un'ottica europea e che sia in grado di attivare risorse professionali *ad hoc* rispetto alle diverse fasce di età, favorendo la continuità tra i gradi scolastici e puntando sull'integrazione continua tra teoria e pratica (Trincherò, 2022). Rispetto al dibattito e al confronto tra la Didattica generale e le Didattiche disciplinari, il corso di laurea in Scienze della formazione primaria può realmente costituire un valido campo di sperimentazione, dove la co-progettazione e l'alleanza tra disciplinari e pedagogisti nei corsi accademici, nei laboratori didattici e nei tirocini può risultare un fattore determinante in termini di innovazione e di miglioramento della qualità della formazione dei futuri docenti.

Alla luce di tutte queste istanze, è possibile tratteggiare alcune coordinate alla base della strutturazione del presente progetto di dottorato, il quale si è posto come obiettivo principale quello di investigare il costrutto del *pedagogical content knowledge* (Shulman, 1986; 1987) intrecciato a quello della *professional vision* (Goodwin, 1994) nel contesto della formazione iniziale dei docenti, coinvolgendo nella sperimentazione gli studenti-insegnanti del quinto anno del corso di laurea in Scienze della formazione primaria dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Brescia durante l'anno accademico 2021-2022. Il lavoro di tesi, strutturato in due parti (parte prima: fondamenti teorici e parte seconda: ricerca empirica) e articolato in cinque capitoli, prende avvio da una riflessione sul processo di ridefinizione del profilo dell'insegnante, volto sempre più verso l'acquisizione di una vera e propria identità professionale che prevede il passaggio dalla funzione prevalente di trasmissione dei contenuti, che caratterizzava l'insegnante del passato, a quella della promozione di competenze, con il conseguente allontanamento dai precedenti caratteri di mestiere essenzialmente esecutivo e ripetitivo (Cap. 1 – La professionalità docente). In tale capitolo viene quindi caratterizzata l'identità dell'insegnante come professionista pratico-riflessivo, ricercatore e intellettuale e viene discusso il ruolo della ricerca educativa per la promozione della professionalità, nonché l'importanza della formazione iniziale. Vengono discussi in esso anche il rapporto tra la Didattica generale e le Didattiche disciplinari e la necessità di un dialogo aperto e costruttivo tra di esse che può

realizzarsi in modo particolarmente fecondo nei corsi di laurea in Scienze della formazione primaria.

Vengono presentati successivamente (Cap. 2 – La conoscenza professionale dell’insegnante nella didattica delle scienze) i quadri teorici alla base dello studio del sapere professionale degli insegnanti partendo dalla teoria della “trasposizione didattica” (Chevalard, 1985), fino a pervenire alle più recenti formulazioni dei costrutti del *pedagogical content knowledge* (Carlson & Daehler, 2019) e della *professional vision* (Sherin *et al.*, 2008; Jacobs, Lamb & Philipp, 2010; Seidel & Stürmer, 2014), considerati elementi fondamentali per la *teacher expertise* (Kersting *et al.*, 2016). La letteratura mostra come, per poter progettare percorsi formativi realmente efficaci, occorra considerare la forte connessione esistente tra la qualità dell’insegnamento e lo sviluppo delle conoscenze professionali dei docenti; la promozione del *teachers’ thinking* (Perla & Martini, 2019), della prospettiva e delle rappresentazioni dei docenti, riconosciuti come specifico sapere professionale, deve essere alla base di una preparazione fondata sulla riflessività, sui processi attraverso cui i futuri docenti costruiscono la trasposizione didattica, sul rapporto fra le pratiche condotte e l’analisi dell’azione. In questo contesto viene discusso anche il ruolo dell’analisi di pratica come dispositivo di formazione e ricerca. Vengono inoltre condotte alcune considerazioni in relazione alle potenzialità della videoanalisi come strumento per promuovere nei docenti la capacità di esercitare una disamina sistematica e dettagliata delle azioni didattiche che consenta loro di imparare costantemente dall’insegnamento stesso. Tale competenza è possibile solo se essi riescono ad acquisire, ancora nel momento della formazione iniziale, abilità di analisi sistematica dei processi di insegnamento-apprendimento e un’attenzione specifica al pensiero degli studenti (Santagata, 2010).

Nel terzo capitolo (Cap. 3 – Insegnare le scienze nella scuola primaria: un problema aperto) vengono presentate sinteticamente alcune questioni fondamentali relative all’apprendimento dei saperi scientifici e i possibili approcci metodologici per l’insegnamento. Nello specifico, vengono descritti quelli basati sull’investigazione, considerati dalla letteratura tra i più efficaci per favorire apprendimenti significativi negli studenti, come ad esempio l’IBSE (*Inquiry-Based Science Education*). Diverse sono le questioni aperte relative al ruolo delle concezioni ingenue, degli ostacoli e delle rappresentazioni mentali nell’apprendimento che la ricerca didattica deve ancora approfondire; tuttavia, vi sono

alcuni punti fermi da considerare. Appare infatti necessario superare visioni riduttive del passato che consideravano i discenti incapaci di apprendere contenuti scientifici prima della scuola primaria per considerare al contrario possibile il fatto di coinvolgere in pratiche scientifiche i discenti sin dall'inizio della scolarità, progettando percorsi didattici verticali coerenti che li accompagnino nell'appropriazione dei contenuti scientifici nei diversi gradi scolastici (Bruner, 1960; NRC, 2007; 2012; Gagliardi & Giordano, 2014). Un altro aspetto fondamentale è legato alla possibilità di impiegare nella propria pratica professionale approcci metodologici di tipo *inquiry-based* e *problem-based*, in grado di migliorare sia l'atteggiamento degli insegnanti che degli studenti nei confronti della Scienza e dei suoi metodi di indagine (Rocard *et al.*, 2007). Facendo riferimento alle teorie dell'apprendimento e agli approcci metodologici esposti, viene successivamente presentato un percorso didattico verticale basato sull'IBSE, sviluppato nello specifico secondo il modello delle 5E (Bybee, 2006), che intende introdurre nella scuola primaria le grandezze fisiche temperatura e calore e i relativi meccanismi di propagazione. Tale percorso è stato pensato appositamente per il presente progetto in un'ottica di sperimentazione didattica. A partire da quanto ideato, alcune docenti di scuola primaria si sono rese disponibili a essere video e audio registrate durante la conduzione di alcune lezioni. I materiali raccolti sono poi stati impiegati per la ricerca condotta presso il corso di laurea in Scienze della formazione primaria. La mancanza di video in lingua italiana che consentissero di esplorare la conoscenza professionale dei futuri insegnanti in contesti d'aula reali ha reso necessaria questa fase propedeutica. Grazie a questi materiali raccolti direttamente in classe è stato possibile selezionare la *clip* video utilizzata per la sperimentazione con gli studenti-insegnanti di Scienze della formazione primaria che è alla base del progetto di ricerca che viene presentato nella seconda parte dell'elaborato.

Le attività di ricerca empirica, progettate all'interno del quadro teorico che è stato esposto nei primi tre capitoli, si sono articolate nell'ideazione del disegno di ricerca che viene presentato nel quarto capitolo (Cap. 4 – Lo studio della conoscenza professionale dell'insegnante nella didattica delle scienze) che dà avvio alla seconda parte dell'elaborato. Nella sperimentazione presentata si sono voluti investigare nello specifico i costrutti del *pedagogical content knowledge* (PCK) e della *professional vision* degli insegnanti nell'ambito dell'analisi di pratica di reali situazioni di apprendimento in classe; attraverso la videoanalisi, utilizzata come dispositivo volto a stimolare la riflessione, si è cercato di

analizzare quali fossero le abilità di *noticing* dei futuri insegnanti e di “prestare attenzione”, “dare un senso” e “decidere come rispondere” alle diverse forme di evidenza del pensiero degli studenti (Jacobs, Lamb & Philipp, 2010; van Es, 2011; Santagata & Guarino, 2011; van Es *et al.*, 2017; Walkoe, Sherin & Elby, 2020; Chan, 2021). Si è cercato, inoltre, di ampliare lo sguardo di analisi per indagare anche le basi della conoscenza professionale dei docenti, legate al PCK “messo in atto” (Carlson & Daehler, 2019), in particolare in relazione alla dimensione della comprensione del pensiero degli studenti (KSU – *knowledge of students’ understanding*) e alla conoscenza delle strategie didattiche e delle rappresentazioni utili per insegnare un determinato argomento (KISR – *knowledge of the instructional strategies and representations*). Dall’analisi del pensiero degli alunni, infatti, un docente può imparare a sviluppare uno sguardo critico e un approccio strutturato e generativo volto a favorire il ragionamento sulla pratica (van Es & Santagata, 2016). L’obiettivo principale del percorso ideato è stato contribuire a colmare un *gap* presente nella letteratura italiana e internazionale cercando di capire come sia possibile promuovere lo sviluppo e il miglioramento delle competenze didattiche in ambito scientifico dei futuri docenti di scuola primaria indagando la cosiddetta “conoscenza utilizzabile” in entrata in riferimento all’insegnamento delle scienze. Nello specifico, utilizzando la videoanalisi, si è cercato di esplorare e caratterizzare la natura di alcune forme di *usable knowledge*, concettualizzazione che si può ricondurre al PCK “messo in atto”, nel suo aspetto più dinamico da un lato e al *teacher noticing* dall’altro, ossia di quella conoscenza che sottende la capacità di analisi sia di eventi di apprendimento in classe che del processo educativo messo in atto nel momento in cui gli insegnanti prendono decisioni (Kersting *et al.*, 2012). Riuscire a ottenere una sorta di fotografia di come gli studenti-insegnanti del corso di laurea in Scienze della formazione primaria riescano a prestare attenzione agli eventi che accadono in classe e agli aspetti dell’interazione tra docente e studenti che possono influenzare l’apprendimento è fondamentale per progettare successivamente interventi formativi che contribuiscano alla promozione della professionalità e al cambiamento di convinzioni, atteggiamenti e pratiche in riferimento all’azione didattica. Dopo aver esposto il disegno di ricerca e l’elaborazione dei dati raccolti nella sperimentazione, nel capitolo conclusivo (Cap. 5 – I risultati della ricerca, le traiettorie pedagogiche e le prospettive per la didattica universitaria) viene proposta una disamina dei risultati alla luce delle domande di ricerca che erano state poste. Vengono altresì discussi i limiti

della ricerca e alcune prospettive di sviluppo, in particolare nell'ambito della didattica universitaria, dove è possibile pensare alla progettazione di percorsi che promuovano, oltre a conoscenze approfondite dal punto di vista del contenuto disciplinare, anche altre competenze più legate alla riflessività. Le azioni degli insegnanti hanno un grande impatto sull'apprendimento degli studenti poiché sono in grado di influenzare il loro futuro più di ogni altro fattore scolastico (come, ad esempio, la qualità del curriculum, il tipo di scuola, l'influenza dei pari, etc.); preparare futuri insegnanti di scienze che siano in grado di prestare attenzione e rispondere alle esigenze dei diversi alunni risulta quindi essere un obiettivo di fondamentale importanza. La collaborazione tra la Didattica generale e le Didattiche, auspicata nei precedenti capitoli, che è possibile realizzare efficacemente presso i corsi di laurea in Scienze della formazione primaria, rappresenta pertanto un terreno fecondo per attivare i processi tipici dell'analisi di pratica che permettano di far acquisire ai futuri insegnanti una maggior consapevolezza della propria professionalità, con un impatto positivo anche sull'inserimento nel mondo lavorativo e sulla qualità del sistema scolastico in generale. La Scuola ha bisogno di professionisti, non di tecnici dell'istruzione «ed è proprio perché c'è necessità non di consumatori di teorie, ma di pensatori che elaborano sapere che il sistema di formazione deve mirare in alto, e dunque educare alla ricerca e alla riflessività, che sono l'*humus* necessario allo sviluppo del pensare nelle sue più differenti forme generative» (Mortari, 2009, p. 169).

Parte prima: fondamenti teorici

1. LA PROFESSIONALITÀ DOCENTE

1.1 Introduzione

Nell'ultimo ventennio, le condizioni createsi in conseguenza alle grandi trasformazioni del contesto in cui viviamo hanno fatto sì che l'istruzione e la formazione fossero poste al centro delle strategie messe in atto dall'Unione europea per l'innovazione, la competitività e lo sviluppo, poiché è ormai universalmente riconosciuto che il ruolo chiave dell'educazione sia garantire la partecipazione dei cittadini alla vita pubblica a livello economico, democratico e culturale, e promuovere la crescita e la coesione sociale di ogni Paese. Un'istruzione e una formazione di alto livello, coerenti, inclusive ed eque non solo sono in grado di fornire ai cittadini competenze in linea con gli sviluppi presenti e futuri, ma ne modellano anche comportamenti, credenze e valori, consentendo loro di progredire sia sul piano professionale che personale e di essere protagonisti attivi e responsabili della società a cui appartengono.

La scuola, in questo contesto, si trova ad affrontare situazioni sfidanti molto diverse rispetto a quelle del passato. Non solo deve fornire risultati misurabili con risorse spesso molto ridotte, ma anche essere moderna e orientata al futuro, offrendo programmi di studio adeguati e in grado di preparare i giovani per un mercato del lavoro che richiederà figure professionali che attualmente ancora non ci sono. Anche la crisi pandemica ha rappresentato una sfida senza precedenti per le comunità scolastiche, che sono state chiamate a riorganizzarsi e a trovare nuove forme di collaborazione per assicurare a tutti gli studenti il diritto all'istruzione pesantemente minacciato dalla situazione sanitaria globale.

Questa forte pressione, proveniente soprattutto dal mondo economico-sociale, sperimentata dai sistemi educativi si ripercuote direttamente sul fattore più importante in grado di influire sui risultati di apprendimento degli studenti all'interno della scuola, ovvero il lavoro degli insegnanti (Eurydice, 2015). Non esiste al giorno d'oggi direttiva europea, legge o riforma della scuola, che non collochi al centro della sua riflessione la questione della valorizzazione professionale dei docenti e, in relazione a questa, il problema delle iniziative di formazione iniziale e continua del personale docente (Cosentino, 2003). Le linee di indirizzo dell'Unione, sin dal 2000 con il Consiglio di Lisbona, poi comprese nel

Quadro strategico per la cooperazione europea nell'istruzione e nella formazione ET 2020 e, successivamente, nell'Agenda 2030, hanno guidato negli ultimi anni l'azione politica in questi settori, raccomandando l'implementazione di politiche e di misure volte ad assicurare a ogni cittadino opportunità di apprendimento lungo tutto l'arco della vita e promuovendo alcuni obiettivi chiave quali: l'equità, la coesione sociale, la cittadinanza attiva, la creatività, l'innovazione e lo spirito imprenditoriale. Queste strategie identificano la qualità e l'efficacia dell'istruzione e della formazione come uno dei principali obiettivi strategici, affermando che: «sussiste l'esigenza di garantire un insegnamento di qualità elevata, offrire un'istruzione iniziale adeguata agli insegnanti e uno sviluppo professionale continuo agli insegnanti e ai formatori e rendere l'insegnamento una scelta di carriera allettante» (Consiglio Europeo, 2009, p. 3), ribadendo pertanto che proprio l'investimento nelle risorse umane fosse un fattore determinante per il raggiungimento dei traguardi posti. La necessità di formazione dei docenti, che è emersa a livello europeo come una vera e propria "emergenza" negli ultimi decenni, rispecchia pertanto l'idea che la qualità della scuola dipenda da come interagiscono tra loro i sistemi scolastici e le risorse umane che a essi fanno riferimento (Grion, 2008).

Ciò che è stato individuato come strategico negli scorsi anni dalla Comunità europea varrà a maggior ragione nell'immediato futuro soprattutto nel nostro Paese. Anche il sistema scolastico italiano, infatti, sta attraversando un periodo di grandi trasformazioni: nei prossimi decenni si assisterà a un grande ricambio generazionale, dal momento che quasi la metà del corpo docente in ogni grado scolare ha un'età superiore ai cinquant'anni. Inoltre, anche il contesto italiano è stato investito dai cambiamenti repentini della tecnologia, della società e dei modelli di responsabilità, richiedendo così agli insegnanti di rivedere continuamente le proprie competenze e di operare nel modo più efficace possibile per sostenere e incentivare il percorso formativo degli studenti, promuovendo risultati di qualità nei percorsi di istruzione e formazione.

Si renderà dunque sempre più necessario lo sforzo da parte della comunità educante di sostenere gli insegnanti in formazione e in servizio per dare loro gli strumenti necessari ad affrontare le nuove sfide che attendono la nostra società, ampliando e affinando costantemente le loro competenze in tutti gli ambiti.

Risulta pertanto di fondamentale importanza accompagnare l'azione dell'insegnante attraverso una:

[...] riflessività ad ampio raggio che guardi non solo alle singole attività che si svolgono con gli alunni, ma alla scuola nel suo insieme. Non poche volte, infatti, si corre il rischio di fermarsi al particolare, senza considerare che la professionalità docente comporta il possesso di un pensiero capace di saper tenere in debita considerazione la pluralità degli aspetti pedagogici, didattici, organizzativi che caratterizzano il “fare scuola” (Triani, 2017, p. 5).

Il punto di partenza di ogni riflessione sull’insegnamento è dunque rappresentato dal riconoscimento del ruolo dei docenti come professionalità strategiche per attivare il miglioramento dei sistemi scolastici e per la creazione di una cultura che consenta di dotare gli studenti delle competenze necessarie per potersi orientare nella complessità del mondo odierno.

1.2 Il docente come professionista dell’insegnamento

Negli ultimi decenni, la scuola è stata investita anche di una funzione sociale e culturale, oltre a quelle di educazione, istruzione e formazione che possedeva sin dal passato.

La scuola è, quindi, prima di tutto un luogo culturale che da una parte rispecchia la società e dall’altra la modella. Non può limitarsi a svolgere un ruolo di mero contenitore di informazione, di trasmissione di conoscenze acquisite e definite, ma deve essere occasione per ripensare criticamente la cultura e offrire occasioni per un avanzamento sia personale che sociale. La scuola deve riappropriarsi del suo ruolo culturale, fungendo da promotore della zona di sviluppo prossimale non dei singoli individui ma dell’intera società attraverso gli individui (Ligorio & Pontecorvo, 2010, p. 14).

Nel contesto di un profondo ripensamento del ruolo del sistema scolastico, nella direzione di un’istruzione inclusiva e di qualità, risulta fondamentale che la scuola permetta agli studenti di acquisire, oltre alle competenze di base, anche le cosiddette *life o soft skills*, ovvero competenze trasversali non specifiche che accompagnino i discenti in un progetto di vita personale e professionale (Pellerey, 2016).

Ciò comporta anche un processo di ridefinizione del profilo del docente, volto verso l’acquisizione di una vera e propria identità professionale che prevede il passaggio dalla funzione prevalente di trasmissione dei contenuti, che caratterizzava l’insegnante del passato,

a quella della promozione di competenze, con il conseguente allontanamento dai precedenti caratteri di mestiere essenzialmente esecutivo e ripetitivo.

Possiamo definire “competenza” la «capacità di far fronte a un compito, o a un insieme di compiti, riuscendo a mettere in moto e a orchestrare le proprie risorse interne, cognitive, affettive e volitive, e a utilizzare quelle esterne disponibili in modo coerente e fecondo» (Pellerey, 2004, p. 12). Dal momento che si tratta di un concetto polisemico e appartenente ad ambiti diversi, soprattutto afferenti al mondo professionale ed economico, il significato odierno che si attribuisce al termine “competenza” in ambito educativo è stato frutto di un dibattito complesso, sicuramente influenzato dalle direttive europee (Sandrone, 2013). In particolare, la Raccomandazione del 23 aprile 2008 sul Quadro europeo delle qualifiche per l’apprendimento permanente che ne precisa la finalità per la convivenza democratica, dà la seguente definizione di competenza: «comprovata capacità di utilizzare conoscenze, abilità e capacità personali, sociali e/o metodologiche, in situazioni di lavoro o di studio e nello sviluppo professionale e personale» (Commissione Europea, 2008, allegato 1). Emerge successivamente anche una dimensione etica nella definizione di competenza, come sottolineato dalle “Indicazioni nazionali e nuovi scenari” del 2018: «l’agire autonomo e responsabile delle persone competenti conferisce al concetto di competenza un significato non solo cognitivo, pratico, metacognitivo, ma anche e soprattutto etico» (MIUR, Nota n. 3645/18, p. 5). Come afferma Baldacci:

La “competenza” può essere intesa come la capacità di usare le conoscenze per agire in modo intelligente entro un dato campo d’attività. Si tratta di un costrutto complesso, poiché intreccia il sapere, il saper fare e il sapere pensare, ossia la conoscenza dichiarativa, il sapere procedurale e una componente meta-cognitiva. Di conseguenza, formare competenze non è la stessa cosa che trasmettere conoscenze: la scala temporale diviene più estesa, perché per amalgamare i suddetti ingredienti occorre tempo (Baldacci, 2020, p. 32).

Lavorare per competenze, quindi, richiede molto più che insegnare conoscenze e abilità particolari; comporta una rivoluzione nella professione docente poiché determina il passaggio dal cosiddetto insegnamento “muro”, centrato sull’insegnante e da lui orientato, formalizzato in lezioni standard e uniforme per tutti gli studenti, all’insegnamento “ponte”, focalizzato sul discente e diretto con la facilitazione del docente, caratterizzato dalle esperienze e personalizzato rispetto alle esigenze di apprendimento degli allievi

(Castoldi, 2015). Insegnare per competenze implica quindi un capovolgimento di prospettiva per l'insegnante, anche in un'ottica di cooperazione reciproca con gli studenti. Ciò implica una profonda evoluzione del ruolo del docente da depositario esclusivo del sapere a guida del processo di apprendimento, in grado di rendere l'alunno protagonista e co-costruttore dei saperi (Tammaro, Calenda & Ferrantino, 2016).

Nella prospettiva in cui l'alunno sia coinvolto attivamente e responsabilizzato nella costruzione del sapere, risulta fondamentale che l'insegnante regoli il suo intervento educativo prendendo in considerazione gli stili di apprendimento, le preconoscenze e la storia personale di ogni singolo soggetto (Triani, 2013). Il modello della personalizzazione degli insegnamenti e degli apprendimenti «ribadisce la circostanza di trovare nell'apprendimento personale la causa efficiente e finale, oltre che materiale e formale, dell'insegnamento» (Bertagna, 2013, p. 69). In tale paradigma culturale l'insegnante, depositario di una regia didattica consapevole e in grado di differenziare e personalizzare la sua azione didattica (Triani, 2013), dovrebbe essere d'aiuto e di sostegno al discente nel riconoscere ostacoli o problemi durante la propria esperienza formativa e nell'elaborare insieme all'alunno strategie di risoluzione adeguate. Avviene così una sorta di evoluzione del ruolo del docente da "modello", in cui risolve un problema davanti agli allievi spiegandone passo dopo passo la risoluzione, a "coach" quando si affianca loro per aiutarli a risolvere un quesito ponendo domande, facendoli riflettere e ampliando la prospettiva verso possibili alternative di risoluzione e sguardi sulla problematica, ad "analista" in cui ripercorre con gli alunni, che hanno svolto autonomamente il compito, le fasi di risoluzione, considerando criticamente il percorso svolto (Jonassen, 1999 – citato in Rossi, 2011).

L'azione di insegnamento viene, così, concepita come un'attività volta alla guida. Lo studente costruisce e ricostruisce la conoscenza prodotta da se stesso, attiva strategie di adattamento in contesti di apprendimento. [...] Nella prassi si verifica un'azione di guida-cambiamento in cui il docente assume il ruolo di facilitatore e guida; l'allievo sviluppa apprendimenti basati sul cambiamento e sulla rivisitazione della conoscenza sulla scia dei/delle consigli/indicazioni del formatore (Marzano, 2013, p. 62).

Da tutte queste considerazioni, emerge la figura di un professionista esperto in ambito disciplinare, ma anche socio-pedagogico e culturale; competente della dimensione didattica, ma anche capace dal punto di vista gestionale e organizzativo; sensibile alle

differenze individuali dei propri allievi e quindi in grado di personalizzare gli apprendimenti sulla base degli stili cognitivi dei discenti; in possesso di una buona identità di sé e del proprio ruolo e capace di mettersi in una relazione positiva con i propri studenti, con i colleghi e i genitori. Ciò richiede un vero e proprio professionista dell'insegnamento, che sia disposto a interagire con i propri allievi per co-costruire la conoscenza con loro, scoprendo insieme traiettorie alternative nei percorsi di insegnamento-apprendimento. La professione insegnante si qualifica dunque per il suo essere particolarmente articolata e complessa anche in considerazione del fatto che la questione educativa è sempre più problematica e continuamente rimodulata dalle condizioni sociali e tecnologiche. L'insegnante, infatti, deve confrontarsi con contesti sempre più difficili, cercando di fare da tramite tra numerose istanze conoscitive, dal momento che: «tutto il lavoro dell'educazione e dell'insegnamento deve tendere ad unificare, non a disperdere; esso deve costantemente sforzarsi di assicurare e nutrire l'intera unità dell'uomo» (Maritain, 1973, p. 70). In conclusione, saper insegnare presuppone un profilo molto complesso e richiede pertanto una professionalità specifica caratterizzata da un insieme eterogeneo di saperi professionali, schemi d'azione e disposizioni che non è possibile improvvisare, ma che devono essere costruiti gradualmente, mediante percorsi opportunamente strutturati per fare del docente un professionista riflessivo, flessibile, competente e motivato, in grado di contestualizzare la propria azione didattica all'interno di un progetto collegiale, nel quale si pone come protagonista attivo e dinamico, in un confronto continuo con tutta la comunità scolastica. Come afferma Rossi:

Per “essere” competente centrale diviene la consapevolezza della propria identità e il porsi in una traiettoria di trasformazione personale. In tale direzione vanno predisposti dispositivi che facilitino la riflessione e permettano di comprendere lo stile personale con cui si affrontano in contesto le situazioni problematiche e si scelgono percorsi di formazione e di crescita professionale. Per l’“essere” competente non esistono standard da eguagliare, ma i riferimenti sono la consapevolezza della propria identità e la coerenza tra percepito e agito (Rossi, 2011, p. 59).

Si tratta quindi di passare da una concezione di *expertise* dell'insegnante come sapere neutrale, dove pensiero e azione sono distinti e nettamente separati, a un insieme di competenze che forniscano al professionista la capacità di porsi in situazioni problematiche, come accade tipicamente nel contesto educativo, avendo la capacità di analizzarle in

profondità, secondo criteri che non si conoscono a priori, ponendosi domande opportune e costruendo strategie adeguate di risoluzione, rimodulando continuamente la propria azione didattica in modo da raggiungere gli obiettivi di apprendimento (Montalbetti, 2005). Lo sviluppo della competenza della riflessività, che porta al superamento del paradigma di razionalità tecnica emergente dall'epistemologia positivista della conoscenza, è di fondamentale importanza sia per la crescita della professionalità che per la costruzione dell'identità professionale del docente e risulta pertanto meritevole di ulteriori considerazioni e approfondimenti.

1.3 L'insegnante come professionista riflessivo

Nel dibattito internazionale, tra le numerose competenze che caratterizzano la figura dell'insegnante come professionista, assume un ruolo decisamente centrale quella della riflessività. La riflessività è legata all'attitudine dell'insegnante ad analizzare e riflettere sull'azione per apprendere dalla propria esperienza.

Il concetto generale di pratica riflessiva nasce già nel 1933 nelle teorie del pensiero riflessivo di John Dewey; in seguito, il costrutto di "professionista riflessivo" viene ripreso e rielaborato da Donald Schön (1993) studioso statunitense che ha approfondito le questioni legate all'apprendimento professionale fondato sulla riflessione. È lo stesso Schön che propone il concetto della "riflessione in azione", affermando che:

Communities of practitioners are continually engaged in what Nelson Goodman (1978) calls "worldmaking". Through countless acts of attention and inattention, naming, sensemaking, boundary setting, and control, they make and maintain the worlds matched to their professional knowledge and know-how. [...] When practitioners respond to the indeterminate zones of practice by holding a reflective conversation with the materials of their situations, they remake a part of their practice world and thereby reveal the usually tacit processes of worldmaking that underlie all of their practice¹ (Schön, 1987, p. 36).

¹ Le comunità di professionisti sono continuamente occupate in ciò che Nelson Goodman chiama "costruzione del mondo". Attraverso innumerevoli atti di attenzione e disattenzione, denominazione, costruzione di senso, definizione dei confini e di controllo, esse costruiscono e sostengono i mondi corrispondenti alla loro conoscenza e competenza professionale. [...] Quando i professionisti sono chiamati a rispondere a situazioni professionali inattese, attraverso una conversazione riflessiva con esse, ricostruiscono una parte del loro mondo pratico e quindi rivelano i processi solitamente taciti di costruzione del mondo che sono alla base di tutta la loro pratica (traduzione a cura dell'autrice).

L'idea sottesa al pensiero di Schön è che, mentre le persone agiscono, riflettono continuamente e cercano di dar significato alle loro azioni, scegliendo poi di conseguenza come comportarsi nelle diverse situazioni che incontrano. Nel caso specifico dell'insegnamento, la riflessività porta i docenti a rivedere continuamente la propria azione didattica e a operare scelte sulla base di quanto osservato, essendo sempre più consapevoli dei modelli sottesi alle loro convinzioni sull'insegnamento e l'apprendimento (Crotti, 2017).

Dalla riflessione di Schön emerge il carattere pratico del sapere didattico e la sua natura prevalentemente "tacita", ovvero interna all'azione del docente. L'espressione "professionista riflessivo" richiama tale significato: la professionalità dell'insegnante si gioca proprio nel passaggio da un sapere tacito a un sapere esplicito, ovvero nell'acquisire consapevolezza del proprio sapere, in questa relazione continua tra esperienza e riflessione, tra sapere e pratico e sapere teorico. Da qui l'espressione di "insegnante ricercatore" introdotta da Stenhouse (1977) già negli anni Settanta, non a caso in collegamento con il passaggio dalla scuola dei programmi alla scuola del curriculum, transizione particolarmente attuale nel nostro paese in riferimento alla prospettiva offerta dalle Indicazioni nazionali (Castoldi, 2015, p. 17).

Da questa prospettiva risulta una nuova visione dell'insegnamento poiché, mentre la didattica tradizionale risultava fondata su un rapporto rigido in cui dalla teoria discendeva l'azione e il compito dell'insegnante era puramente direttivo, ora vi è un rapporto di tipo ricorsivo tra teoria e azione (Castoldi, 2015), dove la teoria può divenire uno strumento per l'interpretazione della pratica e la pratica può contribuire alla ridefinizione della teoria.

La visione della didattica conseguente agli studi di Schön e al suo testo "Il professionista riflessivo" è una teoria nella quale viene rivalutato il ruolo della pratica; il sapere degli insegnanti è pratico, non teorico. Egli sostiene che lo studio della riflessione nel corso dell'azione sia estremamente importante:

Il dilemma fra rigore e pertinenza potrà essere rimosso se saremo in grado di sviluppare un'epistemologia della pratica, che collochi la soluzione tecnica dei problemi all'interno di un più ampio contesto di indagine riflessiva, che mostri che la riflessione nel corso dell'azione può essere rigorosa per propri meriti, e che leghi l'arte dell'esercizio della pratica in condizioni di incertezza e unicità all'arte della ricerca propria dello scienziato (Schön, 1993, p. 95).

Quindi, il professionista secondo Schön dovrà essere capace di riflessione “in azione” e “sull’azione”, arrivando a poter disporre di strumenti che gli consentano di agire con padronanza e consapevolezza nelle situazioni educative, che sono per loro natura uniche e irripetibili (Pastori, 2017). L’insegnante riflessivo è colui che «riflette sul suo pensiero in maniera critica, ossia senza la tentazione di auto-assolversi dagli errori, e costruttiva, con il desiderio di apprendere dall’esperienza e dal processo riflessivo, per formarsi un sapere che possa essere re-investito nelle situazioni successive» (Crotti, 2017, p. 94).

La competenza riflessiva è molto complessa da definire e i termini “riflessività”, “atteggiamento riflessivo”, “pratica riflessiva”, “riflessione critica” appaiono in numerosi contributi dedicati alla formazione degli insegnanti, assumendo significati diversi in base ai settori di applicazione (Nuzzaci, 2011) e rispecchiando la molteplicità delle visioni sull’educazione. Questa non è la sede per addentrarsi in tale percorso, tuttavia, risulta possibile ricavare alcune considerazioni utili soprattutto in relazione al fatto che sviluppare la pratica riflessiva risulta fondamentale nella costruzione dell’identità professionale del docente (Crotti, 2017). Possiamo quindi intendere la riflessività come «dimensione dell’identità professionale docente e come modalità per orientare l’attività didattica» (Montalbetti, 2005, p. 213). La pratica riflessiva risulta studiata in molte ricerche sulla professionalità insegnante, viene tenuta in considerazione nella progettazione di percorsi formativi dei futuri insegnanti (Montalbetti, 2005) ed è ritenuta, nel dibattito internazionale, di fondamentale importanza per la costruzione del sapere specifico degli insegnanti (Calvani, Bonaiuti & Andreocci, 2011). Il concetto stesso di formazione, infatti, come sostenuto da Marzano, rimanda a quello di riflessività poiché fa riferimento «all’oscillazione teorico-pratica del soggetto in azione che, continuamente, si muove su due piani: quello dell’analisi e quello dell’applicazione» (Marzano, 2013, p. 17). La professionalità risulta dunque essere espressione del sapere pratico, inteso come specifico contesto d’azione in cui il professionista si trova a operare. Il docente esperto, infatti, a differenza del novizio, è «colui che attraverso una competente decodifica di elementi salienti della situazione in cui si trova ad agire, discrimina e sceglie la modalità di azione più adeguata. Ed è a questo sapere pratico a cui gli studi di analisi di pratiche guardano come area di ricerca e di formazione degli insegnanti» (Pastori, 2017, p. 186).

Oltre a essere professionista riflessivo, il docente è chiamato anche a essere “ricercatore”, ovvero la ricerca può e deve essere vista come competenza professionale dell’insegnante.

Quest'idea è entrata sia nella normativa nazionale che europea, nel momento in cui si intende garantire alle istituzioni scolastiche anche autonomia di ricerca, sperimentazione e sviluppo nei limiti del proficuo esercizio dell'autonomia didattica e organizzativa (legge n. 59/1997, art. 21) al fine di realizzare una scuola aperta, quale laboratorio permanente di ricerca, sperimentazione e innovazione didattica (legge n. 107/2015, artt. 1-3). Le competenze di ricerca e sperimentazione a cui fa riferimento la normativa sono «indispensabili a individuare i percorsi didattici più efficaci, le metodologie e le strategie più utili, anche ai fini del sostegno e del recupero, dell'approfondimento e del perfezionamento di conoscenze e abilità» (Bagni, 2020, pp. 20-21) e vanno sviluppate secondo la logica di una collaborazione sinergica tra il mondo della Scuola e quello dell'Università nel contesto della ricerca educativa.

Anche nell'ambito della formazione degli insegnanti:

[...] si è consolidata l'idea che la “pratica riflessiva-indagativa”, come capacità di riflettere sull'azione e sull'esperienza (nel prepararla, nel condurla e nel ripensarla a posteriori), abbia una “valenza formativa” superiore a forme tradizionali di formazione accademica-trasmissiva, possa essere “generativa di conoscenza” nuova, abbia un “potere trasformativo e migliorativo” della pratica educativa e sia quindi parte essenziale nella professionalità educativa (Pastori, 2017, p. 19).

Come afferma Pascarella: «l'insegnante è un ricercatore nel campo della didattica, capace di affrontare i problemi con un approccio e un metodo che sono quelli della pedagogia» (Pascarella, 2020, p. 119). Si può dunque concludere che gli insegnanti competenti sono coloro che fanno anche ricerca e quindi una formazione basata sul binomio ricerca sul campo-riflessività sarà proprio quella che pone sistematicamente i docenti nella condizione di riflettere sulle pratiche, passando dalla condizione di “ricercatore riflessivo ingenuo” a “ricercatore riflessivo esperto”, ovvero colui che è in grado di elaborare il sapere pratico consapevolmente a partire dall'esperienza (Mortari, 2009). La possibilità di fornire agli insegnanti competenze di ricerca e abilità di riflessione sulle pratiche dovrebbe «tradursi in un incremento di sapere pedagogico da cui dovrebbe conseguire un miglioramento della qualità dei processi di insegnamento-apprendimento» (Ivi, p. 31).

1.4 Il ruolo della ricerca educativa per la promozione della professionalità docente

La professionalità docente costituisce una problematica di ricerca pedagogica estremamente attuale e, nello stesso tempo, particolarmente complessa (Vannini, 2018). Promuovere e sostenere la professionalità degli insegnanti, siano essi in formazione o in servizio, risulta essere quindi uno degli obiettivi principali che da sempre la ricerca in campo educativo si pone. Il Consiglio dell'Unione europea sottolinea il ruolo fondamentale degli insegnanti per lo sviluppo, la crescita e la trasformazione sia delle persone che della società, affermando che:

I docenti e i formatori, a tutti i livelli e in tutte le tipologie di istruzione e formazione, costituiscono una forza motrice indispensabile per l'istruzione e la formazione. Svolgono un ruolo fondamentale nel preparare le persone di ogni contesto ed età a vivere, apprendere e lavorare nel mondo di oggi, nonché nel creare e guidare i cambiamenti futuri (Consiglio Europeo, 2020, p. 1).

In questo contesto, la riflessione sulla professionalità docente rappresenta per la ricerca pedagogico-didattica un elemento chiave per migliorare e riqualificare il sistema scolastico, al fine del raggiungimento di risultati di apprendimento di alto livello per tutti gli studenti (Vannini, 2018). Il dibattito internazionale individua nella professionalità docente, a cui si connettono tutte le tematiche relative alla formazione del personale della scuola, uno degli elementi che contribuiscono maggiormente a determinare la qualità dell'istruzione (Eurydice, 2015; 2023; UNESCO, 2006). Occorre tener presente che, come afferma Salatin, «la realtà delle scuole è oggettivamente complessa e la loro “qualità” va pensata e misurata come un “costrutto multidimensionale”, che non può essere arbitrariamente semplificato in una misura unica» (Salatin, 2015, p. 315). Tuttavia, la qualità del sistema scuola dipende in modo determinante da quella del personale docente (Imberciadori – citato in Grion, 2008).

Da molti anni, in Italia, la ricerca sulla professionalità docente, sia intesa nel senso di professione che di sviluppo professionale, risulta essere un campo in continua evoluzione e trasformazione ovvero, come affermano Perla e Martini, si tratta di «un cantiere aperto anche in ragione della legittimazione che ha acquisito una teoria della formazione insegnante capace di far sviluppare competenze complesse, quali quelle oggi richieste a tutti gli insegnanti di ogni ordine e grado» (Perla & Martini, 2019, p. 11). Le medesime autrici sostengono la tesi secondo cui non sia possibile ottenere alcun miglioramento

nell'apprendimento degli studenti che non derivi dal potenziamento e dallo sviluppo costante della qualità dell'insegnamento; «non basta, infatti, la sola esperienza per diventare docenti competenti, così come non basta leggere per apprendere a diventare lettori competenti: occorrono un metodo e una teoria della formazione specificatamente orientati a tale scopo» (Ivi, p. 12). La ricerca educativa dovrà avere dunque anche il compito di sostenere gli insegnanti nel passaggio «da un profilo di personale esecutivo ad un profilo di personale “professionista”» (Paquay *et al.*, 2006, p. 17).

La ricerca educativa, che possiamo definire come ricerca sistematica di soluzioni ai problemi posti dai contesti educativi, è indirizzata a studiare da vicino quello che accade mentre un docente insegna ed è quindi caratterizzata principalmente dall'essere orientata alla decisione; quindi, non può mai essere separata dall'azione educativa. Questo aspetto la differenzia rispetto ad altri tipi di ricerca, come quella psicologica, sociale, antropologica, etc., per i quali non vi è una relazione così stretta tra ricerca e azione (Trincherò, 2002). La ricerca educativa risulta dunque essere di fondamentale importanza per sviluppare percorsi di formazione basati su una riflessione seria e congiunta relativa alla professionalità insegnante.

In questo contesto anche la [ricerca] didattica cambia ruolo, da sapere “per” gli insegnanti diviene sapere “con” gli insegnanti, strumento di accompagnamento offerto ai protagonisti dell'azione di insegnamento per comprendere e rielaborare la propria esperienza. La ricerca non è qualcosa di separato e distante dall'azione, ma si interseca con l'azione, ne diviene un componente ineliminabile; il ricercatore non si sostituisce all'insegnante ma lo affianca, nell'intento di aiutarlo a dare significato alla propria esperienza professionale (Castoldi, 2015, p. 21).

La centralità della ricerca educativa come punto di partenza per ogni riflessione sulla professionalità degli insegnanti e la necessità che questa ricerca si interfacci con il dibattito politico-istituzionale rappresentano due aspetti imprescindibili per il miglioramento dei sistemi scolastici di ogni ordine e grado. «Acquisire la cultura della ricerca è dunque essenziale in una società che si connota come luogo e spazio della conoscenza, della formazione continua e della comunicazione» (Notti, 2012, p. 8). L'attività universitaria nel campo della *Teacher Education*, svolta attraverso metodologie quantitative e qualitative, pone costantemente nuovi stimoli per la riflessione sulla formazione degli insegnanti. In campo pedagogico-didattico, l'obiettivo della ricerca è quello di portare gli insegnanti ad

assumere decisioni che possano essere efficaci per l'apprendimento degli studenti. Se si vuole che l'insegnamento possa essere di qualità occorre lavorare sui percorsi di formazione, facendo in modo che siano fondati sulla ricerca e continuamente aggiornati, sia dal punto di vista pedagogico-didattico che dal punto di vista disciplinare. «La ricerca deve diventare stile di pensiero e strumento pedagogico per indagare, comprendere e intervenire nelle realtà educative e, nello stesso tempo, per sviluppare atteggiamenti riflessivi e accrescere le proprie competenze professionali» (Tammaro & Ferrantino, 2022, p. 245). Nella sperimentazione educativa si cercano dunque risposte alle problematiche che si pongono nei contesti didattici attraverso metodi specifici di analisi delle variabili individuali e ambientali in modo da fornire informazioni a chi opera nel mondo della scuola poter migliorare sempre più la qualità dell'istruzione (Notti, 2012). L'obiettivo è affrontare alcune sfide pedagogiche come il fatto che la ricerca debba essere agganciata a una rilevazione sistematica di dati scientifici in grado di guidare la progettazione di percorsi formativi basati sui reali bisogni dei docenti, nonché all'organizzazione di un curriculum formativo che focalizzi l'attenzione sulla continuità dei percorsi e sulla strutturazione laboratoriale e in aula delle esperienze formative. Occorre dunque che il pensiero pedagogico-didattico possa rilevare proprio dal reale le istanze che devono orientare le scelte operative e gestionali del sistema educativo e formativo, per definire l'identità e le caratteristiche professionali dei docenti.

La ricerca didattica, insomma, oltre a far in modo che possa progredire la conoscenza sulla professionalità insegnante è di fondamentale importanza poiché «educa chi educa, compenetrando l'identità magistrale al punto da diventare un valore aggiunto dell'ordinario "fare scuola" (e un beneficio formativo)» (Perla, 2010, p. 10).

Un'ulteriore sfida che si pone la ricerca pedagogico-didattica consiste nella restituzione, anche a livello sociale, del volto di un docente che abbia cura della sua etica professionale affinché possa davvero rappresentare, in un'epoca di crisi dell'autorità, un modello di virtù che si assume la responsabilità di insegnare, ma soprattutto di continuare ad apprendere dall'insegnamento (Rossini, 2022), se è vero quanto afferma Maria Zambrano, recuperando l'origine etimologica della parola, che il maestro, *magister*, è «più di quel che lui stesso era prima di arrivare a esserlo, il gradino superiore di una scala, la chioma di un albero. Ha dovuto arrivare a esserlo. È dunque un compimento, un termine più in là del quale non ve n'è nessun altro» (Zambrano, 2008, p. 111).

Un ultimo aspetto, non meno degno di nota, è il fatto che la ricerca educativa abbia, per sua stessa natura, il ruolo di porsi in dialogo con i decisori politici e i legislatori impegnandosi attivamente nell'indicare politiche educative, fondate dal punto di vista scientifico, che li rendano consapevoli delle riforme necessarie da attuare per il miglioramento del sistema scolastico, in uno scambio costante e generativo (Notti & Ferrantino, 2019). Ciò rappresenta un compito arduo e molto importante, dal momento che coloro che decideranno modalità di reclutamento e modelli di formazione dei docenti avranno una grande responsabilità, soprattutto in questa fase storica delicata e problematica, poiché da queste scelte dipenderà il futuro del nostro sistema scolastico e del nostro Paese, come ben affermava Mario Lodi nel 2011 nel suo discorso di saluto alla sessantesima assemblea del Movimento di Cooperazione Educativa:

La formazione professionale dei docenti, capaci di organizzare il lavoro scolastico liberando le capacità espressive, logiche e creative dei bambini, non è soltanto una questione pedagogica e burocratica, essa è prima di tutto un urgente problema politico nel quadro di un risanamento morale dell'intera società².

La ricerca educativa, in conclusione, può contribuire in modo determinante alla formazione di insegnanti competenti, intesi come «professionisti pensanti e creativi, cioè soggetti capaci di generare rivoluzioni concettuali nella loro pratica» (Mortari, 2009, p. 169) e disposti ad assumersi la piena responsabilità di educare gli studenti affinché agiscano nella società come cittadini autonomi, capaci di pensare liberamente e criticamente, consapevoli e partecipi della vita civile.

1.5 L'importanza della formazione iniziale degli insegnanti

Come si è sottolineato in precedenza, all'interno di uno scenario sociale e culturale estremamente complesso e in rapida evoluzione, il tema della formazione professionale dei docenti si colloca dentro un profondo ripensamento del ruolo della scuola e della funzione dell'insegnante nella società. Pur con sfumature differenti nei vari Paesi a causa di specifiche scelte scolastiche, culturali e politiche attuate in base alle tradizioni dei singoli contesti nazionali, questa problematica è considerata prioritaria per lo sviluppo dei sistemi economici e sociali.

² <http://www.educationduepuntozero.it/community/cipi-ancora-volo-4029247409.shtml?print=print> (ultima consultazione: 27 aprile 2023).

«La formazione dei docenti risulta emergenza prioritaria in funzione del raggiungimento di alti standard di qualità; una formazione che assicuri competenze che permettano agli insegnanti di essere protagonisti del funzionamento e agenti del cambiamento della scuola» (Grion, 2008, p. 18). Lo stesso piano ministeriale italiano di formazione dei docenti insiste sull'importanza di promuovere la crescita personale e professionale degli insegnanti quale volano del miglioramento del sistema scolastico e sociale nel suo complesso, investendo sulla formazione da intendersi non soltanto come mero adempimento formale, ma come scelta professionale fondata su un'ampia autonomia culturale e progettuale, didattica e di ricerca.

Nonostante il percorso formativo e la professionalità insegnante siano al centro del dibattito internazionale e l'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) ribadisca in numerosi documenti l'esigenza di un rinnovamento del corpo docente, che preveda il poter restituire a esso la competenza e la professionalità educativa e didattica che gli appartengono (Vannini, 2019), la realtà fotografata dall'ultima edizione dell'indagine internazionale TALIS³ 2018 non è rassicurante. Dai report dell'indagine, a cura dell'INVALSI⁴, possono essere estratti i seguenti risultati, relativi ai docenti di scuola secondaria di I grado:

- durante la formazione formale iniziale il 68,9% degli insegnanti è stato istruito sulla pedagogia della/e disciplina/e insegnata/e e il 72,0% sulla pedagogia generale; tale percentuale risulta nettamente inferiore sia alla media dei Paesi OCSE (pedagogia disciplinare 89,1%, pedagogia generale 92,0%) che alla media complessiva di TALIS (pedagogia disciplinare 90,1%, pedagogia generale 92,5%);
- anche per quanto concerne la didattica disciplinare si rileva una differenza tra Italia e Paesi OCSE-TALIS, anche se meno marcata, con l'84,8% dei docenti italiani che ha ricevuto insegnamenti legati alla didattica della propria disciplina contro l'87,8% OCSE e l'88,8% di TALIS;

³ Indagine comparativa internazionale dell'OCSE sull'insegnamento e l'apprendimento (*Teaching and Learning International Survey* - TALIS) che ha coinvolto, nell'ultima edizione, 48 paesi ed economie diverse allo scopo di rilevare informazioni utili a descrivere gli ambienti di apprendimento nelle scuole e l'azione di insegnanti e dirigenti scolastici. La popolazione internazionale destinataria di TALIS è composta da insegnanti della scuola secondaria di I grado e dai loro dirigenti scolastici nelle scuole pubbliche e private. In ciascun Paese è stato selezionato un campione casuale rappresentativo di circa 4.000 insegnanti e dei loro dirigenti scolastici in 200 scuole. Considerando tutte le componenti dell'indagine, hanno risposto circa 260.000 insegnanti, che rappresentano più di 8 milioni di insegnanti in 48 paesi ed economie partecipanti. In Italia, 3.612 insegnanti della scuola secondaria di I grado e 190 dirigenti scolastici hanno compilato i questionari TALIS.

⁴ www.invalsi.it/invalsi/ri/talis/doc/tabelle_nazionali_finale.pdf (ultima consultazione: 12 aprile 2023).

- in Italia, il 18,8% degli insegnanti dichiara di aver partecipato, al momento del reclutamento nella scuola attuale, a qualche attività di inserimento formale, ovvero azioni specifiche volte a favorire l'avvio alla professione dei nuovi docenti e a facilitare l'inserimento di docenti con esperienza in un nuovo contesto scolastico, rispetto al 29,4% degli insegnanti dei Paesi OCSE e al 32,2% di TALIS. Lo stesso vale per le attività di inserimento informale, ovvero quelle organizzate come attività separate, senza un programma strutturato, dove si rileva per l'Italia una percentuale del 17,3% contro il 34,7% OCSE e il 35,6% di TALIS.

Questi dati mettono in evidenza che vi siano criticità significative sia nei programmi di istruzione o formazione formale iniziale che rivelano, soprattutto per la scuola secondaria di I grado, ma lo stesso discorso potrebbe essere esteso alla secondaria di II grado, mancanza di preparazione adeguata sulla pedagogia disciplinare e generale e sulla didattica delle discipline insegnate, che in quelli di inserimento formale o informale dei docenti nel momento critico del reclutamento iniziale, con tassi di partecipazione alle iniziative formative tra i più bassi rispetto ai Paesi coinvolti nell'indagine. Altro aspetto particolarmente negativo è il fatto che risulti praticamente inesistente in Italia la figura del *mentor* (5%) per chi è a inizio carriera, ovvero con meno di cinque anni di servizio nella scuola: nonostante i dirigenti scolastici sia nei Paesi OCSE (54,4%) che in Italia (46,5%) considerino importante il *mentoring*, ovvero una struttura di supporto interna alla scuola in cui i docenti più esperti offrono sostegno ai docenti con minore esperienza per il miglioramento generale del rendimento degli studenti (da non confondere con il tutoraggio obbligatorio dei neo-assunti), in Italia solo il 5,1% degli insegnanti è stato coinvolto in questo genere di attività nell'ambito di un accordo formale presso la scuola, contro il 21,9% OCSE e il 25,1% di TALIS. Tuttavia, in Italia i docenti neoassunti devono obbligatoriamente essere seguiti da un tutor nel loro anno di prova.

Sempre nei risultati di TALIS⁵ infine, come accennato nell'Introduzione, si evince che in Italia gli insegnanti coinvolti nell'indagine hanno in media 49 anni, età superiore alla media degli insegnanti dei Paesi OCSE e delle economie che partecipano a TALIS (44 anni) e che il 48% degli insegnanti in Italia ha 50 anni e più (media OCSE 34%). Il dato relativo a una età media elevata del corpo docente italiano è confermato anche dal rapporto OECD *Education at a Glance* 2019 secondo cui nella scuola primaria gli insegnanti

⁵ https://www.oecd.org/education/talis/TALIS2018_CN_ITA_it.pdf (ultima consultazione: 12 aprile 2023).

sopra i 50 anni sono il 56%, contro il 33% OCSE e nella secondaria di II grado sono il 63% rispetto a una media OCSE del 40% (OECD, 2019).

Questi dati, pur mitigati dai profondi cambiamenti demografici (calo della natalità, conseguente calo degli studenti e quindi del fabbisogno di insegnanti), ci segnalano che anche nei prossimi anni si potrà assistere ad un importante e costante *turn over* del corpo docente, soprattutto nella scuola secondaria di secondo grado (Magni, 2019, p. 20).

In questo contesto emerge chiaramente come sia necessario ricercare un atteggiamento di cura verso la competenza dell'insegnamento «al fine di garantire ad essa quegli strumenti concettuali e metodologici utili a comprendere e ad agire efficacemente all'interno di situazioni educative e didattiche complesse» (Vannini, 2018, p. 14). Le istituzioni formative sono chiamate a progettare e proporre percorsi coerenti ed efficaci, in grado di fornire strumenti adeguati a leggere e comprendere una realtà complessa e in costante evoluzione e trasformazione, in cui anche il cambiamento del paradigma educativo da statico e immutabile a dinamico diventa determinante (Marzano, 2013).

La complessità del profilo professionale del docente risulta, come si è discusso, centrata sul costrutto della competenza, in cui si intrecciano conoscenza dichiarativa, sapere procedurale e aspetti metacognitivi, ma non può esaurirsi in esso poiché altrimenti l'insegnante sarebbe assimilabile a un mero "tecnico dell'istruzione"; a integrazione vi è infatti anche la dimensione della "consapevolezza" in senso storico-culturale, epistemologico, psico-sociale e storico-pedagogico (Baldacci *et al.*, 2022).

Secondo questo paradigma diviene necessario ridisegnare il profilo del docente, il quale risulta essere sicuramente "erudito" nel senso di chi conosce profondamente la propria disciplina, detenendo la padronanza dei contenuti, ma anche la consapevolezza dell'odierna dinamica sociale dei saperi; "maestro" nel senso di chi desidera insegnare ciò che conosce mediante metodologie appropriate, ma anche consapevole della realtà dei soggetti destinatari dell'insegnamento; "ricercatore" o "professionista riflessivo", ovvero in grado di manipolare gli artefatti della formazione intesi quali mediatori didattici, strumenti e metodologie, ma anche rappresentazioni e credenze implicite quali pilastri delle epistemologie del pensiero insegnante, che la riflessione pedagogica ha il compito di portare alla luce attraverso esperienze di formazione e sviluppo professionale. Come afferma Perla:

Nell'agire dell'insegnante c'è molto più di quanto quest'ultimo "sappia e possa" governare, un universo di affetti, tensioni, assunti di senso comune, credenze, epistemologie ingenuie, ragionamenti abduktivamente fortemente connessi con l'immagine di sé e con l'esistenza sociale che rendono la pratica insegnativa qualcosa di molto diverso da un progetto ingegneristico» (Perla, 2010, pp. 7-8).

Le pratiche formative, quindi, dovrebbero essere in grado di far emergere anche le dimensioni implicite dell'agire dell'insegnante oltre alla riflessività che, come richiamato nei paragrafi precedenti, risulta essere una dimensione di competenza chiave a supporto di una professionalità costitutivamente orientata alla cura educativa. La relazione educativa è infatti uno spazio cognitivo ed emotivo in cui sono presenti riflessione e azione, intenzionalità e impegno, che si uniscono per favorire la migliore espressione di ogni persona. Sempre per riprendere le riflessioni di Perla nel suo testo "Didattica dell'implicito":

La magistralità non è un attributo soltanto intellettuale, né soltanto professionale. È soprattutto un saper essere culturalmente fondato, è consapevolezza del senso di avventura umana dischiuso dall'incontro affettivo ed etico con la persona dell'allievo, è esattamente l'opposto di quella "cultura del fare" nella quale si è stemperato negli ultimi anni il significato di insegnamento e di formazione all'insegnare (*Ivi*, p. 11).

La formazione degli insegnanti in Italia risulta solitamente caratterizzata da tre momenti distinti: la fase formale iniziale o *pre-service*, la fase denominata *induction*, ovvero l'insieme dei processi di inserimento degli insegnanti novizi nelle comunità di pratiche e la fase della vera e propria maturità professionale, *in-service*, sebbene l'ottica prevalente sia comunque quella dell'apprendimento permanente lungo tutto l'arco della vita professionale, come indicato dalla normativa europea (Agrusti, 2020).

Come si è discusso in precedenza, solitamente la differenza tra un docente esperto e un novizio sta nel fatto che l'insegnante dotato di esperienza è in grado di agire in contesto, adattando e rimodulando la sua azione didattica sulla base delle situazioni che via via si presentano ed essendo in grado di cogliere i particolari salienti che gli permettano di prendere decisioni efficaci. Marguerite Altet, promotrice delle prospettive di ricerca-formazione sin dai primi anni Novanta, osserva come:

[...] le competenze dell'insegnante professionista derivino dall'interazione di differenti "saperi" distinguibili in due principali categorie: i saperi "teorici", che comprendono i saperi "da insegnare" (quelli disciplinari) e quelli "per insegnare" (pedagogici, didattici, della cultura insegnante); i saperi pratici o d'esperienza, acquisiti sul campo, che comprendono i saperi "sulla pratica" (cioè procedurali, sul come fare) e quelli "della pratica" (il sapere quando e dove). Sono questi ultimi che determinerebbero la differenza tra una pratica esperta e competente, perché capace di un adattamento in situazione» (Pastori, 2017, p. 186).

La riflessività, in questo contesto, risulta di fondamentale importanza per la gestione della complessità che caratterizza la professione insegnante. Per questo sarebbe auspicabile, già nel momento della formazione iniziale degli insegnanti, progettare traiettorie che siano focalizzate alla promozione della pratica riflessiva, intesa come orientamento complessivo da attribuire ai percorsi formativi, in sinergia con la ricerca per la qualificazione della scuola attraverso la professionalità docente (Montalbetti, 2005). Si tratta quindi di porre particolare attenzione soprattutto al delicato momento della formazione iniziale degli insegnanti, dove l'Università e il mondo della Ricerca e la Scuola hanno il compito di lavorare in stretta collaborazione. L'idea sottesa è proprio quella della formazione "come ricerca", ovvero come "conoscenza sulla pratica".

La conoscenza, in questa ottica, nasce quando l'insegnante considera la classe e la scuola come terreni di investigazione intenzionale, utilizzando le conoscenze e le teorie prodotte da altri come materiale generativo per interrogativi e interpretazioni. In questa prospettiva l'insegnante apprende e genera una conoscenza sulla pratica interagendo all'interno di comunità di ricerca per teorizzare e ricostruire il proprio lavoro e connettersi a questioni di carattere più generale (pedagogiche, sociali, culturali e politiche). L'evento formativo si caratterizza in termini di ricerca basata sulla relazione tra esperienza professionale e riflessione su di essa, in una logica di apprendere "con" l'azione: la formazione diviene un'opportunità di rielaborazione della pratica professionale in rapporto a un quadro concettuale ed euristico, in una logica assimilabile al paradigma di riflessività proposto da Schön (Castoldi, 2015, pp. 18-19).

Inoltre, come accennato poc'anzi in relazione ai saperi impliciti, un altro aspetto ritenuto fondamentale nel dibattito pedagogico-didattico è legato proprio alla presenza, nelle azioni dei docenti, di quei saperi sommersi a cui gli insegnanti attingono per compiere le

loro scelte didattiche. Si tratta di teorie implicite e credenze legate a preconcoscenze, ovvero conoscenze allo stadio pre-riflessivo, che Bruner (1992) definiva con il termine “pedagogie popolari”. Pertanto:

Affinché il docente sia messo nelle condizioni di poter passare dal sistema delle credenze, implicite e talvolta magmatiche, ad un sapere più consapevole, dall’habitus routinario e da forme di ripensamento più intuitive a forme di analisi più sistematiche, è necessario intervenire per introdurre e consolidare modalità regolari e organizzate di pensiero riflessivo (Nigris, 2018b, p. 29).

Quindi, è compito di chi si occupa di formazione degli insegnanti, soprattutto nella fase iniziale, progettare percorsi che possano aiutarli a sviluppare forme di riflessione e ragionamento sistematiche, che li rendano in grado di analizzare in profondità le situazioni e le azioni didattiche. Una possibilità concreta è il modello della ricerca-formazione collaborativa, che rappresenta una frontiera di lavoro tra Università e Scuola, il quale:

[..] basato sull’analisi delle pratiche educative e discendente dal paradigma della didattica dell’implicito, consente di ri-teorizzare l’insegnamento valorizzando il sapere dei pratici e di mettere in discussione i modelli attuali di formazione, oggi costruiti “in alternanza” fra teoria e pratica, con una predominanza netta della teoria sulla pratica. La formazione insegnante attraverso la ricerca consente di superare la storica distinzione gerarchica fra ricercatori di Didattica e insegnanti delle Scuole (Perla & Vinci, 2021, p. 38).

Si comprende in questo contesto come sia determinante, nella strutturazione dei piani di formazione iniziale degli insegnanti, il rapporto tra Università e Scuola, che si intersechi anche successivamente nella formazione in servizio e nello sviluppo professionale. L’obiettivo è quello di formare gli insegnanti affinché imparino a riflettere sulla pratica dell’insegnamento e ad apprendere dall’esperienza in modo intelligente, secondo un modello integrato che veda l’insegnamento come:

[...] un campo di problemi, da affrontare in maniera altamente pensante e in uno spirito di ricerca, secondo un processo in cui: porsi domande, formulare ipotesi di lavoro, sperimentarle, riflettere sui risultati e tornare così a porsi nuove domande, e via di seguito. Così configurato, l’insegnamento diviene una ricerca-azione continua (Baldacci, 2020, pp. 33-34).

Secondo questo paradigma, la competenza metacognitiva diviene dunque cardine per strutturare la regia didattica esercitata dal docente. Risulta necessario, pertanto, chiedersi come sia possibile promuovere percorsi di ricerca-azione e di ricerca-formazione in grado di tenere insieme innovazione e sperimentazione e di valorizzare l'analisi delle pratiche professionali in vista della costruzione di una cultura pedagogica condivisa a livello scolastico e universitario. Occorre pensare e sistematizzare percorsi formativi in ambito universitario che vadano oltre il tecnicismo per rafforzare la preparazione alla ricerca e l'acquisizione di competenze riflessive, il rapporto circolare teoria-pratica, la ricerca-sperimentazione e, dal punto di vista metodologico, che incentivino la collegialità nella formazione al fine di favorire lo scambio e il confronto all'interno di gruppi di lavoro, pensando anche a gettare le basi di una sorta di continuità tra la formazione iniziale e quella in servizio.

In conclusione, per migliorare la competenza del personale docente serve affrontare la questione della formazione iniziale secondo una visione di sistema che progetti l'edificazione di una scuola di qualità, equa e inclusiva, come auspicato dall'Agenda 2030 nell'obiettivo 4, come agenzia educativa aperta al territorio, in dialogo collaborativo con tutti gli attori della comunità educante e che sostenga nel tempo lo sviluppo della dimensione professionale e dell'identità degli insegnanti.

1.6 Il rapporto tra Didattica generale e Didattiche disciplinari

La didattica, definita come scienza dell'insegnamento, nella sua accezione più attuale può essere considerata come "ricerca", ovvero come:

[...] una disciplina orientata alla comprensione del fenomeno dell'insegnamento, più che alla sua regolamentazione. [...]. L'espressione "ricerca" condensa questa prospettiva di sapere "con" gli insegnanti: l'insegnante non è più destinatario di un sapere "altro", estraneo alla sua pratica, bensì diviene fonte del sapere, produttore di un sapere autonomo a partire dalla sua stessa esperienza (Castoldi, 2015, pp. 11-12).

Questo sapere autonomo consente al docente sia di scegliere quale sia il dispositivo di insegnamento più appropriato in base alla situazione, sia di mettere in atto quei processi di riflessione sull'azione didattica e di esplicitazione del proprio sapere che sono alla base della consapevolezza dell'agire e permettono l'attivazione dei processi di regolazione e

mediazione che sono alla base dell'insegnamento nell'ottica della crescita professionale e personale (Rossi, 2011). Nella stessa prospettiva si colloca il pensiero di Laneve, quando afferma che la didattica «studia l'insegnamento, in quanto tale, vale a dire (l'analisi di) tutto quello che si fa (=la creazione delle condizioni favorevoli) perché un soggetto, che voglia imparare, apprenda conoscenze relative ai diversi saperi» (Laneve, 2005 – citato in Castoldi, 2015). Sempre riprendendo il pensiero di Laneve:

La didattica, quindi, non si limita alla trasmissione di un sapere, alla presentazione di una disciplina, all'innalzamento quantitativo delle conoscenze, bensì sostiene, nel “soggetto che apprende”, l'impegno delle sue qualità-capacità profonde, ne favorisce la misura-scelta degli atteggiamenti personali, ne alimenta la prospettazione degli orizzonti progettuali, sì che la curiosità della mente, l'audacia del pensiero, il desiderio di verità, l'amore per l'oggetto di studio ne caratterizzino una componente altrettanto sostanziale quanto l'eshaustività informativo-cognitiva e il rigore metodologico-procedurale (Laneve, 2005, p. 7).

Pertanto, indagando il costrutto della professionalità docente, non si può non considerare il rapporto tra i due ambiti di esercizio della professionalità insegnante, ovvero la Didattica generale e quella disciplinare. Come affermano Perla e Martini, infatti, «lo sviluppo professionale degli insegnanti partecipa al duplice processo di disciplinarizzazione della didattica, ossia alla costruzione di un ambito di studi didattici, declinato sia in direzione generale sia in direzione disciplinare» (Perla & Martini, 2019, p. 59). La didattica nel tempo si è resa disciplina autonoma rispetto alla pedagogia e, allo stesso modo, si può riconoscere alla Didattica generale e alle Didattiche disciplinari il ruolo di scienze empiriche indipendenti. Anche se l'azione del docente è sostanzialmente unitaria, tuttavia ad essa contribuiscono entrambe le Didattiche in modo peculiare. Riprendendo il pensiero di Perla e Martini:

[...] l'insegnamento scolastico si pone al crocevia di tre àmbiti di studio distinti: il “Sapere” disciplinare, la “Didattica generale” e la “Didattica disciplinare” specifica. Tali àmbiti infatti assumono a proprio oggetto, seppur da differenti punti di vista, “l'insegnare e l'apprendere qualche cosa”. In particolare, il processo di insegnamento/apprendimento di una certa disciplina, in quanto centrato su un dominio di sapere specifico è interessato alla “riflessione epistemologica” su di esso, sulle sue componenti epistemiche e metodologiche; in quanto processo formale che ha luogo all'interno dell'istituzione scuola, esso è oggetto anche della

“Didattica generale” la quale ne individua fini e mezzi, ovvero principi teorici e modelli operativi; infine, in quanto processo finalizzato alla trasmissione in chiave formativa di un particolare sapere, esso sollecita l’interesse della “Didattica disciplinare” che ne indaga gli specifici fenomeni e problemi (*Ivi*, p. 66).

Talvolta, si tende a semplificare la diversità tra i due ambiti indicando la Didattica generale come responsabile dei processi, delle metodologie e dei modelli dell’insegnamento, mentre quella disciplinare dei saperi specifici, della trasposizione didattica e della scelta dei mediatori; tuttavia, tale distinzione non è opportuna poiché esse sono sempre in stretta relazione nei saperi insegnati (Rossi, 2011) dal momento che intercettano lo stesso campo di esperienza, quello dei processi di insegnamento e apprendimento scolastico. Chiaramente, pur osservando lo stesso oggetto, esse hanno sguardi e prospettive diverse che sorgono dai modelli teorici ed epistemologici a cui fanno riferimento. Come sottolinea Martini: «esse guardano allo stesso “dominio di realtà”, ma non vedono in esso le stesse “cose”, non rilevano gli stessi “fatti”, essendo ogni “osservazione” sempre sottomessa ad una “interpretazione”, né elaborano su di essi le medesime conclusioni» (Martini, 2000, p. 11). Ciò che serve, dunque, è la promozione di un confronto costruttivo tra gli schemi di ragionamento di ognuna poiché se, come si è sottolineato in precedenza, il riferimento per l’insegnamento è quello di un professionista riflessivo e ricercatore, è fondamentale una preparazione che si fondi su entrambe le prospettive, in un doppio regime generale/disciplinare in cui esse debbano necessariamente porsi in uno stretto e costante dialogo tra di loro (Rossi, 2011). Pertanto:

[...] la relazione tra Didattica generale e Didattiche disciplinari riguarda la possibilità di rivolgere alle situazioni di insegnamento e apprendimento uno sguardo molteplice, che integra e modula quadri epistemologici, approcci e strumenti metodologici diversi, promuovendo una costruzione di conoscenza più acuta, ricca e pluralistica di quella che saremmo in grado di raggiungere a partire da un unico campo di ricerca (Perla & Martini, 2019, p. 1).

Il confronto e lo scambio continuo tra i contributi e i risultati di ricerca della Didattica generale, in ambito pedagogico, didattico e docimologico e quelli delle Didattiche disciplinari nei diversi contesti specifici di insegnamento è cruciale per sviluppare percorsi di formazione basati su una riflessione seria e congiunta relativa alla professionalità insegnante; l’obiettivo è poter approfondire maggiormente lo studio delle relazioni e dei

processi che hanno luogo all'interno del cosiddetto "triangolo didattico" insegnante-alievo-sapere, inteso come schema concettuale e sistema didattico invariante nelle situazioni di insegnamento e apprendimento (Martini, 2000).

Il dialogo fra le Didattiche ha portato a studi scientifici molto approfonditi a livello nazionale e internazionale sul ruolo delle diverse discipline e sulle epistemologie dei saperi pedagogico-didattici. L'atteggiamento che occorre coltivare nell'incontro tra Didattica generale e disciplinare è quello che Bachelard denominava "vigilanza epistemologica" all'interno dello spazio della trasposizione didattica in cui vengono esercitate le competenze professionali primarie del docente. Sempre riprendendo il pensiero della Martini:

[...] il contributo delle Didattiche disciplinari alla Didattica generale, dalla quale derivano sia l'approccio empirico che l'impianto metodologico, non si risolve nella possibilità, comunque preziosa, di restituire ad essa esempi ricchi e convincenti, ma nella capacità di esibire un proprio "oggetto" di riflessione teorica, un "linguaggio" proprio, nonché "concetti" in grado di assolvere, in chiave problematica, a funzioni descrittive e predittive dei fenomeni didattici» (*Ivi*, pp. 150-151).

Da questa prospettiva, le idee di "trasposizione didattica" così come la "teoria degli ostacoli" o quella delle "situazioni di apprendimento" a cui si farà breve cenno nei prossimi capitoli, costituiscono esempi di concetti specifici di questo ambito di riflessione. L'insegnante, per essere efficace, deve possedere:

Piena padronanza nel modulare il passaggio dal sapere scientifico al sapere da apprendere: [ovvero] dimostrare che l'apprendimento della logica interna di una disciplina (con quanto implica di idee organizzatrici e di coerenza) predispone a conseguire (da parte del discente) la mentalità necessaria per sostenere processi di autoapprendimento, per possedere creativamente i vari saperi e per operare personalmente la ricerca. In questo senso la didattica non banalizza la disciplina, né si limita la divulgazione del sapere, ma rappresenta la capacità di farla vivere e di farlo vivere in sempre più vasti e attraenti contesti (Laneve, 2005, p. 111).

In conclusione, l'analisi della pratica può realmente costituire il vero terreno di incontro e di scambio tra le Didattiche, come afferma Rossi:

Focalizzare l'attenzione sull'azione, come spazio sinergico in cui intervengono differenti discipline, in questo caso la didattica generale e le didattiche

disciplinari, può favorire il superamento dei problemi determinati dalla parcellizzazione disciplinare, senza negare l'autonomia delle discipline stesse (Rossi, 2011, p. 70).

1.7 Quali professionalità per la formazione iniziale dei futuri docenti di scuola primaria?

Nei precedenti paragrafi si è cercato di delineare quale sia l'idea più attuale di professionalità per l'insegnante e come sia di fondamentale importanza promuovere una specifica formazione iniziale dei docenti adatta a un contesto scolastico e sociale in continua evoluzione e trasformazione. A questo punto è necessario tracciare una sintesi del percorso svolto per poi proiettare la riflessione sul ruolo della didattica universitaria, in collegamento con il mondo della ricerca educativa, nella formazione iniziale dei futuri docenti nell'ambito del corso di laurea in Scienze della formazione primaria, che rappresenta il nostro campo di interesse.

Alla luce di tutte le istanze emerse, è necessario tratteggiare alcune coordinate che possano tessere insieme le diverse intenzionalità pedagogiche dentro l'attuale quadro politico, istituzionale e legislativo. Come prima considerazione, è opportuno sottolineare la portata innovativa e modellizzante del corso di laurea in Scienze della formazione primaria che si propone il nobile obiettivo di "insegnare a insegnare", costituendo attualmente in Italia l'unica proposta organica e integrata di formazione dei futuri insegnanti (Agrusti, 2022).

L'intento del corso di laurea LM-85 bis, come si evince dagli obiettivi formativi specifici del corso di laurea e dalla descrizione del percorso formativo nella Scheda Unica Annuale, ad esempio, dell'Università Cattolica del Sacro Cuore, è proprio quello di delineare un profilo professionale caratterizzato da specifiche conoscenze e competenze in ordine a:

1. conoscere criticamente i fondamenti epistemologici delle scienze umane e pedagogiche, dei paradigmi culturali soggiacenti alle teorie e alle pratiche educativo didattiche;
2. conoscere i fondamenti delle discipline scientifiche, dei paradigmi culturali soggiacenti alle teorie e alle pratiche didattiche;
3. conoscere criticamente le dimensioni storiche e sociali dei modelli e delle istituzioni educative e scolastiche;

4. conoscere e analizzare criticamente i bisogni educativi e formativi dell'età evolutiva acquisendo la capacità di leggere la realtà del singolo bambino così come quella del gruppo;
5. possedere adeguate competenze nella progettazione educativo-didattica dei percorsi formativi e nella predisposizione di opportuni percorsi individualizzati;
6. possedere idonee competenze pedagogico-didattiche in grado di favorire la progressione degli apprendimenti adeguando i tempi e le modalità nel rispetto delle capacità dei diversi alunni;
7. essere in grado di scegliere e strutturare i contenuti disciplinari a partire dalla personalità degli alunni e orientandoli verso i traguardi previsti per la scuola dell'infanzia e primaria;
8. essere in grado di scegliere e di utilizzare metodologie didattiche (con una viva attenzione anche alle potenzialità delle nuove tecnologie informatiche) e soluzioni organizzative più adeguate ai percorsi previsti;
9. possedere capacità relazionali adeguate a promuovere in classe un clima apprenditivo positivo, centrato sul rispetto reciproco e sulla convivenza democratica tra culture e religioni diverse, offrendo stimoli e percorsi appropriati per la crescita negli alunni di comportamenti responsabili, solidali e orientati alla ricerca di verità e giustizia;
10. saper collaborare collegialmente all'interno delle istituzioni scolastiche al fine di individuare soluzioni organizzative adeguate e di elaborare progettazioni educativo-didattiche condivise e orientate all'ascolto partecipe di scelte ed esigenze educative delle famiglie e del territorio;
11. saper valutare e adeguare i percorsi educativi e formativi in itinere e al termine della loro realizzazione in merito ai processi e ai traguardi raggiunti;
12. saper documentare i percorsi formativi progettati, le pratiche didattiche svolte e le valutazioni raccolte anche come modalità autoriflessiva sulla professione docente⁶.

Per poter costruire un profilo di competenza professionale di questo calibro occorre individuare alcuni obiettivi formativi fondamentali e su questi costruire un percorso educativo che tenga conto anche e soprattutto delle istanze che provengono dal mondo della ricerca educativa. Servono inoltre risorse *ad hoc* per la formazione degli insegnanti che diano la

⁶ Scheda Unica Annuale-CdS LM 85-bis, Università Cattolica del Sacro Cuore <https://www.university.it/index.php/scheda/sua/47050> (ultima consultazione: 5 maggio 2023).

possibilità di creare percorsi coerenti che connettano la formazione iniziale con quella in servizio, nell'ottica del *lifelong learning*, secondo un modello integrato e connesso tra saperi accademici ed esperienza continuativa sul campo, per la crescita progressiva della teoria e della pratica in modo ricorsivo. L'obiettivo primario è migliorare la qualità della scuola attraverso gli insegnanti e, nello stesso tempo, fornire alla ricerca pedagogico-didattica nuova linfa per cercare ulteriori traiettorie di sviluppo del sapere. Occorre lavorare quindi non solo sulle metodologie, ma anche sugli atteggiamenti dei futuri insegnanti, far emergere concezioni, credenze, disposizioni preliminari, consapevolezze educative e formative in vista della costruzione della capacità di orientare gli apprendimenti degli studenti secondo precise direzioni (Trincherò, 2022).

L'approccio per competenze sta condizionando radicalmente le pratiche pedagogiche ampliando/amplificando le esperienze sul campo e producendo una significativa innovazione dell'azione didattica, dell'organizzazione delle attività, delle tecniche/tecnologie utilizzate. [...] Se, infatti, l'insegnante si propone di far raggiungere agli studenti il traguardo della competenza, l'azione didattica cambia considerevolmente nell'orientamento e nei principi a cui ispirare la prassi: è richiesta la competenza professionale relativa alla predisposizione di percorsi formativi efficaci, all'allestimento e alla gestione degli ambienti e delle situazioni di apprendimento, all'accertamento degli esiti conseguiti dagli allievi, per citare solo alcuni nodi cruciali (Marzano, 2013, p. 12).

Si rende necessario dunque formare un insegnante che sia un "progettista di formazione" a partire dalle Indicazioni nazionali e non un "esecutore" di programmi o di unità di apprendimento, che sviluppi competenze negli alunni in un'ottica europea e metta in campo risorse professionali *ad hoc* rispetto alle diverse fasce di età, favorendo la continuità tra i gradi scolastici e puntando sull'integrazione continua tra teoria e pratica (Trincherò, 2022).

Servono modelli di formazione iniziale in grado di creare delle connessioni stabili tra Didattica generale e Didattiche disciplinari, nel rispetto della specificità di ciascun ambito in un'ottica di transdisciplinarietà, per superare la parcellizzazione del sapere e costruire reali percorsi formativi ed educativi basati sul pensiero progettuale e sul pensiero critico. È necessario quindi scardinare l'idea di una formazione dell'insegnante settorializzata e organizzata a compartimenti stagni, introducendo percorsi che si richiamino costantemente ai risultati della ricerca educativa. Dall'altro lato, quanto più la ricerca stessa sarà

fondata su solide basi scientifiche, tanto più potrà fornire ai formatori risultati validi e attendibili che possano realmente essere alla base di scelte formative utili al miglioramento del sistema scuola (Notti, 2012).

Rispetto al dibattito e al confronto tra la Didattica generale e le Didattiche disciplinari, il corso di laurea in Scienze della formazione primaria può realmente costituire un valido laboratorio di sperimentazione, dove la co-progettazione e l'alleanza tra disciplinaristi e pedagogisti nei corsi accademici e nei laboratori didattici può risultare un fattore determinante in termini di innovazione e di miglioramento della qualità della formazione iniziale dei futuri docenti. Occorre dunque abbandonare modelli lineari di progettazione appiattiti sui contenuti a favore di modelli di co-costruzione del processo di insegnamento-apprendimento in cui la riflessione sull'azione didattica sia al centro di un pensiero critico e sia basata sull'analisi delle pratiche educative. La formazione iniziale degli insegnanti a livello universitario, dal punto di vista disciplinare, non deve dunque occuparsi di fornire percorsi già costituiti e preconfezionati, ma deve offrire prospettive, strumenti di consapevolezza, lavorando sui nuclei concettuali delle discipline e sugli obiettivi di lungo periodo dell'insegnamento, come ad esempio il saper gestire le difficoltà epistemologiche dell'insegnamento specifico.

Indagare inoltre su come la conoscenza disciplinare sia collegata al conseguimento di obiettivi educativi risulta fondamentale per la formazione dei docenti, per dare una visione completa, interdisciplinare e integrata della conoscenza stessa, che porti a ragionare sui problemi e non sulle singole materie di studio, riflettendo sui saperi di base sia delle discipline che della pedagogia e intrecciando continuamente le prospettive. L'obiettivo è che i futuri insegnanti acquisiscano la «capacità di guardare “dentro” e “attraverso” la pratica, per essere in grado di coglierne le competenze, le conoscenze, le abilità che la costituiscono. Si tratta di costruire saperi “empiricamente fondati e praticamente orientati”» (Grion, 2008, pp. 97-98).

Occorre altresì inserire progressivamente il futuro insegnante in un contesto comunitario, che lavori in una trama di rapporti interpersonali; le comunità di insegnanti funzionano quando sono realmente comunità di pratica, quando veramente gli insegnanti interagiscono, lavorano, costruiscono e progettano insieme, affrontando i reali bisogni degli allievi. Bisogna lavorare sugli atteggiamenti sin dall'inizio del percorso di formazione, perché non si educa da soli e non si progetta da soli ma lo si fa sempre in *team* e servono

numerose competenze per far funzionare quell'organizzazione complessa che è la scuola dell'autonomia (Trincherò, 2022). La scuola dell'infanzia e la scuola primaria, in particolare, hanno bisogno di insegnanti in grado di costruire competenze strategiche che sostengano non solo la predisposizione di efficaci ambienti di apprendimento, ma anche l'indispensabile collaborazione con le altre agenzie educative, partendo dalla famiglia. Si rende quindi necessario progettare percorsi di riflessione e formazione collettivi, non centrati sull'individualità ma sulla collegialità. Nel corso di laurea in Scienze della formazione primaria, questa sinergia è possibile dal momento che, come rileva Mantovani:

[...] crediamo che l'esperienza maturata all'interno di questo corso di laurea sia da considerare un'esperienza felice proprio per le caratteristiche delle persone che ci lavorano: i docenti universitari, che hanno tutti scelto di lavorare nella formazione degli insegnanti della scuola dell'infanzia e primaria e che considerano appunto come centrale l'attenzione alla relazione educativa (col bambino, fra bambini, fra adulti, fra scuola e famiglia, fra docenti e studenti universitari, fra docenti universitari e insegnanti della scuola ecc.) nella costruzione della professionalità insegnante e nel processo di insegnamento vero e proprio; i conduttori di laboratorio e i supervisori, che – anche per i criteri di selezione utilizzati – si sono mostrati orientati verso la formazione dei futuri insegnanti e di quelli in servizio, improntata agli aspetti intra e interpersonali oltre a quelli contenutistici e didattici; insegnanti ospitanti, che scelgono di dare la loro disponibilità a ospitare i nostri studenti per rinnovare il loro entusiasmo professionale e per rivedere il loro modo di lavorare con i bambini (Mantovani, 2004, pp. 28-29).

Se la scuola viene concepita come laboratorio di democrazia, come ereditato dal magistero Deweyano, e si è giunti alla consapevolezza che l'atteggiamento semplicistico verso la questione dell'insegnamento e della preparazione del corpo docente non possa più costituire un riferimento valido nel mondo attuale, occorre progettare un radicale ripensamento della formazione insegnante che deve muoversi nella direzione della costruzione di una professionalità che può realizzarsi solo in virtù di un modello di insegnante pratico-riflessivo, ricercatore e intellettuale, che agisca con consapevolezza e sia disposto a imparare costantemente lungo tutto il corso della sua vita.

2. LA CONOSCENZA PROFESSIONALE DELL'INSEGNANTE NELLA DIDATTICA DELLE SCIENZE

2.1 Introduzione

Nel primo capitolo si è più volte ripresa l'opzione epistemologica secondo cui esista un sapere degli insegnanti che si configuri come un "sapere pratico" e di conseguenza la professionalità docente risulti essere espressione di questo sapere, inteso come specifico contesto d'azione in cui il professionista si trova a operare. Ed è proprio a questa forma di conoscenza professionale specifica dell'insegnante a cui la maggior parte degli studi di analisi di pratica guarda come area particolarmente significativa per la ricerca e la formazione dei docenti, dal momento che si tratta di un «"sapere del pratico (insegnante)", che ha valore di conoscenza in sé e che può costituire per la ricerca didattica un oggetto assai interessante per comprendere l'insegnamento [...]» (Perla, 2010, p. 13).

A partire dagli anni Ottanta del Novecento, soprattutto in ambito statunitense, sono sorte numerose ricerche relative alla professionalità docente, focalizzate sul sapere pratico degli insegnanti. Nel 1986-1987, con gli studi di Shulman, l'attenzione della ricerca didattica si è spostata dalle teorie sull'apprendimento, necessarie ma non sufficienti in ambito didattico, a quelle tese a indagare il sapere professionale degli insegnanti. Queste teorie hanno portato alla nascita di alcuni costrutti, come quello del *pedagogical content knowledge* (PCK) e della *professional vision* degli insegnanti, che sono stati successivamente adottati dai ricercatori come quadro teorico di riferimento fondamentale per gli studi di settore; in particolare, il primo nell'ambito della didattica delle scienze, mentre il secondo della matematica. Questi lavori hanno determinato un ripensamento degli obiettivi stessi della formazione insegnante che, come si è esplicitato nel precedente capitolo, dovrà necessariamente essere sempre meno rivolta a far acquisire ai docenti strumenti e tecniche d'insegnamento predefinite, incapaci di adattarsi alle esigenze dei contesti educativi reali, e sempre più alla promozione di competenze analitiche in grado di guidare la riflessività. In questo contesto si andranno quindi ad analizzare i quadri teorici che si pongono alla base dello studio della conoscenza professionale dell'insegnante che verrà presentato nel quarto capitolo, a partire dalla teoria della "trasposizione didattica".

2.2 La trasposizione didattica

Come si è accennato nel primo capitolo, Marguerite Altet (2006) osservava come le competenze dell'insegnante professionista derivino fondamentalmente dall'interazione di differenti "saperi" distinguibili in due principali categorie: i saperi "teorici" prodotti dai ricercatori e messi a disposizione degli insegnanti – *savoirs à enseigner* e *savoirs pour enseigner* – e quelli "pratici" – *savoirs sur enseigner* e *savoirs de la pratique* – prodotti dagli stessi docenti nell'ambito dell'insegnamento e acquisiti sul campo. La connessione con il sapere risulta essere una questione chiave per l'insegnante in quanto, come afferma Martini:

È infatti il sapere che lo qualifica come insegnante "di" una particolare disciplina e che giustifica la sua relazione con l'allievo. Il rapporto che l'insegnante istituisce con il sapere quindi, sebbene non esaurisca le implicazioni connesse alla sua posizione all'interno del sistema didattico (essere l'esperto del contenuto non dovrebbe garantire, di per sé, che egli sia abilitato ad insegnarlo), contribuisce fortemente, di fatto, a precisarne le condizioni di funzionamento (Martini, 2000, p. 39).

Il problema è quindi quello del passaggio dal sapere teorico prodotto dalle comunità scientifiche e di ricerca al sapere che diventi oggetto di insegnamento. È proprio questo il cuore della teoria della "trasposizione didattica", formulata da Chevallard nell'ambito della didattica della matematica, secondo cui questo processo rappresenterebbe «il lavoro che di un oggetto del sapere da insegnare fa un oggetto di insegnamento» (Chevallard, 1985, p. 39). Anche Chevallard ipotizza differenti ambiti di sapere, in particolare il sapere sapiente o esperto (*savoir savant*), legato all'approfondimento specialistico delle discipline che avviene in ambito universitario e si riferisce alla dimensione prettamente scientifica del sapere stesso, il sapere da insegnare (*savoir à enseigner*) e il sapere insegnato (*savoir enseigné*), che sono invece riferiti all'ambito didattico (Martini, 2018).

La teoria della trasposizione didattica, successivamente ripresa ed estesa da altri autori come Develay, può essere sintetizzata secondo Castoldi nei seguenti momenti:

- selezione dei contenuti di sapere ("sapere sapiente", inteso come prodotto delle comunità scientifiche e di ricerca e dalle pratiche sociali di riferimento) ritenuti degni di essere inseriti in un programma di istruzione ("sapere da insegnare");

- trasformazione del contenuto di sapere prescelto allo scopo di farlo diventare oggetto di insegnamento (“sapere insegnato”);
- gestione del contenuto di sapere nel corso dell’azione didattica attraverso la dinamica di interazione tra la mediazione dell’insegnante e l’apprendimento degli alunni (“sapere appreso”) (Castoldi, 2015, p. 42).

Quindi il sapere sapiente, che si muove intorno a contenuti e oggetti culturali mediante specifici metodi di ricerca, linguaggi ed epistemologie proprie, necessita di forme di adattamento particolari nel momento in cui entra nella scuola per poter essere trasposto ed essere presentato nel modo adeguato agli studenti e alle loro capacità di apprendimento. Trasporre non significa trasmettere, ovvero comunicare dei contenuti; si tratta di riadattare i contenuti nella forma, nella quantità, nei linguaggi, per renderli adatti alla comprensione dei discenti. Quello che si verifica dunque è che «la trasposizione didattica genera un altro tipo di sapere» (Damiano, 2013, p. 146), ovvero in questo particolare processo che opera l’insegnante il sapere sapiente deve necessariamente assumere una nuova forma, che però non ne modifichi la natura né la struttura logica interna, affinché risulti adatto per essere insegnato e appreso. Sempre riprendendo il pensiero della Martini: «il sapere scolastico “non è”, quindi, un banale sottoinsieme del sapere esperto, ma semmai il prodotto temporaneo di un continuo e reiterato processo di mediazione che il sistema didattico realizza insieme alle altre istituzioni e in dipendenza di esse» (Martini, 2000, p. 40). Non si tratta neppure di una semplificazione del sapere scientifico, ma della formazione di un sapere nuovo che si mantiene con quello esperto in un rapporto di analogia (Rossi, 2011). La riduzione obbligatoria dei contenuti nel passaggio dal sapere sapiente a quello da insegnare deve mantenere intatta la formatività del sapere stesso; questo significa che i contenuti devono servire agli studenti per avere delle risposte agli interrogativi che la realtà pone. Tutti i saperi, infatti, non nascono per essere insegnati, ma per rispondere a bisogni concreti che emergono dalla quotidianità, dai problemi del reale. Per questo, la teoria della trasposizione didattica risulta fondamentale per svincolare l’insegnamento dalle sole teorie dell’apprendimento e per restituire al sapere il suo ruolo formativo, dal momento che:

Recuperare il polo “sapere” come termine mediano del sistema didattico apre così alla possibilità di ripensare l’influenza dei saperi ingenui sugli apprendimenti formali dei discenti alla luce del ruolo fondamentale che, all’interno del processo di

insegnamento-apprendimento, gioca la distinzione tra “forme scientifiche” e “forme didattiche” dei saperi, unitamente all’indagine delle loro reciproche relazioni (Tombolato, 2020, p. 56).

Una forma particolare di trasposizione didattica è la “mediazione didattica” che è il mezzo attraverso il quale docente e studente agiscono congiuntamente per costruire il sapere; essa costituisce il “terzo pedagogico” nella relazione educativa insegnante-allievo ovvero l’elemento mediatore nel rapporto insegnamento-apprendimento e si rivela istituyente nella scuola come “dispositivo” (Damiano, 2013). Riprendendo il pensiero di Castoldi:

La “mediazione didattica” dell’insegnante quindi, nel senso proposto da Damiano, si riferisce alla seconda e alla terza fase della trasposizione, ovvero al passaggio da “sapere da insegnare” a “sapere appreso”. Tale passaggio si esplica attraverso le diverse dimensioni dell’azione di insegnamento [...]: la dimensione relazionale-comunicativa, relativa alla gestione dell’interazione tra insegnante e allievi; La dimensione metodologica, relativa alle modalità di incontro tra gli allievi e i contenuti culturali; la dimensione organizzativa, concernente le diverse componenti del *setting* formativo (tempo, spazio, regole, raggruppamenti ecc.). Si tratta, con tutta evidenza, di dimensioni strettamente correlate, separabili solo a scopo didattico, pertanto nell’esercitare il suo ruolo di mediazione il docente non può che agire su tutte e tre, attraverso un processo di influenza reciproca» (Castoldi, 2015, p. 43).

La mediazione didattica si rende necessaria per concretizzare l’adattamento tra le strutture disciplinari, che rendono formativo un sapere, e le strutture conoscitive dei discenti. L’impiego della mediazione didattica, integrata nelle sue quattro componenti – attiva, analogica, iconica e simbolica (Damiano, 2013) – entra in gioco nel momento dell’azione didattica, ovvero quando viene predisposto il *setting* in cui l’agire didattico si struttura, nel quale i contenuti disciplinari devono essere trasposti alla classe; essa è necessaria affinché le conoscenze non vengano proposte solamente nella forma simbolica poiché questo unico mediatore è debole, troppo astratto e formalizzato e non ottiene la trasposizione effettiva del sapere ai discenti.

Nel triangolo didattico a tre poli insegnante-allievo-sapere, quindi, il sapere scolastico (da insegnare, insegnato e appreso) non costituisce un polo univoco, ma è sempre in rapporto al sapere scientifico (sapiente). Operare la trasposizione didattica è fondamentale poiché la disciplina di insegnamento non può essere trasferita *sic et simpliciter* in classe; il sapere

deve sempre essere trasformato in una forma che lo renda adatto a essere insegnato. La trasposizione didattica, operando il collegamento tra sapere scientifico e sapere scolastico, comporta la creazione da parte del docente delle condizioni pedagogiche ed epistemologiche per favorire questo delicato passaggio, facendo in modo che il sapere scolastico rimanga strettamente connesso a quello scientifico da cui proviene. Questo comporta da una parte la vigilanza sulla disciplina, affinché non venga tradita in sede di insegnamento, e dall'altra il controllo delle condizioni di possibilità dell'apprendimento disciplinare stesso, in un bilanciamento sofisticato dal punto di vista dell'allestimento didattico tra componente disciplinare e didattica. Ciò si traduce nel fatto che il sapere scolastico che l'insegnante propone agli studenti debba rispettare il progetto conoscitivo della disciplina da cui proviene; i riferimenti specifici sono costituiti dai principi di "vigilanza pedagogica", che consiste nel saper cogliere le istanze di tipo formativo ed etico-sociale della disciplina, ed "epistemologica", che comporta l'aderire alla forma esperta della disciplina promuovendone gli elementi costitutivi.

In conclusione, l'insegnante è chiamato a lavorare assiduamente sui processi di trasformazione del sapere scientifico in sapere scolastico oggetto di insegnamento e apprendimento, considerando anche gli obiettivi e i destinatari della trasposizione didattica; così facendo, ha la possibilità di riflettere continuamente sull'essenza, sullo sviluppo e sul potere formativo della disciplina che insegna e di generare conoscenza significativa dalla quale possa scaturirne di nuova, nella dinamica di evoluzione continua che caratterizza il progresso scientifico (Tombolato, 2020).

2.3 Il costrutto del *pedagogical content knowledge*

All'interno del dibattito internazionale relativo alla formazione degli insegnanti l'attenzione al sapere pratico e il riconoscimento scientifico di questo sapere professionale hanno portato alla creazione, da parte dei ricercatori, di diversi costrutti che si pongono come obiettivo la modellizzazione della conoscenza professionale del docente, fondamentale anche per attuare il passaggio dal sapere scientifico a quello scolastico, e sull'esplicitazione dei suoi costituenti. Questi costrutti vengono denominati in modo diverso nelle varie tradizioni e nei differenti contesti, anche sulla base del quadro storico e concettuale in cui sono nati e si sono sviluppati. Tuttavia, la maggior parte degli studi sulla professionalità che indagano il sapere degli insegnanti prendono avvio dalle ricerche

di Shulman sul pensiero dei docenti, il cosiddetto *Teachers' Thinking*, focalizzando il fatto che l'insegnamento risulta essere l'azione di veri e propri professionisti della formazione (Rossi, 2011).

Il costrutto del *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), locuzione che viene tradotta nel contesto italiano come “conoscenza pedagogica della materia” o “conoscenza pedagogica del contenuto” o ancora come “conoscenza del contenuto pedagogico”, viene introdotto alla fine degli anni Ottanta del Novecento dallo psicologo americano L. Shulman e perfezionato successivamente dai suoi colleghi e allievi. Egli, nell'articolo del 1987 “*Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform*”, definisce il PCK nel seguente modo:

[...] *pedagogical content knowledge, that special amalgam of content and pedagogy that is uniquely the province of teachers, their own special form of professional understanding. [...] It represents the blending of content and pedagogy into an understanding of how particular topics, problems, or issues are organized, represented, and adapted to the diverse interests and abilities of learners, and presented for instruction. Pedagogical content knowledge is the category most likely to distinguish the understanding of the content specialist from that of the pedagogue*⁷ (Shulman, 1987, p. 8).

Shulman successivamente, nel medesimo articolo, afferma:

Ma la chiave per comprendere la conoscenza alla base dell'insegnamento si trova nell'intrecciarsi del contenuto con la pedagogia, nella capacità dell'insegnante di trasformare la conoscenza del contenuto di cui egli è in possesso in forme che sono potenti dal punto di vista didattico e adatte alle diverse abilità e *background* degli studenti (Shulman, 1987, p. 15, traduzione a cura dell'autrice).

Attraverso questo particolare costrutto, Shulman ha cercato quindi di riconoscere e rappresentare quella particolare forma specializzata di conoscenza professionale, posseduta dagli insegnanti, in grado di distinguere i docenti da tutti gli altri professionisti. Questa specifica conoscenza sottolinea l'unicità della competenza didattica dei docenti

⁷ La conoscenza pedagogica del contenuto, quello speciale amalgama di contenuto e pedagogia che è di esclusiva competenza degli insegnanti, ovvero costituisce la loro particolare forma di conoscenza professionale. [...] Esso rappresenta la miscela di contenuto e pedagogia in una comprensione di come particolari argomenti, problemi, tematiche sono organizzati, rappresentati, adattati ai diversi interessi e abilità dei discenti e presentati per essere insegnati. La conoscenza pedagogica del contenuto è la categoria che più verosimilmente distingue il sapere dello specialista dei contenuti da quello del pedagogista (traduzione a cura dell'autrice).

nell'essere in grado di insegnare la loro materia in modalità che siano da supporto all'apprendimento degli studenti, ovvero trasformando la conoscenza della disciplina per l'insegnamento (Perla & Martini, 2019). La proposta di Shulman del PCK è considerata ancor oggi una tra le più autorevoli sul sapere pratico dei docenti, dal momento che riguarda proprio l'ambito dell'insegnamento e si colloca nell'intreccio tra la conoscenza esperta della materia, ovvero del contenuto disciplinare specifico (*Content Knowledge*, CK) e la conoscenza pedagogica generale (*Pedagogical Knowledge*, PK), comprensiva sia della conoscenza del pensiero degli studenti sia di come rappresentare la materia in forme accessibili agli stessi, attraverso il processo della trasposizione didattica. Nell'articolo del 1987, Shulman fornisce inoltre un modello per il ciclo del cosiddetto *pedagogical reasoning and action* del docente, individuando sei momenti fondamentali alla base della trasformazione del sapere scientifico attraverso il PCK: comprensione, trasformazione, istruzione o azione didattica, valutazione, riflessione e ricostruzione dopo l'azione, nuove concettualizzazioni, ovvero nuova comprensione e avanzamento della conoscenza, come riassunto in tabella 1.

Primo livello	Secondo livello	Descrizione
Comprensione		Fini, struttura delle discipline. Idee interne e esterne alla disciplina
Trasformazione	Preparazione	Analisi e interpretazione critica dei testi, con processi di strutturazione e segmentazione, sviluppo di un <i>curricular repertoire</i> e messa a fuoco dei fini
	Rappresentazione	Uso di un <i>representational repertoire</i> che include analogie, metafore, esempi, dimostrazioni, spiegazioni, e così via
	Selezione	Scelta dall' <i>instructional repertoire</i> che include metodi di insegnamento, di strutturazione, di gestione, e di organizzazione
	Adattamento e personalizzazione alle caratteristiche della classe e dello studente	Esame delle concezioni, delle pre-concezioni, delle mis-concezioni e delle difficoltà; analisi di linguaggio, cultura e motivazione, classe sociale, genere, età, abilità, attitudini, interessi, concetto di sé e attenzione
Istruzione (Azione didattica)		Gestione, presentazioni, interazioni, lavoro di gruppo, disciplina, <i>humor</i> , interrogazioni, altri aspetti di un insegnamento attivo, insegnamento per ricerca e per scoperta, e altre forme osservabili dell'insegnamento in classe
Valutazione		Controllo in itinere degli apprendimenti e degli studenti durante le attività interattive; esame degli apprendimenti degli studenti alla fine della lezione o delle unità; valutazione della propria performance e aggiustamento in base alle esperienze
Riflessione		Rivedere, ricostruire, dare corpo, analizzare criticamente la performance propria e della classe e fondare su solide basi le motivazioni
Nuove concettualizzazioni		Ridefinire fini, contenuti, studenti, insegnamento e sé Consolidare le nuove conoscenze e apprendere dall'esperienza

Tabella 1: Modello per il *pedagogical reasoning and action* (Rossi, 2011, p. 91 – fonte Shulman, 1987).

Si tratta quindi di una serie di processi che vengono attivati dal docente durante l'insegnamento integrando tre diversi repertori, *curricular*, *representational* e *instructional*, che provengono da differenti saperi ed esperienze dell'insegnante e rappresentano una sorta di "cassetta degli attrezzi" a cui egli attinge continuamente in modo ricorsivo nell'azione didattica (Rossi, 2011).

Il costrutto introdotto da Shulman (1986; 1987) è da considerarsi particolarmente rilevante poiché ha portato l'attenzione della ricerca didattica anche sulle «qualità non formalizzate (e implicite) di un sapere specificatamente insegnativo» (Perla, 2010, p. 27). Le ricerche sul *Teachers' Thinking* successive a Shulman, da parte degli studiosi della *Carnegie Academy for the Scholarship of Teaching and Learning*, infatti, hanno indagato la conoscenza professionale degli insegnanti dimostrando la valenza di tutto ciò che era stato definito come "implicito" dell'azione didattica nel capitolo precedente, ovvero l'insieme delle conoscenze pre-riflessive, rappresentazioni e credenze legate ai saperi che sottendono la soggettività docente (Perla, Vinci & Tamborra, 2016). Come affermano Perla e Martini, in riferimento agli studi successivi a Shulman sulla soggettività, sul ragionamento e sul pensiero del docente:

Tali indirizzi hanno contribuito enormemente a mettere in discussione due assunti sui quali è stata costruita la teoria della formazione docente nel secolo scorso: che l'insegnamento scolastico riproduca, nei contenuti e nei formati, il sapere sapiente e che basti conoscere una certa materia per poterla insegnare. Quest'ultimo assunto, alla base della nota *querelle* fra didatti e disciplinari (Cesarani, 2010; Sclarandis, Spingola, 2013; Pellerey, 2010; D'Amore, Fandiño Pinilla, 2007; Martini, 2011, 2012; Perla, 2017; Brusa, Perla, Vinci, 2018), appare oggi pienamente superato dalle risposte che via via la ricerca didattica sta offrendo alle domande inerenti il che cosa accada internamente a un sapere quando viene "insegnato" e quali siano gli impatti della soggettività docente sugli stessi struttura e formati del sapere in questione (Perla & Martini, 2019, p. 39).

L'idea di una forma specializzata di conoscenza professionale cruciale per la competenza dell'insegnamento ebbe una grande risonanza in ambito accademico, così il costrutto del PCK venne presto adottato, esplorato e adattato dai ricercatori con diverse modalità e in differenti contesti, ma soprattutto nel campo della didattica delle scienze e della matematica. Sin dalla sua origine il costrutto del PCK ha fortemente permeato la letteratura internazionale che riguarda l'educazione scientifica: è stato ampiamente utilizzato, ad

esempio, come “lente di ingrandimento” nella ricerca sulla conoscenza professionale degli insegnanti di scienze (Abell, 2007) e si può rilevare come i documenti di programmazione politica (ad es. *National Research Council*, 1996), degli standard scientifici professionali (ad es. *National Council for Accreditation of Teacher Education – NCATE*, 2008) e la letteratura internazionale (Kind, 2009a; van Driel & Abell, 2010) considerino inequivocabilmente una buona comprensione di questo costrutto come essenziale per un insegnamento scientifico di alto livello (Chan & Hume, 2019). Ad esempio, nello *standard 1* del NCATE 2008 denominato *Candidate Knowledge, Skills, and Professional Dispositions*, si legge:

*Candidates preparing to work in schools as teachers or other school professionals know and demonstrate the content knowledge, pedagogical content knowledge and skills, pedagogical and professional knowledge and skills, and professional dispositions necessary to help all students learn*⁸ (NCTAE, 2008, p. 12).

In realtà, rispetto alla visione originaria di Shulman, la struttura base del PCK è stata oggetto nel tempo di varie ri-definizioni e concettualizzazioni (Kind, 2009a). Analizzare nel dettaglio l'evoluzione di questo costrutto e tutte le varie definizioni che si sono susseguite non è lo scopo di questo elaborato. Consideriamo quindi i risultati più recenti offerti dalla letteratura sul PCK nell'ambito della didattica delle scienze, campo nel quale, per poter ottenere un modello condiviso da tutti i ricercatori che permettesse il confronto tra i risultati degli studi, a un certo punto si è reso necessario trovare un accordo generale sul significato e sulla comprensione profonda del PCK, trattandosi di un costrutto molto complesso, multidimensionale in cui entrano in gioco numerosi aspetti, fattori e variabili. Nel campo della ricerca sulla formazione degli insegnanti di scienze, il modello più recente, denominato *Refined Consensus Model (RCM)* del *pedagogical content knowledge*, rappresenta l'ultimo sforzo condotto dai ricercatori e il tentativo più elaborato nel cercare di proporre un modello unificato per la conoscenza professionale dei docenti.

Il modello comprende tre concettualizzazioni distinte (denominate anche “regni”), ma continuamente interagenti e in dialogo tra loro, del PCK:

⁸ I candidati che si preparano a lavorare nella scuola come insegnanti o professionisti dell'istruzione devono conoscere e dimostrare di possedere la conoscenza del contenuto, la conoscenza pedagogica del contenuto, la conoscenza e le competenze pedagogiche e professionali e le disposizioni necessarie per aiutare tutti gli studenti ad apprendere (traduzione a cura dell'autrice).

- collettivo (*collective*, cPCK),
- personale (*personal*, pPCK),
- messo in atto (*enacted*, ePCK);

esso riconosce anche come alcune “basi” di conoscenza professionale più ampia, come la conoscenza del contenuto, pedagogica, del curriculum, della valutazione e del pensiero degli studenti, siano il fondamento dello sviluppo di questi tre regni del PCK, sottolineando anche che il contesto di apprendimento in cui l’insegnante lavora può influenzare notevolmente l’insegnamento e l’apprendimento che in esso avviene (Carlson & Daehler, 2019).

In figura 1 è possibile osservare una rappresentazione schematica del RCM del PCK, come risultato delle conversazioni del II Summit sul PCK del 2016 tenutosi nei Paesi Bassi (il I Summit si tenne nel 2012 in Colorado), insieme alle sessioni di *feedback* di NARST e ESERA⁹ 2017 e tramite scambi elettronici tra i ricercatori stessi coinvolti nel progetto (*ibidem*). Il cuore del grafico che rappresenta il RCM è costituito dal cosiddetto PCK messo in atto (ePCK), che rappresenta anche uno degli aspetti più complessi da indagare.

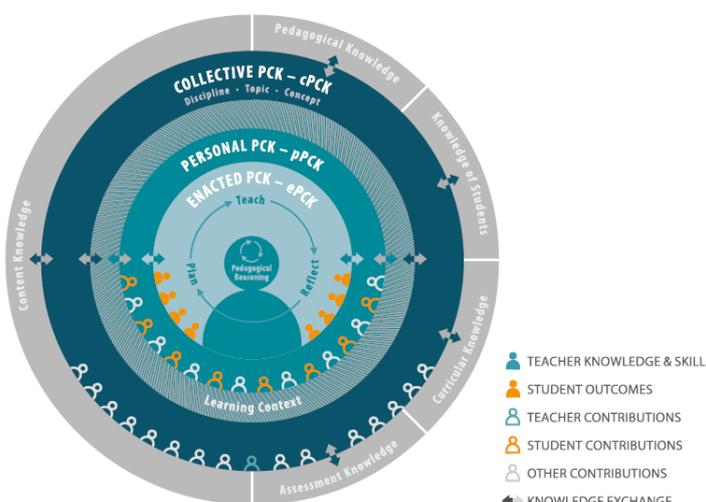


Figura 1: *Refined Consensus Model* del PCK (Carlson & Daehler, 2019, p. 83).

Nel momento in cui un docente è impegnato nella pratica dell’insegnamento delle scienze sia che stia progettando delle attività, portando avanti una progettazione didattica, oppure riflettendo sulle azioni o sui risultati degli studenti, egli utilizza il PCK messo in atto e questo ePCK è costituito dalla conoscenza specifica e dalle abilità che un singolo

⁹ NARST: *National Association for Research in Science Teaching* e ESERA: *European Science Education Research Association*.

insegnante utilizza nel ciclo del *pedagogical reasoning and action*, costituito dalle azioni del *planning, teaching, reflecting*, durante una lezione specifica, in un particolare contesto, con un particolare studente o gruppo di studenti, con l'obiettivo di far apprendere a quegli studenti un particolare concetto, insieme di concetti o aspetto della disciplina (*ibidem*). Quindi, la trasformazione del sapere esperto in sapere scolastico viene messa in atto secondo il modello RCM attraverso l'ePCK dell'insegnante, nello specifico evento di insegnamento:

Tale trasformazione ha luogo solo a precise condizioni: quando l'insegnante riflette e interpreta criticamente i temi della propria materia; quando trova molteplici modi di rappresentare l'informazione come analogie, metafore, esempi, problemi, dimostrazioni e/o attività in classe; quando adatta il materiale ai livelli e alle abilità di sviluppo degli studenti, al genere, alle conoscenze pregresse e ai pregiudizi; e infine quando adatta il materiale a quegli specifici individui o gruppi di studenti a cui verranno insegnate le informazioni (Perla & Martini, 2019, pp. 40-41).

L'ePCK considera non solo la conoscenza e il ragionamento sottesi all'atto di insegnare, quando il docente interagisce direttamente con gli studenti (*reflection in action*), ma anche le azioni di pianificazione di strategie e riflessione su risultati e modalità di apprendimento degli studenti (*reflection on action*), ad esempio come i docenti scelgano le loro strategie didattiche rispetto a particolari argomenti, che cosa conoscano delle pre-concezioni e difficoltà di apprendimento degli studenti, o il ruolo giocato dalle risorse del curriculum nella progettazione, così come nell'insegnamento di specifici argomenti e unità didattiche, etc. (Carlson & Daehler, 2019). In questo dominio del PCK emerge anche la differenza tra gli insegnanti novizi, i quali ne hanno una padronanza superficiale, ed esperti:

[...] un insegnante alle prime armi tenderebbe a fare affidamento su conoscenze "estratte" da curricula aprioristici (quali quelli dei programmi ministeriali di insegnamento) o dai modelli interiorizzati di relazione didattica (riproducendoli, sostanzialmente) senza valutare i prerequisiti degli studenti, i loro livelli di abilità o le loro strategie di apprendimento (Carpenter *et al.*, 1988). Tali studi dimostrerebbero che la conoscenza del contenuto pedagogico è altamente specifica: molto più della conoscenza della materia e si svilupperebbe nel tempo come risultato dell'esperienza di insegnamento (Perla & Martini, 2019, p. 40).

Poiché l'ePCK è strettamente legato a uno specifico “evento” di insegnamento delle scienze, esso non costituisce una rappresentazione completa dello spettro del PCK per un dato insegnante; i partecipanti al II *Summit* hanno collocato infatti, nel modello RCM, l'ePCK come sottoinsieme del pPCK, definendo il PCK personale come costituito dall'insieme dinamico di conoscenza individuale dell'insegnante e competenza particolare sull'insegnamento di una determinata materia, risultante dall'insieme di esperienze personali di insegnamento e apprendimento e di interazione con studenti, colleghi, ricercatori, scienziati e altri, che rendono questa particolare forma di conoscenza unica e propria per ciascun individuo (Carlson & Daehler, 2019).

Nella rappresentazione del modello RCM, tra il pPCK e il cPCK, si trova uno strato denominato *learning context* il quale rappresenta il fatto che l'apprendimento scientifico ha sempre luogo in un contesto – uno spazio-tempo definito da una moltitudine di fattori, come ad esempio il clima educativo generale (ad es. le politiche nazionali, i requisiti ministeriali, eventuali standard nazionali), lo specifico ambiente di apprendimento (ad es. l'istituto, la classe) e le caratteristiche individuali dei singoli studenti (ad es. la competenza linguistica, la loro disposizione verso l'apprendimento, la maturazione cognitiva) – e che l'averne una conoscenza approfondita di questo contesto sia essenziale per gli insegnanti (*ibidem*).

Per concludere la descrizione del RCM, vi sono ancora alcuni aspetti da considerare: il *learning context* infatti rappresenta anche ciò che separa il pPCK di un insegnante, che rappresenta una sorta di conoscenza “privata”, dal cPCK, che descrive invece una conoscenza “pubblica”, della collettività; il PCK collettivo, infatti, rappresenta la conoscenza professionale specializzata per l'insegnamento delle scienze che è stata sviluppata al di fuori della classe e condivisa con i professionisti dell'istruzione nei contesti formali e informali di formazione degli insegnanti, della ricerca scientifica e dell'esperienza degli istituti scolastici e delle comunità di sviluppo professionale, ed è legato all'insegnamento di un particolare contenuto a degli studenti specifici in un particolare contesto di apprendimento, secondo tre livelli di dettaglio, dal generale allo specifico: *discipline-specific*, *topic-specific* e *concept-specific* ePCK; infine, nella parte più esterna della rappresentazione del RCM del PCK, si trovano le cosiddette basi di conoscenza professionale di un docente, ovvero:

- conoscenza del contenuto (CK)

- conoscenza pedagogica (PK)
- conoscenza degli studenti (KS)
- conoscenza del curriculum (CuK)
- conoscenza della valutazione (AK)

che rappresentano i costituenti fondanti la conoscenza professionale docente, la cui implementazione è fondamentale affinché gli insegnanti diventino esperti (*ibidem*).

In particolare, la conoscenza del contenuto, denominata in altri contesti *subject matter knowledge* (SMK), che rappresenta la più parte più estesa nelle basi di conoscenza professionale del modello e simboleggia il sapere scientifico specifico della disciplina, è un fattore determinante per insegnare “con successo”, in quanto fornisce la base sulla quale si sviluppa tutto il PCK (Kind, 2009b), unitamente a tutte le dimensioni implicite, agli atteggiamenti e alle convinzioni degli insegnanti rispetto agli studenti, di cui si è fatto cenno precedentemente, che possono amplificare e/o filtrare il modo in cui un insegnante sviluppa il proprio PCK per l’insegnamento delle scienze.

Le riflessioni di Shulman sono state progressivamente riviste, approfondite e ampliate dalla ricerca sul sapere professionale degli insegnanti e hanno avuto un impatto significativo sia in riferimento alla valorizzazione del ruolo dei docenti come professionisti dell’insegnamento che nel determinare un significativo cambio di rotta legato alla formazione del corpo docente. Nella pratica didattica, risulta fondamentale esaminare tutti gli elementi del PCK e in particolare, come si discuterà nella ricerca empirica che verrà presentata nel quarto capitolo, la cosiddetta *knowledge of students*. Molti programmi di sviluppo professionale degli insegnanti, basati sull’implementazione del PCK, costituiscono una solida linea di ricerca che lavora sul generare processi di riflessione sull’analisi di eventi di insegnamento in classe, in cui il punto di partenza è costituito dalle difficoltà di apprendimento degli studenti; ciò può sostenere i processi di insegnamento-apprendimento, impattando positivamente sulla pratica pedagogico-didattica degli insegnanti (Vargas-Neira, Bernal-Ballén & Briceño-Martínez, 2022).

2.4 La *professional vision* degli insegnanti

Un altro contributo di particolare rilievo nella letteratura internazionale relativa alla conoscenza professionale insegnante proviene dal settore della didattica della matematica, nel quale ha assunto un ruolo centrale il costrutto della *Professional Vision* o “visione professionale” degli insegnanti. Questa espressione si sviluppa a partire dagli studi in ambito archeologico dell’antropologo e linguista C. Goodwin (1994), il quale ha coniato la locuzione *professional vision* per caratterizzare il modo specializzato con il quale i membri di un gruppo professionale guardano ai fenomeni di loro interesse ovvero il “modo di vedere” definito dagli obiettivi, i metodi e gli strumenti di una professione; ad esempio, la visione professionale di un detective gli permette di dare un senso a una scena del crimine e la visione professionale di un architetto gli consente di riconoscere le caratteristiche chiave nella progettazione di un edificio (Sherin *et al.*, 2008). Secondo Goodwin (1994) un professionista costruisce e contestualizza la sua visione professionale secondo modalità socialmente organizzate di osservare e comprendere eventi che sono rispondenti e distintivi di uno specifico gruppo sociale.

L’idea di fondo è che ciascuna professione costruisce e definisce il proprio “oggetto” di indagine che la distinguono da altre. Al cuore della strutturazione cognitiva di una professione vi è la capacità di organizzare i propri interventi attorno a fenomeni specifici; essendo una costruzione sociale, il quadro di riferimento è oggetto di apprendimento da parte dei singoli che, preparandosi alla professione ed esercitandola, imparano a “leggere”, ovvero a codificare, selezionare/evidenziare e rappresentare ciò che accade (De Cani, 2020, p. 75).

Nel caso degli insegnanti, la visione professionale riguarda, in modo particolare, le interazioni che si verificano all’interno della classe e, più nello specifico, implica la capacità da parte del docente di notare e interpretare queste interazioni. Secondo Sherin, infatti, la *professional vision* di un insegnante consiste proprio nella capacità di “notare” e interpretare le caratteristiche più rilevanti delle attività in aula (Sherin, 2001) e ciò costituisce un elemento fondamentale della professionalità docente. In un articolo successivo del 2002, van Es e Sherin si focalizzano sul significato del *noticing*, proponendo tre aspetti chiave di questo processo:

Specifically, we propose three key aspects of noticing: (a) identifying what is important or noteworthy about a classroom situation; (b) making connections

*between the specifics of classroom interactions and the broader principles of teaching and learning they represent; and (c) using what one knows about the context to reason about classroom interactions*¹⁰ (van Es & Sherin, 2002, p. 573).

In seguito, le medesime autrici sottolineano come l'attività del *noticing* sia una pratica fondamentale dell'essere insegnante dal momento che gli elementi su cui il docente concentra la propria attenzione hanno una forte influenza su ciò che egli è in grado di comprendere delle sue classi; tuttavia, decidere che cosa notare non è un compito semplice in un ambiente così complesso come quello dell'insegnamento in classe, pertanto Sherin e van Es propongono in un nuovo contributo tre spunti di riflessione per aiutare a guidare gli sforzi di un insegnante nel notare le interazioni in classe, presentando le esperienze di tre docenti di scuola media che si sono avvicinati al *learning to notice* in modi diversi, e forniscono suggerimenti per aiutare tutti gli insegnanti a iniziare a sviluppare un proprio approccio efficace per "imparare a notare" (Sherin & van Es, 2003). Gli studi condotti da queste due ricercatrici, sia sui docenti novizi che su quelli esperti, sottolineano come la formazione e lo sviluppo professionale degli insegnanti si concentrino generalmente più sull'imparare "a fare" che sull'imparare "a notare" e anche gli insegnanti in servizio, che hanno una maggiore esperienza nel "vedere" ciò che accade nelle loro classi, potrebbero comunque aver bisogno di imparare a concentrarsi su nuovi aspetti se opportunamente guidati nel cogliere le azioni e le interazioni in aula (*ibidem*). Si tratta quindi, ancor prima di provare a interpretare cosa avviene in aula, di imparare a focalizzare selettivamente l'attenzione su alcuni particolari degni di nota e solo in seguito provare a dar loro un significato, poiché ciò a cui si dedicherà attenzione potrà indirizzare in un senso o in un altro la successiva riflessione sulla propria azione didattica (De Cani, 2020). Altri autori, in particolare Seidel e Stürmer, sottolineano l'importanza della *professional vision* come elemento fondamentale della *teacher expertise* che può essere sviluppato nella formazione degli insegnanti:

It describes the use of knowledge to notice and interpret significant features of classroom situations. Three aspects of professional vision have been described by qualitative research: describe, explain, and predict classroom situations. We

¹⁰ Nello specifico, proponiamo tre aspetti chiave del notare: (a) identificare ciò che è importante o degno di nota in una situazione d'apprendimento in aula; (b) fare collegamenti tra le specifiche interazioni d'aula e i principi più generali di insegnamento-apprendimento che rappresentano; e (c) utilizzare ciò che si conosce del contesto per riflettere sulle interazioni d'aula (traduzione a cura dell'autrice).

*refer to these aspects in order to model professional vision*¹¹ (Seidel & Stürmer, 2014, p. 739).

Questi autori mettono in evidenza due dimensioni diverse della *professional vision*, ovvero il *noticing*, che consiste nel discernere, nella complessità delle situazioni didattiche osservate, alcuni momenti e aspetti significativi dei processi di insegnamento e apprendimento su cui focalizzare selettivamente l'attenzione e il *reasoning*, che rappresenta l'interpretare e attribuire significato a quanto osservato considerando il sistema di credenze e conoscenze che caratterizza la propria professionalità come docente.

In letteratura troviamo anche altre definizioni del *noticing* professionale degli insegnanti; ad esempio, Jacobs, Lamb e Philipp nel loro articolo del 2010 affermano:

*We define this expertise as a set of interrelated skills including (a) attending to children's strategies, (b) interpreting children's understandings, and (c) deciding how to respond on the basis of children's understandings*¹² (Jacobs, Lamb & Philipp, 2010, p. 169).

Nel tempo, quindi, il costrutto della *professional vision* si è arricchito di nuovi significati: oltre all'identificazione, *identifying*, di che cosa è rilevante in una situazione di apprendimento in classe e alla costruzione di connessioni, *making connections*, tra ciò che si è osservato e i principi generali di insegnamento-apprendimento, utilizzando ciò che si conosce e ragionando su quanto accade (van Es & Sherin, 2002), si tratta anche di rispondere prendendo decisioni, *responding/making decisions*, sulla base del pensiero e della comprensione degli studenti (Jacobs, Lamb & Philipp, 2010). Ancor più recentemente, è emersa un'ulteriore dimensione, quella del modellare, *shaping*, ovvero costruire interazioni, nel corso dell'osservazione, per avere accesso a informazioni aggiuntive che supportino ulteriormente il *noticing* (van Es & Sherin, 2021). Nei vari studi, sebbene i ricercatori utilizzino definizioni e concettualizzazioni differenti, il filo conduttore è rappresentato dal capire in che modo gli individui elaborino situazioni complesse e tutti i risultati delle varie ricerche sottolineano l'idea che gli insegnanti vedono le classi attraverso delle "lenti" diverse a seconda delle esperienze, delle filosofie educative, dei *background*

¹¹ Descrive l'utilizzo della conoscenza per notare e interpretare le caratteristiche significative delle situazioni in classe. La ricerca qualitativa ha individuato tre aspetti relativi alla visione professionale: descrivere, spiegare e prevedere le situazioni in classe. Ci riferiamo a questi aspetti per modellare la visione professionale (traduzione a cura dell'autrice).

¹² Definiamo questa competenza come un insieme di abilità interconnesse che comprendono (a) l'attenzione alle strategie messe in atto dagli allievi, (b) l'interpretazione del pensiero degli allievi e (c) la decisione di come rispondere sulla base della comprensione del pensiero degli allievi (traduzione a cura dell'autrice).

culturali e così via, e che particolari tipi di esperienze possono stimolare la capacità degli insegnanti di notare in modi particolari (Jacobs, Lamb & Philipp, 2010). Il *teacher noticing*, nell'ambito della visione professionale degli insegnanti, è dunque particolarmente importante perché non si tratta di un'attività accessoria bensì è un insieme di azioni che definiscono la professionalità, facendo parte dei processi cognitivi messi in atto da tutti gli insegnanti. I docenti, infatti, osservano e notano costantemente ciò che avviene mentre stanno insegnando, ma ciò che è importante sottolineare è che il loro sistema di credenze, di valori e obiettivi dirige il notare verso direzioni particolari (Ball, 2011; Hand, 2012) e talvolta fa anche in modo che non si colgano determinati aspetti. Cercare di notare maggiormente o sviluppare la sensibilità verso il *noticing* richiede uno sforzo ed è qualcosa che si decide di fare intenzionalmente (Mason, 2002).

Il *teacher noticing* degli insegnanti è la modalità con cui essi danno un senso alla grande quantità di dati sensoriali che la classe porta con sé e non è, quindi, un processo passivo (Sherin, Jacobs & Phillips, 2011). Come sottolineano Bonaiuti, Santagata e Vivanet:

Il costrutto della visione professionale [...] parte proprio dall'idea della compresenza, nei contesti reali, di diversi piani di azione e sottolinea come gli insegnanti esperti mostrino di sviluppare l'attitudine a cogliere e decodificare la complessità riuscendo a focalizzare l'attenzione sugli aspetti più rilevanti per l'apprendimento (Bonaiuti, Santagata & Vivanet, 2017, p. 404).

Possedere buone abilità di *noticing* risulta fondamentale per l'apprendimento degli studenti. Un'elevata qualità dell'insegnamento è in grado di massimizzare le opportunità per l'apprendimento degli alunni: numerose ricerche, condotte soprattutto nell'ambito dell'insegnamento della matematica mostrano come gli insegnanti che utilizzano il *noticing* in modo efficace, ottengano risultati migliori rispetto all'apprendimento degli studenti; i docenti basano le decisioni didattiche su ciò che notano pertanto il *noticing* è fondamentale per la qualità dell'insegnamento (Kersting *et al.*, 2012). Questi studi riconoscono come il processo di insegnamento si fondi sull'interpretazione continua da parte dell'insegnante degli eventi in classe, che è alla base delle decisioni didattiche, e come gli insegnanti che decodificano meglio le situazioni in aula abbiano maggiori probabilità di prendere decisioni più focalizzate verso uno specifico obiettivo di apprendimento rispetto agli insegnanti meno capaci nell'interpretazione (Kersting *et al.*, 2016). «Kersting ipotizza che questa abilità del docente di “rendere notevoli” (*to notice*) alcuni aspetti della

pratica non solo sia un indicatore delle prestazioni di un insegnante esperto ma sia anche un possibile meccanismo per sviluppare l'*expertise* professionale (2016, p. 98)» (De Cani, 2020, p. 78). Tali studi infatti sono riusciti a individuare differenze sistematiche nel modo con cui gli insegnanti novizi e quelli esperti percepiscono e interpretano le situazioni didattiche e sono giunti alla conclusione che alcune di queste differenze possano essere spiegate da differenze nella conoscenza professionale dal momento che il sapere professionale di un insegnante esperto è organizzato e strutturato in modo diverso rispetto a quello di un principiante (Kersting *et al.*, 2016). Quindi, anche la consapevolezza del proprio *noticing*, costituisce una dimensione della visione professionale e dell'identità legata alla riflessività del docente che può contribuire fortemente al miglioramento del proprio insegnamento e di conseguenza dell'apprendimento degli alunni. Tener conto di questo aspetto è di fondamentale importanza nella progettazione dei percorsi di formazione degli insegnanti, come affermano anche Seidel e Stürmer:

The way teachers design and create learning opportunities in their classrooms strongly influences student learning (Darling-Hammond & Bransford, 2005; Goldstein & Hersen, 2000; Seidel & Shavelson, 2007). Thus, defining and measuring competencies that teachers require for creating those learning opportunities are of particular importance in teacher education (Brouwer, 2010; Cochran-Smith, 2003; Koster, Brekelmans, Korthagen, & Wubbels, 2005)¹³ (Seidel & Stürmer, 2014, pp. 739-740).

A partire dagli studi di Shulman, si è aperto un copioso dibattito sulla ridefinizione della conoscenza professionale di base dell'insegnamento; secondo Bonaiuti, Santagata e Vivanet, i percorsi formativi per gli insegnanti dovrebbero quindi cercare di costruire:

[...] una capacità di giudizio professionale che consenta agli insegnanti di agire in modo didatticamente efficace, prendendo decisioni informate e indipendenti, sulla base della loro saggezza pratica (Calvani, 2011), delle conoscenze di contesto, delle riflessioni derivanti dalle teorie dell'insegnamento e apprendimento e dalle evidenze della ricerca educativa (Vivanet, 2014) (Bonaiuti, Santagata & Vivanet, 2017, p. 405).

¹³ La modalità con cui gli insegnanti progettano e creano opportunità di apprendimento nelle loro classi influenza in modo determinante l'apprendimento degli studenti [...]. Pertanto, la definizione e la misurazione delle competenze necessarie agli insegnanti per creare tali opportunità di apprendimento risultano essere di particolare importanza nella formazione degli insegnanti [...] (traduzione a cura dell'autrice).

È possibile dunque ricollegare le considerazioni di Schön sull'idea di insegnante come professionista riflessivo, esplicitate nel precedente capitolo, con i successivi costrutti come il *pedagogical content knowledge* e la *professional vision*, creati dai ricercatori per studiare la conoscenza professionale dei docenti, anche ai fini della formazione:

L'idea del docente come *reflective practitioner* promossa dagli studi di Schön pone in primo piano il concetto di “azione” (Schön, 1983) orientando l'attenzione delle ricerche contemporanee verso l'importanza della *professional vision*. Il termine, introdotto per la prima volta da Goodwin (1994), è oggi considerato un prerequisito per la pratica didattica efficace (Grossman, Hammerness, McDonald, 2009; Sherin, 2001) e obiettivo di competenza dei percorsi formativi dei docenti (Berliner, 1983; Lefstein & Snell, 2011; Sherin & Han, 2004) (Mangione & Rosa, 2017, p. 120).

La letteratura mostra quindi come, per poter progettare percorsi formativi realmente efficaci, occorra considerare la forte connessione esistente tra qualità dell'insegnamento e sviluppo delle conoscenze professionali degli insegnanti; la promozione del *Teachers' Thinking*, della prospettiva e delle rappresentazioni dei docenti, riconosciuti come specifico sapere professionale, deve essere alla base di una formazione soprattutto iniziale fondata sulla riflessività, sui processi attraverso cui i futuri docenti costruiscono la trasposizione didattica, sul rapporto fra le pratiche condotte e la riflessione sull'azione.

La considerazione dell'insegnamento come sapere pratico e complesso ha stimolato una riflessione significativa – oltre che sul ruolo dell'insegnante – anche sulla nuova identità e sui differenti approcci della ricerca didattica, impegnata sempre più nel tentativo di formalizzare la pratica educativa, di far dialogare la teoria con la pratica, di analizzare non solo i processi di insegnamento-apprendimento in senso stretto, ma anche le pratiche quotidiane di lavoro, il sapere tacito e le routine dell'insegnante, le caratteristiche dei contesti di apprendimento [...] (Perla & Vinci, 2021, p. 40).

«Grazie alle risultanze di questi lavori oggi il sapere prodotto dall'insegnante – “il sapere del pratico” (Perla, 2010) – costituisce uno degli oggetti di analisi elettivi della ricerca didattica contemporanea» (Perla & Martini, 2019, p. 41) e l'analisi di pratica viene valorizzata come uno degli strumenti più efficace per questa tipologia di ricerca e formazione.

2.5 L'analisi di pratica come dispositivo di formazione e ricerca e le potenzialità della videoanalisi

Nei precedenti paragrafi si è cercato di delineare la genesi e i punti salienti di alcuni costrutti che, soprattutto nel campo della didattica delle scienze matematiche, fisiche e naturali, hanno cercato di caratterizzare il sapere pratico, che risulta essere perlopiù tacito e nascosto nelle variabili implicite dell'insegnare (Perla, 2010), sotteso ai processi di insegnamento-apprendimento. Oltre al sapere pratico di cui si è discusso in precedenza, tuttavia, è importante considerare anche un'altra nozione fondamentale, che è quella di "pratica", sulla quale si fondano le esperienze e i dispositivi formativi definiti in letteratura "analisi di pratica". Anche quello di pratica è un costrutto complesso e multidimensionale; Perla, in ambito pedagogico-didattico, attua una sintesi distinguendone diverse tipologie:

- a) la "p. didattica": «il risultato di una ricerca fra le molteplici possibilità (procedure, strategie, itinerari) che possono essere scelte per ottimizzare l'azione di insegnamento (apprendimento)» (Laneve, 1998);
- b) la "p. educativa": «forma coerente e complessa di attività umana cooperativa socialmente e storicamente stabilita che si attua in un contesto sociale caratterizzato dall'impegno educativo svolto da educatori competenti al fine di promuovere lo sviluppo degli educandi» (Pellerey, 1999);
- c) la "p. insegnante": «la maniera di fare singolare di una persona, il suo modo di eseguire un'attività professionale» (Altet, 2003);
- d) la "p. di lavoro": saper fare in situazione legato alla realizzazione di un progetto che intesse relazioni tra persone, oggetti, linguaggi, tecnologie, istituzioni, norme (L. Fabbri, 2010);
- e) la "p. riflessiva": "movimento" dialettico della *reflective practice*, ovvero di una riflessione sul "fare professionale" generatrice di nuova conoscenza la cui validità è governata e limitata dalle situazioni nelle quali è generata e trova utilità (Schön, 2006);
- f) la "p. magistrale": è la pratica esemplare, frutto della migliore orchestrazione delle variabili dell'azione docente (Perla, 2010) (Perla, 2013, p. 300).

Tutte queste accezioni relative al concetto di pratica fanno riflettere sul fatto che essa rappresenti il luogo in cui si genera la conoscenza specifica del sapere pratico e su come il focalizzarsi sulla qualità di questo sapere sia fondamentale nella formazione soprattutto iniziale dei docenti, come afferma Mortari:

[...] il nucleo vitale del sapere dei docenti consiste nello sviluppo di una competenza euristica e riflessiva allo stesso tempo, quella che consente di fare della propria pratica il materiale per una ricerca continua e per l'elaborazione di un sapere adeguato ai problemi pratici. [...] Una formazione che prepara i docenti a essere professionisti non è quella che si limita a insegnare strategie predefinite di azione, bensì quella che insegna ad apprendere a insegnare investigando e riflettendo sulle pratiche di insegnamento (Hiebert *et al.*, 2007, p. 48) (Mortari, 2009, p. 19).

Riflettere sulle pratiche di insegnamento risulta dunque fondamentale dal momento che «La costruzione di sapere pratico [*practical knowledge*] richiede dunque lo sviluppo di una ricerca pratica [*practical inquiry*] (Sanders, MacCutcheon, 1986; Cochran-Smith, Lytle, 1999a)» (Ivi, p. 25). Secondo Perla e Vinci:

Analizzare la pratica significa partire da una situazione educativa reale per ricavare e cercare di formalizzare in modelli teorici, a posteriori, per inferenza, senza giudizi o valutazioni, i saperi insiti nel processo di insegnamento-apprendimento, considerato come “processo interattivo situato”. Il fine dell'Adp [analisi delle pratiche educative] è, insomma, comprendere “cosa gli insegnanti fanno realmente mentre insegnano” e contribuire al miglioramento delle stesse pratiche, con ricadute anche sulla formazione, attraverso la creazione di una postura riflessiva da parte degli insegnanti (Perla & Vinci, 2021, p. 39).

L'analisi di pratica, come dispositivo di formazione e di ricerca, rientra tra le direzioni del lavoro teorico della didattica e: «[...] mira a produrre sapere dell'azione attraverso la “messa-a-distanza-delle-pratiche” medesime: una “messa-a-distanza” effettuata attraverso approcci plurali di metodologie della ricerca educativa» (Perla, 2013, p. 306). Tra le finalità che si pone questo particolare metodo di lavoro vi sono il cercare di analizzare in modo sistematico le azioni di insegnamento e i pensieri a esse sottesi, con una riflessione che aumenti la consapevolezza degli insegnanti rispetto ai propri schemi di lavoro e il cercare di migliorare le pratiche attraverso processi di interpretazione informati che portino alla realizzazione di un bagaglio condiviso di saperi pratici esperti (Pastori, 2017). L'analisi di pratica è una metodologia fondamentale perché permette anche di realizzare il connubio tra Didattica generale e Didattiche disciplinari dal momento che permette di sperimentare la co-disciplinarietà ed è in grado di attivare i processi di riflessività,

facendo acquisire agli insegnanti una maggiore consapevolezza della propria professionalità (Rossi, 2011). Come afferma Pastori:

La riflessione sulla pratica didattica assume quindi una valenza plurima rispetto al soggetto e al sapere della pratica: è presa di consapevolezza dei propri schemi inconsapevoli, del proprio *habitus*, delle routine comportamentali; è un processo di conoscenza e analisi di saperi d'azione interessanti, efficaci, saggi e non detti, taciti; è analisi sistematica e sviluppo di modelli d'azione di cui divenire pienamente padroni, per disporne in modo lucido e flessibile nella vita pratica, e di cui appropriarsi a livello di conoscenza teorica (Pastori, 2017, pp. 188-189).

La ricerca didattica attualmente manifesta grande interesse verso l'analisi di pratica come approccio metodologico per la costruzione della professionalità attraverso la riflessività; in particolare, si focalizza sull'osservazione e lo studio di reali situazioni di apprendimento in classe per ricavare da queste i saperi pratici degli insegnanti racchiusi nei processi di insegnamento-apprendimento (Altet, 2006).

In questo contesto la tecnica della "videoanalisi" costituisce uno strumento molto efficace per l'analisi di pratica. Attualmente il video, infatti, risulta essere un dispositivo molto utilizzato nei percorsi di formazione professionale degli insegnanti. L'impiego di video ha assunto un ruolo significativo nei percorsi di formazione degli insegnanti e nei programmi di sviluppo professionale in quasi tutti i continenti (Gaudin & Chaliès, 2015).
Secondo Gola:

L'osservazione video è un metodo sempre più popolare con cui analizzare l'insegnamento, l'apprendimento, le azioni educative, gli eventi, grazie a vantaggi come la capacità di catturare sia la prospettiva degli insegnanti che degli studenti, o degli attori coinvolti (Fischer, Neumann, 2012), per scomporre le pratiche di insegnamento in micro-entità (Klette, 2009) e la possibilità di avvicinarsi allo stesso segmento registrato con diverse lenti analitiche (Blikstad- Balas, Sørvik, 2015) finestre e specchi di riflessione (Clark, Chan 2019). Il video sembra essere un "microscopio" per uno studio approfondito delle esperienze, delle situazioni, delle pratiche (Gola, 2021, p. 22).

L'utilizzo dei video per la formazione degli insegnanti nasce a seguito delle teorie di apprendimento per imitazione o del modellamento comportamentale (Bandura) della fine degli anni Sessanta del Novecento attraverso le esperienze di *microteaching* condotte

presso l'università di Stanford, il cui obiettivo era «l'addestramento di specifiche abilità didattiche» (Calvani, Bonaiuti & Andreocci, 2011, p. 31). Il video, che mostrava un insegnante impegnato in una breve lezione con gli studenti, era utilizzato infatti soprattutto per mostrare delle tecniche di insegnamento ai docenti che essi avrebbero dovuto osservare e imparare a riprodurre (Santagata, 2012).

Per *microteaching* si intende uno «strumento di apprendimento professionale per gli insegnanti, un addestramento pratico per la conduzione della classe [...] centrato sulla modalità di azione di chi apprende» (Postic, 1984); tale strumento è volto a ridurre il divario tra la preparazione teorica dei contenuti e la pratica didattica. È un metodo che si avvale della mediazione tecnologica costituita dalla videoregistrazione di unità di apprendimento o brevi lezioni, realizzate in situazioni reali o simulate (Isidori, 2003) (Pedone & Ferrara, 2014, p. 89).

Questa prospettiva di formazione nel tempo perse popolarità per vari motivi e l'approccio alla formazione degli insegnanti passò dall'idea di *training* a quella di “formazione professionale”, la quale prevede non tanto l'insegnare delle tecniche, quanto invece sviluppare nei docenti la capacità di prendere decisioni riflettendo sistematicamente sul processo di insegnamento-apprendimento (Santagata 2012). In seguito, quindi, è divenuto fondamentale pensare all'utilizzo del video come vero e proprio strumento per l'apprendimento da parte dei docenti, come affermano Santagata e Stürmer:

Il video rappresenta la complessità delle situazioni reali in aula (Goldman, 2007), costituisce uno stimolo contestualizzato per l'attivazione delle conoscenze sull'insegnamento e sull'apprendimento (Seidel & Stürmer, 2014; Kersting, 2008) ed offre esperienze d'insegnamento indirette, permettendo agli insegnanti di essere immersi in un'aula senza la pressione di dover interagire (Miller & Zhou, 2007; Sherin, 2004). Tuttavia, per quanto riguarda l'utilizzo efficace, il video deve essere impiegato avendo obiettivi chiari in mente perché è uno strumento per la distribuzione di contenuti, piuttosto che un contenuto in sé (Brophy, 2004; van Es, 2009) (Santagata & Stürmer, 2014, p. 4).

L'uso del video nella formazione non intende pertanto mostrare ai docenti delle pratiche didattiche esemplari o eccellenti da riprodurre nelle proprie aule ma viene concepito come uno strumento per lo sviluppo professionale dei docenti utile a costruire la riflessività; una sorta di “trampolino di lancio” per innescare processi di analisi, studio, riflessione e

discussione su esempi concreti di situazioni d'aula ordinarie. Il video, infatti, possiede una «capacità unica di catturare la ricchezza e la complessità dell'attività in classe», come dichiarano Gaudin e Chaliès:

On constate une utilisation accrue de la vidéo dans la formation professionnelle des enseignants novices. Due notamment à la réforme institutionnelle de cette dernière, cette intégration de la vidéo vise le renforcement des liens entre la formation à l'université et les stages en établissement scolaire. La vidéo apparaît en effet comme un moyen privilégié pour favoriser cette alternance en raison de sa capacité unique à capturer la richesse et la complexité des salles de classe¹⁴
(Gaudin & Chaliès, 2012, p. 115).

Per queste ragioni il video offre la possibilità di “immergersi” in situazioni didattiche autentiche, di osservare le proprie o altrui pratiche in contesti d'aula reali, favorendo processi di interazione ricorsiva tra teoria e pratica (Santagata, Zannoni & Stigler, 2007). Santagata e Stürmer distinguono tre principali modalità di utilizzo del video:

(1) l'illustrazione di pratiche d'insegnamento, (2) lo sviluppo di capacità di interpretazione e di riflessione che fanno sì che gli insegnanti diano un senso alle pratiche didattiche e (3) la guida e il *mentoring* per facilitare il cambiamento e il miglioramento delle pratiche didattiche (Blomberg *et al.*, 2014) (Santagata & Stürmer, 2014, p. 4).

Per quanto concerne la ricerca educativa, Gola, riprendendo il lavoro di Clark e Chan (2019), considera quattro possibili prospettive per caratterizzare il ruolo del video:

- il video come una “finestra” attraverso la quale vedere l'aula;
- il video come una “lente” in grado di concentrare l'attenzione su aspetti specifici e micro dell'attività in classe;
- il video come uno “specchio” che catalizza la riflessione di insegnanti e studenti sulla loro pratica e sul loro apprendimento;
- il video come uno “specchio distorto” in cui il ricercatore vede una rappresentazione dei propri valori e delle prospettive ricostituite attraverso dati anche visuali recuperati dalle esperienze in classe (Gola, 2021, p. 47).

¹⁴ Si è assistito a un aumento dell'utilizzo del video nella formazione professionale degli insegnanti novizi. In particolare, grazie alla riforma istituzionale di questi ultimi tempi, l'integrazione del video mira a rafforzare i legami tra la formazione universitaria e il tirocinio nella scuola. Il video sembra essere uno strumento privilegiato per incoraggiare questa alternanza, grazie alla sua capacità unica di catturare la ricchezza e la complessità dell'attività in classe (traduzione a cura dell'autrice).

I filoni di ricerca che fanno uso della videoanalisi sono ormai numerosi, ma tutti accomunati dal tentativo di promuovere lo sviluppo della professionalità docente lavorando sulla riflessività e sullo sviluppo di un pensiero analitico sulle pratiche fondamentali, in particolare, nella formazione iniziale degli insegnanti:

La focalizzazione sul particolare, l'attenzione all'azione "che si va compiendo" dentro la classe (luogo tradizionalmente chiuso agli sguardi altrui, siano essi osservatori umani o macchine video) consente all'insegnante "in formazione" di percepire l'agito, di ripensarlo e via via di prenderne le distanze e criticarlo. Ancora più nello specifico, l'abitudine ad osservare quanto accade "dentro" la classe costituisce un mezzo molto importante per aiutare l'insegnante in formazione a "partire dalla pratica" (Danielson, 2011): l'osservazione pone il focus su dati empirici fatti di "azioni e comportamenti" entro contesti concreti. Le concezioni presenti nelle menti degli insegnanti possono così confrontarsi (o "scontrarsi") con tali dati empirici e utilizzarli per strutturarsi e ristrutturarsi in nuove concezioni. La potenzialità di un dato che emerge da una valida procedura di osservazione sistematica è quella infatti di permettere al soggetto osservato una "presa di distanza" dall'azione compiuta e di attivare il pensiero critico (Ferretti & Vannini, 2017, p. 101).

Molti studi presenti in letteratura, così come quello che verrà presentato nel quarto capitolo, tendono a privilegiare l'utilizzo di video in cui gli insegnanti ripresi siano "esterni" rispetto al gruppo dei docenti in formazione perché questa modalità favorisce l'analisi e la discussione critica dal momento che, partire analizzando dei video propri, potrebbe indurre una certa resistenza o delle difficoltà; inoltre, questa è una modalità che risulta più utile per acquisire familiarità con le procedure di videoanalisi qualora non si abbia mai fatto ricorso a questo tipo di strumento. Come ben espresso da Kersting, la capacità di analizzare video di eventi didattici si ripercuote sull'analisi della propria pratica, rendendola intenzionale:

Being able to analyze videos of teaching events carries over into teachers' analysis of their own practice, thus creating the conditions for reflection and learning that are not unlike what the expertise literature describes as deliberate practice (Ericsson, Krampe & Tesch-Romer, 1993)¹⁵ (Kersting, 2016, pp. 98-99).

¹⁵ La capacità di analizzare video di eventi didattici si ripercuote sull'analisi della propria pratica, creando così le condizioni per una riflessione e un apprendimento che non sono dissimili da ciò che la letteratura sull'*expertise* descrive come pratica deliberata (Ericsson, Krampe & Tesch-Romer, 1993) (traduzione a cura dell'autrice).

Gli studi condotti dai ricercatori che si basano sull'analisi di pratica adottando la videoanalisi come strumento per stimolare la riflessione dimostrano come «l'osservazione (in particolare guidata) consenta di favorire processi di consapevolezza, connessioni tra teorie e pratiche, tra elementi conoscitivi pregressi e azioni concrete, alimentando quelle posture riflessive che rafforzano l'essere insegnante» (Gola, 2021, p. 56).

2.6 Imparare dall'insegnamento: l'attenzione al pensiero degli studenti

Come si è discusso nel precedente paragrafo, il video è ormai comunemente utilizzato nei programmi di formazione e sviluppo professionale degli insegnanti come strumento per la costruzione della conoscenza professionale nell'ambito dell'analisi di pratica. Secondo Santagata e Stürmer:

La formazione degli insegnanti deve affrontare la sfida di sostenere lo sviluppo di pratiche di insegnamento efficaci attraverso la crescita delle competenze degli insegnanti rispetto ai numerosi settori che caratterizzano il complesso lavoro dell'insegnamento in classe (Borko, 2004; Seidel, Blomberg & Renkl, 2013). In tale ottica, il video è diventato un importante strumento per l'apprendimento da parte dei docenti, che facilita la connessione tra teoria e pratica (Brophy, 2004; Gomez, Sherin, Griesdorn & Finn, 2008) (Santagata & Stürmer, 2014, p. 4).

Per questo motivo sono sorti numerosi studi il cui obiettivo è sostenere i docenti in una riflessione sistematica e dettagliata relativa all'insegnamento. In particolare, tra gli studi più interessanti, troviamo quelli che mirano a insegnare ai docenti a imparare dall'insegnamento. Tale competenza è possibile solo se essi riescono ad acquisire, ancora nel momento della formazione iniziale, abilità di analisi sistematica dei processi di insegnamento-apprendimento e attenzione al pensiero degli studenti (Santagata, 2010). In particolare, secondo Gola:

Gli studi di Kersting et al. (2012; 2016) danno rilievo, infatti, alle attività degli studenti come punto di partenza per la formazione degli insegnanti e per il loro sviluppo professionale (seguendo una prospettiva di ricerca già avviata: Borko et al., 2008; van Es, Sherin, 2012). Ball e Cohen (1999) sollecitano gli insegnanti affinché, acquisiscano le competenze e la consapevolezza per imparare a leggere (decifrare) i propri alunni per saperne di più su ciò che stanno pensando e imparando. Da questo punto di vista, il video è uno strumento prezioso che consente

di entrare nella complessità della pratica in classe e rendere visibile il pensiero degli studenti (Barnhart, van Es, 2015; Yeh, Santagata, 2015) (Gola, 2021, pp. 52-53).

Gli insegnanti non sono abituati a riflettere sulla loro azione didattica; infatti, secondo Santagata:

Quando viene proposta loro l'analisi di una lezione videoregistrata, tendono a focalizzarsi solo sulle azioni dell'insegnante nel video e a fare commenti a volte piuttosto superficiali che si riferiscono al tono di voce dell'insegnante o ad aspetti solo di condotta degli alunni. Spesso gli insegnanti ritengono che una lezione sia efficace perché l'insegnante ha messo in atto strategie didattiche efficaci. Così, ad esempio, commentano che gli studenti hanno capito un certo concetto perché l'insegnante l'ha spiegato bene. Non prendono in considerazione gli studenti per decidere se una lezione è efficace o meno. In altre parole, non analizzano l'apprendimento degli studenti per decidere se la spiegazione fosse efficace, ma si basano solo sull'osservazione delle azioni dell'insegnante (Santagata, 2010, p. 14).

Se invece fossero opportunamente guidati con specifici interventi formativi, potrebbero acquisire quelle abilità di “notare” gli elementi fondamentali del processo di insegnamento-apprendimento e di “riflettere” e “interpretare” questi dati in modo da generare nuove conoscenze utilizzabili in altre situazioni che potrebbero incontrare in seguito, come dichiarano Santagata e Guarino:

*If we think an important goal for teacher preparation is to equip teachers with knowledge and skills to continue to learn and improve over time, we need to consider seriously what that knowledge and skills entail (Hiebert et al. 2007). Our premise is that we need to go beyond the teaching of general reflective practices and provide future teachers with opportunities to learn to reflect on teaching in disciplined and structured ways*¹⁶ (Santagata & Guarino, 2011, pp. 133-134).

Quindi, per promuovere pratiche didattiche di qualità efficaci per l'apprendimento degli studenti, occorre guidare gli insegnanti ad assumersi pienamente la responsabilità della

¹⁶ Se pensiamo che un obiettivo fondamentale per la preparazione degli insegnanti sia quello di dotarli di conoscenze e competenze per continuare ad apprendere e migliorare nel tempo, dobbiamo considerare seriamente cosa comportino tali conoscenze e competenze (Hiebert et al. 2007). La nostra prospettiva è che si debba andare oltre l'insegnamento di pratiche riflessive generali e fornire ai futuri insegnanti opportunità per imparare a riflettere sull'insegnamento in modi rigorosi e strutturati (traduzione a cura dell'autrice).

propria didattica e a mettersi in gioco essendo disposti al cambiamento, quello che viene denominato *teacher change*, cioè la possibilità di agire sulle proprie convinzioni e pratiche, considerando tre fattori fondamentali: la conoscenza della materia per l'insegnamento, la comprensione del pensiero degli studenti e le pratiche didattiche (Borko, 2004).

Secondo Gola:

Il video come oggetto e fonte permette di recuperare una serie di informazioni, come ad esempio soffermarsi sull'attenzione e sul ragionamento degli studenti di far emergere modalità di ragionamento degli allievi su una determinata situazione, di rintracciare le mis-concezioni, di rintracciare elementi per risolvere problemi e processi risolutivi (Franchini, Salvisberg, Sbaragli, 2016; Calvani et al., 2014; Santagata, Guarino, 2011) (Gola, 2021, p. 52).

Per guidare il pensiero degli studenti, gli insegnanti devono capire come si sviluppano le idee dei bambini su una determinata materia e le connessioni tra le loro idee e quelle fondanti la disciplina, conoscere le preconcezioni dei bambini e le conoscenze ingenuie tipiche relative ai concetti scientifici chiave, nonché il ruolo che queste idee svolgono nell'apprendimento (Borko, 2004). Come afferma Nigris: «nelle domande dei bambini ritroviamo già molti agganci per ricostruire la conoscenza scientifica, ma espressa secondo il loro mondo di esperienza e di rappresentazione fisico, dei sentimenti, e delle emozioni» (Nigris, 2004, p. 54). Attraverso un'analisi attenta del processo di apprendimento degli studenti tutti i docenti possono, secondo Santagata, «approfondire le loro conoscenze delle rappresentazioni che più facilitano l'apprendimento, dei modi in cui gli alunni tendono a capire certi concetti matematici, delle difficoltà ed errori più comuni e delle strategie pedagogiche che appaiono particolarmente efficaci per certi livelli scolari» (Santagata, 2010, p. 12). Queste considerazioni relative al pensiero degli studenti si ritrovano anche nel RCM del PCK dal momento che, tra le basi di conoscenza professionale degli insegnanti esplicitate nel modello, si ritrova la cosiddetta “conoscenza degli studenti”, definita come conoscenza dello sviluppo cognitivo dei discenti e dei loro diversi approcci all'apprendimento. Essa viene anche indicata con la locuzione *knowledge of students' understanding* (KSU) e così definita:

Covers teachers' knowledge about the science concepts or topics that students find difficult to learn, the prerequisite knowledge for learning specific scientific knowledge, as well as variations in students' approaches to learning as they

*relate to the development of knowledge within specific science topic areas (Magnusson et al., 1999)*¹⁷ (Chan & Hume, 2019, p. 16).

La KSU comprende quindi anche i prerequisiti per l'apprendimento dell'argomento di interesse e ciò che gli studenti già conoscono di quel contenuto, le difficoltà di apprendimento e le loro pre/misconcezioni (Chan, 2021). Secondo Nigris:

La via più efficace e sicura per produrre un apprendimento duraturo e profondo è dunque quella di partire dalle conoscenze familiari per arrivare a un sapere scientifico. [...] Anche la didattica delle scienze ha dimostrato che non ci si sbarazza tanto facilmente dei concetti precedentemente acquisiti dai discenti. Ogni processo conoscitivo – nei bambini, come negli adulti – non può che passare attraverso l'assimilazione o l'accomodamento rispetto agli schemi cognitivi acquisiti precedentemente (Nigris, 2004, p. 54).

Pertanto, risulta fondamentale e imprescindibile per gli insegnanti considerare il pensiero degli studenti quando si apprestano a impostare la lezione in classe. Per affinare la formazione dei docenti risulta dunque necessario potenziare le cosiddette pratiche didattiche ad alto potenziale (*High Leverage Practices*); esse vengono utilizzate costantemente nell'insegnamento e sono fondamentali sia per aiutare gli studenti ad apprendere contenuti importanti che per migliorare le competenze nell'insegnamento. Includono compiti e attività essenziali per gli insegnanti novizi al fine di comprendere, assumersi la responsabilità ed essere preparati a svolgerli, mettendo in atto le loro responsabilità didattiche fondamentali (Ball & Forzani, 2009). Tra queste pratiche vi è proprio l'interpretazione del pensiero degli studenti che qualifica un sapere ad alto livello pratico dell'insegnante. La letteratura internazionale mostra come il sapere dell'insegnante sia un tipo di conoscenza che si genera all'interno della pratica e che essa stessa sia quindi un'esperienza in grado di strutturare la conoscenza; pertanto, una formazione degli insegnanti orientata da logiche di modellamento e riflessione non può che consentire il miglioramento della pratica stessa.

Come suggerisce Grion, potrebbe essere utile nell'ambito della formazione iniziale degli insegnanti, nel contesto della "pedagogia dei casi" (di cui proprio Shulman è stato uno

¹⁷ Rappresenta la conoscenza professionale da parte degli insegnanti dei concetti o degli argomenti scientifici che gli studenti trovano difficili da apprendere, dei prerequisiti per l'apprendimento di specifiche conoscenze scientifiche, nonché delle varie tipologie di approccio all'apprendimento da parte degli studenti in relazione allo sviluppo delle conoscenze all'interno di specifiche aree scientifiche (Magnusson et al., 1999) (traduzione a cura dell'autrice).

dei primi studiosi a occuparsi ritendendolo uno dei metodi più efficaci per apprendere dall'esperienza):

[...] proporre, durante i percorsi di formazione, casi di vita reale (*real life*), che implicano e sviluppano conoscenze e abilità specifiche e forniscono l'opportunità di prendere decisioni in situazioni complesse e dipendenti dal contesto. Gli studenti avrebbero così modo di esaminare situazioni problematiche, riflettendo contemporaneamente sui propri valori educativi, discutendone con i pari e con gli esperti (mentori, tutor, insegnanti esperti appartenenti alle comunità di apprendimento), per giungere a conoscenze e consapevolezze più profonde (Grion, 2008, p. 101).

Pertanto, riprendendo il pensiero di Fabbri e Rossi: «le pratiche professionali, i saperi situati, i processi di costruzione della conoscenza da parte delle comunità professionali sono altrettante sfide che interrogano oggi il sapere pedagogico» (Fabbri & Rossi, 2010, p. 17) e l'attenzione a questo specifico ambito può realmente generare la possibilità di una postura riflessiva nell'insegnante che gli consenta di apprendere costantemente durante l'insegnamento migliorando sempre di più la pratica con ricadute positive sull'apprendimento degli studenti.

Si può concludere questo capitolo in cui sono stati approfonditi alcuni costrutti pedagogici che riguardano lo studio della conoscenza professionale degli insegnanti lasciando spazio al pensiero della Mortari:

Formare gli insegnanti significa formare persone cui è chiesto di assumersi la responsabilità di educare i giovani in modo che divengano capaci di attualizzare nella migliore forma possibile la loro umanità e agire come cittadini consapevoli e attivi. Questo ruolo difficile e delicato richiede competenza, richiede che essi divengano professionisti pensanti e creativi, cioè soggetti capaci di generare rivoluzioni concettuali nella loro pratica, quelle che aprono lo spazio del pensare a "verità luminose" (Rorty, 1993, p. 22). Ed è proprio perché c'è necessità non di consumatori di teorie, ma di pensatori che elaborano sapere che il sistema di formazione deve mirare in alto, e dunque educare alla ricerca e alla riflessività, che sono l'humus necessario allo sviluppo del pensare nelle sue più differenti forme generative (Mortari, 2009, p. 169).

3. INSEGNARE LE SCIENZE NELLA SCUOLA PRIMARIA: UN PROBLEMA APERTO

3.1 Introduzione

Nel secondo capitolo di questo elaborato si è analizzata la questione del sapere pratico degli insegnanti e dei costrutti pedagogici che cercano di esplorare e caratterizzare la loro conoscenza professionale, in particolare il *pedagogical content knowledge* e la *professional vision*. Per completare il quadro teorico di riferimento del progetto di ricerca che verrà presentato nei prossimi capitoli è opportuno considerare anche quali siano, in particolare in ambito scientifico, le «modalità di appropriazione dei saperi scolastici da parte dei soggetti che apprendono» (Roletto, 2005, p. 8) al fine di «progettare e gestire insegnamenti efficaci, in grado di permettere alla maggior parte degli studenti di accedere a un apprendimento in profondità» (*Ibidem*).

In questo contesto è quindi opportuno presentare sinteticamente alcune questioni fondamentali relative all'apprendimento dei saperi scientifici e i possibili approcci metodologici considerati in letteratura più efficaci, privilegiando quelli basati sull'investigazione come l'IBSE (*Inquiry-Based Science Education*).

Facendo riferimento alle teorie dell'apprendimento e agli approcci metodologici esposti, verrà in seguito presentato un percorso didattico verticale basato sull'IBSE (in particolare secondo il modello delle 5E) sulle grandezze fisiche temperatura e calore e i relativi meccanismi di propagazione. La mancanza di video in lingua italiana che consentissero di suscitare la conoscenza professionale dei futuri insegnanti in contesti d'aula reali per poterla analizzare e la necessità quindi di reperire questa tipologia di materiale hanno portato alla progettazione e alla realizzazione dalla classe prima alla quinta di una scuola primaria di Brescia nell'anno scolastico 2021-2022 del percorso didattico sulla calorimetria che verrà esposto in questo capitolo. Dai materiali raccolti direttamente in aula è stato possibile selezionare la *clip* video utilizzata per la sperimentazione con gli studenti-insegnanti di Scienze della formazione primaria che è alla base del progetto di ricerca che verrà presentato nella seconda parte dell'elaborato.

3.2 Alcune questioni fondamentali relative all'apprendimento scientifico

Nel recente rapporto Eurydice¹⁸ (2022) emergono con tutta la loro rilevanza le difficoltà manifestate dagli studenti europei nelle ultime prove internazionali:

Sono allarmanti i dati provenienti da alcune indagini internazionali sugli studenti, come il Programma per la valutazione internazionale dello studente (PISA) condotto dall'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE), che verifica i livelli di risultati degli studenti in lettura, matematica e scienze. Nell'UE-27, una quota crescente di quindicenni – circa il 23% nel 2018 – non raggiunge i livelli di base di competenze in matematica e scienze (Commissione istruzione, 2020). In altre parole, l'obiettivo a livello di UE per le competenze di base (vale a dire meno del 15% degli studenti che non padroneggiano le competenze di base (¹⁹)) è ancora irraggiungibile. Inoltre, gli studenti con svantaggi socioeconomici sono sovra-rappresentati tra gli allievi con scarsi risultati, il che evidenzia importanti problemi di equità (Eurydice, 2022, p. 19).

Sebbene le due Raccomandazioni relative alle qualifiche e alle competenze chiave per l'apprendimento permanente (Commissione Europea, 2008; 2018), abbiano incoraggiato tutti gli Stati membri a promuovere lo sviluppo delle competenze di base in campo scientifico e tecnologico, in alcuni Paesi come l'Italia non si sono ottenuti i risultati sperati. Infatti, dall'analisi dei dati relativi all'edizione 2018 dell'indagine PISA, emergono con chiarezza le carenze e le difficoltà degli studenti italiani ad approcciarsi positivamente alle scienze e ad acquisire le competenze richieste. La Raccomandazione europea del 2018, in particolare, indica che «la competenza in scienze si riferisce alla capacità di spiegare il mondo che ci circonda usando l'insieme delle conoscenze e delle metodologie, comprese l'osservazione e la sperimentazione, per identificare le problematiche e trarre conclusioni che siano basate su fatti empirici, e alla disponibilità a farlo» (Commissione Europea, 2018, p. 9). Tuttavia, in contrasto con questa indicazione, ciò che si rileva nel

¹⁸ Il rapporto riunisce le informazioni qualitative raccolte dalla rete Eurydice sulle politiche e le misure di livello superiore nel settore della matematica e dell'educazione scientifica, e i dati sui risultati di due indagini di valutazione internazionali (*Trends in International Mathematics and Science Study 2019* (TIMSS), gestita dall'Associazione internazionale per la valutazione dei risultati scolastici (IEA), e l'indagine PISA 2018, condotta dall'OCSE) (Eurydice, 2022, p. 11).

¹⁹ Il quadro strategico rinnovato per la cooperazione europea nel settore dell'istruzione e della formazione per il periodo 2021-2030 definisce cinque obiettivi a livello di UE da raggiungere entro il 2030, tra cui uno sugli studenti con scarse competenze di base: la quota di quindicenni con scarsi risultati in lettura, matematica e scienze dovrebbe essere inferiore al 15% entro il 2030. In questo contesto, gli studenti con scarsi risultati sono definiti come gli alunni al di sotto del "livello 2" della scala PISA (Risoluzione del Consiglio su un quadro strategico per la cooperazione europea nel settore dell'istruzione e della formazione verso uno spazio europeo dell'istruzione e oltre (2021-2030), GUC 66 del 26.2.2021).

contesto scolastico italiano è generalmente un rapporto difficile tra gli studenti e le discipline scientifiche, spesso associato a emozioni negative quali ansia e noia, e legato probabilmente al fatto che, per quanto la letteratura e i riferimenti normativi promuovano una didattica di tipo non nozionistico ma basata sull'esperienza e sul ruolo attivo dello studente, questi aspetti faticano a germogliare nel nostro contesto, in cui è ancora frequente una trattazione dei contenuti in forma mnemonica e senza che vi siano delle connessioni significative tra di essi (Pagliara, Appiani & Leonardi, *in press*). A tal proposito scrive Tombolato:

Sebbene i problemi che riguardano l'insegnamento delle discipline scientifiche siano comuni a molti sistemi educativi nel mondo, come testimoniano le rilevazioni OCSE-PISA, il caso italiano risulta, in una certa misura, penalizzato dall'eredità idealista di matrice gentiliano-crociana che riconosce alla scienza un valore puramente strumentale. Per quanto oggi molti docenti concordino sull'importanza di insegnare il valore culturale della scienza e non solo i suoi aspetti tecnici, non sembrano, tuttavia, essere in grado di inferire quali implicazioni, in termini di azioni concrete, tale adesione di principio comporta (Tombolato, 2020, p. 142).

Questi dati suggeriscono la necessità e l'urgenza di approfondire le questioni legate all'insegnamento e all'apprendimento delle scienze, a partire dai primi gradi d'istruzione. A questo proposito il documento *Taking Science to School* proposto nel 2007 dal *National Research Council* statunitense nel capitolo relativo ai fondamenti dell'apprendimento scientifico dei bambini ribadisce alcuni punti fondamentali, che possono essere riassunti nei seguenti:

In contrasto con l'opinione comunemente diffusa e superata che i bambini piccoli siano pensatori concreti e semplicistici, le evidenze della ricerca dimostrano come il loro pensiero sia sorprendentemente sofisticato. Elementi di base importanti per l'apprendimento delle scienze sono già presenti prima dell'ingresso dei bambini a scuola.

I bambini che iniziano la scuola hanno già una conoscenza sostanziale del mondo naturale che può essere sfruttata per sviluppare la comprensione dei concetti scientifici. Alcune aree di conoscenza possono fornire fondamenta più solide su cui costruire di altre, poiché compaiono molto presto e hanno alcune caratteristiche universali e comuni a tutte le culture del mondo.

Già entro la fine della scuola dell'infanzia i bambini sono in grado di ragionare in modalità che possono fornire punti di partenza utili allo sviluppo del ragionamento scientifico. Tuttavia, le loro capacità di ragionamento sono limitate dalla conoscenza concettuale, dalla natura del compito e dalla consapevolezza del proprio pensiero.

[...]

Anche i bambini più piccoli sono sensibili a modelli altamente astratti e alle relazioni causali. Essi utilizzano queste informazioni per guidare i modi in cui generalizzano, fanno inferenze e danno un senso al mondo. Vi è un crescente riconoscimento della ricchezza e variabilità di come i bambini capiscono che coinvolge componenti implicite ed esplicite, non simboliche e simboliche, associative ed esplicative. Non vi è alcuna progressione dal semplice concreto all'astratto nello sviluppo dei bambini (NRC, 2007, pp. 53-54, traduzione a cura dell'autrice).

Per questo è possibile e opportuno iniziare sin dalla scuola dell'infanzia a introdurre alcuni concetti scientifici, in particolare attraverso il gioco:

Secondo Eshach e Fried (2005), la scienza svolge un ruolo importante nel curriculum della scuola dell'infanzia per lo sviluppo di atteggiamenti positivi verso di essa, per il piacere di osservare e conoscere la natura e per l'utilizzo di un linguaggio scientifico. Essi indicano come un'introduzione precoce alla scienza possa incoraggiare il ragionamento e promuoverne una migliore comprensione quando verrà studiata in modo più formale nelle classi superiori. Secondo Kanter *et al.* (2011) esistono forti analogie tra le naturali inclinazioni al gioco dei bambini e le migliori pratiche di apprendimento della scienza (Bulunuz, 2013).

È quindi proprio impostando correttamente l'insegnamento delle scienze a partire dai primi gradi scolastici che sarà possibile produrre un significativo miglioramento dell'educazione scientifica di base, come affermano Gagliardi e Giordano:

Molto di quello che oggi si sa sulla mente umana viene da studi su come i bambini imparano e capiscono. Questi studi hanno cambiato profondamente la comprensione di come e quando gli umani arrivano a cogliere la complessità del loro mondo da un punto di vista scientifico. TSS K8²⁰ dà un quadro sintetico di ciò che si sa su come i bambini imparano idee e pratiche scientifiche dalla scuola

²⁰ *Taking Science to School. Learning and Teaching Science in Grades K-8* (NRC, 2007).

dell'infanzia fino alla scuola media, per trarne implicazioni indirizzate a produrre un cambiamento radicale dell'educazione scientifica, in direzione di un rinnovamento dell'insegnamento scientifico all'interno di un quadro di sviluppo longitudinale dell'apprendimento (Gagliardi & Giordano, 2014, p. 90).

Costruire apprendimenti significativi, soprattutto nella scuola primaria, richiede una progettazione calibrata su tempi dilatati:

Per avere un insegnamento significativo sono necessari tempi lunghi – tempi adeguati – per ciascuna problematica affrontata; se viceversa i tempi impiegati sono più simili a quelli degli *spot* televisivi, o, detto in altre parole, sono quelli di un insegnamento nozionistico, trasmissivo, libresco, dove è compito principale dello studente memorizzare, leggendo e studiando a casa le pagine assegnate, come è immaginabile che resti nello studente qualche conoscenza e che si sviluppi contemporaneamente, seppur gradualmente, “il gusto del conoscere”? (Fiorentini *et al.*, 2007, p. 17).

Questo significa concretamente pensare anche alla possibilità di costruire nella scuola primaria uno stesso contenuto su più annualità, in un'ottica di verticalità. Tale verticalità, tuttavia, non deve essere centrata sui contenuti e sulla loro successione lineare, ma sul processo di apprendimento, come auspicato già dalle “Indicazioni nazionali per il curricolo per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo d'istruzione” (Decreto Ministeriale del 31 luglio 2007), secondo cui:

I processi di apprendimento delle scienze naturali e sperimentali procederanno quindi attraverso percorsi, progressivi e ricorrenti, fatti di esperienze, riflessioni e formalizzazioni: percorsi progettati in modo da guidare i ragazzi dal pensiero spontaneo fino a forme di conoscenza sempre più coerenti e organizzate, di cui i ragazzi stessi possano verificare concretamente efficacia ed efficienza (MPI, DM 31 luglio 2007, p. 100).

Tale prospettiva viene ripresa anche dalle “Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione” (Decreto Ministeriale 254 del 16 novembre 2012) in riferimento alla verticalità del curricolo scolastico:

La scuola persegue una doppia linea formativa: verticale e orizzontale. La linea verticale esprime l'esigenza di impostare una formazione che possa poi continuare lungo l'intero arco della vita; quella orizzontale indica la necessità di

un'attenta collaborazione fra la scuola e gli attori extrascolastici con funzioni a vario titolo educative: la famiglia in primo luogo (MIUR, DM 254/2012, p. 6).

[...]

Per questo, in rapporto all'età e con richiami gradualmente lungo tutto l'arco degli anni scolastici fino alla scuola secondaria, dovranno essere focalizzati alcuni grandi "organizzatori concettuali" quali: causa/effetto, sistema, stato/trasformazione, equilibrio, energia, ecc. Il percorso dovrà comunque mantenere un costante riferimento alla realtà, imperniando le attività didattiche sulla scelta di casi emblematici [...]. Valorizzando le competenze acquisite dagli allievi, nell'ambito di una progettazione verticale complessiva, gli insegnanti potranno costruire una sequenza di esperienze che nel loro insieme consentano di sviluppare gli argomenti basilari di ogni settore scientifico (MIUR, DM 254/2012, p. 54).

Sulla medesima linea anche la successiva nota dal titolo "Indicazioni nazionali e nuovi scenari" (Nota n. 3645 del 1° marzo 2018), ove si legge: «tutto ciò richiede l'adozione di un curriculum di istituto verticale, che assuma la responsabilità dell'educazione delle persone da 3 a 14 anni in modo unitario e organico, organizzato per competenze chiave, articolate in abilità e conoscenze e riferito ai Traguardi delle Indicazioni» (MIUR, Nota n. 3645/18, p. 16).

L'idea di un apprendimento che debba svilupparsi nei discenti in modo longitudinale e a un livello appropriato rispetto alle loro abilità cognitive trae le sue origini dal modello del "curricolo a spirale" di Bruner secondo cui è necessario proporre un'ampia varietà di concetti, argomenti e discipline con un crescente livello di approfondimento e di complessità in modo che gli studenti, affrontandoli e studiandoli più volte nel proprio percorso scolastico, arrivino a padroneggiarli con maggiore consapevolezza.

Nella sua teoria dell'istruzione Bruner sostiene una forma di "curricolo a spirale" che prevede di riprendere nel corso dell'intero iter scolastico gli stessi argomenti, in forma via via più astratta e strutturata, ricorrendo ai tre tipi di rappresentazione²¹, così da seguire e indirizzare lo sviluppo cognitivo dell'allievo verso l'apprendimento dei concetti-base delle diverse discipline e della loro organizzazione strutturale (i "nuclei fondanti"), piuttosto che delle singole nozioni che ne fanno

²¹ Si fa riferimento alle tre forme di rappresentazione della realtà da parte dei soggetti che apprendono individuate da Bruner, ovvero: «le "rappresentazioni esecutive", cioè rappresentazioni mentali dell'esecuzione di azioni dirette; le "rappresentazioni iconiche", cioè immagini mentali visive e/o uditive, olfattive, tattili di oggetti/eventi; le "rappresentazioni simboliche" attraverso sistemi di simboli convenzionali, primo fra tutti il linguaggio» (Gagliardi & Giordano, 2014, p. 63).

parte. Bruner pensa che si possa insegnare ad affrontare qualunque problematica, per quanto complessa, a bambini di qualunque età, purché venga presentata in forma opportuna (Gagliardi & Giordano, 2014, pp. 64-65).

Bruner ha sottolineato come l'insegnamento dovrebbe sempre portare gli alunni a un incremento graduale e continuo del loro sviluppo cognitivo; pertanto, gli argomenti dovrebbero essere introdotti, sviluppati e ripresi continuamente nei vari gradi scolastici (Bruner, 1960). Occorre dunque far tornare gli alunni in modo ricorsivo sugli stessi argomenti, ma con continui cambiamenti di punto di vista: quando si torna a un concetto, dopo averlo approfondito, è possibile fare diverse analisi e rappresentazioni di ciò che era stato affrontato in precedenza. L'idea di un curriculum scientifico verticale che si fonda sul pensiero di Bruner rappresenta quindi una significativa opportunità per proporre un quadro di progettazione che risponda ai bisogni educativi degli studenti e nello stesso tempo possa supportare gli insegnanti nel costruire lezioni e attività che mirino allo sviluppo di competenze, atteggiamenti e disposizioni di pensiero che comportino progressione e continuità nell'apprendimento delle scienze (Pagliara, Appiani & Leonardi, *in press*). Bruner sosteneva infatti che «se si rispettano i modi di pensare del bambino che cresce, se si è abbastanza accorti da trasportare la materia di insegnamento nelle forme logiche proprie della disciplina e sufficientemente stimolanti da invogliarlo ad aderirvi, allora è possibile introdurlo in tenera età alle idee e agli stili che in seguito faranno di lui un uomo istruito» (Bruner, 1960, p. 52, traduzione a cura dell'autrice). Egli sottolinea inoltre l'importanza della dimensione attiva dell'apprendimento:

Innanzitutto gli incontri educativi dovrebbero sfociare nella comprensione, e non nella mera *performance*. Comprendere significa cogliere il posto occupato da un'idea o da un fatto in una più generale struttura di conoscenza [...]. La conoscenza acquisita inoltre 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 (Bruner, 2002, pp. 9-10).

Lo studente, in questa prospettiva, assume un ruolo affine a quello di un ricercatore:

In un processo di “apprendimento basato sulla scoperta” il discente dovrebbe svolgere un lavoro in parte simile a quello compiuto dai ricercatori professionisti di una disciplina: studiare fatti particolari per comprenderne il significato o per ricavarne norme generali. Afferma ancora Bruner: «la scoperta, sia essa di uno scolaro che apprende per conto suo, o di uno scienziato che estende i limiti del suo campo di ricerche, è sempre un’operazione di riordinamento o di trasformazione di fatti evidenti, che permette di procedere al di là di quei fatti verso una nuova intuizione» (Bruner, 1964, trad. it. p. 115). [...] La formazione/insegnamento, in questa prospettiva, si profila come un incessante cammino in cui il discente è costantemente sollecitato ad andare oltre l’informazione data per trovare significati generali che rendano conto delle singole situazioni (Antonietti & Cantoina, 2010, p. 92).

Un’altra questione aperta e particolarmente delicata relativa all’apprendimento delle scienze è legata all’«influenza dei saperi ingenui sulle acquisizioni formali degli studenti» (Tomblato, 2020, p. 25). Come afferma Roletto:

La scuola è l’unico luogo nel quale gli allievi possono essere sistematicamente aiutati nel difficile passaggio dal pensiero naturale o quotidiano a quello scientifico, che è stato definito innaturale (Wolpert, 1996). Il primo ha il proprio fondamento nella conoscenza di senso comune, costituita da modi di ragionare che si trasmettono di generazione in generazione, profondamente ancorati nella psiche umana; grazie ad essi, gli individui possono attivare processi mentali complessi, che permettono di affrontare i problemi della vita di ogni giorno, pur essendone quasi sempre inconsapevoli: pensiero e apprendimento sono inconsci. Si tratta quindi di un modo di pensare ben diverso da quello scientifico, basato su saperi più complicati, mediante i quali è possibile affrontare problemi di natura particolare; inoltre tali saperi hanno, con la conoscenza di senso comune, un rapporto non di continuità ma di rottura. Gli allievi hanno una certa conoscenza della realtà e considerano veritiere le proprie idee sul mondo, senza chiedersi quale sia il loro fondamento, il che è in netto contrasto con il modo di pensare consapevole e autocritico delle scienze, che mira a formalizzare il sapere e a proporre principi generali (Roletto, 2005, p. 51).

Secondo la prospettiva costruttivista, alla cui base vi è l’acquisizione attiva e intenzionale della conoscenza da parte del soggetto:

[...] l'apprendimento si configura come un processo di progressivo adeguamento da parte delle strutture cognitive o degli schemi mentali alle nuove situazioni che si presentano (Gardner, 1999): le precedenti strutture, rivelatesi inefficaci nel far fronte ai nuovi casi, lasciano il posto a strutture più mature e pertinenti. Secondo il costruttivismo l'apprendimento dipende dalle conoscenze precedenti che i discenti utilizzano quando incontrano nuovi contenuti. Più precisamente, in quest'ottica occorre sintetizzare e integrare le nuove esperienze entro i significati precedenti e produrre un'interazione tra i significati precedenti e i nuovi. Per fare ciò, i docenti devono attivare le conoscenze e le abilità che i discenti già possiedono, accertare quali sono i significati che essi vi attribuiscono e incoraggiarli a mettere alla prova le loro idee (Antonietti & Cantoia, 2010, p. 78).

A partire dagli studi di Howard Gardner e da tutte le ricerche che fanno riferimento al costrutto del *conceptual change* si è approfondito sempre di più il ruolo delle concezioni ingenuie sull'apprendimento. Pertanto, è necessario aiutare gli studenti:

[...] ad abbandonare i modelli mentali più “primitivi” e a condividere quelli più “evoluiti” proposti dalla cultura. L'espressione *conceptual change* (“cambiamento concettuale”: Limón – Mason, 2002; Sinatra – Pintrich, 2002) è impiegata proprio per indicare quei momenti dello sviluppo mentale in cui lo studente passa da un modello di ordine inferiore a uno di ordine superiore (Ivi, p. 87).

Ciò che si verifica, infatti, è che «anziché dissolversi come avrebbe desiderato Piaget e certi altri educatori, le teorie intuitive restano potenti mezzi di conoscenza e possono benissimo riemergere con tutta la loro forza una volta che la persona lasci l'ambiente scolastico» (Gardner, 2001, p. 95). Come sostiene Tombolato, nel caso della fisica:

Il rapporto tra la cosiddetta *naive physic* (Smith e Casati, 1994) – ovvero le credenze di senso comune che le persone detengono circa il modo in cui funziona il mondo – e la fisica come sapere istituzionalizzato si presenta come un complesso intreccio di problemi che, per quanto ampiamente indagati – con metodologie e per scopi differenti – da studiosi di varie discipline, rimangono per la maggior parte tuttora aperti. Il tema dell'influenza delle concezioni ingenuie sugli apprendimenti formali degli allievi, al centro dell'interesse di numerosi ricercatori nel campo dell'apprendimento e dell'istruzione già a partire dagli anni '70 (si veda, ad esempio Shanon, 1976; Viennot, 1978; McCloskey, 1983; Bozzi, 1958), impone di riconsiderare il problema della trasmissione del sapere scientifico alla

luce delle conoscenze informali che gli studenti derivano dall'interazione con l'ambiente naturale e culturale (Tombolato, 2016).

All'interno del problema del cambiamento concettuale dalla conoscenza di senso comune alla conoscenza scientifica si colloca anche tutta la questione legata alla "teoria degli ostacoli" introdotta da Guy Brousseau (1983) in riferimento all'apprendimento della matematica e ispirata all'opera dello studioso francese Gaston Bachelard. Secondo questa teoria si possono individuare tre tipologie di "ostacoli": epistemologici, didattici e ontogenetici (Martini, 2000). «Gli ostacoli epistemologici sono legati alla complessità intrinseca del sapere, quelli didattici al processo di trasposizione compiuto dall'insegnante, mentre quelli ontogenetici alla maturazione psichica del discente, la quale dipende per lo più dalla sua età mentale» (Tombolato, 2020, p. 26). È di fondamentale importanza che un docente sia consapevole soprattutto degli ostacoli epistemologici relativi alla propria disciplina di insegnamento dal momento che le difficoltà incontrate dagli scienziati del passato per comprendere determinati concetti spesso sono le stesse in cui si imbattono gli studenti. Legato a tali questioni vi è anche il ruolo delle "rappresentazioni mentali" sia degli studenti che degli insegnanti, dal momento che spesso ciò che si verifica è che «le rappresentazioni mentali degli insegnanti rassomigliano di più alla "scienza degli studenti" che al punto di vista accettato dalla comunità scientifica» (Giannetto, Tarsitani & Vicentini Missoni, 1995, p. 38). Si constata inoltre che «anche altre rappresentazioni mentali degli insegnanti influenzano la pratica didattica, in particolare quelle rappresentazioni mentali relative ai processi della conoscenza e dell'apprendimento» (*Ibidem*). Questi aspetti non possono essere approfonditi in questo contesto ma rappresentano un punto importante di riflessione quando si tratta dell'insegnamento e dell'apprendimento delle scienze:

Così, quando diciamo che gli insegnanti dovrebbero riflettere accuratamente sullo stato finale del cambiamento concettuale che vogliono indurre sui loro studenti, implicitamente ammettiamo che un'analisi attenta del contrasto tra rappresentazioni mentali differenti deve essere portata avanti. Questa analisi concerne non solo le rappresentazioni di senso comune degli studenti, ma anche le differenti possibili scelte di rappresentazioni, che soggiacciono sia ad un corpo scientifico di conoscenze sia all'immagine della scienza stessa (Giannetto, Tarsitani & Vicentini Missoni, 1995, p. 48).

Per concludere questo paragrafo, è possibile considerare che:

Non esiste un'età al di sotto della quale non abbia senso guidare gli allievi nella costruzione graduale di un modo fisico di guardare i fenomeni naturali. Tanto meno esiste un'età oltre la quale il processo di apprendimento non porti con sé un approfondimento della comprensione della descrizione/interpretazione che la fisica dà del mondo in cui viviamo. Si è così aperta la prospettiva di un percorso longitudinale coerente di sviluppo del pensiero scientifico, e in particolare fisico, a partire dalla scuola dell'infanzia fino alla scuola secondaria superiore (Gagliardi & Giordano, 2014, p. 103).

Pertanto, anche se restano aperte molte domande e questioni relative al ruolo delle concezioni ingenuie, degli ostacoli e delle rappresentazioni mentali nell'apprendimento su cui la ricerca didattica deve lavorare, occorre mettersi nell'ottica che è fondamentale iniziare a coinvolgere in pratiche scientifiche i discenti sin dall'inizio della scolarità, progettando percorsi didattici verticali coerenti che li accompagnino nell'appropriazione dei contenuti scientifici nei diversi gradi scolastici.

3.3 Gli approcci metodologici basati sull'investigazione

All'interno del dibattito internazionale relativo all'apprendimento scientifico particolare rilevanza hanno assunto negli ultimi anni gli approcci metodologici basati sull'investigazione e sulla scoperta:

[...] molti risultati di ricerca mostrano che un ambiente di apprendimento basato sull'indagine e la scoperta scientifica è da considerare oggi un efficace piano di riferimento sulla base del quale sviluppare opportunità di apprendimento della Scienza in termini di costruzione attiva di conoscenze autentiche e significative per il discente (Llewellyn, 2002; Katehi *et al.*, 2009; Bolte *et al.*, 2012). Anche le Indicazioni Nazionali per il Curricolo della Scuola Italiana recepiscono chiaramente le suddette considerazioni e mettono in evidenza l'importanza di uno stile di insegnamento comune a tutte le discipline che coinvolga lo studente in attività legate alla scoperta e interpretazione in termini scientifici di esperienza di vita reale e che lo possa rendere costruttore attivo della propria conoscenza (Fazio *et al.*, 2017, p. 192).

Tali approcci, racchiudibili sotto la denominazione di *Inquiry-Based Learning* (IBL), pongono le loro basi nella pedagogia dell'apprendimento mediante esperienza e per

scoperta introdotta da John Dewey e sostenuta dalle teorie costruttiviste dell'apprendimento degli anni '60. Recentemente, anche la Commissione europea, grazie al rapporto Rocard del 2007, ha iniziato a promuovere su larga scala l'approccio IBL e, in particolare IBSE, come base su cui fondare il processo di insegnamento-apprendimento delle scienze, riconoscendone l'efficacia nel coinvolgere gli studenti in un apprendimento attivo, partecipativo, interattivo, incentivando l'interesse e il rendimento degli alunni di vari gradi scolastici e con diversi livelli di competenza, nonché la motivazione degli insegnanti:

Inquiry-based science education (IBSE) has proved its efficacy at both primary and secondary levels in increasing children's and students' interest and attainments levels while at the same time stimulating teacher motivation. IBSE is effective with all kinds of students from the weakest to the most able and is fully compatible with the ambition of excellence. Moreover IBSE is beneficial to promoting girls' interest and participation in science activities. Finally, IBSE and traditional deductive approaches are not mutually exclusive and they should be combined in any science classroom to accommodate different mindsets and age-group preferences²² (Rocard et al., 2007, p. 2).

Sempre nel rapporto Rocard si legge, in riferimento alla scuola primaria, che l'IBSE è in grado di incentivare la curiosità e la capacità di osservazione, ma anche la risoluzione di problemi e la sperimentazione e che, attraverso l'uso del pensiero critico e della riflessione, gli studenti imparano a dare significato alle evidenze raccolte; esso risulta pertanto particolarmente adatto per gli alunni della scuola primaria ed è in grado di fornire, oltre all'acquisizione dei contenuti disciplinari, anche l'opportunità di sviluppare diverse competenze trasversali come il lavoro in gruppo, la comunicazione scritta e orale, la risoluzione di problemi aperti e altre abilità interdisciplinari (Rocard et al., 2007). L'approccio pedagogico IBSE promuove un insegnamento delle scienze basato prevalentemente sull'investigazione dei problemi, sulla riflessione e discussione e sulla ricerca di soluzioni

²² L'approccio IBSE ha dimostrato la sua efficacia nell'incentivare l'interesse e il rendimento di bambini e studenti sia a livello di scuola primaria che secondaria e, nel contempo, nello stimolare la motivazione degli insegnanti. L'IBSE risulta essere efficace con tutti i tipi di studenti, dai più deboli ai più capaci ed è pienamente funzionale alla promozione delle eccellenze. Inoltre, l'IBSE risulta utile nella promozione dell'interesse e della partecipazione delle ragazze alle attività scientifiche. Infine, l'IBSE e i tradizionali metodi deduttivi non si escludono a vicenda e dovrebbero essere integrati in ogni aula di scienze per adattarsi ai diversi stili cognitivi e di apprendimento sulla base dell'età dei discenti (traduzione a cura dell'autrice).

in una prospettiva di tipo costruttivista. L'IBSE risulta inoltre essere in linea con gli approcci tipici della *student-centered instruction* in quanto gli alunni vengono coinvolti in prima persona nelle attività di indagine e, sotto la guida del docente, vengono condotti nella costruzione della conoscenza attraverso varie fasi tra cui l'esplorazione, la sperimentazione e l'interpretazione dei dati emersi dall'indagine, sino alla concettualizzazione e formalizzazione finale del fenomeno in analisi.

Anche il piano "Insegnare Scienze Sperimentali" (ISS) elaborato in Italia negli anni immediatamente successivi al rapporto Rocard, che si poneva l'obiettivo di elevare il livello di *literacy* scientifica degli studenti e sostenere la formazione degli insegnanti, ha cercato di promuovere nel contesto italiano tale approccio metodologico, realizzando un'inversione di tendenza da un insegnamento principalmente deduttivo all'IBSE. Il piano italiano ISS si caratterizzava per alcune peculiarità: insieme alla forte connotazione verticale del curriculum e alla valorizzazione delle comunità di pratica vi era infatti anche la promozione dell'IBSE soprattutto nella formazione dei docenti. Si legge infatti a tal proposito negli Annali della Pubblica Istruzione che il piano ISS «è un processo *bottom up* che permette ai docenti di sperimentare in prima persona IBSE e di valorizzare e accrescere la loro professionalità e la loro conoscenza pedagogica della disciplina (in ambito internazionale PCK, *Pedagogical Content Knowledge*)» (Ambrogi, 2010, p. 266). In riferimento all'IBSE, si legge inoltre che:

L'IBSE non è un singolo metodo pedagogico ma un "approccio" con caratteristiche chiave che possono essere implementate in vari modi. L'IBSE va oltre la manipolazione di oggetti e materiali, la vetusta percezione e uso del laboratorio scientifico a scuola, *hands-on* e *mind-off* per approdare ai fattori chiave per catturare gli studenti nei processi propri dell'investigazione ovvero l'identificazione delle evidenze "rilevanti", di ragionamento critico e logico, di riflessione interpretativa (Pascucci & Zanetti, 2010, p. 279).

È opportuno precisare, inoltre, che il fatto di promuovere attività di insegnamento e apprendimento di tipo *inquiry* non comporti necessariamente il seguire e applicare semplicemente le fasi del metodo scientifico sperimentale alla didattica. L'*inquiry* infatti utilizza un approccio logico per risolvere le questioni scientifiche, ma non segue necessariamente i passaggi specifici del metodo scientifico; esso non consiste in un insieme sequenziale di procedure e va ben oltre i processi tipici del metodo sperimentale come osservare,

dedurre, prevedere e sperimentare: in questa nuova visione dell'apprendimento si richiede che gli studenti combinino le pratiche e le conoscenze scientifiche e utilizzino l'argomentazione e il ragionamento per sviluppare la loro comprensione e il loro apprezzamento nei confronti della scienza (Llewellyn, 2013). Attraverso il processo di *inquiry*, gli studenti costruiscono gran parte della loro comprensione del mondo naturale e di quello progettato dall'uomo; alla base dell'investigazione vi sono la necessità e il desiderio di conoscere poiché ciò che conta non è tanto la ricerca della risposta quanto piuttosto di soluzioni appropriate a domande e problemi. Questo approccio pedagogico pone l'enfasi sullo sviluppo delle abilità di indagine e sulla promozione di atteggiamenti e attitudini che consentiranno agli individui di continuare la ricerca della conoscenza per tutta la vita. Con il termine *inquiry* si intende indicare infatti una serie di processi messi in atto dagli studenti in modo intenzionale come: saper diagnosticare problemi, commentare in modo critico gli esperimenti e individuare soluzioni alternative, saper pianificare un'indagine, formulare congetture, ricercare informazioni, costruire modelli, saper discutere e confrontarsi tra pari, formulare argomentazioni coerenti (Linn, Davies & Bell, 2004). In questo approccio il ruolo dell'insegnante è quello di guida del processo di apprendimento; a seconda del grado con cui il docente struttura le attività che devono svolgere gli studenti la tipologia di *inquiry* può passare dall'essere *guided* a *open*, attraverso alcuni livelli intermedi. Nell'*inquiry* "confermativo" gli studenti verificano una legge attraverso un'attività in cui i risultati sono conosciuti in anticipo; in quello "strutturato" essi svolgono investigazioni per rispondere a una domanda di ricerca posta dall'insegnante seguendo una procedura prestabilita mentre nel "guidato" utilizzano strategie d'indagine da loro scelte e progettate; infine nell'*inquiry* "aperto", una volta che il docente ha definito il contesto, gli alunni svolgono attività di indagine per rispondere a una domanda da loro scelta e formulata attraverso procedure da loro stessi progettate (Bell, Smetana & Binns, 2005). In sostanza, più vengono date agli studenti la responsabilità e l'autonomia nel porre e rispondere alle domande, nel progettare le indagini e comunicare il loro apprendimento, più aperto sarà il metodo di indagine; al contrario più l'insegnante assumerà un ruolo direttivo, più l'*inquiry* sarà guidato (NRC, 2000). Questa sorta di scala d'indagine dovrebbe essere vista come un *continuum*; quindi, idealmente, gli studenti dovrebbero progredire gradualmente dai livelli inferiori a quelli superiori d'investigazione nel corso degli anni scolastici; sebbene l'obiettivo sia quello di aiutare gli studenti a sviluppare le

competenze e le conoscenze per condurre indagini di livello aperto, non ci si può aspettare che inizino da queste poiché essi devono esercitarsi nell'indagine, arrivando a livelli sempre più aperti e complessi (Bell, Smetana & Binns, 2005).

Esistono diversi modelli in letteratura che descrivono le attività di tipo IBSE; in particolare, il modello delle 5E sviluppato nel 1987 dal *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) risulta essere uno degli schemi più utilizzati anche nell'ambito dell'educazione STEM (Koyunlu Ünlü & Dökme, 2022). Questo modello, secondo la strutturazione di Bybee (2006), prevede l'organizzazione delle attività investigative in cinque fasi, riassunte in tabella 2.

<i>Phase</i>	<i>Summary</i>
<i>Engagement</i>	<i>The teacher or a curriculum task accesses the learners' prior knowledge and helps them become engaged in a new concept through the use of short activities that promote curiosity and elicit prior knowledge. The activity should make connections between past and present learning experiences, expose prior conceptions, and organize students' thinking toward the learning outcomes of current activities.</i>
<i>Exploration</i>	<i>Exploration experiences provide students with a common base of activities within which current concepts (i.e., misconceptions), processes, and skills are identified and conceptual change is facilitated. Learners may complete lab activities that help them use prior knowledge to generate new ideas, explore questions and possibilities, and design and conduct a preliminary investigation.</i>
<i>Explanation</i>	<i>The explanation phase focuses students' attention on a particular aspect of their engagement and exploration experiences and provides opportunities to demonstrate their conceptual understanding, process skills, or behaviors. This phase also provides opportunities for teachers to directly introduce a concept, process, or skill. Learners explain their understanding of the concept. An explanation from the teacher or the curriculum may guide them toward a deeper understanding, which is a critical part of this phase.</i>
<i>Elaboration</i>	<i>Teachers challenge and extend students' conceptual understanding and skills. Through new experiences, the students develop deeper and broader understanding, more information, and adequate skills. Students apply their understanding of the concept by conducting additional activities.</i>
<i>Evaluation</i>	<i>The evaluation phase encourages students to assess their understanding and abilities and provides opportunities for teachers to evaluate student progress toward achieving the educational objectives.</i>

Tabella 2: Schema del modello delle 5E secondo il BSCS (Bybee, 2006, p. 2).

Si parte da una fase iniziale di *Engage* in cui si cerca da un lato di stimolare la curiosità e l'interesse dei bambini attraverso una domanda o una situazione problematica relativi a un determinato fenomeno da analizzare e dall'altro di rilevare saperi ingenui e preconoscenze dei discenti; questa fase permette all'insegnante di acquisire consapevolezza di ciò che gli studenti già sanno e di generare in loro il desiderio di cercare risposte alle domande poste. Si prosegue con l'*Explore*, ovvero il momento di realizzazione di esperienze laboratoriali che consentono di familiarizzare con il fenomeno in esame, di raccogliere dati e informazioni relativi al problema o allo stimolo proposto inizialmente; i

bambini utilizzano le preconoscenze per svolgere indagini e cercare risposte alle domande producendo nuove idee e quindi questa è la fase nella quale si pongono le basi per il passaggio dalla conoscenza ingenua a quella scientifica. Segue l'*Explain* in cui avviene la rielaborazione delle informazioni raccolte, la riflessione, l'analisi, la formalizzazione e la verbalizzazione; gli studenti vengono aiutati a focalizzare l'attenzione su alcuni aspetti delle esperienze svolte e ricevono dall'insegnante spiegazioni circa i modelli, le leggi e i fenomeni correlati a quanto emerso dalle loro investigazioni, possono discutere con l'insegnante di eventuali convinzioni errate emerse e acquisiscono il lessico scientifico specifico. Nell'*Extend* (o *Elaborate*) si colloca il momento di approfondimento in cui possono emergere nuove domande, percorsi o ipotesi da esplorare anche in situazioni diverse da quella di partenza; gli studenti approfondiscono e rinforzano quanto appreso e generalizzano conoscenze, concetti e abilità a contesti nuovi ma collegati ai precedenti. Infine, nella fase di *Evaluate*, avvengono i processi di valutazione e autovalutazione delle competenze acquisite nel percorso svolto da parte degli studenti. Quest'ultima fase è particolarmente importante, infatti:

[...] durante la fase "*Evaluate*", che, a dispetto della sua posizione alla fine della lista delle "5E", deve essere effettuata durante tutto il corso dell'attività IB, studenti e docente svolgono una attività di valutazione del proprio operato. Lo sviluppo di quest'ultima fase implica la capacità da parte degli studenti di analizzare, giudicare e valutare il proprio operato, anche confrontandolo con ciò che è stato svolto dai compagni. Quest'ultima fase è quella che permette al docente di determinare l'effettiva efficacia dell'attività IB nella costruzione di una conoscenza "significativa" per gli studenti (Fazio *et al.*, 2017, pp. 194-195).

Sin dal suo iniziale sviluppo, un'enorme mole di studi empirici sul modello delle 5E ha rivelato effetti positivi sui risultati d'apprendimento, dal *conceptual change* ai cosiddetti livelli di *higher-order thinking*, ovvero il *reasoning*, *critical* e *creative thinking* (ad. esempio Artun & Coştu, 2013; Gökalp & Adem, 2020; Suwito *et al.*, 2020; Taşlıdere, 2015 citati da Koyunlu Ünlü & Dökme, 2022, p. 2111); per questo una didattica basata su questo approccio metodologico può realmente migliorare sia l'atteggiamento degli insegnanti che degli studenti nei confronti della Scienza e dei suoi metodi di indagine. Sempre negli Annali della Pubblica Istruzione si sottolinea infine come l'IBSE faccia parte degli approcci *problem-based*, ovvero:

L'IBSE permette di predisporre un ambiente di apprendimento dove i problemi guidano l'apprendimento. Ciò significa che gli studenti apprendono iniziando a esaminare una situazione problematica o un problema, legato alla loro realtà, che va risolto: il problema deve essere posto, però, in modo tale che, per poterlo risolvere, i ragazzi abbiano necessità di acquisire nuove conoscenze. Inoltre, piuttosto che ricercare una sola risposta corretta, gli studenti sono guidati ad interpretare il problema, raccogliere le informazioni necessarie, identificare possibili soluzioni, valutare le opzioni e presentare le conclusioni. L'IBSE è un approccio *problem-based*, ma va oltre per l'importanza che esso assegna al processo di sperimentazione. Nel rapporto Rocard si fa riferimento all'IBSE come *inquiry-based* e *problem-based* nell'educazione scientifica, quindi si tratta di un approccio didattico che può essere utilizzato per l'insegnamento sia degli aspetti teorici sia degli aspetti della sperimentazione laboratoriale delle discipline scientifiche. Infatti, l'atteggiamento che prevale è quello dell'investigazione, con la formulazione di congetture e ipotesi e la ricerca di modelli interpretativi, mentre le modalità di verifica di congetture e ipotesi possono essere varie e non necessariamente di natura sperimentale. Grande importanza assume in tale strategia il momento di condivisione dei risultati, di discussione in gruppo e di argomentazione a supporto delle proprie idee, così come la riflessione sul proprio apprendimento e sul significato di quanto appreso (metacognizione) (Pascucci & Zanetti, 2010, p. 282).

Pertanto, l'educazione scientifica fondata sull'IBSE e sul PBL (*Problem-Based Learning*) risulta essere uno dei possibili approcci metodologici ritenuti tra i più efficaci per promuovere una didattica per "situazioni di apprendimento", ovvero particolari contesti che facciano «vivere agli alunni un itinerario cognitivo ordinato e costruttivo di evidente valore formativo e scientifico, attraverso la messa a punto dei processi di osservazione, di astrazione e di applicazione di tecniche e contestualità adeguate per la risoluzione dei problemi» (Guasti & Granelli, 2001, p. 59). La "situazione didattica", intesa come «ambiente di scambio cognitivo e relazionale» (Martini, 2000, p. 62) viene descritta come un:

[...] insieme di relazioni stabilite implicitamente o esplicitamente fra l'"allievo" (o un gruppo di allievi), un certo "*milieu*" (che comprende eventualmente strumenti o oggetti) e un "sistema educativo" (di cui fa parte, in ultima analisi l'insegnante), ed è stata così introdotta da Brousseau quale modello teorico per

interpretare i fenomeni specifici che si producono nella trasmissione di saperi specifici (*Ivi*, p. 64).

L'obiettivo, nel processo di trasposizione dal sapere esperto al sapere da insegnare, è quindi la costruzione di ambienti opportunamente progettati dal docente all'interno dei quali gli studenti possano, adattando progressivamente le loro conoscenze provvisorie, riuscire ad apprendere (Martini, 2000). Per concludere, in ambito scientifico è necessario impostare l'insegnamento correttamente sin dai primi gradi scolari; come afferma Giannetto «un corretto modo di avvicinarsi alla fisica nella formazione primaria può aiutare la formazione successiva. È importante impostare bene il problema della fisica sin dal primo incontro con i bambini e con le bambine: è fondamentale produrre una prima impressione positiva della fisica» (Giannetto, 2023, p. 17). Pertanto:

L'azione formativa va pianificata partendo dall'esperienza del “naturale percepito” dell'allievo e deve sollecitare in ogni discente atteggiamenti attivi, partecipativi e processi di natura ricorsiva (l'atto quale simulazione del risultato) e riflessiva (l'azione quale risultato dell'atto). Se l'obiettivo di ogni sistema formativo è la promozione di apprendimenti significativi, con l'azione didattica vanno individuate le strategie più efficaci per sviluppare e potenziare le competenze in ciascun discente identificando e sostenendo “una” coerenza tra le “componenti” del reale strutturato per mettere in grado ogni “futuro” cittadino di leggere ed analizzare la realtà, di semplificarne di intrinseca complessità e di vivere pienamente la personale esperienza del mondo (Marzano, 2013, p. 83).

3.4 Un percorso verticale sulla calorimetria per la scuola primaria²³

Nell'anno scolastico 2021-2022 presso l'Istituto “C. Arici” di Brescia, nell'ambito di un progetto di formazione rivolto ai docenti di scuola primaria e realizzato in collaborazione con l'Università Cattolica del Sacro Cuore, è stato progettato e realizzato un percorso verticale il cui obiettivo era introdurre nelle varie classi le grandezze fisiche temperatura e calore e, successivamente, lo studio dei meccanismi di propagazione. L'itinerario ha coinvolto sei sezioni dalla classe prima alla quinta, tre insegnanti e un centinaio di alunni (circolare n. 154/2021.22 – allegato A in Appendice). Poiché durante il progetto sono state effettuate alcune videoregistrazioni delle lezioni in aula (con inquadratura esclusivamente

²³ Parte di questo paragrafo è tratta dal seguente articolo: Pagliara, S., Appiani, E. & Leonardi, L. (*in press*). Temperatura e calore nella scuola primaria: un percorso a spirale basato sull'Inquiry. *La Fisica nella Scuola*.

sull'insegnante) e registrazioni delle voci (sia della maestra che dei bambini) al fine di garantire i diritti, la privacy e la dignità dei partecipanti, è stata chiesta preventivamente autorizzazione al Dirigente Scolastico (Modulo per il consenso al trattamento dei dati ai fini della ricerca – allegato B in Appendice) e ci si è basati sul consenso informato volontario (Modulo per il consenso al trattamento dei dati personali – allegato C in Appendice) espresso dalle docenti che hanno accettato di farsi videoregistrare e che sono state informate precedentemente al coinvolgimento nella ricerca delle condizioni di tutela, dell'uso dei dati e della diffusione dei risultati (Wiles *et al.*, 2008). Tutte le informazioni personali sono state trattate in modo riservato in quanto «l'etica che circonda i dati visuali ed in particolare video con e per i bambini è un campo complesso. Da un lato gli statuti internazionali proteggono la privacy del bambino e dall'altro consentono l'accesso alle voci» (Gola, 2021, p. 76).

Per ciascuna delle classi che vi hanno preso parte sono stati realizzati moduli didattici da due ore, co-progettati in collaborazione con le docenti dell'Istituto, caratterizzati dall'utilizzo dell'approccio metodologico IBSE (secondo il modello delle 5E) e dalla realizzazione di esperienze laboratoriali con materiale di facile reperibilità. Le attività proposte sono state calibrate rispetto all'età dei bambini e alla loro capacità di astrazione e sono state svolte nel contesto naturale dell'aula.

Il percorso progettato e realizzato presso la scuola primaria dell'Istituto "C. Arici" si colloca nel solco tracciato dalle Indicazioni nazionali in riferimento alla verticalità del curriculum (2007; 2012; 2018). La tematica individuata per il percorso di apprendimento, ovvero l'energia, risulta essere un argomento di particolare rilevanza: nelle Indicazioni nazionali viene considerata come uno dei grandi "organizzatori concettuali" (MIUR, DM 254/2012) su cui focalizzare lo studio delle discipline scientifiche; inoltre, viene indicata dai principali report statunitensi sull'educazione scientifica del *National Research Council* come una delle quattro *Disciplinary Core Ideas* delle *Physical Sciences*²⁴ su cui strutturare l'apprendimento, in particolare dal documento: *A Framework for K-12 Science Education. Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas* (NRC, 2012). Esso «riassume i risultati dei precedenti *How People Learn* e *Taking Science to School K-8*, estendendo la rassegna delle ricerche fino al livello 12 (fine della scuola secondaria superiore)

²⁴ Le altre *Disciplinary Core Ideas* relative alle *Physical Sciences* (fisica e chimica) individuate dal documento statunitense sono: materia e sue interazioni; moto e stabilità: forze e interazioni; onde e loro applicazioni nelle tecnologie per il trasferimento delle informazioni.

e dando indicazioni per l'innovazione dell'insegnamento scientifico e tecnologico in modo congiunto» (Gagliardi & Giordano, 2014, p. 105). Si tratta quindi di una tematica chiave, presente nel curriculum di scienze di tutti i Paesi in ogni grado scolastico, e di fondamentale importanza anche per lo sviluppo della civiltà. Come afferma Balzano analizzando i report statunitensi sull'educazione scientifica:

In generale, nei programmi di scienze, ai ragazzi sono presentate lunghe liste di fatti disconnessi. Per favorire una reale comprensione di fenomeni e concetti è importante lavorare inizialmente intorno a pochi concetti fondanti e gradualmente espandere la conoscenza ad altri campi. Quindi è necessario identificare nelle discipline poche “*core ideas*” da sviluppare attraverso i livelli K-8 mediante strategie basate sui modelli dell'apprendimento (Balzano, 2010, p. 272).

Tra le varie forme di energia, nel percorso proposto si è deciso di focalizzarsi sul calore e sulle grandezze a esso correlate, in particolare la temperatura. Le Indicazioni nazionali fanno ampio riferimento a queste grandezze fisiche. Nel campo di esperienza denominato “Conoscenza del mondo” della scuola dell'infanzia, si legge: «I bambini elaborano la prima “organizzazione fisica” del mondo esterno attraverso attività concrete che portano la loro attenzione sui diversi aspetti della realtà, sulle caratteristiche della luce e delle ombre, sugli effetti del calore» (MIUR, DM 254/2012, p. 22). Tra gli obiettivi di apprendimento al termine sia della classe terza che della quinta della scuola primaria, compaiono diversi riferimenti ai concetti di calore e temperatura, ad esempio:

Descrivere semplici fenomeni della vita quotidiana legati ai liquidi, al cibo, alle forze e al movimento, al calore, ecc.

[...]

Individuare, nell'osservazione di esperienze concrete, alcuni concetti scientifici quali: dimensioni spaziali, peso, peso specifico, forza, movimento, pressione, temperatura, calore, ecc.

[...]

Osservare e schematizzare alcuni passaggi di stato, costruendo semplici modelli interpretativi e provando ad esprimere in forma grafica le relazioni tra variabili individuate (temperatura in funzione del tempo, ecc.) (MIUR, DM 254/2012, p. 55).

Si è scelto inoltre di progettare un percorso didattico nell'ambito della calorimetria poiché è una branca della fisica di cui la maggior parte delle persone ha avuto esperienza, talvolta

inconsapevolmente, sin dalla più tenera età. Questa conoscenza inizia forse addirittura nei primi istanti di vita, quando un neonato sperimenta il freddo del mondo esterno rispetto al calore dell'utero materno:

Siamo, fin dalla nascita, necessariamente e costantemente (per nostre esperienze biologiche) immersi nel sistema termico "ambiente". Sperimentiamo questa ininterrotta interazione con il mondo esterno in primo luogo attraverso le percezioni sensibili, che sono soprattutto di tipo tattile: tocchiamo con le mani gli oggetti, sentiamo attraverso la pelle del nostro corpo il caldo o il freddo. Ancora, fin dalla nascita, impariamo ad agire sull'esterno, per provocare o non sentire cambiamenti dello stato termico dell'ambiente e degli oggetti in esso presenti. Nelle nostre azioni accumuliamo, ed insieme utilizziamo, conoscenze di senso comune: indossiamo abiti di tessuti diversi per difenderci dal caldo e dal freddo, costruiamo le case con mura spesse o con legno per isolarle, cuociamo i cibi, usiamo il "freddo" per conservarli. Accanto a "percepire il" ed "agire sul", impariamo anche a "parlare del" mondo termodinamico. Il linguaggio rappresenta così, a che in questo caso, un elemento essenziale nel processo di concettualizzazione (Sciarretta, Stilli & Vicentini Missoni, 1990, p. 18).

Il legame tra quotidianità e fisica termica, tuttavia, costituisce sia un vantaggio che un elemento di possibile criticità in termini di insegnamento (Karlton, 2000). La prospettiva costruttivista evidenzia come sia necessario riflettere sulle preconoscenze e sui saperi ingenui che gli studenti portano con sé al momento dell'arrivo in classe e come occorra partire da essi per sviluppare una comprensione scientifica dei concetti. Nel caso della fisica termica, i bambini hanno già molta esperienza pregressa sui fenomeni oggetto di studio e hanno sicuramente sviluppato delle prime risposte spontanee in relazione a ciò che hanno nel tempo sperimentato e osservato nel proprio vissuto extrascolastico. La difficoltà, tuttavia, sta nel fatto che, oltre alle conoscenze esperienziali, gli studenti portano con sé anche una grande quantità di convinzioni e teorie ingenuie, talvolta errate, che devono essere affrontate per passare a una conoscenza scientifica corretta. Anche dal punto di vista storico il percorso non è stato semplice; nel XVII secolo non vi era ancora una netta distinzione tra i concetti di calore e temperatura e la letteratura mostra come vi siano significative analogie tra il pensiero ingenuo dei bambini e quello degli scienziati del passato relativamente ai fenomeni termici (Leone, 2020). In letteratura sono state condotte numerose ricerche sulle preconcezioni e sui saperi ingenui degli studenti in merito

ai fenomeni termici (Erickson, 1975; Tiberghien, 1986; Sciarretta, Stilli & Vicentini Missoni, 1990) ed è stato inoltre dimostrato che, in realtà, anche gli insegnanti novizi possono incontrare le stesse difficoltà manifestate dai propri alunni nel momento in cui si trovano ad approfondire e tradurre in termini didattici i concetti scientifici e matematici coinvolti in questi processi (Frederik *et al.*, 1999). Tra le principali rappresentazioni mentali dei discenti, e anche talvolta dei docenti novizi di scuola primaria, è possibile riassumere le seguenti:

- (1) il calore viene considerato come una sostanza che possiede specifiche proprietà per cui i flussi di materia calda (acqua, aria) vengono identificati con il calore e il concetto di freddo viene interpretato in opposizione a quello di caldo;
- (2) gli oggetti possono essere intrinsecamente caldi o freddi;
- (3) non vi è distinzione tra calore e temperatura e quest'ultima viene spesso concepita come una misura del livello di calore di un oggetto (Leone, 2020).

La prima idea deriva probabilmente dall'uso quotidiano del sostantivo calore in espressioni come: mantenere il calore all'interno di una stanza e fuori il freddo, il caldo sale e il freddo scende, il calore viaggia lungo un corpo, il calore si può acquistare o cedere, etc. (Erickson & Tiberghien, 1985). In riferimento alla grandezza fisica calore, Leone afferma:

A proposito dell'“uso del termine calore”, parole come “calore” e “caldo” fanno parte del vocabolario infantile dai 2-3 anni e sono usate per descrivere aspetti degli incontri dei bambini con oggetti caldi; dagli 8-9 anni, invece, il termine “calore” è usato in termini di “stato di calore” di un corpo lungo un *continuum* freddo → tiepido → caldo. Nonostante la presenza di una diffusa nozione di calore come sostanza, nei bambini si evidenzia una “comprensione intuitiva del calore come trasferimento di energia”. Nel descrivere situazioni quotidiane, infatti, i bambini spesso “usano il verbo scaldare piuttosto che il sostantivo calore”, descrivendo, quindi, la situazione in termini di azione” (Erickson & Tiberghien, 1985) (Leone, 2020, p. 159).

La seconda concezione può essere legata a ciò che si sperimenta con i propri sensi e da una profonda fiducia in essi come possibili strumenti di misura della temperatura (Frederik *et al.*, 1999). A causa della sensazione provata quando si tocca un oggetto, le persone generalmente hanno l'impressione che alcuni materiali, come la lana e il legno, siano caldi e altri materiali, quali ad esempio i metalli, siano freddi poiché percepiti tali al tatto

(nonostante si trovino nella stessa stanza e dunque tutti alla temperatura dell'ambiente). La terza rappresentazione può essere dovuta al fatto che, in molte delle situazioni quotidiane, non è necessario discriminare tra temperatura e calore: si dice infatti, ad esempio, che un oggetto è caldo intendendo che si trova a una temperatura elevata. L'idea che il calore e la temperatura siano lo stesso concetto, se non addirittura sinonimi, può indebolirsi attraverso un percorso che consenta agli studenti di sperimentare e riflettere in modo sistematico sui legami tra queste grandezze attraverso opportune e significative esperienze. In un itinerario sui fenomeni termici a livello della scuola primaria occorre quindi aiutare i bambini a passare da un'idea di temperatura propria degli oggetti verso una concezione di equilibrio termico dove lo scambio di calore, inteso come forma di energia in transito tra corpi diversi e tra corpi e ambiente, avviene solo in presenza di una differenza di temperatura e attraverso particolari meccanismi (Leone, 2020). Per raggiungere questi obiettivi è stato strutturato con le docenti dell'Istituto un percorso di apprendimento verticale che viene schematizzato in tabella 3.

Classe	Titolo del modulo	Momento del percorso formativo	Obiettivi
PRIMA	Il corpo umano non è un buono strumento per la misura della temperatura!	Studio dei cinque sensi: vista, olfatto e tatto (che cosa sento quando tocco un oggetto?) e analisi delle parole caratteristiche: ruvido-liscio, morbido-duro, caldo-freddo, etc.	Prendere coscienza che il nostro corpo non è un buono strumento per la misura della temperatura e che il calore è una forma di energia che si trasferisce da un corpo a un altro in virtù della differenza di temperatura. Scoprire che lo strumento adatto per la misura della temperatura è il termometro.
SECONDA	La propagazione del calore nei solidi	Studio delle caratteristiche della materia allo stato solido: forma, volume, elasticità, plasticità, resistenza alla flessione, trazione, torsione, rottura mediante attrezzi, polverizzazione, etc.	Esplorare il meccanismo della propagazione del calore per conduzione all'interno dei solidi e verificare la dipendenza dal tipo di materiale e, a parità di materiale, dalla lunghezza di esso (propagazione lineare).
TERZA	La propagazione del calore nei fluidi	Studio delle caratteristiche della materia nei vari stati, considerando come sostanza di riferimento l'acqua e i passaggi di stato presenti nel ciclo dell'acqua.	Esplorare il meccanismo della propagazione del calore per convezione all'interno dei fluidi (liquidi e gas).
QUARTA	Il diverso riscaldamento dei corpi	Studio della materia (atomi e molecole) con accenno alle reazioni chimiche e focus sulla combustione (differenza tra innesco e combustibile, triangolo del fuoco, prodotti della combustione, calore come innesco e come prodotto della combustione, differenza tra calore e temperatura).	Esplorare sperimentalmente la legge fondamentale della calorimetria.

QUINTA	La propagazione del calore per irraggiamento	Studio del corpo umano, in particolare del sistema locomotore muscolo-scheletrico, dell'apparato digerente e della piramide alimentare, dell'apparato respiratorio e circolatorio.	Esplorare il meccanismo della propagazione del calore per irraggiamento e valutare la dipendenza dalla temperatura.
--------	--	--	---

Tabella 3: Sintesi del percorso verticale di apprendimento per la scuola primaria.

Nelle due classi prime i bambini sono stati introdotti al considerare il fatto che le parole calore e temperatura, nonostante esprimano concetti fisici diversi, nel linguaggio comune vengono spesso confuse. La parola calore solitamente è associata alla sensazione tattile soggettiva in base alla quale affermiamo che un oggetto è caldo o è freddo, a seconda di come noi lo percepiamo. In realtà ciò che ha valore oggettivo è la temperatura del corpo. L'obiettivo del modulo, quindi, è principalmente aiutare gli allievi a prendere coscienza del fatto che il nostro corpo non è un buono strumento per la misura della temperatura e che il calore è una forma di energia che si trasferisce da un corpo a un altro in virtù della differenza di temperatura. Quindi la sensazione di caldo o di freddo che si prova toccando un corpo dipende dallo scambio termico che avviene tra il nostro corpo e l'oggetto che tocchiamo. Lo step successivo è quindi far comprendere loro che lo strumento corretto per la misura della temperatura è invece il termometro. Per raggiungere questo obiettivo nella fase di *Engage*, dopo aver proiettato una immagine alla LIM che rappresentava alcuni cucchiaini e oggetti di diverso materiale (metallo, ceramica, plastica, etc.), sono state poste dalla maestra alcune domande stimolo: "Avrete sicuramente preso in mano qualche volta questi oggetti presenti in cucina. Secondo la vostra esperienza, possiamo dire quale di questi oggetti è più caldo? E quale è più freddo? Perché?" e sono state ascoltate le ipotesi dei bambini. In seguito, sono state realizzate due attività sperimentali relative alla fase di *Explore*. Nella prima è stato chiesto ai bambini di toccare diversi oggetti presenti in classe (gamba del banco, piano di legno del banco, pavimento, gesso, superficie della lavagna, maglione di lana, sciarpa, etc.) e metterli in ordine decrescente dal più caldo al meno caldo a seconda della loro sensazione al tatto. Dopo aver toccato e ordinato gli oggetti, è stato preso un termometro a infrarossi e si è provato a misurare la temperatura degli oggetti toccati dai bambini. Si è riflettuto quindi con loro nella fase di *Explain* rispetto al fatto che tutti gli oggetti in realtà hanno praticamente la medesima temperatura (che è la temperatura ambiente). Nella seconda attività di *Explore* sono state predisposte tre bacinelle: una con acqua a temperatura ambiente, una colma di acqua "calda" (a temperatura maggiore di quella ambiente) e una di acqua "fredda" (a temperatura minore di

quella ambiente). A ogni bambino è stato chiesto di immergere una mano nella bacinella con l'acqua calda e l'altra in quella con l'acqua fredda e tenere le mani immerse per un minuto. In seguito, si è chiesto al bambino di immergere entrambe le mani nella terza bacinella, quella colma di acqua a temperatura ambiente, e di descrivere le proprie sensazioni. In merito alla seconda esperienza, nella fase di *Explain* si è provato a riflettere con i bambini sul perché le sensazioni che provenivano da ciascuna mano fossero diverse immergendo le mani nella bacinella con acqua a temperatura ambiente. Le attività svolte nelle due classi prime hanno messo in evidenza come il partire dalle sensazioni sperimentate attraverso i cinque sensi non sempre porti a una descrizione corretta della realtà. Gli alunni, infatti, sono rimasti molto colpiti dal fatto che il termometro mostrasse la stessa lettura per tutti gli oggetti presenti in classe; il ruolo del docente come guida nel processo di apprendimento risulta quindi essere fondamentale in questo caso nel passaggio dalla conoscenza sperimentata attraverso i sensi alla conoscenza scientifica.

Le esperienze pensate per la classe seconda volevano approfondire il significato della grandezza fisica calore mettendolo in relazione con una delle modalità attraverso cui esso si propaga. L'obiettivo era dunque esplorare il meccanismo della propagazione del calore per conduzione all'interno dei solidi e verificare la dipendenza dal tipo di materiale e dalla lunghezza, a parità di materiale. Nella fase di *Engage* la maestra ha quindi proposto alcune immagini e domande stimolo quali: "Perché le bevande calde si bevono da una tazza con il manico mentre le bevande fredde semplicemente da un bicchiere? Perché si utilizzano delle presine o un guanto per mettere o togliere una teglia dal forno? Perché quando si mette in tavola una pentola si utilizza un sottopentola?". Per la prima attività di *Explore* è stato preparato un contenitore con tre cucchiai di diverso materiale: uno di legno, uno di plastica e uno di metallo. Si è utilizzato un pezzettino di burro per attaccare un mattoncino delle costruzioni a ogni cucchiaio. Si è chiesto ai bambini di fare la loro ipotesi sul cucchiaio dal quale si sarebbe staccato il mattoncino per primo e, dopo aver versato acqua molto calda nel contenitore, si è fatto prendere ai bambini il tempo di caduta del mattoncino da ogni cucchiaio attraverso un cronometro digitale proiettato sullo schermo della LIM. Nella seconda attività dell'*Explore*, è stato fissato un filo metallico (in rame) su un supporto e in seguito con la cera sono state attaccate ad esso verticalmente tre graffette; il filo è stato successivamente riscaldato utilizzando una candela posta ad una estremità. Si è chiesto quindi ai bambini di ipotizzare in che ordine le graffette

sarebbero cadute dal filo rispetto alla posizione della candela e si è eseguito l'esperimento. Nella fase di *Explain* in merito alla prima esperienza, si è riflettuto con i bambini sulla dipendenza, nel meccanismo di conduzione del calore nei solidi, dal tipo di materiale considerato mentre, relativamente alla seconda esperienza, si è considerato il fatto che, a parità di materiale, la propagazione del calore avviene gradualmente nel solido partendo dalla parte più vicina alla sorgente e in seguito raggiungendo le parti più distanti. Modificando il materiale costituente il filo o il numero di candele si poteva in seguito osservare come il tempo di caduta delle graffette dipendesse dalla natura del filo metallico (come osservato per i cucchiaini) e dal numero di candele accese (ovvero dalla sorgente del calore). Le attività svolte nella classe seconda hanno messo in evidenza come vi fosse una forte discrepanza insita nei ragionamenti ingenui dei bambini i quali, dopo aver affermato tutti correttamente nella fase di *Engage* che si utilizzavano le presine perché il metallo scotta, un momento dopo sostenevano convinti nelle loro ipotesi relativamente al cucchiaino dal quale si sarebbe staccato il mattoncino per primo che sarebbe stato quello di plastica. Anche in questo caso il ruolo della maestra nel condurli verso la costruzione di conoscenza scientifica corretta valorizzando preconoscenze e teorie ingenuie degli alunni per costruire su di esse nuovi contenuti è risultato fondamentale e in linea con il principio metodologico suggerito dalle Indicazioni nazionali, secondo cui:

Nel processo di apprendimento l'alunno porta una grande ricchezza di esperienze e conoscenze acquisite fuori dalla scuola e attraverso i diversi media oggi disponibili a tutti, mette in gioco aspettative ed emozioni, si presenta con una dotazione di informazioni, abilità, modalità di apprendere che l'azione didattica dovrà opportunamente richiamare, esplorare, problematizzare. In questo modo l'allievo riesce a dare senso a quello che va imparando (MIUR, DM 254/2012, p. 26).

In classe terza è stato analizzato il fatto che nei fluidi la trasmissione del calore avviene con modalità diverse rispetto ai solidi, cioè mediante trasporto di materia associato al trasporto di energia; questo tipo di trasmissione del calore è detto convezione, che significa appunto "trasporto". L'obiettivo era quindi esplorare con i bambini il meccanismo della propagazione del calore per convezione all'interno dei fluidi (liquidi e gas). Nella fase di *Engage* la maestra è partita da una situazione problematica mostrando ai bambini un'immagine modificata del salotto di una casa dove il calorifero era stato posto vicino al soffitto della stanza e ha chiesto loro che cosa notassero di strano in essa. In seguito,

ha posto alcune domande stimolo quali: “Perché i caloriferi vengono posizionati nella parte bassa delle stanze? Come mai l’acqua all’interno di una pentola posta sul fornello dopo un po’ di tempo si scalda tutta uniformemente?”. A questo punto, ascoltate le ipotesi dei bambini, sono state proposte due attività di *Explore*: nella prima venivano mostrati i moti convettivi nei liquidi attraverso l’utilizzo prima di segatura e in seguito di inchiostro all’interno di un bollitore trasparente contenente acqua che si sta riscaldando e nella seconda veniva realizzata una trottolina di carta che, posta su una candela accesa, si metteva in rotazione. Attraverso queste attività la maestra ha potuto introdurre il meccanismo della convezione nei fluidi aiutando i bambini a “visualizzare” i moti convettivi che risultano essere concetti astratti per loro, in quanto lontani da un’esperienza sensibile. In tal modo ha cercato di favorire l’apprendimento per esplorazione e per scoperta promuovendo nei discenti il desiderio di cercare risposte a situazioni problematiche che producano nuove conoscenze:

In questa prospettiva, la problematizzazione svolge una funzione insostituibile: sollecita gli alunni a individuare problemi, a sollevare domande, a mettere in discussione le conoscenze già elaborate, a trovare appropriate piste d’indagine, a cercare soluzioni originali (MIUR, DM 254/2012, pp. 26-27).

Il video tratto dalla fase di *Engage* della classe terza, dove viene mostrato il dialogo tra la maestra e i bambini rispetto alla situazione problematica presentata, è stato scelto per la sperimentazione con gli studenti-insegnanti di Scienze della formazione primaria, che verrà presentata nel prossimo capitolo, poiché particolarmente ricco in termini di pensiero degli studenti ed elementi significativi su cui esercitare la riflessività.

In classe quarta, si è lavorato sul fatto che il calore è una forma di energia che viene scambiata tra i corpi in virtù di una differenza di temperatura e si trasferisce da corpi a temperatura maggiore a corpi a temperatura minore. Non tutti i corpi che assorbono una data quantità di calore variano però la loro temperatura allo stesso modo; la variazione di temperatura dipende dal tipo di sostanza e, a parità di sostanza, dalla massa. L’obiettivo del modulo è quindi esplorare sperimentalmente con i bambini la legge fondamentale della calorimetria. Per fare ciò la maestra, nella fase di *Engage*, ha posto due domande stimolo: “Se riscaldo due liquidi diversi per lo stesso tempo, raggiungono la stessa temperatura? Servirà una quantità maggiore di calore per riscaldare una vasca da bagno o una piscina?”. Dopo aver ascoltato le ipotesi dei bambini, sono state proposte due attività nella

fase di *Explore*. Nella prima venivano riscaldati un recipiente contenente una certa quantità di acqua per un certo intervallo di tempo e uno contenente la stessa quantità di olio per il medesimo intervallo di tempo. Veniva registrata dai bambini la temperatura raggiunta da ciascun liquido nei due recipienti in seguito al riscaldamento. Nella seconda venivano riscaldati con la stessa sorgente e per lo stesso intervallo di tempo quattro recipienti contenenti diverse quantità di acqua inizialmente alla stessa temperatura e venivano registrate dai bambini le temperature finali raggiunte dall'acqua. I bambini dovevano poi completare una tabella indicando la quantità di acqua contenuta in ogni recipiente, la temperatura iniziale, quella finale e la variazione di temperatura. Dopo aver svolto le esperienze, nella fase di *Explain* la maestra ha discusso con i bambini i risultati sperimentali raggiunti, in particolare il fatto che sostanze diverse si riscaldano in modo diverso sulla base di una proprietà chiamata calore specifico che studieranno successivamente e che, data una stessa sostanza, il riscaldamento produce un aumento di temperatura diverso in base alla quantità. Questo ha permesso, senza l'utilizzo di alcuna formula, una prima esplorazione della legge fondamentale della calorimetria che potrà essere approfondita nei successivi gradi scolastici.

Le fasi di *Extend* ed *Evaluate* non sono state svolte nei moduli calendarizzati poiché il tempo non era sufficiente e sono state quindi condotte in autonomia dalle maestre senza la presenza del ricercatore. La maestra della quarta ha fornito i risultati di una verifica formativa costruita sulla base delle esperienze svolte e assegnata alla sua classe secondo cui il 75% dei bambini risulta aver svolto correttamente almeno uno dei due esercizi assegnati nella prova, il 63% entrambi e il 25% non risulta averli eseguiti correttamente. In questo ultimo gruppo di studenti vi erano alunni con bisogni educativi speciali che sono stati probabilmente penalizzati dal fatto che gli esperimenti sono stati prevalentemente di tipo dimostrativo. Anche se si è cercato di coinvolgere attivamente gli studenti nel percorso di apprendimento, ciò non è stato possibile nella parte sperimentale e questo potrebbe averli penalizzati poiché ha richiesto loro una capacità di astrazione che non sono stati in grado di mettere in campo. Questo suggerisce che il coinvolgimento attivo dei discenti è necessario in tutti i momenti del percorso formativo, ma in particolar modo nelle attività sperimentali; ciò è fondamentale per poter aiutare anche chi è più in difficoltà a raggiungere un livello di competenza adeguato. Come suggerito dalle Indicazioni

nazionali, un principio metodologico che contraddistingue un'efficace azione formativa è proprio quello di:

Attuare interventi adeguati nei riguardi delle diversità, per fare in modo che non diventino disuguaglianze. Le classi sono oggi caratterizzate da molteplici diversità, legate alle differenze nei modi e nei livelli di apprendimento, alle specifiche inclinazioni e ai personali interessi, a particolari stati emotivi e affettivi. La scuola deve progettare e realizzare percorsi didattici specifici per rispondere ai bisogni educativi degli allievi. (MIUR, DM 254/2012, p. 26).

Infine, il modulo progettato nella classe quinta ha avuto come obiettivo cercare di esplorare con i bambini il meccanismo di trasmissione del calore per irraggiamento, il quale avviene senza contatto tra i corpi e non richiede la presenza di alcun mezzo di propagazione. Tutti i corpi emettono radiazione elettromagnetica, anche il corpo umano, e l'emissione dipende dalla temperatura. Nella fase di *Engage* si è partiti da alcune domande stimolo poste dalla maestra, come: “Qual è la temperatura del nostro corpo? Avete mai visto delle immagini ottenute grazie alle termocamere? Che cosa rappresentano?” e dall'ascolto delle ipotesi dei bambini. In seguito, sono state proposte due attività nella fase di *Explore*: nella prima è stato posto un contenitore di vetro aperto in posizione verticale al di sotto di una fonte di calore (lampada alogena), a distanza abbastanza ravvicinata rispetto alla sorgente e i bambini dovevano registrare in una tabella la temperatura, misurata con un termometro, dell'aria contenuta all'interno del vasetto a intervalli regolari di tre minuti circa; nella seconda attività, tratta dal sito dei Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco²⁵, i bambini avevano a disposizione una tabella di riferimento con i colori della fiamma e la rispettiva temperatura e dovevano svolgere una scheda in cui dovevano riconoscere il colore del fuoco in base alla temperatura indicata. Nella fase di *Explain* sono state riprese con i bambini le attività svolte e si è discusso con loro sul fatto che la peculiarità dell'irraggiamento termico è di non necessitare di un supporto materiale per la propagazione del calore, potendo avvenire anche attraverso il vuoto. La trasmissione del calore per irraggiamento tra due corpi può avvenire anche in presenza di un mezzo di separazione più freddo di entrambi: ad esempio, l'energia termica emessa da una fiamma raggiunge una persona attraversando aria più fredda, oppure la radiazione solare raggiunge la superficie della Terra dopo aver attraversato, alle elevate altitudini, strati d'aria molto freddi.

²⁵ <https://www.vigilfuoco.it/asp/page.aspx?IdPage=4134> (ultima consultazione: 16 giugno 2023).

L'irraggiamento termico rientra nel più vasto fenomeno fisico della radiazione elettromagnetica: tutti i corpi materiali, i solidi così come i liquidi ed i gas, emettono energia sotto forma di radiazione elettromagnetica e sono in grado di assorbire tale energia radiante; è così possibile realizzare tra due corpi un trasferimento di energia. Anche il corpo umano, che si trova a una temperatura di circa 37 °C emette radiazione, ma questa non è visibile ai nostri occhi. Le termocamere ci permettono di visualizzare questa particolare radiazione emessa e vedere anche che le varie parti del nostro corpo non si trovano alla stessa temperatura.

Complessivamente il percorso di apprendimento ha messo in evidenza l'importanza di attuare una didattica di tipo laboratoriale, come suggerito dalle Indicazioni nazionali:

Realizzare attività didattiche in forma di laboratorio, per favorire l'operatività e allo stesso tempo il dialogo e la riflessione su quello che si fa. Il laboratorio, se ben organizzato, è la modalità di lavoro che meglio incoraggia la ricerca e la progettualità, coinvolge gli alunni nel pensare, realizzare, valutare attività vissute in modo condiviso e partecipato con altri, e può essere attivata sia nei diversi spazi e occasioni interni alla scuola sia valorizzando il territorio come risorsa per l'apprendimento (MIUR, DM 254/2012, p. 27).

L'approccio proposto, basato sull'investigazione e l'apprendimento per scoperta, consente di costruire a scuola, utilizzando materiale di facile reperibilità e trasformando l'aula in un laboratorio vero e proprio, un ambiente di apprendimento ovvero «un contesto idoneo a promuovere apprendimenti significativi e a garantire il successo formativo per tutti gli alunni» (MIUR, DM 254/2012, p. 26).

I diversi moduli del percorso sono stati realizzati nelle rispettive classi nei mesi di gennaio e febbraio 2022. Al termine dell'anno scolastico è stato proposto, presso il Museo Diocesano di Brescia, un incontro di restituzione delle attività svolte rivolto ai genitori degli alunni, in cui sono state esposte le finalità del progetto, l'approccio metodologico utilizzato, le ricadute didattiche e le esperienze vissute dai bambini (circolare n. 341/2021.22 – allegato D in Appendice); i bambini, che hanno partecipato con grande entusiasmo all'iniziativa così come a tutte le attività proposte, hanno così avuto anche la possibilità di mostrare in prima persona ai genitori gli esperimenti svolti e raccontare loro le scoperte scientifiche effettuate. L'esperienza svolta presso l'Istituto Arici conferma quanto affermato nei precedenti paragrafi; è fondamentale che i docenti siano in grado di proporre un

insegnamento delle scienze ben impostato sin dai primi gradi scolastici che aiuti i bambini a sviluppare un'immagine positiva della scienza, a maturare progressivamente e a conservare nel tempo quell'entusiasmo verso lo studio di queste discipline, grazie alle conoscenze, competenze ed emozioni positive sperimentate nel percorso scolastico, che possa sostenerli e motivarli anche negli studi successivi. Solo così potranno essere futuri cittadini in grado di partecipare in modo attivo e consapevole alle scelte fondamentali della società, come ribadiva la Commissione Europea già negli anni '90 nel "Libro bianco su Istruzione e Formazione":

Le nostre democrazie si basano sulla regola della decisione di maggioranza in merito a grandi problemi che data la loro complessità richiedono una cultura sempre maggiore. Si tratta in particolare di problemi ecologici o problemi etici che potranno essere correttamente risolti soltanto se formiamo giovani dotati di un certo buon senso scientifico. Oggi le decisioni che riguardano questi settori sono prese molto spesso sulla base di criteri soggettivi ed emotivi, senza che la maggioranza abbia veramente le conoscenze richieste per fare scelte ragionate. Non si tratta evidentemente di trasformare ogni cittadino in esperto scientifico, ma di permettergli di essere preparato nelle scelte che riguardano il suo ambiente e di essere in grado di comprendere il senso generale e le implicazioni sociali dei dibattiti fra esperti (Commissione Europea, 1995, p. 14).

Nella seconda parte di questo elaborato si cercherà di esplorare e caratterizzare la conoscenza professionale dei futuri docenti di scuola primaria nell'ambito dell'insegnamento delle scienze per comprendere come sia possibile, attraverso la formazione a livello universitario, promuovere quelle competenze necessarie a produrre il miglioramento della qualità dell'insegnamento e quindi dell'apprendimento dei futuri cittadini.

Parte seconda: ricerca empirica

4. LO STUDIO DELLA CONOSCENZA PROFESSIONALE DELL'INSEGNANTE NELLA DIDATTICA DELLE SCIENZE

4.1 Introduzione

La necessità e il desiderio di approfondire lo studio della conoscenza professionale dei docenti di scuola primaria, relativamente all'insegnamento delle scienze, sono scaturiti principalmente da due fattori: da un lato dalla constatazione delle difficoltà manifestate dagli studenti italiani nel raggiungere un adeguato livello di competenza nelle discipline scientifiche, così come rilevato dalle ultime indagini internazionali (ad esempio: OCSE PISA, 2018), e del forte calo di interesse e motivazione verso lo studio di queste materie riscontrato negli alunni, che si osserva soprattutto nella scuola secondaria di secondo grado; dall'altro lato dal fatto che l'insegnamento scientifico risulti essere particolarmente problematico per i docenti, sia in formazione che in servizio, di scuola primaria. La maggior parte di essi, infatti, non ritiene di avere avuto una preparazione sufficientemente approfondita in relazione a queste discipline e, di conseguenza, non si considera adeguata al compito educativo in campo scientifico (Michelini, Stefanel & Santi, 2015), come si rileva nei corsi di laurea in Scienze della formazione primaria e sul territorio. In questo contesto emerge il ruolo chiave della conoscenza professionale degli insegnanti, che è alla base della possibilità di promuovere nei discenti atteggiamenti positivi verso la scienza e apprendimenti significativi che possano garantire il successo formativo.

Nella ricerca empirica che verrà presentata si è voluto quindi investigare il costrutto del *pedagogical content knowledge* intrecciato a quello della *professional vision*, discussi nel secondo capitolo di questo elaborato, in particolare nel contesto della formazione iniziale dei docenti, coinvolgendo gli studenti-insegnanti di scuola primaria e dell'infanzia del corso di laurea in Scienze della formazione primaria dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Brescia. Nell'ambito dell'analisi di pratica di reali situazioni di apprendimento in classe e attraverso lo strumento della videoanalisi come dispositivo per stimolare la riflessione, si è cercato di analizzare quali fossero le abilità di *noticing* dei futuri insegnanti e di “prestare attenzione”, “dare un senso” e “decidere come rispondere” alle diverse forme di evidenza del pensiero degli studenti (Jacobs, Lamb & Philipp, 2010; van

Es, 2011; Santagata & Guarino, 2011; van Es *et al.*, 2017; Walkoe, Sherin & Elby, 2020; Chan, 2021). Si è cercato, inoltre, di ampliare lo sguardo di analisi per indagare anche le basi della conoscenza professionale dei docenti, legate al PCK “messo in atto”, in particolare la dimensione della comprensione del pensiero degli studenti (KSU – *knowledge of students’ understanding*) e la conoscenza delle strategie didattiche e delle rappresentazioni utili per insegnare un determinato argomento (KISR – *knowledge of the instructional strategies and representations*). Dall’analisi del pensiero degli alunni, infatti, un docente può imparare a sviluppare uno sguardo critico prestando attenzione ai dettagli e un approccio strutturato e generativo volto a favorire la riflessione sulla pratica (van Es & Santagata, 2016).

Le attività di ricerca empirica sono state quindi progettate all’interno del quadro teorico che è stato esposto nei precedenti capitoli e si sono articolate nell’ideazione del disegno di ricerca che verrà presentato nel seguente paragrafo.

4.2 Il disegno di ricerca

Il progetto di ricerca ideato e realizzato in questo lavoro di tesi mira a promuovere la dimensione della riflessività degli insegnanti, in particolare nel contesto della formazione iniziale, considerando l’osservazione e l’analisi di reali situazioni di apprendimento in classe. Come afferma De Cani:

La necessità di accrescere la dimensione riflessiva già citata rappresenta una sfida che riguarda tutti i professionisti in un rapporto sistemico tra formazione e occupazione, secondo il paradigma dell’apprendimento lungo tutto l’arco della carriera. Ciononostante, il numero di studi che si pongono l’obiettivo di esaminare l’attività degli insegnanti al fine di migliorarla non è elevato: le ricerche in questo campo si concentrano infatti solitamente sul discorso degli insegnanti e sulle loro rappresentazioni, mentre sono rari i lavori che prendono effettivamente in considerazione il processo di insegnamento osservato *in situ* secondo un paradigma interazionista ed ecologico (Vinatier e Altet, 2008) (De Cani, 2020, p. 81).

Dopo aver definito, nei precedenti capitoli, le principali problematiche relative al tema della professionalità docente e il quadro concettuale di riferimento che concerne la conoscenza professionale dell’insegnante e l’apprendimento degli studenti in ambito scientifico, si passerà ora a descrivere il lavoro di ricerca vero e proprio che si è concretizzato

nella messa a punto di una sperimentazione che ha coinvolto 59 studenti-insegnanti del quinto anno del corso di laurea in Scienze della formazione primaria dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Brescia nell'anno accademico 2021-2022, al termine del corso di Fisica Sperimentale. Le azioni che hanno caratterizzato il disegno di ricerca e che verranno descritte dettagliatamente nei seguenti paragrafi sono state le seguenti:

- definizione del tema e degli obiettivi della ricerca;
- esplicitazione delle domande di ricerca;
- individuazione dei partecipanti e del contesto di riferimento;
- scelta dell'approccio metodologico;
- costruzione dello strumento per la rilevazione dei dati e raccolta (elaborazione del piano per la rilevazione dei dati);
- analisi dei dati.

4.3 Il tema e gli obiettivi della ricerca

Come si è discusso nei precedenti capitoli, l'insegnamento è un'attività particolarmente complessa alla cui base vi è la conoscenza professionale del docente. Un insegnamento delle scienze efficace richiede conoscenze e competenze molto specifiche e i ricercatori hanno messo in evidenza l'importanza di studiare e comprendere in particolare la “conoscenza professionale in entrata” (*incoming teacher knowledge*) che gli insegnanti pre-servizio (*Pre-Service Teachers*, PSTs) portano con sé nel contesto della formazione iniziale in ambito scientifico (Chan, 2021). Gran parte di questa ricerca è stata fondata teoricamente sulla concettualizzazione di Shulman (1986; 1987) relative alla conoscenza professionale degli insegnanti. Come si è visto, nella didattica delle scienze i costrutti pedagogici principali di riferimento sono il RCM del *pedagogical content knowledge* e quello della *professional vision* degli insegnanti. Una revisione della letteratura mostra come, nell'ambito delle scienze, i ricercatori abbiano utilizzato principalmente interviste, test e questionari scritti per indagare gli aspetti relativamente più “statici” del PCK dei PSTs, ovvero la loro cosiddetta “conoscenza dichiarativa” (*declarative knowledge*) in contesti didattici semplificati, spesso fittizi o comunque lontani da situazioni reali di apprendimento in classe (Kind, 2017). Altri hanno utilizzato attività di progettazione delle lezioni e/o interviste per esplorare come i PSTs applichino il loro PCK nelle decisioni relative alla programmazione didattica (Frederik *et al.*, 1999; Friedrichsen *et al.*, 2009).

Tuttavia, la conoscenza dichiarativa esplicitata dai docenti nelle attività assegnate per iscritto e la capacità di applicare le conoscenze nella progettazione delle lezioni non garantiscono necessariamente che a questa conoscenza vi sia stato fatto effettivamente accesso o sia stata realmente utilizzata nelle decisioni e/o azioni compiute dagli insegnanti in situazioni di insegnamento reali, che risultano spesso particolarmente complesse e comportano decisioni da prendere sul momento (Chan, 2021). Infatti, questa tipologia di approcci hanno inevitabilmente dispensato i docenti pre-servizio che hanno partecipato alle ricerche dalla necessità di percepire e interpretare situazioni complesse in classe e di prendere decisioni didattiche immediate e spontanee; di conseguenza, non è chiaro se i PSTs siano in grado di attivare e utilizzare il loro PCK iniziale, integrando tra loro le varie componenti della conoscenza professionale, per supportare le decisioni e le azioni durante l'insegnamento in classi reali, lavoro che comporta una continua interazione tra docente e discenti. In altre parole, non è chiaro se le conoscenze in ingresso che i PSTs portano nella loro formazione iniziale di insegnanti siano effettivamente utilizzabili in contesti simili a quelli delle classi reali (*ibidem*). Pertanto, molti studiosi hanno suggerito di concentrarsi sullo studio degli aspetti più "dinamici" del PCK degli insegnanti. Ciò richiede attenzione rispetto a come gli insegnanti applichino in modo flessibile la loro conoscenza iniziale relativa all'insegnamento in contesti simili alle reali situazioni di apprendimento in classe e nella loro effettiva pratica didattica (Alonzo & Kim, 2016; van Driel, Berry & Meirink, 2014). In letteratura si riscontra quindi come siano stati raramente esaminati in modo sistematico la natura della conoscenza in entrata dei PSTs per l'insegnamento delle scienze e come gli insegnanti novizi attivino e utilizzino questa conoscenza in contesti simili ad autentiche situazioni di apprendimento in aula (Chan, 2021).

L'obiettivo principale del percorso ideato è stato quindi contribuire a colmare un *gap* presente nella letteratura italiana e internazionale cercando di capire come sia possibile promuovere lo sviluppo e il miglioramento delle competenze didattiche in ambito scientifico dei futuri insegnanti di scuola primaria indagando la cosiddetta "conoscenza utilizzabile" in entrata dei PSTs in riferimento all'insegnamento delle scienze. Nello specifico, utilizzando la videoanalisi, si è cercato di esplorare e caratterizzare la natura di alcune forme di *usable knowledge* (concettualizzazione che si può ricondurre al PCK "messo in atto", ePCK, nel suo aspetto più dinamico da un lato e al *teacher noticing* dall'altro), ossia di quella conoscenza che sta alla base sia dell'analisi di eventi di apprendimento in classe

che del processo educativo messo in atto nel momento in cui gli insegnanti prendono decisioni (Kersting *et al.*, 2012). Riuscire a ottenere una sorta di fotografia di come gli studenti-insegnanti del corso di laurea in Scienze della formazione primaria riescano a prestare attenzione agli eventi che accadono in classe e agli aspetti dell'interazione tra docente e studenti che possono influenzare l'apprendimento, è fondamentale per progettare successivamente interventi formativi che contribuiscano alla promozione della professionalità e al cambiamento di convinzioni, atteggiamenti e pratiche in riferimento all'azione didattica dei futuri docenti.

4.4 Le domande di ricerca

La ricerca empirica in ambito educativo che è stata realizzata intendeva esplorare le abilità di *noticing* degli studenti-insegnanti in formazione e in particolare la loro capacità di prestare attenzione agli eventi significativi che avvengono in aula, riflettere su questi eventi e prendere decisione sulla base dell'analisi e delle osservazioni effettuate. La letteratura internazionale mostra come negli insegnanti novizi queste abilità siano poco sviluppate e come essi non siano abituati a riflettere sulla pratica. Numerosi studi mettono in luce il fatto che «gli insegnanti più esperti rilevano, comprendono e hanno la capacità di dare un senso alla molteplicità degli eventi in classe, mentre i docenti principianti tendono a focalizzare la loro attenzione su aspetti più superficiali, non rilevanti per l'apprendimento degli studenti» (Bonaiuti, Santagata & Vivianet, 2020, p. 152) e quindi che l'esperienza è in grado di sostenere lo sviluppo della capacità degli insegnanti di identificare gli episodi didattici che valga la pena esaminare in profondità (Borko & Livingston, 1989). Nella maggior parte dei casi, quindi, gli insegnanti pre-servizio tendono a prestare più attenzione all'insegnante e alla gestione della classe rispetto agli studenti o ai contenuti e alla loro implementazione nella lezione e non riescono a distinguere tra momenti "più e meno importanti" da notare durante l'attività in classe (Santagata, Zannoni & Stigler, 2007; Vondrová, 2018). Inoltre, studi empirici presenti nella letteratura internazionale (Frederik *et al.*, 1999; Friedrichsen *et al.*, 2009; Kellner *et al.*, 2011; Kind, 2017) hanno identificato diverse caratteristiche della conoscenza in ingresso dei PSTs nei corsi di formazione universitari per insegnanti o nei programmi iniziali di formazione, come ad esempio: possedere una conoscenza problematica dei contenuti (CK); basare le decisioni relative alla progettazione didattica principalmente sulla conoscenza pedagogica (PK);

avere una conoscenza generica e una comprensione superficiale delle idee degli studenti (KSU) e un repertorio piuttosto limitato di strategie didattiche specifiche per insegnare la disciplina o un determinato argomento (KISR) (Chan, 2021). Inoltre, nei PSTs, le varie componenti della conoscenza professionale descritte dal PCK non risultano integrate in modo coerente tra loro. Come affermano Michelini, Stefanel e Santi:

Diverse ricerche (Guess-Newsome, 1999; Michelini, 2004; Viennot *et al.*, 2005) hanno evidenziato che una conoscenza dei contenuti (CK) e una conoscenza pedagogica di base (PK) separate determinano che la conoscenza scientifica e i ragionamenti ingenui o di senso comune coesistono nello stesso terreno in forma spesso contraddittoria; non si produce nell'insegnante l'integrazione tra CK – PK; lo stile di insegnamento riproduce quello trasmissivo tipico della formazione universitaria, che propone una serie di risposte a questioni non poste o che lo studente non riconosce come sue; il ragionamento di senso comune è evocato come strategia per coinvolgere lo studente, ma non è usato come punto di partenza per produrre l'evoluzione del modo di pensare dello studente; non è promosso il passaggio da una prospettiva locale a una globale nei ragionamenti (Michelini, Stefanel & Santi, 2015, pp. 195-196).

Per esplorare la conoscenza utilizzabile in entrata degli studenti-insegnanti del corso di laurea in Scienze della formazione primaria che hanno partecipato alla ricerca empirica, sono state quindi formulate alcune domande di ricerca che hanno guidato la raccolta e l'analisi dei dati, focalizzando la sperimentazione sull'esplorazione dei costrutti del *pedagogical content knowledge* e della *professional vision* dei futuri docenti di scuola primaria nell'ambito dell'insegnamento delle scienze, in particolare:

RQ1 – Che cosa caratterizza le abilità di *noticing* dei PSTs di scuola primaria e dell'infanzia?

RQ2 – Quali sono le capacità dei PSTs di scuola primaria e dell'infanzia di prestare attenzione, dare un senso e decidere come rispondere alle diverse forme di evidenza del pensiero degli studenti?

Come si è anticipato in precedenza, l'obiettivo di questo studio è quello di cercare di esplorare le capacità di *noticing* e di *reasoning* degli studenti-insegnanti del corso di laurea in Scienze della formazione primaria; occorre precisare che non si intende fornire una qualche forma di giudizio sul loro operato, bensì si mira a un'analisi approfondita per arrivare non tanto a una generalizzazione dei risultati bensì a una comprensione profonda

dei fenomeni in esame. La descrizione dei fenomeni oggetto di indagine che ne emerge potrà aprire la strada alla progettazione di interventi formativi mirati al miglioramento dell'azione didattica dei futuri docenti stessi.

4.5 I partecipanti e il contesto

Come anticipato nei precedenti paragrafi, i partecipanti al progetto di ricerca sono stati 59 studenti-insegnanti del quinto anno del corso di laurea in Scienze della formazione primaria dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Brescia, nell'anno accademico 2021-2022, che hanno aderito su base volontaria alla sperimentazione. Essi rappresentano una categoria di persone «appartenenti alla popolazione che si vuole analizzare» (Della Porta, 2010, p. 67) in quanto futuri docenti di scuola primaria e dell'infanzia. Come afferma Trincherò:

Se l'obiettivo non è quello di generalizzare i risultati ottenuti dal campione alla popolazione di riferimento, ma di produrre campioni in grado di dare una visione quanto più possibile esaustiva e credibile dei modi di presentarsi di un fenomeno, massimizzando la possibilità di comprenderne a fondo le dinamiche, è possibile utilizzare tecniche di campionamento non probabilistico (Trincherò, 2019, p. 262).

In questo studio si è scelto quindi di adottare un campionamento non probabilistico di tipo omogeneo, nel quale «si scelgono ambienti, gruppi e/o individui, in modo da massimizzare l'omogeneità del campione sugli stati delle proprietà considerate» (Trincherò, 2019, p. 263), dal momento che è stato studiato un sottogruppo di studenti-insegnanti pre-servizio che hanno aderito alla sperimentazione volontariamente. Alla base della scelta dei partecipanti vi è il fatto che non vi sono in Italia studi significativi che analizzino il costrutto RCM del *pedagogical content knowledge* o quello della *professional vision* per i futuri insegnanti di scuola primaria, in particolare nell'ambito delle scienze. Inoltre, la maggior parte dei lavori analizzati durante la fase di revisione della letteratura internazionale si avvale di campioni ristretti con meno di 50 docenti, coinvolgendo principalmente insegnanti non in formazione bensì in servizio nella scuola secondaria, soprattutto di secondo grado (Chan & Hume, 2019). Il contesto dei futuri insegnanti di scuola primaria è stato scelto non solo per ampliare la letteratura colmando il *gap* presente relativamente a questo livello scolare, ma anche per il fatto che le evidenze della ricerca didattica

mostrano come sia possibile iniziare a introdurre pratiche scientifiche relativamente complesse sin dai primi gradi di istruzione, cercando di favorire negli allievi lo sviluppo di modi di pensare scientifici ad un livello adeguato alle loro capacità cognitive (Gagliardi & Giordano, 2014).

All'inizio della sperimentazione è stato chiesto ai partecipanti di rispondere ad alcune domande per raccogliere informazioni utili alla caratterizzazione del campione:

- da quale percorso di scuola secondaria di II grado proviene?
- attualmente sta insegnando?
- in caso di risposta affermativa alla precedente domanda, sta insegnando nella scuola dell'infanzia o nella scuola primaria?
- da quanti anni insegna (considerando anche il corrente anno scolastico)?

Dalle risposte ottenute, si sono individuate alcune caratteristiche di questi 59 partecipanti; la maggior parte di essi proveniva da un percorso di istruzione secondaria non scientifico (figura 2) e aveva meno di quattro anni di esperienza di insegnamento (figura 3).

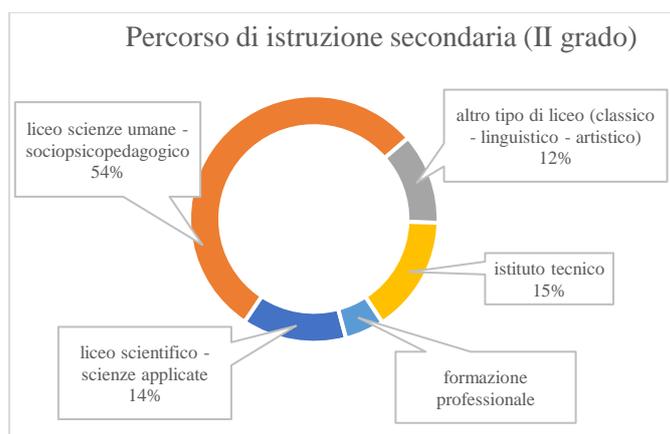


Figura 2: Percorso di istruzione secondaria di II grado di provenienza dei partecipanti.

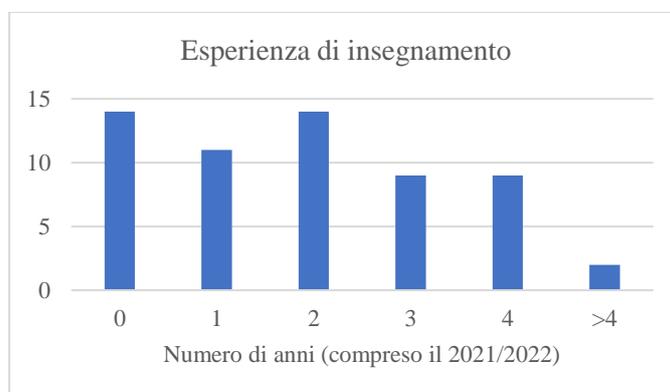


Figura 3: Esperienza di insegnamento dei partecipanti.

Nel momento della sperimentazione la metà stava lavorando con prevalenza nella scuola primaria (figura 4).

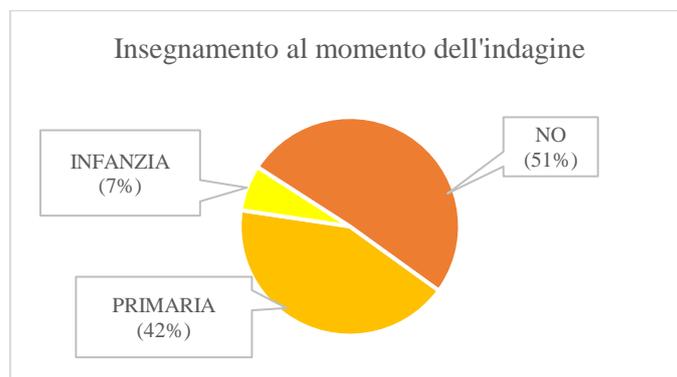


Figura 4: Insegnamento dei partecipanti al momento dell'indagine.

Si è scelto di proporre agli studenti-insegnanti la partecipazione alla sperimentazione al termine del corso di fisica sperimentale in modo che essi avessero ripreso e studiato, durante il corso stesso, i contenuti fisici trattati nel video che è stato proposto loro di analizzare, permettendo così di focalizzare lo studio della conoscenza professionale di questi partecipanti non tanto sulla conoscenza del contenuto (CK), che la letteratura ha già ampiamente dimostrato essere problematica, ma soprattutto sulle altre componenti del PCK oggetto di questo studio, in particolare legate alla conoscenza utilizzabile in entrata dei PSTs in riferimento all'insegnamento delle scienze (KSU e KISR).

4.6 L'approccio metodologico

L'approccio generale di riferimento di questo progetto di ricerca è prevalentemente la teoria ecologica dello sviluppo umano, secondo la quale le esperienze possiedono un valore di tipo fenomenologico, come afferma il fondatore di questa concettualizzazione U. Bronfenbrenner:

Il termine [esperienza] viene utilizzato per indicare che le caratteristiche scientificamente rilevanti di ogni ambiente per lo sviluppo umano includono non solo le sue proprietà oggettive, ma anche il modo nel quale la persona che vive in quell'ambiente ha soggettivamente esperienza di queste proprietà. [...] Pochissime delle influenze esterne che hanno effetti sul comportamento e sullo sviluppo umano possono essere descritte unicamente in termini di condizioni ed eventi fisici oggettivi (Bronfenbrenner, 2005, p. 5, traduzione a cura dell'autrice).

Pertanto, la realtà viene determinata non solo dagli elementi fisici ma soprattutto dal modo in cui le proprietà di un ambiente sono percepite dagli individui che vivono in esso. Per quanto riguarda il paradigma epistemologico sotteso all'approccio metodologico, vi è il costruttivismo socio-culturale, che risulta essere la teoria dominante anche in buona parte delle ricerche in didattica della fisica, e il cui riferimento è ad autori come Vygotskij e Bruner. Secondo questo paradigma la realtà risulta un fenomeno socialmente costruito:

Vygotskij mette l'accento sul ruolo primario dell'ambiente sociale (interazione tra pari e con esperti) nel consentire la costruzione delle funzioni mentali propriamente umane ("funzioni psichiche superiori"), a partire dall'utilizzo di oggetti e simboli presenti nella cultura di appartenenza. A lui si fa risalire quello che oggi viene chiamato "sociocostruttivismo". L'individuo costruisce conoscenza per interiorizzazione di pratiche e di processi comunicativi caratteristici della cultura di cui fa parte ("appropriazione"); un ruolo del tutto fondamentale è assegnato al processo di apprendimento del linguaggio. Per lo sviluppo della conoscenza non è tanto importante quello che già si sa e si sa fare autonomamente, quanto dove si è in grado di arrivare con un aiuto esterno (l'"area di sviluppo prossimale"). La dimensione di scambio sociale è centrale e prevalente su quella di sviluppo biologico come fattore determinante nel processo di apprendimento (Gagliardi & Giordano, 2014, pp. 33-34).

A questo paradigma è possibile collegare i metodi di ricerca di tipo qualitativo:

La ricerca qualitativa è un processo inferenziale complesso per lo studio intensivo e approfondito dei processi di partecipazione e di cambiamento personale che avvengono nei contesti educativi specifici. La metodologia qualitativa offre molti vantaggi: il ricercatore entra in un contesto educativo rispettandone le modalità di interazione quotidiana o raccoglie le esperienze educative cercando di sviluppare una sensibilità per gli specifici punti di vista e il linguaggio dei soggetti, senza cercare di imporre la propria particolare formulazione dei problemi [...] (Sorzio, 2005, p. 16).

Il progetto di ricerca che è stato realizzato si colloca fundamentalmente nell'area degli approcci metodologici di tipo qualitativo; tuttavia, in alcuni momenti dell'analisi dei dati vi sono stati anche degli sguardi di tipo quantitativo, come si vedrà in seguito. Storicamente i metodi di ricerca educativa si sono organizzati in queste due aree distinte, spesso considerate in contrapposizione tra loro:

[...] mentre nel caso dell'applicazione di metodi di ricerca di tipo qualitativo l'analisi dei dati si poggia prevalentemente su principi interpretativi che considerano la multidimensionalità degli oggetti di indagine e fanno emergere da questi stessi oggetti l'analisi dei risultati della ricerca, nel secondo approccio vi è una predeterminazione nella giustificazione delle ipotesi di lavoro, che tende a far emergere dai fenomeni indagati solo gli aspetti che possono dar luogo a dati generalizzabili e, in qualche modo, oggettivamente strutturabili secondo criteri standard di tipo misurativo. Comparando le caratteristiche di queste due differenti tipologie di ricerca, si può affermare che nel primo caso (ricerche di tipo qualitativo) siamo di fronte allo sviluppo di interpretazione dei dati emergenti dalla realtà indagata, mentre nel secondo caso (ricerche di tipo quantitativo) l'obiettivo è quello di testare teorie. Continuando nella comparazione, le ricerche hanno nel primo caso l'obiettivo di descrivere realtà complesse, nel secondo caso stabilire ricorrenze nei fenomeni, ricorrenze tali da poter indurre a processi di generalizzazione. Nel primo caso vi è attenzione ai dati esperienziali e ad analisi di tipo induttivo, nel secondo vi è la tendenza alla standardizzazione dei dati (Semeraro, 2011, p. 100).

A queste due macroaree se ne è poi aggiunta una terza, denominata *Mixed methods*, che combina intenzionalmente approcci quantitativi e qualitativi nei diversi momenti del processo di ricerca allo scopo di catturare la complessità dei fenomeni educativi e basandosi sul presupposto che l'educazione, in realtà, costituisca sia un fenomeno di tipo "naturale" che "culturale". Per questo una delle prospettive più moderne della metodologia della ricerca educativa è quella di considerare che, in realtà, «momenti qualitativi e quantitativi sono presenti in tutte le ricerche ed i due approcci sono tra di loro strettamente interrelati» (Trincherò, 2014, p. 45). Infatti, «i metodi quantitativi richiedono osservazioni qualitative in diversi stadi del progetto di ricerca; e l'analisi qualitativa fa di frequente riferimento a quantità nel tentativo di sostenere la validità di certe argomentazioni» (Della Porta, 2010, p. 10). Questo progetto di ricerca si è inserito in quest'ottica, senza abbracciare esplicitamente la via *Mixed methods*, ma intrecciando continuamente i due sguardi, cercando di "andare oltre i dati", come afferma Trincherò:

“Andare oltre i dati” significa vedere ciò che non è immediatamente visibile, compiere un atto creativo che riorganizza il quadro concettuale esistente in modo nuovo e inaspettato, ideare nuove soluzioni a vecchi problemi. Una buona ricerca

empirica, alimentata dal rigore metodologico e dalla tensione creativa, è una ricerca che è realmente in grado di cambiare le pratiche attuali. Ma per cambiare le pratiche, è necessario conoscerle in profondità, non semplicemente a livello superficiale (Trincherò, 2014, p. 62, traduzione a cura dell'autrice).

Pertanto, questa doppia ottica di ricerca che si è scelto di adottare risulta essere di fondamentale importanza per poter comprendere la complessità dei fenomeni educativi. Si può quindi ascrivere questo progetto a ciò che in letteratura viene definito come *basic qualitative study*, il cui intento è quello di focalizzarsi sul senso, sulla comprensione e sul processo; in questo caso il ricercatore è interessato a comprendere il significato che un fenomeno ha per le persone coinvolte nell'indagine in un paradigma di tipo costruttivista (Merriam & Tisdell, 2015). In questo tipo di approccio i dati vengono raccolti attraverso interviste, osservazioni, domande e analisi di documentazione; vengono analizzati in modo induttivo per identificare *pattern* ricorrenti o tematiche comuni all'interno dei dati stessi per comprendere meglio un fenomeno e produrre un resoconto approfondito e descrittivo dei risultati, utilizzando i riferimenti presenti in letteratura che hanno inquadrato precedentemente lo studio (Merriam, 2002). L'utilizzo di un approccio metodologico fondamentalmente qualitativo, integrato con alcuni sguardi più di tipo quantitativo, diviene uno strumento interessante per la comprensione della relazione insegnamento-apprendimento.

4.7 Il piano per la rilevazione dei dati

Verso la fine del corso di fisica sperimentale, nel mese di aprile 2022, gli studenti del quinto anno di Scienze della formazione primaria sono stati invitati a partecipare a una lezione in cui è stato presentato il percorso verticale sulla terminologia basato sull'IBSE (presentato nel terzo capitolo) e nella quale è stato loro proposto, su base volontaria, di partecipare alla sperimentazione (allegato E in Appendice). Mediante la piattaforma *Blackboard*, utilizzata dall'Università Cattolica del Sacro Cuore per la didattica, gli interessati si sono iscritti al progetto di ricerca ed è così stata attivata una cartella apposita per loro nello spazio relativo al corso di Fisica Sperimentale, nella quale gli studenti hanno potuto avere accesso ai materiali e alle attività che sono state proposte.

In questo progetto, per la rilevazione dei dati si è scelto come tecnica di ricerca di somministrare ai partecipanti due domande a risposta aperta a seguito della visione di un breve

video. Il video rappresenta un mezzo in grado di preservare la ricchezza, la complessità e l'immediatezza delle interazioni in aula (Brophy, 2004) e questo lo rende uno strumento particolarmente adatto per stimolare l'attivazione di una conoscenza dell'insegnante che sia il più possibile simile a quella che il docente utilizzerebbe effettivamente in una situazione reale in classe (Chan, 2021). Inoltre, un video che catturi una situazione reale di apprendimento in aula può essere mostrato agli insegnanti per attivare le loro riflessioni sulla medesima situazione di insegnamento-apprendimento, consentendo l'identificazione di *trend* e *pattern* all'interno di quel particolare gruppo di osservatori (*Ibidem*). Il video utilizzato è stato realizzato nell'ambito del progetto sulla terminologia, basato sulla progressione verticale nell'insegnamento, descritto nel precedente capitolo. Nella clip proposta, della lunghezza di 7 minuti circa, viene ripresa la fase di *Engage* di una lezione sulla propagazione del calore per convezione nei fluidi proposta in una classe terza di scuola primaria e viene mostrato in particolare il dialogo tra la maestra e i bambini. Il video è stato scelto poiché particolarmente ricco in termini di interazione tra l'insegnante e gli studenti, di pensiero degli alunni (preconcezioni, misconcezioni e teorie ingenuie) e quindi di possibilità di attivare la conoscenza professionale iniziale dei partecipanti. In questo caso, quindi, il video ha rappresentato uno strumento per suscitare la riflessività poiché ha offerto ai partecipanti la possibilità di immergersi in situazioni didattiche autentiche e di osservare e analizzare direttamente la pratica in contesti d'aula reali, al fine di comprendere le loro abilità analitiche e riflessive. Rispetto all'osservazione diretta "in tempo reale", il video fornisce una registrazione permanente che consente di esaminare e riesaminare la situazione ripresa con differenti obiettivi e da diverse prospettive, di "scomporre" la complessità delle pratiche filmate attraverso analisi sistematiche mirate (Stigler, Gallimore & Hiebert, 2000; Hatch & Grossman, 2009). Ai partecipanti alla sperimentazione è stato chiesto di vedere il video, selezionato tra quelli raccolti nel progetto sulla terminologia, e di rispondere ad alcune domande aperte disponibili online nella cartella dedicata al progetto (allegato F in Appendice). Le domande, che sono state individuate dopo una approfondita revisione della letteratura (Santagata, 2010; Kersting *et al.*, 2010; van Es, 2011; Santagata & Guarino, 2011; Barnhart & van Es, 2015; Bonaiuti, Santagata & Vivanet, 2017; van Es *et al.*, 2017; Bonaiuti, Santagata & Vivanet, 2020; Walkoe, Sherin & Elby, 2020; Chan, 2021), sono state le seguenti:

(1) Indica che cosa noti nel video e spiegate le ragioni.

(2) Se tu fossi l'insegnante nel video, come imposteresti la fase successiva della lezione? Gli studenti hanno avuto una settimana di tempo per vedere il video caricato sulla piattaforma e rispondere alle domande. Le risposte sono state acquisite e raccolte in un database per essere poi analizzate in forma completamente anonima. Nel mese di maggio, alla fine delle attività proposte ai partecipanti, è stata offerta a tutti gli studenti del corso di fisica sperimentale un'ulteriore lezione di restituzione con la presentazione del progetto di ricerca, del quadro teorico di riferimento e delle finalità dello studio a cui una parte di loro aveva preso parte (allegato G in Appendice).

Le attività di videoanalisi sono state proposte ai partecipanti al termine del corso di fisica sperimentale, nel quale erano stati trattati i contenuti relativi alle grandezze fisiche temperatura e calore e ai meccanismi di propagazione del calore ed erano stati descritti esperimenti significativi relativi a questi concetti. L'obiettivo, infatti, come si è detto in precedenza, non era quello di andare a indagare la conoscenza del contenuto (CK) dei partecipanti, quanto invece le altre componenti del PCK (KSU e KISR). Le attività proposte per investigare le domande di ricerca intendevano quindi analizzare che cosa caratterizzi le abilità di *noticing* dei partecipanti e in particolare la loro capacità di prestare attenzione al pensiero degli studenti, interpretarlo e decidere come rispondere scegliendo strategie didattiche opportune basate su quanto osservato (Jacobs, Lamb & Philipp, 2010).

4.8 L'analisi dei dati

Le risposte dei partecipanti sono state analizzate e codificate dal ricercatore attraverso due differenti *framework* epistemologici tratti dalla letteratura di riferimento.

In particolare, la prima domanda è stata analizzata attraverso il *Framework for learning to notice student mathematical thinking* (van Es, 2011) il quale, attraverso due categorie principali – *What Teachers Notice* e *How Teachers Notice* – cerca di catturare le caratteristiche della capacità di *noticing* dei partecipanti (tabella 4). Esso: «fornisce uno strumento per modellare ciò che analizzano dai video di interazioni in classe, con una specifica attenzione sul pensiero degli studenti e sullo sviluppo di una posizione interpretativa su queste osservazioni» (Gola 2021, p. 56).

Questo *framework* è stato scelto dopo un'attenta revisione della letteratura di riferimento (van Es & Sherin, 2002; Santagata, Zannoni & Stigler, 2007; Santagata, 2009; Sherin & van Es, 2009; Santagata & Angelici, 2010; Jacobs, Lamb & Philipp, 2010; Santagata &

Yeh, 2016; Kersting *et al.*, 2010; van Es *et al.*, 2017; Bonaiuti, Santagata & Vivanet, 2017; Bonaiuti, Santagata & Vivanet, 2020; Walkoe, Sherin & Elby, 2020).

	<i>Level 1 Baseline</i>	<i>Level 2 Mixed</i>	<i>Level 3 Focused</i>	<i>Level 4 Extended</i>
What Teachers Notice	<i>Attend the whole class environment, behavior, and learning to the teacher pedagogy</i>	<i>Primarily attend to teacher pedagogy Begin to attend to particular students' mathematical thinking and behaviors</i>	<i>Attend to particular students' mathematical thinking</i>	<i>Attend to the relationship between particular students' mathematical thinking and between teaching strategies and student mathematical thinking</i>
How Teachers Notice	<i>Form general impressions of what occurred Provide descriptive and evaluative comments Provide little or no evidence to support analysis</i>	<i>Form general impressions and highlight noteworthy events Provide primarily evaluative with some interpretive comments Begin to refer to specific events and interactions as evidence</i>	<i>Highlight noteworthy events Provide interpretive comments Refer to specific events and interactions as evidence Elaborate on events and interactions</i>	<i>Highlight noteworthy events Provide interpretive comments Refer to specific events and interactions as evidence Elaborate on events and interactions Make connections between events and principles of teaching and learning On the basis of interpretations, propose alternative pedagogical solutions</i>

Tabella 4: *Framework for learning to notice student mathematical thinking* (van Es, 2011, p. 139).

Dall'analisi delle risposte secondo il *framework* proposto, sono emersi i seguenti risultati relativi al livello di *noticing* dei partecipanti (figura 5 e tabella 5).

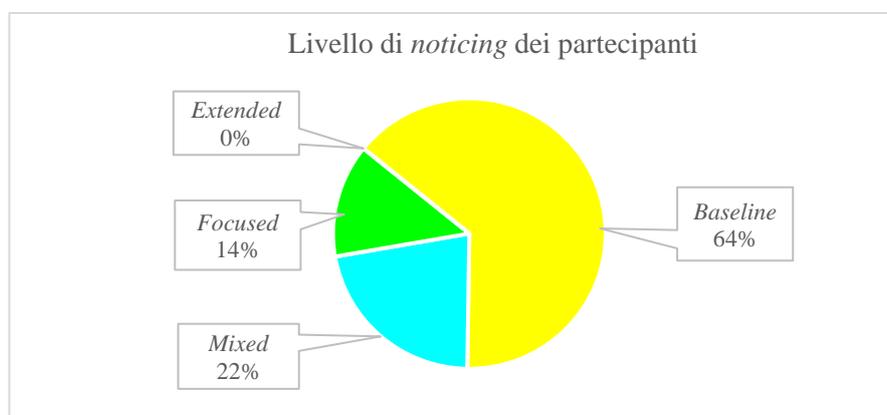


Figura 5: Rappresentazione riassuntiva dei dati relativi alla prima domanda.

Livello 1 <i>Baseline</i>	38	64%
Livello 2 <i>Mixed</i>	13	22%
Livello 3 <i>Focused</i>	8	14%
Livello 4 <i>Extended</i>	0	0%
TOT	59	100%

Tabella 5: Risultati relativi alla codifica delle risposte alla prima domanda secondo il *framework* di van Es (2011).

Questo sistema di codifica ha permesso di capire quale è il livello di *noticing* dei partecipanti considerando dove essi focalizzassero selettivamente l'attenzione, osservando in un video una reale situazione di apprendimento in classe e come fossero in grado di riflettere su quanto osservato. Per comprendere come è stato utilizzato il *framework* di codifica delle risposte se ne riportano alcune significative, suddivise per livello, in tabella 6.

Livello	Esempi di risposte dei partecipanti
Level 1 Baseline	<ul style="list-style-type: none"> - Nel video noto che la metodologia didattica usata dall'insegnante tiene conto in primis delle varie fasi del metodo scientifico per poter giungere a delle conoscenze: ce ne accorgiamo perché partendo da un'immagine proiettata alla LIM (immediatezza dell'impatto visivo altamente motivante) dopo aver posto una domanda, stimola l'OSSERVAZIONE e sprona i bambini a fare le loro IPOTESI, anche tenendo conto delle loro preconcoscenze. - Nel video emerge, fin da subito, da parte della docente l'adozione di un atteggiamento spontaneo e rassicurante che risulta determinante per la riuscita dell'attività predisposta in classe. La maestra, durante la discussione, sospende il giudizio nei confronti degli allievi permettendogli di esprimere liberamente le proprie ipotesi. È evidente di come l'insegnante cerchi di instaurare un clima sereno e di condivisione in aula poiché chiama, a turno, ciascuna coppia e si assicura che tutte abbiano avuto occasione di parlare. Nel filmato sembra che i bambini siano stati educati ad assumere un atteggiamento attivo e, al contempo, rispettoso perché non accade che qualcuno interrompa gli altri o parli a sproposito. Il confronto tra pari, proposto dalla docente, è un fattore che valorizza indirettamente la costruzione attiva della conoscenza. - A seguito della visione del video la prima riflessione concerne l'utilizzo di strumenti multimediali quali, la LIM. L'insegnante è in piedi, in un atteggiamento che si mostra coinvolgente per gli alunni; essa, inoltre, utilizza il metodo deduttivo ovvero permette agli alunni di costruire il proprio sapere attraverso, in questo caso, l'osservazione diretta, senza che il loro apprendimento sia quindi solamente trasmissivo. Proietta infatti, un'immagine come stimolo e invita gli alunni a osservarla e confrontarsi, a coppie, per trovare la particolarità che la contraddistingue da ciò che tendenzialmente sono abituati a vedere. Gli alunni quindi si sentono protagonisti e non giudicati poiché non viene evidenziato l'errore ma saranno loro stessi a verificare la propria ipotesi seguendo il metodo scientifico sperimentale emerso dagli alunni stessi durante l'eloquio guidato dalla docente. - L'insegnante, inizia la lezione chiedendo ai bambini di osservare un'immagine, e proprio a partire da questa prima fase di osservazione pone poi loro delle domande stimolo. La docente, quindi, non entra in sezione con la lezione "pronta" ma permette ai bambini di confrontarsi e collaborare tra loro, condividere idee e risposte con l'insegnante e il resto dei compagni. In questo modo quindi, si lavora partendo da delle prime ipotesi, per poi giungere alla soluzione corretta.
Level 2 Mixed	<ul style="list-style-type: none"> - Nel video si possono notare diversi aspetti; prima di tutto come l'insegnante abbia abituato i bambini a lavorare secondo il metodo scientifico, come li abbia abituati a porsi delle domande, ragionare insieme e trovare delle possibili risposte. Inoltre, l'insegnante parte da degli esempi vicino ai bambini (la maggior parte, se non tutti hanno un calorifero in casa o nella classe a

scuola), quindi risulta lampante l'aspetto strano presente nell'immagine (calorifero in alto). L'insegnante parte dalle risposte dei bambini, quindi quando pone il problema, non dà alcuna soluzione in anticipo, ma fa sì che gli alunni arrivino da soli alla soluzione del problema. Dall'atteggiamento dei bambini si può anche notare come siano abituati a lavorare secondo questo schema. Mentre, **dalle risposte dei bambini** (per me inaspettate, non pensavo arrivassero al punto della situazione così velocemente) **si percepisce come abbiano i prerequisiti per affrontare la domanda posta, quindi che sono stati affrontati prima tutti gli argomenti necessari per arrivare ad introdurre questo punto.**

- Nel video l'insegnante adotta una delle fasi dell'*Inquiry*, nello specifico la fase dell'*engage* proponendo un'immagine stimolo al fine di far ragionare i bambini. Prima di confrontarsi collettivamente, l'insegnante permette il confronto a coppie lasciando il giusto tempo a tutti per riflettere. Interessante è stato vedere come l'insegnante è riuscita a ritagliare un piccolo spazio per riprendere il metodo scientifico-sperimentale (**dalle risposte corrette e sicure dei bambini e dall'intervento della docente si capisce che il metodo è uno dei prerequisiti della classe**) per far vedere ai bambini che anche loro possono muoversi nella vita quotidiana come uno scienziato, partendo dall'osservazione dei fenomeni fino ad arrivare ad una teoria. Un altro aspetto interessante che ho notato è stata la **capacità dei bambini di riuscire ad argomentare, anche se in maniera elementare, le loro ipotesi**. A tal proposito, l'insegnante commenta come interessante una delle risposte e fa intendere che il concetto potrà essere ripreso in seguito per dare la giusta spiegazione scientifica.
- Nel video ho notato che tutti i bambini, immediatamente, hanno notato la posizione del calorifero errato nell'immagine. Successivamente, quando l'insegnante ha chiesto il motivo per cui i caloriferi vengono posizionati in basso sulla parete, tutti **i bambini hanno formulato le loro ipotesi, alcune corrette, altre parzialmente. Tutti i bambini però hanno risposto alle domande formulate dall'insegnante, attraverso le loro esperienze**. Anche le bambine da casa collegate da casa hanno cercato di rispondere.
- Le ipotesi rilevate sono varie: l'acqua presente nel calorifero si scalda e diventa vapore acqueo che si spande in tutta la stanza; il calore generato dall'aria calda del calorifero sale e si espande in tutta la stanza; il calorifero deve stare vicino al pavimento in modo da scaldarlo: se tutto il pavimento sarà scaldato anche la stanza sarà calda; se il calorifero fosse vicino al soffitto creerebbe delle nuvole; per tenere caldo qualcosa di freddo o asciugare qualcosa di bagnato; spesso i caloriferi hanno dei vasetti con dell'acqua: è questa l'acqua che evapora e che riesce a scaldare tutta la stanza; il calorifero deve essere attaccato al muro per scaldarlo: se tutto il muro è caldo riuscirà a passare il calore anche la stanza. **Dalle risposte dei bambini si possono saggiare le loro esperienze e le loro intuizioni: ciascuno ha avuto delle esperienze dirette con il fenomeno in questione e quindi riporta ciò che sa a riguardo. Inoltre, gli studenti provano a dare delle risposte che vanno oltre alla loro esperienza diretta, come ad esempio l'ipotesi che si possano creare delle nuvole all'interno della stanza con un calorifero posto vicino al soffitto. Questa attività permette di comprendere le conoscenze pregresse e il grado di consapevolezza (più o meno scientifica) dei bambini in merito ad un certo fenomeno.**
- **Ci sono ipotesi tra loro molto diverse. Alcune di esse non danno una spiegazione del fatto che i caloriferi si trovino in basso** (ad esempio una coppia di bambini afferma che i caloriferi si trovano in basso per scaldare il muro, così che attraverso il muro si scaldi la stanza. Questo potrebbe accadere sia se i caloriferi si trovano in basso sia se i caloriferi si trovano in alto). **Altre, pur non esprimendo la reale motivazione per la quale i caloriferi vengono posizionati in basso, sono comunque collegate alla posizione dei caloriferi** (esempio: sono posti in basso per poter appendere gli asciugamani ad asciugare sul calorifero). La maggior parte dei bambini spiega il fenomeno parlando di "evaporazione". **È probabile che i bambini abbiano trattato gli stati dell'acqua e il ciclo dell'acqua, che abbiano studiato che l'acqua evapora e il vapore sale verso l'alto e abbiano quindi collegato questa loro conoscenza alla domanda relativa al calorifero**. Soltanto una coppia di bambini parla di aria e dice: "lo mettono in basso perché l'aria calda del calorifero sale e riscalda la stanza", avvicinandosi moltissimo all'effettiva spiegazione del fenomeno.

Level 3

Focused

- La formazione delle ipotesi per i bambini tiene conto di diversi aspetti: **deduzioni dall’osservazione** (i bambini esplicitano l’idea che l’aria salga verso l’alto, ma i bambini faticano a verbalizzarne le ragioni); **esperienza pratica dei bambini** (es: il calorifero può essere toccato più facilmente dalle persone, asciugare oggetti bagnati); **probabili conoscenze pregresse** (es: l’acqua che evapora, evaporazione). **I bambini a volte faticano a verbalizzare in modo chiaro le loro ipotesi; probabilmente questo è evidenza del fatto che i bambini non abbiano chiare le ragioni per cui accada il fenomeno, oppure i bambini non hanno ancora acquisito un lessico specifico per spiegarlo.**

Tabella 6: Esempi di risposte dei partecipanti suddivise per livello alla prima domanda.

Il *framework* utilizzato per l’analisi e la codifica delle risposte alla seconda domanda, è stato anch’esso individuato nella letteratura di riferimento (Alonzo & Kim, 2016; Chan & Hume, 2019; Carlson & Daehler, 2019; Lam & Chan, 2020; Chan, 2021; She & Chan, 2022). A differenza del campo della didattica della matematica, tuttavia, nelle scienze l’utilizzo della videoanalisi per la ricerca educativa risulta ancora relativamente poco diffuso. Il sistema di codifica delle risposte fa riferimento al lavoro di Chan (2021) il quale ha utilizzato, per analizzare le risposte dei partecipanti alla sperimentazione, lo schema a due dimensioni rappresentato in tabella 7. Secondo questo sistema viene analizzata la decisione presa dall’insegnante su come proseguire la lezione in relazione alla connessione con il pensiero degli studenti (1) e alla natura della strategia didattica messa in atto dal docente (2). Ciascuna dimensione è poi caratterizzata da tre livelli (a, b, c).

Proposed instructional responses in relation to the emergent student thinking	(1) Connection with students’ thinking	(1a) No connection with students’ cognitive thinking	Actions/strategies with no explicit relation to students’ ideas or actions
		(1b) Connected with students’ thinking at a content-generic level	Actions/strategies that relate to students’ ideas or actions but only at a general level, with no content specificity
		(1c) Connected with students’ thinking at a content-specific level	Actions/strategies influenced by something specific that (a) student(s) said/did
	(2) Nature of the proposed instructional response(s)	(2a) Vague or content-generic actions	Actions that are vague or are devoid of scientific content
		(2b) Content-focused and content-specific actions	Actions that are specific enough in terms of content but without reference to student involvement
		(2c) Student-focused and content-specific action	Actions that are specific enough in terms of content; approaches with varying degrees of consideration of students and student involvement

Tabella 7: *Framework* per la codifica delle risposte alla seconda domanda (Chan, 2021).

Questo sistema ha permesso di capire se l’insegnante è in grado di prendere decisioni sulla base dell’analisi e della riflessione circa gli eventi osservati, proponendo strategie didattiche mirate in relazione al pensiero emergente degli studenti. Le risposte sono state

pertanto analizzate inizialmente secondo la prima dimensione del *framework* di Chan (*Connection with students' thinking*) e in seguito sono state rilette ed è stata loro associata anche la seconda dimensione (*Nature of the proposed instructional responses*). Come indicato nell'articolo di Chan (2021) è stato considerato nelle risposte se vi fosse un riferimento specifico a quanto detto da uno o più studenti e se essi siano stati coinvolti attivamente o meno nelle attività didattiche scelte e messe in atto dal docente per proseguire la lezione. L'utilizzo di questo secondo *framework* di codifica delle risposte dei partecipanti ha dato luogo ai seguenti risultati, riassunti in tabella 8:

(1) Connection with students' thinking

<i>No connection with students' cognitive thinking</i>	21	36%
<i>Connected with students' thinking at a content-generic level</i>	31	52%
<i>Connected with students' thinking at a content-specific level</i>	7	12%
TOT	59	100%

(2) Nature of the proposed instructional response(s)

No connection with students' cognitive thinking

<i>Vague or content-generic actions</i>	4	19%
<i>Content-focused and content-specific actions</i>	17	81%
<i>Student-focused and content-specific actions</i>	0	0%
TOT	21	100%

Connected with students' thinking at a content-generic level

<i>Vague or content-generic actions</i>	8	26%
<i>Content-focused and content-specific actions</i>	22	71%
<i>Student-focused and content-specific actions</i>	1	3%
TOT	31	100%

Connected with students' thinking at a content-specific level

<i>Vague or content-generic actions</i>	0	0%
<i>Content-focused and content-specific actions</i>	1	14%
<i>Student-focused and content-specific actions</i>	6	86%
TOT	7	100%

Tabella 8: Risultati relativi alla codifica delle risposte alla seconda domanda secondo il *framework* di Chan (2021).

Per comprendere come è stato utilizzato il secondo *framework* di codifica delle risposte se ne riportano alcune significative, suddivise in base alle due dimensioni e successivamente per livello (*Vague or content-generic actions*, *Content-focused and content-specific actions*, *Student-focused and content-specific actions*), nelle tabelle 9 e 10.

Dimensione	Livello	Esempi di risposte dei partecipanti
<i>(1) Connection with student thinking</i>	<i>(1a) No connection with students' cognitive thinking</i>	Proprio come si procede per quanto riguarda il metodo scientifico sperimentale, dopo una fase iniziale di osservazione e formulazione di ipotesi, proporrei alla sezione degli esperimenti e delle esperienze dirette del fenomeno che si sta affrontando.
	<i>(1b) Connected with students' thinking at a content-generic level</i>	Se fossi l'insegnante nel video, per la lezione successiva proporrei ai bambini l'esecuzione di un esperimento che serva per verificare le ipotesi fatte dai bambini. L'insegnante posiziona sul calorifero acceso un foglio di carta e un palloncino gonfio, attraverso una domanda stimolo "secondo voi cosa succederà al foglio di carte e al palloncino?" consente ai bambini di ragionare e fare delle ipotesi. Si noterà che gli oggetti tendono a sollevarsi verso l'alto e ciò sarà una dimostrazione del fatto che il calore tende ad espandersi verso l'alto. Questo esperimento consente ai bambini di dare una risposta alla domanda iniziale "perché i caloriferi vengono posizionati nella parte bassa della stanza?" e di andare a verificare la validità delle ipotesi che avevano fatto.
	<i>(1c) Connected with students' thinking at a content-specific level</i>	Nella fase <i>Explore</i> proporrei due momenti esperienziali (uno qualitativo e uno quantitativo) riprendendo le ipotesi della fase precedente ed analizzando in particolare la considerazione degli alunni "il calore si espande e va in alto". In un primo momento, con una scheda osservativa predisposta, porterei l'attenzione dei bambini sull'esistenza di correnti convettive nei fluidi (aria e acqua) che trasportano energia termica, il calore. Per verificare ciò nell'aria appenderei una serpentina di carta velina sopra un termosifone in ghisa. I bambini riporterebbero sulle schede un movimento della stessa, confermando l'esistenza di un moto dell'aria. Successivamente, predisporrei due contenitori trasparenti (in vetro o in plexiglass): uno contenente acqua fredda e uno, più piccolo, contenente acqua calda e inchiostro. Rovescerei l'acqua calda inchiostrata (nel contenitore piccolo) in quello grande così che i bambini rivolgano l'attenzione, con domande guida da parte dell'insegnante, su come l'acqua calda inchiostrata si muova all'interno del contenitore. I bambini descriverebbero quindi uno spostamento circolare dal basso verso l'alto dell'acqua. In un secondo momento i bambini, a coppie (un osservatore e un verbalizzatore), seguendo le indicazioni dell'insegnante, misureranno la temperatura di due punti equidistanti (sopra e sotto) il termosifone e a determinati livelli simmetrici del contenitore grande, registrando una temperatura inferiore nella parte sottostante rispetto a quella soprastante. A questo punto l'insegnante chiederà loro (entrando nella fase successiva): Perché i caloriferi vengono posizionati nella parte bassa delle stanze?

Tabella 9: Esempi di risposte dei partecipanti suddivise per livello alla seconda domanda (prima dimensione).

Dimensione	Livello	Esempi di risposte dei partecipanti
(2) <i>Nature of the proposed instructional response(s)</i>	(2a) <i>Vague or content-generic actions</i>	Dopo la prima fase in cui si sono raccolte le ipotesi, proporrei un esperimento pratico riguardo ai moti convettivi. Per praticità userei un liquido (acqua) che si comporta in modo simile all'aria (1a – 2a).
	(2b) <i>Content-focused and content-specific actions</i>	Se fossi io l'insegnante, dopo essermi accertata del livello di conoscenza dei miei bambini sulla tematica, sottoporrei alla loro attenzione un esperimento (proprio perché anche loro parlando di metodo sperimentale hanno detto che le ipotesi vanno poi verificate), che gli permetta di toccare con mano le ipotesi da loro sviluppate. Facendo sempre riferimento all'utilizzo del calorifero come fonte di calore si potrebbero sottoporre due esperimenti : Porre un pezzo di carta velina alla quale vengono tagliate delle sottili strisce, sopra il calorifero, il calore che viene prodotto tenderà a salire muovendo su quelle striscioline di carta → il calore sale. Poniamo un palloncino sul collo di una bottiglia contenente dell'acqua, dopo aver posizionato la bottiglia sul calorifero il palloncino tramite il calore tenderà a gonfiarsi, se la bottiglia venisse lasciata sul pavimento, dove non c'è alcuna fonte di calore, il palloncino rimarrebbe sgonfio. I due esperimenti porterebbero i bambini a confermare o smentire le ipotesi precedentemente pronunciate (1b – 2b).
	(2c) <i>Student-focused and content-specific action</i>	Se io fossi l'insegnante nel video, probabilmente proporrei due attività successive legate alla fase di <i>Explore</i> . Attività 1: dimostriamo che nel termosifone non c'è l'acqua che evapora. Partirei da una delle ipotesi incorrette dei bambini. Chiederei ad una coppia di bambini di prendere una bacinella di plastica e metterla capovolta sulla parte alta del termosifone. A questo punto, direi ai bambini di aspettare tutto il tempo della lezione e vedere se, trascorso il tempo, si formeranno delle goccioline di acqua condensata sul fondo della bacinella. Questo piccolo esperimento permetterà ai bambini che si sono soffermati sull'acqua che evapora di osservare che la loro ipotesi non era corretta in quanto quello che si sposta non è l'acqua che evapora, bensì l'aria a contatto con il termosifone. Attività 2: esperimento per capire cosa succede all'aria a contatto con il termosifone. L'obiettivo di questo esperimento, successivo alle ipotesi dei bambini, è quello di riflettere su cosa succede all'aria quando entra a contatto con il termosifone e aumenta la sua temperatura, generando così una corrente convettiva di aria che scalda tutta la stanza. Proporrei un classico esperimento scientifico legato alla propagazione del calore per convezione nei liquidi: dividerei i bambini in gruppi da 3 alunni (con i ruoli di osservatore, disegnatore e scrittore) e consegnerei ad ogni gruppo una scheda-guida per l'osservazione dell'esperienza. A questo punto, chiederei ai bambini di mettersi a ferro di cavallo con me al centro disposta davanti ad un banco sul quale ho posizionato il materiale necessario per eseguire il semplice esperimento. Mostrerei ai bambini l'esperienza: metterei della segatura in un contenitore di vetro trasparente pieno di acqua, poi metterei il contenitore con acqua e segatura su un fornello elettrico acceso e chiederei ai bambini di osservare, disegnare e appuntare sulla scheda-guida che cosa succede. Si osserverà che la segatura si muove perché l'acqua fredda va verso il fondo mentre l'acqua che si scalda, diventando più leggera, va verso l'alto. Nella fase di <i>Explain</i> si potrà così riflettere insieme e arrivare alla consapevolezza che il comportamento dell'acqua quando si scalda a contatto con il fornello acceso durante la seconda attività è molto simile a quello dell'aria a contatto con il termosifone e che questi "movimenti" vengono definiti moti convettivi e che questa forma di propagazione del calore prende il nome di convezione termica (1c – 2c).

Tabella 10: Esempi di risposte dei partecipanti suddivise per livello alla seconda domanda (seconda dimensione).

Anche in questo caso è possibile fornire una rappresentazione grafica riassuntiva dei dati raccolti relativi alla seconda domanda (figura 6).

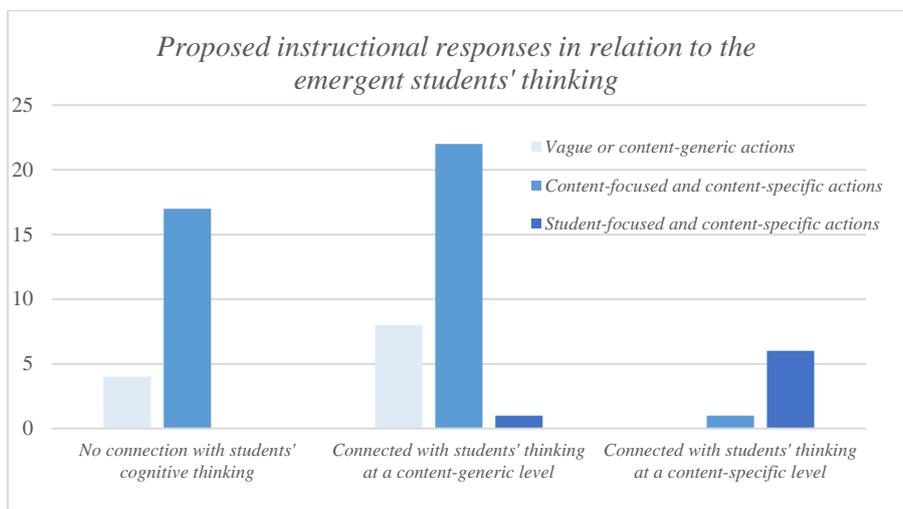


Figura 6: Rappresentazione riassuntiva dei dati relativi alla seconda domanda.

La tabella 11 riassume ulteriormente i risultati dell'analisi secondo le due dimensioni del *framework* di Chan.

	<i>Vague or content-generic actions</i>	<i>Content-focused & content-specific actions</i>	<i>Student-focused & content-specific actions</i>	Totale
<i>No connection with students' cognitive thinking</i>	4	17	0	21
<i>Connected with students' thinking at a content-generic level</i>	8	22	1	31
<i>Connected with students' thinking at a content-specific level</i>	0	1	6	7
	12	40	7	59

Tabella 11: Tabella riassuntiva dei risultati secondo le due dimensioni del *framework* di Chan (2021).

Successivamente all'analisi della seconda risposta si è provato a indagare se vi fosse un'associazione statistica tra le due variabili qualitative coinvolte nella sperimentazione ovvero il livello di *noticing* indagato con il framework di van Es (2011) e la dimensione della *connection with students' thinking*, ovvero la prima dimensione del *framework* di Chan (2021). In tabella 12 si possono evidenziare le frequenze osservate relative alle due variabili qualitative indagate.

	<i>No connection with students' cognitive thinking</i>	<i>Connected with students' thinking at a content-generic level</i>	<i>Connected with students' thinking at a content-specific level</i>	Totale
Level 1 Baseline	16	20	2	38
Level 2 Mixed	5	7	1	13
Level 3 Focused	0	4	4	8
	21	31	7	59

Tabella 12: Frequenze osservate relative alle due variabili qualitative indagate.

Per valutare se vi fosse associazione tra le due variabili non è stato possibile eseguire il test del Chi-Quadro poiché esso si può utilizzare quando almeno l'80% delle frequenze attese risultino essere pari o maggiori a 5 e non vi sia nessuna frequenza attesa pari a 0, ma questo non è il caso dei dati raccolti (tabella 13).

	<i>No connection with students' cognitive thinking</i>	<i>Connected with students' thinking at a content-generic level</i>	<i>Connected with students' thinking at a content-specific level</i>	Totale
Level 1 Baseline	13,5	20,0	4,5	38
Level 2 Mixed	4,6	6,8	1,5	13
Level 3 Focused	2,8	4,2	0,9	8
	21	31	7	59

Tabella 13: Frequenze attese relative alle due variabili qualitative indagate.

Nel caso in cui queste due condizioni non siano soddisfatte, è sempre possibile utilizzare il test esatto di Fisher che si basa sulla distribuzione di probabilità ipergeometrica e consente di calcolare il valore esatto del *p-value*. Il test consiste nel calcolare la probabilità di ottenere tabelle statisticamente più estreme di quella ottenuta dall'esperimento. L'applicazione del test esatto di Fisher tramite software online dedicato²⁶ ha portato all'esito mostrato in figura 7. Quando il *p-value* risulta essere minore della soglia α prefissata (spesso $\alpha = 0,05$) allora viene rifiutata l'ipotesi nulla e si può affermare che c'è

²⁶ <http://in-silico.online/>

dipendenza tra la variabile di riga e quella di colonna e quindi l'associazione risulta essere statisticamente significativa.

In-Silico Online

STATISTICS GRAPHICS HELP

t-test	Wilcoxon test	normality test	G-test	χ^2 Chi ²	Cohen's kappa
ANOVA	Kruskal-Wallis test		Barnard's exact	χ^2 McNemar	
variance test	proportion test		Fisher's exact		

Basic statistics Two-way tables Agreement

Data

Result

In-Silico Online
Fisher's Exact Test for Count Data

	V1	V2	V3
1	16	20	2
2	5	7	1
3	0	4	4

p-value = 0.013

Figura 7: Esito del test esatto di Fisher mediante software online.

Conclusa questa prima fase di analisi dei dati, si è voluto passare ad una seconda tecnica di indagine più di tipo *bottom up*. Per questo si è adottato un approccio tipico delle tecniche di analisi qualitativa dei dati testuali ovvero quella che viene definita in metodologia della ricerca educativa “analisi tematica”. Come sostiene Pagani:

L’analisi tematica (AT) è un “metodo per identificare pattern di significato (o “temi”) nei dati qualitativi e interpretarli” (Clarke, Braun, 2016, p. 84). A differenza di altri approcci (come la *grounded theory* o l’analisi interpretativa fenomenologica [...]) non è legata a un *framework* teorico specifico (il che non significa [...] che sia ateorica). Ciò la rende un metodo estremamente flessibile e accessibile, e, pertanto, ampiamente utilizzato (Pagani, 2020, p. 55).

La stessa autrice prosegue sostenendo che:

[...] l’AT può essere applicata all’interno di cornici ontologiche, epistemologiche e teoriche qualitative differenti; si presta a rispondere a domande di ricerca anche molto diverse tra loro; non presenta particolari vincoli in termini di tipologia di dati o di campionamento; consente d’operare la codifica a diversi livelli (induttivo/deduttivo, semantico/latente) (Ivi, p. 85).

Essa risulta essere «una tra le più diffuse strategie per categorizzare e analizzare i dati qualitativi identificando nel *corpus* testuale *pattern* ricorrenti e significativi (temi). [...] Il processo di analisi tematica prende avvio dall'identificazione di codici – parole o frasi che fungono da etichette per sezioni di testo ritenute rilevanti e interessanti in relazione alla domanda di ricerca – e di temi sovraordinati» (Pastori, 2017, pp. 399-400). Essa può essere utilizzata anche in combinazione con altri tipi di analisi, come ad esempio l'analisi del contenuto. Come afferma Trincherò:

Con il termine “analisi del contenuto” vengono individuate un insieme di tecniche volte ad individuare e ad analizzare il contenuto semantico di un testo. Nell'analisi del contenuto si parte da “unità comunicative”, costituite da testi, elaborati scritti, documenti personali, articoli, giudizi. [...] L'analisi prevede poi la costruzione di un elenco di “categorie di contenuto”, esaustive e mutuamente esclusive, sulla base di quanto emerso dal testo, e l'assegnazione di ciascuna unità di classificazione ad una di queste categorie di contenuto. All'interno della stessa unità comunicativa è possibile quindi rilevare la frequenza con cui compaiono le singole categorie, la “direzione”, ossia i soggetti o gli oggetti ai quali le unità di classificazione sono rivolte, l'“intensità”, ossia la forza con cui vengono espresse le unità di classificazione, e lo spazio ad esse dedicato all'interno dell'unità comunicativa nel suo complesso. [...] La ricostruzione del “senso” del testo avviene così sulla base della ricostruzione delle categorie, e della successiva classificazione delle unità di classificazione. Questo tipo di approccio viene detto “analisi quantitativa del contenuto” (Trincherò, 2002, p. 379).

Pertanto, riprendendo il contributo di Pastori: «la codifica dei testi consente anche di quantificare la distribuzione di un tema rispetto ai soggetti, operazione che, pur restando in una logica di ricerca qualitativa, supporta considerazioni più ponderate sulla rilevanza o meno di un tema nel gruppo di soggetti coinvolti» (Pastori, 2017, p. 401).

Per operare questa seconda tipologia di analisi ci si è avvalsi inizialmente di un software che potesse individuare dei *cluster* all'interno dell'insieme dei dati grezzi. È stata quindi utilizzata la funzione `sklearn.cluster.AffinityPropagation` della libreria *scikit-learn* di *Python* la quale implementa l'algoritmo di *Affinity Propagation* per la clusterizzazione dei dati (nell'allegato H in Appendice si può visionare il codice utilizzato per la ricerca iniziale dei *cluster* nei dati grezzi). Questo algoritmo è in grado di convertire dati testuali in forma numerica trasformando parole o frasi in vettori numerici che possono poi essere

utilizzati per calcolare la similarità o dissimilarità tra punti. Una volta ottenuta una rappresentazione numerica dei dati testuali, l'algoritmo di *Affinity Propagation* può essere applicato per trovare i *cluster* di punti simili. In sostanza:

L'*Affinity Propagation* consiste nel trovare un insieme di esemplari che sono rappresentativi per l'intero set di dati. Come input usiamo delle misure della somiglianza tra coppie di punti dati. Messaggi con valore reale vengono scambiati tra i punti dati fino a quando non emergono gradualmente degli esemplari di alta qualità e i *cluster* corrispondenti²⁷.

Così facendo si sono individuati alcuni *cluster* di risposte che l'algoritmo ha determinato e a cui sono poi state assegnate dal ricercatore delle etichette per identificarne il contenuto. Poiché però il sistema associava ad ogni risposta uno e un solo *cluster*, si è reso necessario rileggere le risposte per poter associare a ognuna di esse anche più di un *cluster*. In questo modo sono state identificati anche altri raggruppamenti di risposte che l'algoritmo non era stato in grado di individuare. In tabella 14 viene riassunto il lavoro di identificazione delle etichette dei *cluster* e le rispettive frequenze delle risposte relative alla prima domanda.

Etichette <i>cluster</i>	Numero risposte
(1) Utilizzare di uno stimolo	29
(2) Utilizzare una immagine/video/fotografia	56
(3) Chiedere ai bambini se notano qualcosa di strano/inusuale/anomalo/particolare/sbagliato/stravagante/insolito/sbagliato	35
(4) Far lavorare a coppie i bambini	36
(5) Fare riferimenti al metodo scientifico/sperimentale	39
(6) Formulare ipotesi	53
(7) Fare riferimento alle preconoscenze/conoscenze pregresse/preconcezioni/convinzioni ingenue/prerequisiti dei bambini	13
(8) Considerare i bambini come protagonisti/protagonisti attivi/coinvolti attivamente nella costruzione del sapere/partecipazione attiva	15
(9) Utilizzare un linguaggio scientifico/termini scientifici/lessico proprio	6
(10) Utilizzare il metodo <i>Inquiry/IBSE/fase Engage</i>	15
(11) Proporre una situazione che faccia riferimento alla quotidianità dei bambini	7

Tabella 14: Tabella riassuntiva dell'analisi *cluster* delle risposte relative alla prima domanda²⁸.

²⁷ <https://netai.it/guida-al-clustering-in-python/#page-content> (ultima consultazione: 25 luglio 2023).

²⁸ Le ultime due etichette e quindi i relativi *cluster* (10 e 11) non sono stati individuati dall'algoritmo ma dal ricercatore.

Ciò ha consentito di individuare dove gli insegnati focalizzassero selettivamente l'attenzione dopo la visione del video, ovvero quali fossero gli elementi che loro ritenevano essere degni di menzione nella risposta alla domanda: (1) Indica che cosa noti nel video e spiegate le ragioni.

Cluster	Esempi di risposte dei partecipanti
(8), (1), (4), (2), (11), (5), (6)	L'insegnante ha impostato la lezione prevedendo la partecipazione degli alunni. Il loro coinvolgimento avviene prima tramite l'intervento di tutti nell'analisi dello stimolo proposto, poi a coppie , per riuscire ad accogliere più risposte possibili. "introduzione dell'argomento avviene a partire da uno stimolo visivo , che rimanda a una situazione sperimentata quotidianamente dai bambini . In questo modo gli studenti possono interrogarsi sulla questione proposta a partire dalla propria esperienza quotidiana, attingendo anche al loro vissuto per giustificare ciò di cui si sta discutendo. Nell'attività stessa di analisi dello stimolo proposto, l'insegnante guida i bambini nel riconoscere il momento del metodo scientifico che stanno sperimentando (l' ipotesi). Questo implica che i bambini conoscano le diverse fasi dei processi di ricerca e che probabilmente ne abbiano già avuto esperienza. Essere consapevoli di trovarsi in questa fase del processo di ricerca giustifica il fatto che ogni coppia abbia risposte diverse per spiegare il fenomeno, incoraggiando tutti a dare il proprio contributo alla discussione. L'insegnante accoglie ogni risposta senza dare un feedback immediato agli studenti, ma semplicemente ascoltando il contributo di tutti.
(10), (1), (2), (4), (3), (6), (8), (7), (5)	Nel video noto che l'insegnante, attraverso l' approccio investigativo IBSE , coinvolge gli alunni in un primo confronto a partire da uno stimolo visivo: una fotografia , chiedendo loro di esprimere a coppie , dopo una breve riflessione, ciò che hanno osservato di anomalo . I bambini, all'unisono, individuano l'anomalia: il calorifero si trova sul soffitto e non nella parte bassa della stanza. In un secondo momento, viene chiesto loro il perché i caloriferi vengano posizionati nella parte bassa della stanza e di formulare a coppie le ipotesi da cui partire per un'analisi più approfondita del fenomeno. Nella fase di Engage (una delle 5 di cui è composto il modello) l'insegnante ha il ruolo di mediatore mentre i bambini sono protagonisti chiamati attivamente a costruire gradualmente la loro conoscenza, a partire dalle pre-concezioni derivate dalle osservazioni, dalla quotidianità e dal senso comune. L'insegnante termina la prima fase affermando che solamente l'esperienza potrà validare o meno le ipotesi, seguendo il metodo sperimentale-scientifico .
(5), (2), (1), (6), (7)	Nel video noto che la metodologia didattica usata dall'insegnante tiene conto in primis delle varie fasi del metodo scientifico per poter giungere a delle conoscenze: ce ne accorgiamo perché partendo da un'immagine proiettata alla LIM (immediatezza dell'impatto visivo altamente motivante) dopo aver posto una domanda, stimola l'OSSERVAZIONE e sprona i bambini a fare le loro IPOTESI , anche tenendo conto delle loro preconoscenze .
(1), (4), (3), (8), (6), (5)	A seguito della visione del video la prima riflessione concerne l'utilizzo di strumenti multimediali quali, la LIM. L'insegnante è in piedi, in un atteggiamento che si mostra coinvolgente per gli alunni; essa, inoltre, utilizza il metodo deduttivo ovvero permette agli alunni di costruire il proprio sapere attraverso, in questo caso, l'osservazione diretta, senza che il loro apprendimento sia quindi solamente trasmissivo. Proietta infatti, un'immagine come stimolo e invita gli alunni a osservarla e confrontarsi, a coppie, per trovare la particolarità che la contraddistingue da ciò che tendenzialmente sono abituati a vedere. Gli alunni quindi si sentono protagonisti e non giudicati poiché non viene evidenziato l'errore ma saranno loro stessi a verificare la propria ipotesi seguendo il metodo scientifico sperimentale emerso dagli alunni stessi durante l'eloquio guidato dalla docente.

Tabella 15. Esempi di risposte dei partecipanti a seguito dell'analisi di ricerca dei *cluster*.

In tabella 15 vengono riportati alcuni esempi di risposte che afferiscono ai diversi *cluster* individuati. Una ulteriore rilettura delle risposte alla prima domanda ha portato a individuare altri aspetti notati dai partecipanti, riferiti soprattutto agli atteggiamenti, alle posture

dell'insegnante nel video proposto e alla relazione con gli allievi, che hanno consentito di approfondire l'analisi tematica delle risposte dei soggetti e di mettere in luce altri particolari degni di nota che verranno discussi nel seguente capitolo.

5. I RISULTATI DELLA RICERCA, LE TRAIETTORIE PEDAGOGICHE E LE PROSPETTIVE PER LA DIDATTICA UNIVERSITARIA

5.1 Introduzione

Dopo aver esposto il disegno di ricerca e l'elaborazione dei dati raccolti nella sperimentazione, che ha voluto investigare il costrutto del *pedagogical content knowledge* intrecciato a quello della *professional vision* degli insegnanti nel contesto della formazione iniziale dei docenti di scuola primaria per l'insegnamento delle scienze, è ora possibile proporre una discussione dei risultati alla luce delle domande di ricerca che erano state poste, ovvero:

RQ1 – Che cosa caratterizza le abilità di *noticing* dei PSTs di scuola primaria e dell'infanzia?

RQ2 – Quali sono le capacità dei PSTs di scuola primaria e dell'infanzia di prestare attenzione, dare un senso e decidere come rispondere alle diverse forme di evidenza del pensiero degli studenti?

L'obiettivo principale era quello di analizzare e cercare di caratterizzare quali fossero le abilità di *noticing* e di “prestare attenzione”, “dare un senso” e “decidere come rispondere” alle diverse forme di evidenza del pensiero degli studenti dei futuri insegnanti di scuola primaria nell'ambito dell'insegnamento delle scienze. Nei seguenti paragrafi verrà quindi proposta una discussione approfondita dei risultati e dei limiti del lavoro di ricerca empirica proposto, nonché le possibili traiettorie per progettare percorsi che possano aiutare i futuri docenti ad apprendere dall'esperienza e a riflettere sulla pratica.

5.2 Discussione dei risultati della ricerca

Una prima analisi delle risposte alla domanda: (1) Indica che cosa noti nel video e spiegate le ragioni, ha consentito di individuare quali siano le abilità di *noticing* dei partecipanti alla sperimentazione. Utilizzando il *framework* di van Es (2011) si è potuto constatare che la maggior parte di essi (64%) notano a un livello *Baseline*, ovvero prestano attenzione al comportamento generale dell'intera classe, al clima, alla partecipazione e alle strategie didattiche dell'insegnante (*teacher pedagogy*); inoltre, forniscono

impressioni generali su quanto accade in classe (corredate da pochi dettagli) nonché commenti descrittivi e valutazioni generali riferendosi a una visione della classe come gruppo. Nella maggior parte dei casi non vengono fornite evidenze a supporto delle affermazioni fatte e talvolta si nota come le osservazioni siano focalizzate sulle proprie pratiche ed esperienze personali, come si può constatare nei seguenti estratti:

- [...] Questa prima fase si conclude con l'intento da parte dell'insegnante di guidare la classe verso la verifica della validità scientifica o meno delle ipotesi date dagli alunni. Quello che ho trovato particolarmente innovativo in questo tipo di approccio, **data anche la mia esperienza personale come studentessa**, è stato l'utilizzo di un'immagine come input da cui partire per introdurre una tematica scientifica e l'assoluta mancanza di giudizio e di "invasione" dell'insegnante durante la fase di condivisione delle ipotesi dei bambini.

- [...] L'interrogativo principale posto, "Perché i caloriferi vengono posizionati nelle parti basse delle stanze?", si ricollega immediatamente all'esperienza quotidiana vissuta da ciascun allievo portando, come direbbe Pier Cesare Rivoltella "La vita nella scuola": questo aspetto mi ha colpito positivamente in quanto **nella mia esperienza di alunna nella scuola primaria** la didattica delle scienze a me proposta si limitava ad una lettura e ad una ripetizione passiva di ciò che era affermato nel sussidiario.

Nel livello *Mixed*, in cui sono state collocate il 22% delle risposte, vengono notate principalmente le strategie didattiche dell'insegnante; tuttavia, si incomincia a notare anche il pensiero degli studenti, ovvero i partecipanti iniziano a spostare lo sguardo dall'intera classe a particolari alunni. Vengono inoltre fornite impressioni generali su quanto accade in classe, ma vengono riferiti anche alcuni eventi particolari corredati da commenti soprattutto valutativi unitamente a qualche commento di tipo interpretativo; si incomincia a riferirsi a eventi specifici e interazioni particolari come evidenze, ma non sono forniti sufficienti dettagli a supporto dell'analisi. A questo livello i partecipanti notano, ad esempio, che i bambini hanno i prerequisiti per affrontare la domanda posta dall'insegnante, oppure che sono in grado di argomentare, anche se in maniera elementare le loro ipotesi, o ancora che le ipotesi degli studenti derivano dalla loro esperienza (tabella 3). Alcuni estratti mostrano altri aspetti interessanti, come il fatto che molti bambini esprimano riflessioni simili tra loro, ad esempio:

- [...] **Molte delle risposte emerse dalla riflessione dei bambini sono simili**, la più comune è il fatto che il calore tende ad andare verso l'alto; dunque, per poter scaldare la stanza e poterci scaldare è bene che la fonte di calore sia posta in basso.

- [...] Inoltre, ho notato che **la maggior parte delle coppie di bambini ha espresso ipotesi molto simili** riguardo al motivo per cui i caloriferi si trovano nella parte bassa di una stanza, ovvero perché in questo modo l'aria calda del termosifone sale e riscalda tutto l'ambiente.

Oppure che i bambini faticano a dare una spiegazione scientifica corretta di quanto da loro ipotizzato:

[...] La maggior parte dei gruppi fa riferimento all'aria calda, alla direzione che essa prende e come essa si propaga ma tuttavia **gli alunni faticano a darne una spiegazione scientifica**.

In un paio di casi, i partecipanti si sono limitati a elencare le ipotesi fatte dai bambini senza fornire alcuna interpretazione di quanto da loro detto, come nel seguente estratto:

[...] Le risposte che i bambini propongono alla domanda sono le seguenti:

Risposta 1: “è posto in basso così almeno l'acqua evapora e tutto il vapore acqueo caldo si espande in tutta la casa”.

Risposta 2: “mettono il calorifero in basso perché l'aria calda del calorifero sale e riscalda la stanza”. **L'insegnante, mentre questa coppia risponde, annuisce.**

Risposta 3: “lo mettono in basso perché il calore si espande e va in alto così si sposta in tutta la stanza”.

Risposta 4: “lo mettono in basso perché così può riscaldare il pavimento invece che il... non lo so”. **L'insegnante suggerisce “il soffitto”.**

Risposta 5: “io per due cose: allora, la prima perché se no si forma la processione in casa, delle nuvole... e la seconda perché se no non ci arriviamo e abbiamo freddo”. **L'insegnante sottolinea che poi si proverà a specificare meglio cosa sia questa processione, dandole “il nome giusto”, con un linguaggio scientifico accurato.**

Risposta 6: “secondo noi perché nel calorifero c'è tutto il caldo e allora evapora in tutta la stanza e riscalda tutta la stanza”.

Risposta 7: “perché almeno, se qualcosa è bagnato, può asciugare oppure evapora e tiene caldo chi ha freddo”.

Risposta 8: “perché su alcuni caloriferi c’è accanto un vasetto con dentro dell’acqua... quando l’acqua evapora, sale e così scalda un pochino tutta la stanza”.

Risposta 9: “perché evapora ed entra in tutta la stanza”.

Risposta 10 (bambina a casa in DDI): “perché scaldino il muro e, attraverso il muro, passino nella stanza”.

Risposta 11: “tipo quando ti bagni le mani e non c’è l’asciugamano, le metti sul calorifero e te le asciuga anche lui”.

Questo stralcio risulta interessante perché il partecipante, oltre a riferire le ipotesi dei bambini, commenta in alcuni casi anche le reazioni dell’insegnante del video rispetto alle ipotesi formulate.

Proseguendo con il livello *Focused* si trovano il 14% delle risposte dei partecipanti, pertanto solo 8 su 59. Sempre secondo il *framework* di van Es (2011), a questo livello si è in grado di notare il pensiero (si tratterebbe di quello matematico dal momento che il *framework* nasce in questo contesto, ma naturalmente è possibile generalizzare) di alcuni particolari studenti (ad es. quali specifiche strategie metta in atto uno studente per risolvere un problema) identificando particolari eventi degni di nota, fornendo commenti interpretativi, esaminando gli eventi osservati e utilizzando i dettagli per elaborare osservazioni sulla comprensione e sull’apprendimento degli studenti. Ci si riferisce inoltre a specifici eventi osservati per spiegare il pensiero degli studenti cercando di capire che cosa gli studenti sembrano comprendere del fenomeno considerato. Gli estratti più significativi sono quelli riportati in tabella 3, tuttavia anche altri sono degni di nota, poiché legati al fatto che alcuni argomenti svolti in precedenza dall’insegnante (il ciclo dell’acqua e i cambiamenti di stato, in particolare l’evaporazione) potrebbero aver avuto influenza sul pensiero dei bambini in merito al fenomeno considerato:

- [...] Le spiegazioni dei bambini sono legate soprattutto all’esperienza personale e quotidiana e si avvalgono di termini come “evaporazione dell’acqua” **probabilmente dovuti a studi precedenti di scienze** (ciclo dell’acqua).

- [...] Dalle risposte dei bambini invece si può notare che in **molti si sono focalizzati sull’evaporazione dell’acqua**, probabilmente perché per loro il concetto di calore si ricollega all’acqua calda che evapora; inoltre, alcuni hanno capito che il calore sale verso l’alto ed è proprio per questo che il calorifero viene posizionato in basso. Un bambino ci tiene a specificare che c’è il vapore acqueo perché alcuni caloriferi hanno appeso un contenitore con dentro l’acqua, questa

precisazione potrebbe essere determinata dal fatto che non sappia che dentro i caloriferi circola l'acqua.

Un altro estratto significativo è il seguente, dove vengono messi in evidenza altri aspetti interessanti del pensiero dei bambini:

[...] Alcuni bambini di questa classe già a 8 anni **hanno nella mente alcuni nomi di scienziati (Einstein, Marie Curie) ma non riescono a collegarli a cosa hanno fatto per la Scienza;**

alcuni bambini si sono soffermati sull'acqua che evapora;

alcuni bambini si sono soffermati sul calore che si espande nella stanza;

alcuni bambini si sono soffermati sul pavimento o sul muro che si scalda;

un bambino ha cercato di spiegare quello che ha ipotizzato dando un nome tutto suo, "processione in casa";

quasi tutte le coppie di bambini hanno capito che posizionare il calorifero nella parte bassa serve per permettere di scaldare tutta la stanza.

Nessuna risposta tra le 59 raccolte è stata considerata nel livello *Extended*. Notare a questo livello richiede il prestare attenzione al pensiero specifico di alcuni particolari studenti e alle relazioni e ai collegamenti tra il pensiero degli studenti e le strategie didattiche del docente. Come negli stadi precedenti si riescono a identificare particolari eventi degni di nota, fornire commenti interpretativi, individuando in specifici eventi e interazioni delle evidenze a sostegno del proprio notare, ma in aggiunta si identificano connessioni tra gli eventi osservati e principi pedagogici generali di insegnamento e apprendimento e sulla base dell'interpretazione si propongono soluzioni o strategie didattiche alternative. In sostanza, si è in grado di cogliere ed esaminare i dettagli del pensiero dei bambini, considerando una varietà di spiegazioni e interpretazioni, e utilizzarli come prove a supporto dei ragionamenti. Focalizzandosi sul pensiero degli studenti si riesce a considerare come alcuni aspetti particolari dell'insegnamento possano influenzare l'apprendimento. La risposta che si avvicina parzialmente a questo livello di *noticing*, anche se senza averne tutti i requisiti, potrebbe essere la seguente:

Dalle loro risposte è possibile comprendere che, l'argomento "La propagazione nei fluidi", è proposto dalla docente alla classe sicuramente dopo aver trattato i passaggi di stato. Lo si può evincere in quanto alcuni bambini negli interventi utilizzano un lessico proprio dell'argomento ad esempio "l'acqua evapora", "il vapore acqueo -caldo- si dispande in tutta la stanza": queste affermazioni

suggeriscono che si è precedentemente lavorato sul fatto che l'acqua sottoforma di gas/vapore occupa tutta la stanza (si dispande). Delle affermazioni da cui è possibile partire per la trattazione dell'argomento voluto dall'insegnante potrebbero essere "l'aria calda sale, per questo lo si mette in basso", "nei caloriferi c'è un vasetto con dell'acqua, quando l'acqua evapora sale e scalda un pochino tutta la stanza".

I risultati ottenuti sono in pieno accordo con la letteratura di riferimento relativamente agli insegnanti novizi. Sebbene la maggior parte dei partecipanti avesse avuto esperienza di insegnamento (solo il 24% aveva riferito di non aver mai insegnato), seppur di pochi anni, la tendenza emersa è stata principalmente la capacità di descrivere ciò che avevano osservato, focalizzandosi principalmente sulle azioni dell'insegnante. Uno studio recente di Bonaiuti, Santagata e Vivanet su un campione di insegnanti italiani di matematica di scuola secondaria di secondo grado alle prime armi conferma il fatto che gli insegnanti novizi tendono a descrivere per lo più ciò che avevano osservato in una lezione videoregistrata non concentrandosi sul contenuto matematico, ma prevalentemente sulle azioni dell'insegnante, non assumendo una posizione critica e non suggerendo miglioramenti didattici centrati sul pensiero degli studenti (Bonaiuti, Santagata & Vivanet, 2020). La ricerca ha dimostrato come, all'inizio della loro preparazione, i futuri insegnanti, a differenza dei colleghi più esperti, non siano in grado di dirigere l'attenzione sugli elementi chiave dei processi didattici, rivelando l'incapacità di gestire la complessità del contesto e delle dinamiche presenti in classe; sono state rilevate infatti in letteratura differenze sistematiche nel modo in cui gli insegnanti esperti e quelli novizi dirigono la loro attenzione e processano le informazioni nell'osservare delle situazioni di apprendimento in classe, mostrando capacità superiori dei primi rispetto ai secondi (Blomberg, Stürmer, & Seidel, 2011).

Tuttavia, studi recenti hanno dimostrato come una formazione mirata sul *noticing* possa aiutare gli insegnanti, soprattutto pre-servizio, a dirigere la loro attenzione verso eventi significativi che avvengono in classe, a identificare situazioni rilevanti per l'apprendimento e a impegnarsi in ragionamenti basati sulla conoscenza dei processi di insegnamento e apprendimento in contesti autentici (Santagata, 2009; Santagata & Angelici, 2010; van Es e Sherin, 2002); pertanto uno degli obiettivi principali della formazione universitaria degli insegnanti dovrebbe essere quello di promuovere sistematicamente lo sviluppo della loro *professional vision* (Blomberg, Stürmer, & Seidel, 2011). Le ricerche

condotte, soprattutto nel campo della didattica della matematica, sottolineano come gli insegnanti necessitino di molteplici occasioni per imparare a notare i dettagli del pensiero degli studenti e le relazioni tra insegnamento e apprendimento (van Es, 2011).

La seconda analisi della domanda (1), condotta attraverso l'algoritmo di ricerca dei *cluster* e la successiva analisi tematica delle risposte, hanno fornito ulteriori elementi di riflessione. Facendo riferimento ai dati riassunti in tabella 11, si può osservare come la maggior parte dei partecipanti si focalizzi sugli atteggiamenti dell'insegnante (*teacher pedagogy*). Questo si può riscontrare nell'analisi *cluster*, dalla quale emergono gli aspetti ritenuti più significativi individuati dai partecipanti nel segmento di lezione osservato nel video. È possibile esprimere quindi alcune considerazioni e osservazioni interessanti anche alla luce dell'analisi tematica condotta sulle risposte.

La quasi totalità dei partecipanti nota l'utilizzo da parte dell'insegnante ripreso nel video di un mediatore didattico, in questo caso di tipo iconico; molti fanno riferimento all'utilizzo di uno stimolo per attivare il ragionamento dei bambini (49%) e quasi tutti (95%) sottolineano l'utilizzo di un'immagine. Questo denota l'importanza che i partecipanti attribuiscono all'utilizzo del mediatore; nell'ottica della didattica per competenze, infatti, la scelta e la diversificazione dei mediatori ha lo scopo di favorire i diversi stili cognitivi degli studenti. Per stimolare l'interesse e la curiosità dei bambini alcuni partecipanti (11%) notano inoltre che l'insegnante del video propone una situazione vicina alla loro quotidianità. Ad esempio:

- [...] L'introduzione dell'argomento avviene a partire da uno stimolo visivo, che rimanda a una **situazione sperimentata quotidianamente dai bambini**. In questo modo gli studenti possono interrogarsi sulla questione proposta a partire dalla propria esperienza quotidiana, attingendo anche al loro vissuto per giustificare ciò di cui si sta discutendo.

- [...] L'insegnante ha mostrato la foto di un oggetto comune, che i bambini già conoscono e da qui si è collegata per sollecitare le loro riflessioni riguardo al perché i caloriferi si trovano nella parte basse delle stanze e non in quella alta. **Ha quindi collegato la scienza alla vita quotidiana dei bambini**.

- Nel video ho notato che la maestra ha proposto una fotografia, secondo me, molto valida poiché essa ha messo in evidenza alcuni aspetti importanti, **che riguardano l'esperienza quotidiana dei bambini**. Infatti, tramite la modifica dell'immagine (il calorifero che è stato portato dal basso verso l'alto), i bambini

hanno potuto riflettere sulla funzione dei caloriferi che ciascuno possiede in casa e su cui magari non si sono soffermati a riflettere (es. che funzione svolgono; come mai si trovano in quella posizione; che meccanismo c'è dietro al loro funzionamento...).

- [...] Questa immagine è accompagnata da una domanda stimolo per così poter avviare il percorso progettato. **La situazione presentata è vicina al vivere quotidiano dei bambini** e per questo tutti si accorgono immediatamente della collocazione “strana” del calorifero.

La maggior parte dei partecipanti (61%) nota come l'insegnante faccia confrontare i bambini a coppie prima di rispondere alla domanda posta e ritiene che questo sia molto importante soprattutto in un'ottica inclusiva, ovvero per sostenere i bambini eventualmente in difficoltà nella formulazione della propria ipotesi, come si evince dai seguenti estratti:

- Il video inizia con l'insegnante che introduce al gruppo-classe un nuovo argomento di scienze. In questo caso lo stimolo della fase di *engage* è un'immagine particolare. Viene chiesto ai bambini di confrontarsi a coppie per individuare quale sia l'elemento di disturbo della fotografia. [...] A questo punto l'insegnante pone ai bambini la domanda che sarà alla base dell'indagine: “Come mai i caloriferi sono sempre nella parte bassa della stanza?”. I bambini sono invitati anche in questo caso a confrontarsi a coppie per individuare un'ipotesi e poi proporla come riflessione al gruppo-classe. **Il confronto a coppie permette anche ai bambini maggiormente in difficoltà di sviluppare ipotesi.**

- [...] L'insegnante chiede loro di provare a fare un'ipotesi e spiegare come mai accada questo. **Per i bambini è molto importante provare a confrontarsi a coppie per dare una risposta, sia perché il confronto può aiutare a ipotizzare risposte più complete, sia per aiutare eventuali bambini in difficoltà;** inoltre, la dimensione della coppia permette che ogni bambino dia il proprio contributo in questa fase.

- Inizia a trattare il tema partendo da un'immagine per mostrare ai bambini che essi hanno delle preconcoscenze in merito, anche se inconsce, difatti tutti i bambini si accorgono che i caloriferi non sono mai posti in alto all'interno delle case. Dopo di che permette ai bambini, dopo **un confronto a coppie (aspetto che potrebbe favorire situazioni di difficoltà e non solo attuando un *peer tutoring*)**, di strutturare le loro ipotesi.

Emerge inoltre in molte risposte, in merito al confronto a coppie, anche il fatto che l'insegnante del video lasci il tempo a tutti per riflettere e formulare la propria ipotesi, come è possibile leggere nei seguenti stralci:

- [...] Oltre a ciò, è molto significativo il fatto che la maestra chieda ai bambini di confrontarsi in coppia prima di rispondere, ciò permette ai bambini non solo di fare delle loro ipotesi, ma anche di confrontarsi fra loro favorendo una relazione tra i pari. Inoltre, **l'insegnante lascia il tempo a tutti di formulare una propria ipotesi**; infatti, quando la prima coppia di bambini risponde che non ha una risposta, la maestra dà loro altro tempo per pensare prima di dare la parola agli altri, in modo che ciascuno possa formulare una propria ipotesi senza essere suggestionato dalle risposte dei compagni.

- L'attività lascia ampio spazio ai bambini di ragionare e di mettere in campo le loro conoscenze. L'insegnante propone una situazione stimolo e **lascia ai bambini il tempo di pensare e ragionare, essendo divisi in piccoli gruppi si fornisce la possibilità a tutti di ragionare e di proporre un'ipotesi**. Così facendo la docente introduce un tema scientifico in modo semplice e senza fornire le spiegazioni fin da subito.

- Il primo aspetto che ho notato all'interno del video è che l'insegnante propone ai bambini di riflettere sulle domande stimolo da lei poste a coppie, consentendo agli alunni di confrontarsi e di giungere ad una risposta in seguito ad un ragionamento e ad una condivisione di idee e pensieri. **L'insegnante inoltre lascia a ciascuna coppia il tempo necessario per poter completare il confronto** e, solo quando tutti sono pronti, le riflessioni effettuate vengono condivise con il gruppo-classe; questo consente ai bambini di formulare le proprie ipotesi in modo autonomo senza essere condizionati dal pensiero altrui.

Pertanto, favorire la relazione tra pari, lasciare a tutti il tempo per pensare, confrontarsi e rispondere, coinvolgere anche i bambini maggiormente in difficoltà sono tutti aspetti ritenuti importanti e degni di nota dell'azione didattica dell'insegnante. Unitamente a ciò, la maggior parte dei partecipanti nota come l'insegnante accolga le varie ipotesi dei bambini senza dire quali siano corrette e quali no, ma ascoltandole tutte con attenzione, come si evince dai seguenti estratti:

- [...] L'insegnante **accoglie ogni risposta senza dare un feedback immediato agli studenti, ma semplicemente ascoltando il contributo di tutti**.

- [...] L'insegnante chiede di agire secondo le fasi del metodo scientifico, le ripassa con i bambini e poi **ascolta attentamente le loro risposte assumendo un atteggiamento neutro.**

- [...] L'insegnante **si limita ad accogliere i pensieri e i punti di vista senza dare giudizi e risposte.**

- [...] L'insegnante **accoglie tutte le risposte dei bambini in modo positivo, cercando di non demotivare nessuno in caso di risposta errata,** in modo tale da renderli protagonisti attivi dell'esperienza invogliando l'apprendimento e valorizzandoli partendo dalle loro impressioni.

- [...] A turno i bambini, un rappresentante per coppia, espone la propria risposta e l'insegnante **non interferisce né dà giudizi, lascia ad ognuno la parola.** Questa prima fase si conclude con l'intento da parte dell'insegnante di guidare la classe verso la verifica della validità scientifica o meno delle ipotesi date dagli alunni. Quello che ho trovato particolarmente innovativo in questo tipo di approccio, data anche la mia esperienza personale come studentessa, è stato l'utilizzo di un'immagine come input da cui partire per introdurre una tematica scientifica e **l'assoluta mancanza di giudizio e di "invasione" dell'insegnante durante la fase di condivisione delle ipotesi dei bambini.**

Anche la postura dell'insegnante e l'utilizzo di un linguaggio non verbale, unitamente a quello verbale, vengono notati da alcuni dei partecipanti:

- L'insegnante ha posto numerose domande stimolo ai bambini, spingendoli al ragionamento e al lavoro in coppia. L'atteggiamento di ascolto e di sospensione del giudizio nei confronti delle ipotesi e delle convinzioni ingenue dei bambini a proposito di fenomeni fisici sconosciuti come la propagazione del calore, ha permesso di raccogliere numerosi punti di vista sulla situazione osservata. **La "postura" tenuta dall'insegnante** è a mio avviso importante per favorire la discussione e l'apertura dei bambini.

- A seguito della visione del video la prima riflessione concerne l'utilizzo di strumenti multimediali quali, la LIM. **L'insegnante è in piedi, in un atteggiamento che si mostra coinvolgente per gli alunni;** essa, inoltre, utilizza il metodo deduttivo ovvero permette agli alunni di costruire il proprio sapere attraverso, in questo caso, l'osservazione diretta, senza che il loro apprendimento sia quindi solamente trasmissivo.

- [...] La maestra pone attenzione: alla sua comunicazione **verbale** adottando frasi precise e coincise; alla sua comunicazione **para-verbale** cambiando, spesso, il tono, l'intensità e il timbro della voce; a quella non verbale non rimanendo seduta alla scrivania e assumendo una gestualità consona a quella specifica situazione di insegnamento, muovendo ad esempio le mani per ravvivare la conversazione e spostando lo sguardo per promuovere interazione e interesse. La docente, pur risultando spontanea e disinvolta, non sta improvvisando: è chiaro che abbia una sua "scaletta mentale" di ciò che tratterà e che approfondirà in un secondo momento.
- Nel video ho notato: [...] l'insegnante accompagna la lettura delle domande con un evidente linguaggio **non verbale** (gesti, intonazione della voce...).
- L'insegnante durante l'esposizione non conferma né smentisce nessuna ipotesi non solo attraverso la comunicazione **verbale** ma anche attraverso quella **non verbale**.

Altri aspetti importanti che emergono dall'analisi *cluster* e dall'analisi tematica delle risposte dei partecipanti riguardano il fatto che essi prestino attenzione anche alle metodologie didattiche utilizzate dall'insegnante nel video, in particolare la richiesta di formulazione di ipotesi circa lo stimolo proposto (90% dei partecipanti), il riferimento al metodo scientifico sperimentale (66%) e al metodo IBSE (25%). In merito a questi particolari aspetti metodologici, sicuramente ha influito il fatto che durante il corso di fisica sperimentale e il laboratorio connesso, gli studenti abbiano studiato e messo in pratica questi particolari approcci e li abbiano quindi riconosciuti nell'osservazione del video proposto. In alcune risposte emerge come degno di nota anche il fatto che l'insegnante del video decida di non proporre ai bambini una lezione frontale; quindi, prediliga un insegnamento non di tipo trasmissivo, bensì una didattica di tipo laboratoriale basata sulle fasi del metodo scientifico sperimentale, come si legge nei seguenti estratti:

- L'insegnante **non ha fatto lezione di scienze spiegando la teoria e basta, cioè adottando una metodologia frontale**, bensì è partita da un'immagine per stimolare la riflessione dei bambini. Ha fatto sperimentare il **metodo scientifico** ai bambini, che hanno visto una foto e poi hanno provato a dare le loro ipotesi in merito, li ha fatti ragionare. L'unica cosa che l'insegnante ha spiegato, insieme però all'aiuto dei bambini, è stato il metodo sperimentale scientifico, per permettere così agli alunni di capire e contestualizzare l'attività che stavano facendo.

- [...] Essa, inoltre, utilizza il metodo deduttivo ovvero permette agli alunni di costruire il proprio sapere attraverso, in questo caso, l'osservazione diretta, **senza che il loro apprendimento sia quindi solamente trasmissivo**. Proietta infatti, un'immagine come stimolo e invita gli alunni a osservarla e confrontarsi, a coppie, per trovare la particolarità che la contraddistingue da ciò che tendenzialmente sono abituati a vedere. Gli alunni quindi si sentono protagonisti e non giudicati poiché non viene evidenziato l'errore ma saranno loro stessi a verificare la propria ipotesi seguendo il **metodo scientifico sperimentale** emerso dagli alunni stessi durante l'eloquio guidato dalla docente.
- Nel video ho notato che viene presentata **una lezione di scienze in cui non vengono trasmesse informazioni attraverso una lezione frontale ma si utilizza la lezione partecipata**. [...] In un secondo momento l'insegnante chiede ai bambini, divisi a coppie, di individuare le ipotesi per cui normalmente i caloriferi sono posizionati in basso e questa scelta didattica può essere una strategia per **non ridurre la lezione a pura trasmissione di conoscenze**.

Queste scelte metodologiche sottolineano il ruolo della docente del video che viene riconosciuta da alcuni partecipanti come mediatore e guida del processo di apprendimento, come evidenziato nei seguenti stralci:

- [...] A turno i bambini, un rappresentante per coppia, espone la propria risposta e l'insegnante non interferisce né dà giudizi, lascia ad ognuno la parola. Questa prima fase si conclude con **l'intento da parte dell'insegnante di guidare la classe** verso la verifica della validità scientifica o meno delle ipotesi date dagli alunni.
- [...] Nella fase di *Engage* (una delle 5 di cui è composto il modello) **l'insegnante ha il ruolo di mediatore** mentre i bambini sono protagonisti chiamati attivamente a costruire gradualmente la loro conoscenza, a partire dalle pre-concezioni derivate dalle osservazioni, dalla quotidianità e dal senso comune.
- L'insegnante usando questo metodo fa acquisire oltre alle competenze disciplinari anche competenze sociali e **fa da guida all'esperienza senza imporre la propria idea**. La maestra per aiutare gli alunni nelle risposte usa anche molta gestualità e utilizza la LIM per proiettare le immagini. Ho notato che l'insegnante è riuscita a interagire anche con gli alunni in dad.

Secondo le definizioni costruttiviste di insegnamento, ciò che conta è il processo di costruzione della conoscenza e quindi l'insegnamento si focalizza: «su come, in maniera

intenzionale, il docente possa aiutare l'allievo a identificare le teorie ingenuie, tra quelle in suo possesso, a diventare consapevole delle congetture obsolete e a costruire teorie via via più efficaci per leggere, comprendere, orientarsi nella realtà e agire su di essa» (Amenta, 2013, p. 233). A questo proposito, un ulteriore aspetto importante individuato attraverso l'analisi *cluster*, notato da circa un quarto dei partecipanti, è proprio il fatto che sia importante tener conto delle preconoscenze e delle teorie ingenuie dei bambini. Su questo aspetto si soffermano alcune delle risposte dei docenti che riportiamo come esempio:

- Trovo in questa lezione molto interessante, il fatto che **l'insegnante parta da ciò che i bambini conoscono o semplicemente deducono; ciò è sempre una risorsa. La motivazione per il quale viene prediletta questa modalità nasce dal fatto di capire qual è il grado di conoscenza della tematica dei bambini e partire proprio da lì.**

- **È importante richiamare le nozioni apprese precedentemente**, creando connessioni con i nuovi argomenti

- I bambini partono dalle **conoscenze pregresse** e costruiscono insieme la conoscenza, prima a coppie e poi condividendo con l'intera classe le proprie ipotesi.

Per poter costruire un apprendimento significativo occorre quindi che il docente crei le condizioni per poter passare dalle idee di senso comune dei bambini alla conoscenza scientifica ovvero metta in campo «strategie per favorire il coinvolgimento degli studenti partendo dal raccordo dei contenuti di apprendimento con le loro pre-conoscenze e con il loro mondo esperienziale» (Nigris, 2018a, p. 61). Il compito dell'insegnante è quindi quello «di guida non direttiva, di facilitatore e di mediatore delle relazioni atteso che, chi apprende, non lo fa in maniera isolata ma, appartenendo a specifici sistemi e comunità, entra in relazione con gli altri negoziando e rinegoziando, scambiando e contrattando informazioni e conoscenze, costruendo e ricostruendo congiuntamente il sapere» (Amenta, 2013, p. 234).

Lo sforzo che la docente del video compie nel cercare di stimolare l'utilizzo di un lessico scientifico appropriato specifico della disciplina, invece, viene notato da pochi partecipanti (10%), mentre un quarto di loro considera fondamentale il cosiddetto *student engagement*. Infatti, questi partecipanti notano come i bambini siano coinvolti attivamente nella costruzione del sapere, come si evince dai seguenti estratti:

- [...] Quindi in questa lezione ho potuto osservare dei **bambini che sono attivamente coinvolti nel processo di costruzione del sapere.**
- [...] L'insegnante accoglie tutte le risposte dei bambini in modo positivo, cercando di non demotivare nessuno in caso di risposta errata, in modo tale da renderli **protagonisti attivi** dell'esperienza invogliando l'apprendimento e valorizzandoli partendo dalle loro impressioni.
- [...] Nel filmato sembra che i bambini siano stati educati ad assumere un **atteggiamento attivo** e, al contempo, rispettoso perché non accade che qualcuno interrompa gli altri o parli a sproposito. Il confronto tra pari, proposto dalla docente, è un fattore che valorizza indirettamente la **costruzione attiva della conoscenza.**
- [...] Da ciò si può inizialmente evincere che, mediante questo modo di procedere, i bambini siano **protagonisti attivi nella propria esperienza di apprendimento.** Questo è reso possibile anche dalla metodologia didattica messa in atto dall'insegnante, la quale, fornendo input ai bambini, lascia loro libertà di espressione.

La possibilità di coinvolgerle i bambini e renderli protagonisti della propria esperienza di apprendimento attraverso la scoperta personale e la ricerca attiva di soluzioni a situazioni problematiche affonda le radici in alcuni «movimenti di pensiero come l'attivismo pedagogico (John Dewey), l'epistemologia evoluzionistica (Donald Campbell, Karl Popper) e in alcuni modelli che prediligono metodologie educative non direttive (ad esempio, Carl Rogers)». (Amenta, 2013, p. 45).

Complessivamente, quindi, emerge dall'analisi delle risposte come i partecipanti prestino molta attenzione alla dimensione della relazione insegnante-allievi. In particolare, alla competenza base dell'ascolto attivo da parte del docente:

L'ascolto attivo assume un significato emblematico in questa prospettiva relazionale, in quanto sottolinea una gestione flessibile della relazione attraverso il potenziamento della funzione di ascolto da parte dell'insegnante, ovvero di una posizione in cui mettersi a disposizione dell'altro, valorizzarlo come interlocutore e sforzarsi di comprenderne il punto di vista. L'attributo "attivo" richiama il concetto di empatia caro alla prospettiva rogersiana, ovvero un atteggiamento relazionale che mira a mettersi dal punto di vista del proprio interlocutore, a comprenderlo non solo nelle sue ragioni e nei suoi interessi, ma anche nelle sue emozioni. Un approccio di ascolto attivo punta a sviluppare negli allievi la capacità di esternare i propri vissuti emotivi (pratica che risulta particolarmente difficile,

soprattutto per gli allievi maschi), oltre a metacomunicare accettazione e rispetto del proprio interlocutore e, di conseguenza a incrementare il rapporto di fiducia tra insegnante e allievi (Castoldi, 2015, p. 59).

Il docente, quindi, secondo i partecipanti è competente poiché è in grado di valorizzare la discussione con gli allievi come risorsa per l'apprendimento. In aggiunta, viene richiamato dai partecipanti anche il principio di co-costruzione della conoscenza che costituisce, insieme all'ascolto attivo, una strategia molto efficace per una relazione comunicativa «pensata come un percorso di esplorazione aperto e condiviso, nel quale l'insegnante è consapevole della meta (i traguardi formativi che si intendono perseguire), ma è disponibile a elaborare l'itinerario insieme ai propri allievi» (Ivi, p. 63) che possa promuovere apprendimenti significativi.

Per quanto concerne l'analisi delle risposte alla domanda: (2) Se tu fossi l'insegnante nel video, come imposteresti la fase successiva della lezione? anche il *framework* di Chan (2021) ha consentito di ottenere una serie di risultati interessanti. Anzitutto, osservando i dati riassunti in tabella 5, analizzando la prima dimensione (*Connection with students' thinking*) si può evidenziare come la maggior parte dei partecipanti (88%) scelga di proseguire la lezione o attraverso azioni prive di connessione con il pensiero dei bambini (36%) oppure con strategie che fanno riferimento alle idee degli allievi ma in modo generico, senza specificità (52%). Pochissimi partecipanti riescono invece a pensare ad azioni didattiche connesse a specifiche affermazioni o ragionamenti dei bambini e a partire proprio da queste idee per impostare la fase successiva della lezione. Osservando in seguito la seconda dimensione del *framework* di Chan (*Nature of the proposed instructional responses*), si nota che la maggior parte dei partecipanti suggerisce azioni specifiche in termini di contenuto disciplinare, ma senza riferimenti al pensiero degli studenti e al loro coinvolgimento del processo di apprendimento (*Content-focused and content-specific actions*). L'attenzione al contenuto disciplinare specifico che emerge dalle proposte didattiche dei partecipanti con molta probabilità deriva dal fatto che l'argomento era stato trattato nel corso di fisica sperimentale e gli studenti avevano avuto modo di studiare la propagazione del calore nei fluidi e di vedere esperimenti significativi sulla convezione a cui hanno fatto riferimento nelle risposte. Ad esempio:

- Se fossi l'insegnante nel video andrei a elaborare una o più attività di *Explore*, per rendere maggiormente visibile e tangibile la propagazione del calore per

convezione, affinché non resti qualcosa di lontano da loro, da imparare mnemonicamente, ma un'esperienza concreta che rimarrà per sempre ai bambini e che permetterà loro di imparare divertendosi. Prima attività (ipotesi): Realizzare delle **serpentine di carta e posizionarle sul calorifero** (di ghisa) e osservare cosa succede alla carta a contatto con il calorifero. Seconda attività (ipotesi): Mettere una **goccia di inchiostro all'interno di una padella piena d'acqua** che bolle su un fornello da campeggio (attività eseguita nel cortile della scuola per evitare pericoli). Osservare cosa succede alla goccia di inchiostro e i suoi movimenti all'interno della padella. Per ciascuna attività i bambini compileranno, sul loro "Quaderno del Fisico", delle schede su cui si andrà a disegnare e riflettere, su ciò che è stato fatto, e verranno annotate anche le sensazioni provate su quanto osservato.

- L'insegnante, come fase successiva potrebbe proporre la fase della sperimentazione, ovvero testare le ipotesi dei bambini tramite un esperimento. L'esperimento può essere svolto in laboratorio di scienze, divisi in piccoli gruppi oppure in classe e svolto unicamente dall'insegnante con l'utilizzo di un fornellino portatile: prendere una **bottiglia di vetro vuota e applicare sul collo un palloncino**; introdurre la bottiglia in una pentola di acqua, e porre tutto sul fuoco; nel momento in cui l'acqua inizia a bollire il palloncino si gonfia, poiché il calore ha scaldato l'aria contenuta nella bottiglia, che si è propagata verso l'alto andando a gonfiare il palloncino. In un secondo momento la bottiglia viene posta in una bacinella di acqua a temperatura ambiente e il palloncino pian piano si sgonfia. Terminato l'esperimento si chiede alle coppie di bambini di formulare ipotesi che diano una motivazione su quanto accaduto durante l'esperimento. Tra le ipotesi potrebbe emergere (nel caso contrario sarà l'insegnante a guidare la classe a tale ipotesi) che l'aria all'interno della bottiglia è stata scaldata dall'acqua bollente presente nella pentola e tale aria calda è salita verso l'alto permettendo al palloncino di gonfiarsi. Infine, l'insegnante partendo da quest'ultima ipotesi chiede alle coppie di bambini di riflettere, collegando le ipotesi iniziali con l'esito dell'esperimento appena svolto. In gruppo si arriva a comprendere come i termosifoni vengano posti in basso proprio perché l'aria calda sale verso l'alto, scaldando così l'intera stanza. In conclusione, l'insegnante fa verbalizzare sul quaderno di scienze il concetto osservato e sperimentato, utilizzando termini scientifici.

La maggior parte dei partecipanti propone infatti esperimenti di questa tipologia (strisce o girandola di carta che si muovono sul termosifone, palloncino attaccato a una bottiglia che si gonfia quando viene inserita nell'acqua calda, propagazione dell'inchiostro o di

colorante alimentare da un contenitore con acqua fredda a uno con acqua calda, o viceversa, etc.) e conclude la risposta con il riferimento alla formalizzazione sul quaderno attraverso una spiegazione o una rappresentazione di quanto sperimentato. Nel corso di fisica sperimentale ci si è soffermati molto su questo aspetto, per cui l'attenzione alla fase di *Explain* dell'IBSE, con la verbalizzazione e la formulazione dei termini scientifici specifici, viene riferita in molte delle risposte. La rielaborazione verbale dell'esperienza, dopo aver indagato una situazione problematica collettivamente, è fondamentale perché garantisce «opportunità di chiarificazione del pensiero e di scambio tra i diversi punti di vista e le differenti sensibilità, in una prospettiva di apprendimento condiviso e di organizzazione dei processi di pensiero» (Castoldi, 2015, p. 62).

I partecipanti che rimangono nel primo livello della seconda dimensione del *framework* di Chan (*Vague or content-generic actions*) riferiscono la volontà di svolgere degli esperimenti sulla convezione per proseguire la lezione, senza tuttavia esplicitare quali, ad esempio:

- Se fossi l'insegnante, dopo aver ascoltato tutte le ipotesi dei bambini, procederei facendo svolgere degli **esperimenti che vadano a far capire l'argomento** della propagazione del calore. Dopo aver svolto questo passaggio, si chiederà ai vari gruppi se le loro ipotesi sono state confermate dagli esperimenti fatti. Nel caso contrario, dovranno elaborare nuove ipotesi in accordo con i risultati ottenuti.
- Se io fossi l'insegnante, avendo ascoltato tutte le ipotesi dei bambini, procederei facendo svolgere loro **alcuni esperimenti riguardanti la propagazione del calore** chiedendogli poi se le loro ipotesi iniziali sono state confermate o no.
- Cercherei di fare **un esperimento per poter verificare o smentire le ipotesi fatte dai bambini**, in modo che il giudizio riguardo alla loro ipotesi non venga dato dall'adulto, bensì essi possano cogliere l'evidenza scientifica.
- Proprio come si procede per quanto riguarda il metodo scientifico sperimentale, dopo una fase iniziale di osservazione e formulazione di ipotesi, proporrei alla sezione **degli esperimenti e delle esperienze dirette del fenomeno che si sta affrontando**.
- Dopo la prima fase in cui si sono raccolte le ipotesi, proporrei **un esperimento pratico riguardo ai moti convettivi**. Per praticità userei un liquido (acqua) che si comporta in modo simile all'aria.

Considerando ora il terzo livello della seconda dimensione del *framework* (*Student-focused and content-specific actions*), emergono delle osservazioni molto interessanti. Anzitutto il fatto che questo livello viene raggiunto dalla quasi totalità dei partecipanti (86%) che propongono strategie didattiche connesse in modo specifico al pensiero degli studenti (*Connected with students' thinking at a content-specific level*). Costoro, quindi, sono in grado di tener conto di ciò che i bambini hanno detto nelle loro ipotesi e propongono di conseguenza azioni mirate in termini di contenuto scientifico e di coinvolgimento dei bambini nel percorso di apprendimento. Gli esempi proposti nelle tabelle 6 e 7 sono emblematici: la risposta riportata in tabella 6 mette in evidenza come il partecipante voglia analizzare l'affermazione dei bambini "il calore si espande e va in alto", mostrando degli esperimenti mirati sui moti convettivi e coinvolgendoli direttamente in un secondo momento anche con attività di misura della temperatura. Nella risposta 7, il partecipante propone due attività di *Explore* che vadano a indagare le ipotesi dei bambini: in un primo momento, confutando il fatto che il riscaldamento della stanza dipenda dalla presenza sul termosifone di un vasetto con dell'acqua che evapora e, in un secondo momento, confermando che esso invece è causato dal movimento dell'aria calda che, riscaldata dal termosifone, per convezione sale e innesca i moti convettivi nella stanza. Altre risposte molto interessanti che vale la pena riportare interamente sono le seguenti:

- Imposterei la fase successiva della lezione in modo tale da giungere, insieme ai bambini, ad una **spiegazione chiara, condivisa e soprattutto scientifica del fenomeno fisico** che sta alla base del funzionamento dei caloriferi, del riscaldamento domestico, della propagazione del calore e di come la posizione dei caloriferi sia importante e perché, limitandomi però entro l'ambito della quotidianità (facendo esempi che i bambini possono sperimentare tutti i giorni).

In particolar modo **inizierei dalle osservazioni dei bambini (quelle più significative) e dalle loro riflessioni emerse nella prima parte della lezione**. In tal senso sarebbe stato preferibile annotare le risposte dei bambini durante la fase stimolo iniziale e quella di formulazione delle ipotesi.

Visto che alcuni bambini hanno parlato di evaporazione, mi riallaccerei al discorso del vapore che, durante l'evaporazione, sale verso l'alto (i bambini lo possono osservare ogni volta che i genitori preparano la pastasciutta). L'idea che il vapore, e con esso il calore, sale verso l'alto e non scende verso il basso, potrebbe essere un possibile punto di partenza. Il calore prodotto dal calorifero o meglio,

dall'acqua al suo interno, scalda l'aria circostante alle pareti del calorifero, la quale sale verso l'alto (movimento dal basso verso l'alto: un po' come fa il vapore che sale dalla pentola). Poi, potrei proseguire facendo ragionare i bambini su due situazioni differenti: cosa accade se il calorifero è posto in alto (cosa cambia nel riscaldamento della stanza) oppure se è posto in basso, disegnando alla lavagna le rispettive situazioni e **raccoglierei per ciascuna situazione i pro e i contro motivati dai bambini.**

Inoltre, visto che sulla cattedra è presente un bollitore, lo sfrutterei per mostrare ai bambini che cosa accade all'interno dei caloriferi (che al contrario non essendo trasparenti non permettono di osservare che cosa accade all'acqua). Il bollitore scalda l'acqua che, bollendo, evapora e scalda l'aria circostante (come anche le pareti del bollitore). Allo stesso modo la caldaia di casa scalda l'acqua che attraverso le tubature giunge nei caloriferi. Si potrebbe quindi creare un parallelismo tra il bollitore e il suo funzionamento e i caloriferi e il loro funzionamento. Anche se l'acqua all'interno dei caloriferi probabilmente non arriva all'ebollizione, ci sono alcuni caratteri in comune con il bollitore. Per esempio, ci si potrebbe focalizzare sul vapore prodotto. Nel caso del bollitore quest'ultimo fuoriesce attraverso l'apertura in alto; nel caso dei caloriferi, è presente la valvola per lo sfiato che i bambini possono osservare facilmente una volta giunti a casa o attraverso una fotografia in classe. Attraverso disegni, ipotesi, osservazione e spiegazione di fenomeni quotidiani, concettualizzazioni alla lavagna, si ragiona insieme sulla situazione generale di partenza (domanda iniziale). In questo modo i bambini sperimentano in prima persona il metodo scientifico, che è basato innanzitutto sull'osservazione.

- Partirei dalle ipotesi degli alunni e proprio come nel metodo scientifico sperimentale attraverso dei semplici esperimenti **li porterei a trarre le proprie conclusioni, dunque confermando o smentendo le proprie ipotesi iniziali.** Mi piacerebbe strutturare delle attività in cui l'insegnante sia solo una regista e permetta agli studenti di procedere in modo il più possibile autonomo.

Ho notato che all'interno della classe è presente un calorifero nell'inquadratura quindi si potrebbe utilizzare quello per strutturare le diverse esperienze. Proporrei ai **bambini che hanno parlato di evaporazione nella propria ipotesi** di posizionare una bacinella piena di acqua sul calorifero. Per poter rendere maggiormente e velocizzare il processo di evaporazione utilizzeremo un bollitore e mostreremo che l'acqua va verso l'alto nel momento in cui si trasforma in vapore

acqueo. Li farei poi riflettere che per trasformarsi in vapore acqueo deve aver raggiunto una temperatura alta. Una volta consolidato il passaggio sull'acqua che è maggiormente visibile passerei ad analizzare l'aria. Utilizzando un bastone con delle striscioline di carta velina vediamo che esse stanno ferme in verticale, avvicinandoci al calorifero le strisce di carta si muovono verso l'alto; questo perché l'aria calda è più leggera e dunque sale. Ecco la spiegazione al nostro quesito iniziale!

Farei poi verbalizzare il tutto sul quaderno inserendo anche i disegni delle 2 diverse attività. Disegno 1 = parte A (bacinella d'acqua sul calorifero), parte B (bacinella con acqua che evapora). Disegno 2 = parte A (bastone con striscia di carta in verticale), parte B (disegno con striscia di carta verso l'alto).

Extend = esperimento della candela per lo spostamento dell'aria. Utilizzando una candela accesa accanto alla finestra chiusa notiamo che la fiamma è verso l'alto; se apriamo la finestra e teniamo la candela verso il basso la fiamma si dirige all'interno dell'aula; se la spostiamo verso l'alto la fiamma si dirige verso l'esterno. Perché? Cosa significa questo spostamento della fiamma?

- Nella fase successiva di *Explore*, secondo me sarebbe opportuno mostrare ai bambini, attraverso un esperimento, il fenomeno fisico per cui il calore va verso l'alto, spiegando quindi il motivo per cui il calorifero è posto in basso alla stanza. Riprendendo anche il funzionamento di un calorifero che si scalda grazie all'acqua scaldata dalla caldaia, sarebbe utile mostrare ai bambini un esperimento nel quale venga mostrato come l'acqua calda vada verso l'alto, mentre quella fredda scenda. Un esempio di esperimento di questo tipo, molto semplice e facile da realizzare anche a scuola, può essere questo: <https://www.youtube.com/watch?v=1jmfba2xB4s>.

Inoltre, **viste le risposte dei bambini focalizzate prevalentemente sul concetto di evaporazione dell'acqua**, sarebbe opportuno far notare la differenza fra evaporazione e calore; infatti, l'acqua per evaporare ha bisogno del calore che la scalda, nonostante ciò nel caso dei caloriferi l'acqua è calda, ma non abbastanza per evaporare, la stanza infatti viene scaldata dall'acqua calda, non dal vapore acqueo. Un altro esperimento utile per comprendere il concetto di calore che sale verso l'alto potrebbe essere quello di simulare una stanza, magari utilizzando una scatola con i bordi alti e porre due termometri uno sul fondo della scatola e uno nella parte più alta. Posizionare poi una fonte di calore prima nella parte alta della scatola e dopo un breve tempo, controllare i due termometri per vedere che

temperature segnano; ripetere poi ponendo la fonte di calore nella parte bassa della scatola. In questo modo si dovrebbe notare che se la fonte di calore è in alto, il termometro in basso segnerà una temperatura più bassa rispetto a quello in alto; nel secondo caso invece i due termometri dovrebbero segnare una temperatura simile, dimostrando così che posizionando i caloriferi in basso permette alla stanza di scaldarsi tutta in modo uniforme perché il calore sale verso l'alto.

Emergono diversi aspetti come: la volontà di raggiungere con i bambini una spiegazione chiara e condivisa del fenomeno considerato, ma anche corretta dal punto di vista scientifico; il desiderio di partire dalle loro ipotesi, espresse nella prima fase della lezione, per poter proseguire l'indagine del fenomeno considerato andando a chiarire e confutare eventuali teorie ingenuie e preconcezioni errate; il cercare di coinvolgerli attivamente nei vari momenti del percorso didattico; il proporre anche situazioni sperimentali nuove (fase di *Extend* dell'IBSE) su cui i bambini possano riflettere ulteriormente. Nelle risposte emerge inoltre come la conoscenza approfondita e corretta del contenuto svolga un ruolo importante nel determinare la scelta degli esperimenti da svolgere in relazione al pensiero dei bambini.

L'analisi comparata tra i risultati della prima domanda riferita al livello di *noticing* e quelli della seconda, inoltre, mette in evidenza come gli insegnanti che notano a livello *Focused* siano in grado di proporre strategie didattiche connesse al pensiero degli studenti (Tabella 9), a livello di contenuto disciplinare generico (50%) o specifico (50%). Quindi prestare attenzione al pensiero degli studenti porta anche a proporre strategie didattiche connesse a tali idee e focalizzate sul contenuto in modo specifico rispetto ai ragionamenti degli allievi. Viceversa, risulta molto più difficile a chi nota a un livello *Baseline*, e quindi non tiene in considerazione il pensiero dei bambini ma è completamente focalizzato sulle azioni dell'insegnante, riuscire a proporre azioni didattiche mirate in modo specifico sui ragionamenti degli allievi (5%). L'associazione statistica rilevata attraverso il test esatto di Fisher tra le due variabili qualitative analizzate conferma ulteriormente questi risultati. Facendo riferimento al costrutto del PCK, si può affermare che numerosi partecipanti riconoscono come interessanti alcune strategie didattiche appartenenti al *discipline-specific* PCK dell'insegnante del video come, ad esempio, il fatto che la docente chieda ai bambini di formulare delle ipotesi prima di dar loro delle risposte relativamente al fenomeno analizzato, i riferimenti al metodo scientifico sperimentale e alla metodologia IBSE, in particolare alla fase di *Engage*. Parallelamente a ciò, come si è visto, essi

tendono raramente ad attribuire importanza al pensiero cognitivo specifico degli studenti e a partire da esso per costruire l'apprendimento scientifico.

Pertanto, dal punto di vista del costrutto del PCK, che in questo studio viene indagato in particolare riferendosi al dominio dell'ePCK (*enacted*) in relazione con il pPCK (*personal*), è possibile affermare che gli insegnanti pre-servizio attivano ampiamente la dimensione della *general PK (pedagogical knowledge)* in riferimento alla *teacher pedagogy*, analizzando nel dettaglio soprattutto le azioni dell'insegnante e il contesto generale della classe, mentre riescono ad attivare più raramente le altre basi della conoscenza professionale dell'insegnante, in particolare la KSU (*knowledge of students' understanding*) e di conseguenza anche la dimensione della KISR (*knowledge of the instructional strategies and representations*). In accordo con quanto messo in evidenza dalla letteratura internazionale, le componenti del PCK non risultano tra di loro integrate nella conoscenza professionale in entrata per l'insegnamento delle scienze della maggior parte dei partecipanti alla sperimentazione; essi non dimostrano di essere in grado di attivare e utilizzare il loro PCK iniziale, connettendo tra loro le varie componenti della conoscenza professionale, per supportare le decisioni e le azioni didattiche in contesti simili alle reali situazioni di apprendimento in classe. Pertanto, anche per gli insegnanti pre-servizio di scuola primaria e dell'infanzia italiani l'analisi della "conoscenza utilizzabile" in entrata in riferimento all'insegnamento delle scienze ha portato a risultati allineati con quelli della letteratura internazionale ottenuti per i docenti di altri Paesi e gradi scolastici, confermando la necessità di progettare specifici interventi formativi nei corsi universitari che possano promuovere le competenze legate alla riflessività nell'ambito dell'analisi di pratica.

5.3 Limiti della ricerca

Per concludere la discussione dei risultati, è necessario riconoscere e sottolineare anche quali siano i limiti di questo studio. La prima criticità è legata al fatto che sebbene sia stata utilizzata una tecnica di ricerca basata sulla proposta ai partecipanti di un video che catturasse una situazione autentica di insegnamento in classe – un contesto quindi che risulta essere il più vicino possibile alla realtà – per suscitare e caratterizzare la conoscenza professionale utilizzabile in entrata dei partecipanti per l'insegnamento delle scienze, la conoscenza emersa potrebbe non informare direttamente le pratiche didattiche che costoro andrebbero ad attivare effettivamente in una classe reale. Inoltre, come per

tutte le attività che mirano a suscitare e caratterizzare la conoscenza professionale dell'insegnante, i dettagli specifici dei compiti assegnati, come ad esempio il video selezionato e le domande scelte, potrebbero aver in qualche modo influenzato la natura della conoscenza professionale osservata; pertanto, i risultati riportati in questo studio devono essere interpretati in relazione alla struttura delle attività progettate e assegnate ai partecipanti. Legato a queste considerazioni, vi è un ulteriore limite dello studio ovvero il fatto che il livello *Extended* del *noticing* non sia stato attribuito a nessuno dei partecipanti. Ciò potrebbe essere dovuto alla selezione del video proposto ai partecipanti che mostrava soltanto la fase di *Engage* dell'IBSE; quindi, non rappresentava la lezione completa di scienze tenuta dalla docente alla classe. Pertanto, potrebbe essere opportuno, in ulteriori studi, fornire ai partecipanti il video di una lezione completa; altrimenti potrebbe risultare più complesso, per chi visualizzasse la *clip*, individuare possibili strategie didattiche alternative o riflettere su quelle messe in atto dall'insegnante senza aver visualizzato le sue azioni nelle successive fasi dell'IBSE.

Si può inoltre esprimere una considerazione in merito al fatto che la maggior parte dei partecipanti avesse un'esperienza di insegnamento alle spalle. Nonostante ciò, questi partecipanti sono stati considerati come insegnanti pre-servizio e questo potrebbe costituire una criticità dello studio dal momento che in realtà essi non erano totalmente privi di esperienza lavorativa nel mondo scolastico. Tuttavia, trattandosi di pochi anni e in molti casi di esperienze di insegnamento saltuarie o discontinue, si ritiene che i risultati possano essere comunque rappresentativi rispetto alla categoria degli insegnanti considerati in letteratura come docenti pre-servizio o come insegnanti novizi. Questi partecipanti sono stati quindi coinvolti perché considerati comunque come "informatori chiave" ovvero «scelti per la specifica prospettiva e contributo che possono offrire» (Pastori, 2017, p. 97) allo studio prevalentemente qualitativo del fenomeno in esame.

Infine, i risultati ottenuti nel presente studio sono limitati a questo specifico gruppo di partecipanti e quindi non possono essere generalizzati ad altri contesti, anche se risultano in linea con i risultati della letteratura internazionale di riferimento. Lo studio, infatti, non ambiva a una generalizzabilità dei risultati e a una definizione di leggi ma aveva come obiettivo un'analisi approfondita della conoscenza professionale dei partecipanti secondo un approccio descrittivo (Pastori, 2017) che colmasse un *gap* presente nella letteratura di riferimento soprattutto relativo al contesto italiano e in particolare all'ambito della

conoscenza professionale utilizzabile per l'insegnamento delle scienze dei docenti pre-servizio di scuola primaria. Studi futuri potrebbero avvalersi di approcci basati sull'utilizzo della videoanalisi, come quello descritto nel presente lavoro, per indagare la conoscenza utilizzabile per l'insegnamento delle scienze di docenti, sia in formazione che in servizio, appartenenti anche ad altri contesti e gradi scolastici.

5.4 Traiettorie pedagogiche e prospettive per la didattica universitaria

Alla luce della trattazione svolta, è opportuno provare ora a identificare e ipotizzare alcune prospettive di sviluppo di questo lavoro di ricerca in particolare nell'ambito della didattica universitaria, dove è possibile pensare alla progettazione di percorsi che promuovano, oltre a conoscenze approfondite dal punto di vista del contenuto disciplinare, anche altre competenze più legate alla riflessività. A questo proposito, si può fare riferimento al campo delle ricerche in didattica della matematica, dove sono stati convalidati e utilizzati diversi strumenti basati sulla videoanalisi non solo per indagare la natura e la struttura della conoscenza professionale degli insegnanti su larga scala (Chan & Hume, 2019), ma anche per progettare interventi formativi che andassero a potenziare le capacità di *noticing* dei futuri insegnanti favorendo la loro crescita professionale e preparandoli al meglio all'inserimento nel mondo lavorativo (Santagata, 2010). Nei percorsi di formazione che utilizzano strumenti basati sulla videoanalisi vengono proposti filmati tratti da classi autentiche per approssimare le situazioni d'aula reali; essi, quindi, permettono di far immergere gli insegnanti pre-servizio in un contesto che sia il più vicino possibile alle situazioni di apprendimento in classe che incontreranno e di poter riflettere su di esse. Le competenze di *noticing* sono ritenute cruciali per rendere i docenti attenti al pensiero degli studenti nel loro insegnamento e così imparare ad esercitare il cosiddetto *Responsive Teaching*.

Il *Responsive Teaching* (o Insegnamento Responsivo) si configura come intervento educativo precoce centrato sulla relazione che agisce sui bisogni evolutivi e socio-emozionali del bambino (Karaaslan & Mahoney, 2013). [...] Questo processo implica un'osservazione sistematica ed attenta degli studenti al fine di comprenderne la dimensione emotiva e relazionale ed interagire con loro in maniera più responsiva, individuando le strategie maggiormente idonee per supportarli nel raggiungimento dei loro obiettivi. Attraverso il *Responsive Teaching*, infatti, gli

insegnanti ricorrono a strategie di supporto e di condivisione che promuovono le singole abilità degli studenti affinché questi ultimi diventino responsabili e auto-diretti nel proprio processo di apprendimento e, dunque, in grado di raggiungere i propri obiettivi in maniera autonoma (Di Gennaro, Zollo & Aiello, 2016, p. 144).

L'abilità dell'insegnante di prestare attenzione e rispondere al pensiero degli studenti è una capacità didattica chiave per promuovere nei discenti un apprendimento complesso e significativo in ambito scientifico: il *Responsive Teaching* prevede dunque la capacità di esercitare pratiche di attenzione deliberata e continua verso gli studenti, nell'ambito di una didattica inclusiva (Kang & Anderson, 2015). Secondo questi autori, il *Responsive Teaching* è basato su due premesse: in primo luogo, il considerare che gli studenti hanno un ricco patrimonio di risorse innate per ragionare e dare un senso al mondo che li circonda e quindi, anche i bambini piccoli, sono in grado di impegnarsi in ragionamenti complessi e di senso scientifico quando viene fornito loro un supporto adeguato; in secondo luogo, il constatare che gli studenti sperimentano e apprendono la scienza in modo significativo quando sono posizionati come informatori scientifici competenti e le loro idee ed esperienze sono riconosciute e valorizzate in una comunità di apprendimento che funga da supporto (*ibidem*). Nel secondo capitolo di questo elaborato si è considerato come siano necessari tre elementi per un insegnamento efficace: la conoscenza della materia per l'insegnamento, la comprensione e attenzione al pensiero degli studenti e la pratica didattica (Borko, 2004). Un insegnante responsivo, quindi, oltre a conoscere in modo approfondito la disciplina, è colui che nel corso dell'insegnamento si impegna continuamente in questo ciclo di sollecitazione, attenzione, interpretazione e risposta al pensiero degli studenti. Data la vastità di conoscenze necessarie per l'insegnamento, non è verosimile pensare che queste siano tutte acquisibili durante la preparazione iniziale. Tuttavia, anche i corsi universitari dovrebbero provare a fornire, oltre alle necessarie conoscenze disciplinari relative ai contenuti, anche quelle competenze riflessive che aiutino i futuri docenti a continuare a imparare dal loro lavoro quotidiano in aula.

La ricerca, soprattutto nel campo della didattica della matematica, sottolinea come gli insegnanti possano imparare molto dal loro lavoro quotidiano. [...] Perché gli insegnanti possano imparare dal loro insegnamento però è necessario che abbiano acquisito abilità di analisi sistematica del processo di insegnamento e apprendimento (Santagata, 2010, p.12).

È quindi necessario cercare di “allenare” gli insegnanti nella formazione iniziale, ma anche quelli già in servizio, a modalità di osservazione, analisi critica e riflessione che diano loro la possibilità di imparare a posizionare le idee degli studenti come valuta dell’attività in classe, di impegnarsi in pratiche che rendano oggetto di attenzione queste idee e di attingere alle interpretazioni del pensiero degli studenti per prendere decisioni su cosa fare nel percorso di apprendimento. In questo contesto l’utilizzo del video per la formazione sul *Teacher Noticing* risulta essere fondamentale in tre fasi: nella progettazione didattica, ove il video può essere utilizzato per imparare a notare i dettagli del pensiero degli alunni in preparazione alla didattica stessa e a ragionare su quelle pratiche che sono comuni nell’insegnamento e che risultano essere particolarmente efficaci; nella pratica dell’insegnamento stesso, in cui la possibilità di riguardare un video di se stessi o di altri docenti permette di rallentare il lavoro dell’insegnante e di dare un senso a ciò che succede in classe mentre la lezione viene svolta (la possibilità di guardare dei video, soprattutto in collaborazione con altri insegnanti, permette di imparare a discutere circa i momenti importanti dell’insegnamento e sviluppare anche un linguaggio comune per parlare dell’insegnamento e dell’apprendimento); infine, nella riflessione, dove la possibilità di rivedere un video del proprio insegnamento consente di rivedere alcuni dettagli su cui era impossibile soffermarsi durante la didattica stessa, di sviluppare un linguaggio comune e di avere più tempo per pensare ai passi successivi o anche a strategie didattiche alternative che si sarebbe potuto utilizzare (van Es & Santagata, 2016). Come affermano Ferretti e Vannini:

Più specificamente in relazione all’uso della videoanalisi, le ricerche di Santagata (Santagata, 2011; 2012; Santagata & Angelici, 2010; Santagata & Guarino, 2011) costituiscono un riferimento molto importante per la formazione docente: l’osservazione dettagliata dello studente durante l’apprendimento e il relativo comportamento dell’insegnante nello svolgimento delle lezioni rappresentano focus fondamentali per esercitare le capacità di analisi degli insegnanti e il loro conseguente pensiero riflessivo (Ferretti & Vannini, 2017, p. 100).

La progettazione di attività basate sulla videoanalisi dovrebbe iniziare con un’attenta considerazione degli obiettivi che si vogliono conseguire in relazione all’apprendimento degli insegnanti. Le evidenze della ricerca supportano l’utilizzo efficace dei video per:

- migliorare la conoscenza professionale disciplinare specifica per l'insegnamento (*specialized content knowledge for teaching*) e il *pedagogical content knowledge* (Borko *et al.*, 2011; Santagata, 2009; Seago, Mumme, & Branca, 2004);
- modellare pratiche orientate alla riforma dell'insegnamento (Kellogg & Kersaint, 2004; Santagata & Guarino, 2011);
- sviluppare competenze di riflessione e di osservazione (Star & Strickland, 2008; Stockero, 2008; van Es & Sherin, 2002);
- sviluppare competenze di apprendimento dall'insegnamento (Santagata, Yeh, & Mercado, 2018);
- sviluppare una visione professionale dell'istruzione di alto livello (Santagata & van Es, 2010; Sun & van Es, 2015; van Es *et al.*, 2017);
- discutere pratiche d'aula basate sull'equità (Aguirre *et al.*, 2013)²⁹.

Mediante questo tipo di formazione, gli insegnanti potranno imparare ad analizzare un episodio didattico in modo sistematico: apprenderanno come affrontare un'osservazione (o una riflessione), quali domande porre, come dare un senso a ciò che è accaduto in modo da contribuire alla loro conoscenza professionale dell'insegnamento e dell'apprendimento; questo obiettivo generale comprende una serie di sotto-obiettivi e possono essere progettate numerose attività supportate da video per lavorare su ogni singolo sotto-obiettivo o su una combinazione dei seguenti:

- imparare a prestare attenzione a ciò che gli studenti fanno o dicono e a trarre inferenze sulla loro comprensione del fenomeno considerato;
- acquisire la capacità di identificare e ragionare sulle evidenze circa l'apprendimento e la partecipazione degli studenti;
- imparare a conoscere le strategie che aiutano a rendere visibile il pensiero degli alunni (ad esempio: porre domande e progettare compiti di apprendimento; analizzare il discorso in classe; monitorare l'apprendimento degli studenti durante l'azione didattica);
- apprendere come analizzare l'efficacia delle scelte didattiche in base alla misura in cui riescono a rendere visibile il pensiero degli studenti e incoraggiarne la partecipazione;
- acquisire la capacità di utilizzare le evidenze di apprendimento degli studenti per ragionare sull'impatto dell'insegnamento sull'apprendimento degli alunni³⁰.

²⁹ <https://crt.education.uci.edu/defining-goals-for-teacher-learning/> (ultima consultazione: 8 settembre 2023).

³⁰ <https://crt.education.uci.edu/guiding-video-viewing/> (ultima consultazione: 8 settembre 2023).

Santagata e colleghi propongono un modello di analisi nell'ambito della *professional vision* degli insegnanti denominato *Lesson Analysis Framework – Learning to Learn from Mathematics Teaching Project* (Santagata & Guarino, 2011) – focalizzato sullo sviluppo delle capacità dei docenti pre-servizio di analizzare le lezioni in classe attraverso una serie di domande concepita come un processo guida per supportare le competenze pedagogiche e di *noticing* attraverso «un'analisi integrata di tre elementi fondamentali del processo di insegnamento-apprendimento: l'insegnante (le sue azioni e le attività che ha creato per i suoi alunni); gli studenti (ciò che dicono e fanno); la matematica (i concetti o le procedure matematiche che costituiscono l'obiettivo di apprendimento della lezione)» (Santagata, 2010, p. 12). Le domande proposte permettono ai docenti pre-servizio di analizzare diversi aspetti della lezione; la prima domanda chiede loro di considerare gli obiettivi di apprendimento:

What are the main ideas that students are supposed to understand through this lesson?

Successivamente, l'analisi viene rivolta all'apprendimento degli studenti attraverso le seguenti domande:

Did the students make progress toward the learning goals? What evidence do we have that the students made progress? What evidence do we have that students did not make progress? What evidence are we missing?

L'analisi dei dettagli dell'apprendimento e della comprensione degli studenti evidenziati nella lezione porta i docenti pre-servizio alla domanda successiva, incentrata sull'impatto delle decisioni degli insegnanti sull'apprendimento degli allievi:

Which instructional strategies supported students' progress toward the learning goals and which did not?

Infine, partendo dall'analisi del rapporto causa-effetto tra insegnamento e apprendimento, si chiede ai docenti:

What alternative strategies could the teacher use? How do you expect these strategies to impact on students' progress toward the lesson learning goals? If any evidence of student learning was missing, how could the teacher collect such evidence?³¹

Queste fasi, ripetute ciclicamente, permettono ai docenti pre-servizio lo sviluppo progressivo di nuova conoscenza sull'insegnamento.

³¹ <https://faculty.sites.uci.edu/videoresearch/the-use-of-video-in-teacher-learning-2/selecting-a-framework-for-video-usage/> (ultima consultazione: 13 settembre 2023).

Essi possono via via imparare ad apprezzare il valore e l'utilità di un'analisi sistematica dell'insegnamento e la necessità di un approccio che ponga gli studenti al centro del processo di apprendimento attraverso la valorizzazione del loro pensiero e delle loro idee (Santagata, 2010).

Secondo Schoenfeld (2011) gli insegnanti notano sulla base della loro conoscenza professionale e delle loro credenze; si può quindi ipotizzare che gli insegnanti che hanno una conoscenza della materia (*subject-matter knowledge*) più profonda e un *pedagogical content knowledge* integrato (Hill, Ball & Schilling, 2008) potrebbero essere più competenti nel *noticing* (Biccard, 2020). Star e Strickland (2008) sottolineano che la capacità di apprendere dall'insegnamento dipende dalla competenza del *noticing*; pertanto, è questa l'abilità che deve essere potenziata sia nei corsi di formazione iniziale dei docenti che nei programmi di sviluppo professionale. Ad esempio, attraverso esperienze quali il *Lesson Study* in cui un gruppo di insegnanti e specialisti oppure ricercatori pianificano le lezioni in modo collaborativo; la lezione viene poi presentata da un membro del gruppo mentre gli altri sono osservatori attivi, spesso alla ricerca di collegamenti tra insegnamento e apprendimento o di come gli studenti apprendano la disciplina ed è seguita da una sessione di riflessione per discutere e perfezionare la pianificazione delle attività didattiche successive (Biccard, 2020). Come afferma Gola:

L'apprendimento della professione trova un luogo privilegiato nell'interazione che avviene con i colleghi in specifici momenti di confronto, come nel caso di *video-club/video-study*, del *lesson study*, della *lesson analysis*, del *problem-solving cycle*, del *modellamento*, del *learning study*. Sul piano epistemologico si rifanno alle discussioni di gruppo sollecitate dai video, che possono aiutare gli insegnanti a vedere cose che altrimenti potrebbero non approfondire, creando un luogo-spazio per la riflessione e un cambiamento delle concezioni (Gaudin e Chaliès, 2015; Tochon, 2007). Detti approcci che fanno ampio uso del processo interpretativo, vanno costruiti e progettati in relazione a specifici scopi della videoanalisi (Sherin, Russ, 2015; Santagata, Guarino, 2011) al fine di essere validi sul piano scientifico e efficaci sul piano formativo (Gola, 2021, p. 48).

Occorre quindi insegnare ai docenti l'abilità del *noticing* e guidarli a prestare attenzione in modo specifico al pensiero degli studenti (e non solo alle azioni dell'insegnante), portandoli anche a programmare e mettere in atto attività didattiche che rendano visibile il pensiero e il ragionamento dei bambini e aiutandoli a notarlo (Cosa sta dicendo l'alunno?

Che cosa sta dicendo correttamente e che cosa sbaglia? Quali informazioni ci mancano?), a ragionare su di esso (Cosa possiamo dedurre da ciò che l'alunno dice o fa circa il suo apprendimento o la sua comprensione? Gli studenti hanno fatto progressi verso l'obiettivo di apprendimento della lezione?) e infine a rispondere al pensiero del discente (Come potrebbe proseguire la lezione? Quali domande potremmo fare? Che cosa si sarebbe potuto fare diversamente?) (Santagata, 2010; 2012). Questa tipologia di formazione basata sulla videoanalisi guidata può portare molti benefici alla preparazione degli insegnanti: in primo luogo consente lo sviluppo di capacità di osservazione e di analisi – gli insegnanti imparano a vedere meglio e più in profondità, a discernere gli aspetti più sostanziali e significativi delle interazioni in classe, a prestare attenzione ai dettagli di eventi specifici piuttosto che a quelli più generali e superficiali, a concentrarsi non solo sulle azioni dell'insegnante, ma anche sulle attività e sul pensiero degli studenti – e in secondo luogo promuove lo sviluppo di competenze interpretative e riflessive in quanto la videoanalisi arricchisce la capacità di esaminare gli eventi osservati passando da un'analisi parziale e descrittiva a una più mirata, specifica e interpretativa (ad esempio, l'interpretazione delle ragioni e delle conseguenze delle decisioni prese dall'insegnante) spostando le riflessioni dei docenti in formazione da impressioni vaghe e generiche verso un'analisi più critica delle interazioni in classe, promuovendo l'autovalutazione e permettendo loro di esaminare criticamente le loro convinzioni sull'insegnamento e sull'apprendimento e di pensare a miglioramenti nella loro pratica (Ciani, Rosa & Santagata, 2021). Ciò che gli insegnanti fanno in classe ha un grande impatto sull'apprendimento degli studenti poiché è in grado di influenzare il loro futuro più di ogni altro fattore scolastico (come, ad esempio, la qualità del curriculum, il tipo di scuola, l'influenza dei pari, etc.); preparare futuri insegnanti di scienze che siano in grado di prestare attenzione e rispondere alle esigenze dei diversi studenti è un obiettivo di fondamentale importanza che è possibile raggiungere solo allorché la comunità dei formatori possa essere in grado di coltivare meccanismi responsivi, rivedendo continuamente la comprensione di come e in quali condizioni i docenti pre-servizio apprendano in modo produttivo dalla pratica (Kang & Anderson, 2015). «Nella formazione degli insegnanti, l'uso di specifiche tecnologie quali la videoregistrazione delle pratiche didattiche e valutative in classe (e la relativa analisi sistematica delle situazioni filmate) può costituire “un mezzo” importante per l'efficacia della formazione, iniziale e in servizio, dei docenti» (Ferretti & Vannini, 2017, p. 99). Per questo la

collaborazione tra la Didattica generale e le Didattiche disciplinari auspicata nei precedenti capitoli, che è possibile realizzare efficacemente presso i corsi di laurea in Scienze della formazione primaria, rappresenta un terreno fecondo per attivare i processi di riflessività tipici dell'analisi di pratica che permettano di far acquisire ai futuri insegnanti una maggior consapevolezza della propria professionalità con un impatto positivo anche sull'inserimento nel mondo lavorativo e sulla qualità del sistema scolastico in generale. Ciò risulta in linea con il pensiero di Mortari, secondo cui:

È importante l'organizzazione di laboratori di pratica riflessiva, proprio perché intesi a valorizzare contesti conversazionali e quindi reti di relazioni discorsive che si costituiscano come matrici generative di comunità di discorso capaci di costruire tradizione simbolica del sapere esperienziale. Nella formazione dei docenti va dunque riconosciuta la primarietà della pratica del "pensare l'esperienza" per costruire un sapere vivo, quello che si porta appresso il senso vitale delle cose. [...] Essere impegnati in un laboratorio dove si è chiamati esercitare una riflessione quanto più radicale possibile sviluppa la disposizione a tenere uno sguardo vigile sull'esperienza. [...] Imparare a interrogare criticamente il proprio modo di stare nella pratica è condizione necessaria per nutrire uno sguardo di intelligenza sul reale, perché il trovarsi impegnati a esplicitare gli atti cognitivi che presiedono le direzioni impresse all'agire problematizza il proprio spazio mentale incrinando la tendenza a rimanere incapsulati nella crosta delle convenzioni che anestetizzano la disposizione al pensare critico (Mortari, 2009, pp. 165-167).

La sinergia tra la Didattica generale e le Didattiche disciplinari potrebbe concretamente portare a sviluppare un sistema di metodologie, strumenti e procedure per la videoanalisi a supporto del miglioramento delle competenze didattiche degli studenti e a validare un modello di intervento formativo basato su strategie di videoanalisi per sostenere sia la preparazione dei docenti pre-servizio (nei corsi disciplinari e nei laboratori didattici) che lo sviluppo professionale di quelli già in servizio. Tuttavia, come affermano Ferretti e Vannini, la videoanalisi potrà rivelarsi una tecnica fondamentale per promuovere le competenze professionali dei docenti solo se verrà incorporata in una proposta di formazione organizzata adeguatamente, che si contraddistingua per:

- una scelta chiara e ragionata degli obiettivi di apprendimento che si intendono conseguire con il gruppo di insegnanti in formazione;

- la produzione o selezione dei video che meglio si adattano agli obiettivi da raggiungere;
- un supporto e una guida alla visione, alla comprensione e all'analisi del video
- l'elaborazione di adeguati strumenti di riflessività e autovalutazione, anch'essi allineati con gli obiettivi (Ferretti & Vannini, 2017, p. 115).

Secondo Marzano:

La formazione richiede di essere inserita organicamente all'interno di modelli circolari orientati al miglioramento, secondo l'ottica dei sistemi della qualità. In questo senso una rivoluzione epistemologica e pratica si sta affermando negli approcci metodologici per il cambiamento dell'insegnamento (Marzano, 2019): la definizione chiara e consapevole degli obiettivi, la conoscenza diffusa delle metodologie più efficaci fondate su evidenze scientifiche, la formazione degli insegnanti per la padronanza di queste ultime, l'accompagnamento in aula delle azioni da loro eseguite, la visibilità degli effetti, sono tutti aspetti di un unico processo (Marzano, 2022, p. 561).

I modelli di formazione sia in ambito universitario che nel mondo scolastico dovranno quindi essere fondati su processi ricorsivi di interazione tra azione e riflessione, tra teoria e pratica, centrati su proposte didattiche innovative basate sulla ricerca che favoriscano la collegialità e la formazione di comunità di pratica che permettano agli insegnanti «di pensare e ripensare alla personale azione didattica e di ottenere un notevole impatto sullo sviluppo professionale in termini di miglioramento dei risultati sia individuali che collettivi» (Marzano, 2022, p. 569). Nel sistema scolastico italiano c'è bisogno di professionisti riflessivi, non di tecnici dell'istruzione «ed è proprio perché c'è necessità non di consumatori di teorie, ma di pensatori che elaborano sapere che il sistema di formazione deve mirare in alto, e dunque educare alla ricerca e alla riflessività, che sono l'*humus* necessario allo sviluppo del pensare nelle sue più differenti forme generative» (Mortari, 2009, p. 169).

CONCLUSIONE

Educare a scuola significa individuare e organizzare esperienze educative che siano le migliori possibili per particolari gruppi di studenti in specifici contesti rispetto all'obiettivo di favorire in ciascuno il pieno fiorire delle sue potenzialità. Dunque, "l'educazione è una pratica", cioè un agire intenzionale guidato da un obiettivo pragmatico, che si concretizza in una continua analisi delle situazioni, nell'individuazione delle strategie più idonee ad affrontarle, nella progettazione e realizzazione di attività, nel recupero di varie risorse culturali adeguate, nella valutazione del lavoro svolto per ridefinire in modo più efficiente l'attività futura (Mortari, 2009, p. 11).

L'insegnamento è un'attività estremamente complessa alla cui base vi è una forma specifica di sapere professionale; perché esso sia efficace viene richiesto al docente di possedere un *corpus* specializzato di competenze che trascendono la "sola" conoscenza del contenuto. «Dietro a un obiettivo che può sembrare semplice – far sì che gli studenti imparino – si nascondono molteplici conoscenze e abilità che gli insegnanti devono possedere per poter svolgere il loro lavoro in modo efficace» (Santagata, 2010, p. 11). Il progetto di ricerca descritto in questo elaborato di tesi ha cercato di esplorare e caratterizzare alcune dimensioni del sapere professionale dei docenti pre-servizio di scuola primaria, intrecciando due costrutti fondamentali presenti in letteratura: il *pedagogical content knowledge*, nella versione più recente del *refined consensus model* (in particolare, considerando le basi della conoscenza professionale: KSU – *knowledge of students' understanding* e KISR – *knowledge of the instructional strategies and representations*), e quello della *professional vision* (nello specifico, in relazione alle abilità di *noticing* e *reasoning*). Alla genesi della ricerca ha contribuito il fatto che in Italia mancano a oggi studi significativi che analizzino tali costrutti per i futuri docenti di scuola primaria, in particolare nell'ambito della didattica delle scienze. Infatti, la revisione della letteratura ha mostrato come i ricercatori abbiano utilizzato principalmente interviste, test e questionari scritti per indagare gli aspetti relativamente più "statici" del PCK degli insegnanti (focalizzandosi soprattutto su docenti in servizio e di scuola secondaria) in contesti didattici semplificati, spesso fittizi o comunque lontani da situazioni concrete di apprendimento in classe (Kind, 2017). Solo un numero limitato di studi ha indagato il sapere professionale che gli insegnanti pre-servizio attivano e utilizzano in ambiti reali. Per questo motivo si

è deciso di concentrarsi sullo studio degli aspetti più “dinamici” del PCK degli insegnanti (Chan, 2021). Ciò ha richiesto attenzione rispetto a come i docenti applichino in modo flessibile la loro conoscenza iniziale relativa all’insegnamento in contesti simili ad autentici momenti di apprendimento in aula e nell’effettiva pratica didattica (Alonzo & Kim, 2016; van Driel, Berry & Meirink, 2014). Si è cercato quindi di analizzare in modo sistematico la natura della conoscenza professionale dei docenti pre-servizio di scuola primaria per l’insegnamento delle scienze per comprendere come gli insegnanti novizi siano in grado di attivare e utilizzare questo sapere in contesti il più possibile simili ad autentiche situazioni di apprendimento in aula (Chan, 2021). Le attività proposte per investigare le domande di ricerca hanno inteso quindi studiare che cosa caratterizzi le abilità di *noticing* dei partecipanti e in particolare la loro capacità di prestare attenzione al pensiero degli studenti, interpretarlo e decidere come rispondere ad esso scegliendo strategie didattiche opportune basate su quanto osservato (Jacobs, Lamb & Philipp, 2010).

Lo studio che è stato condotto si colloca fondamentalmente nell’area degli approcci metodologici di tipo qualitativo; tuttavia, in alcuni momenti dell’analisi dei dati, vi sono stati anche degli sguardi quantitativi nel tentativo di caratterizzare le abilità di *noticing* e di *reasoning* degli studenti-insegnanti del corso di laurea in Scienze della formazione primaria che hanno partecipato alla sperimentazione. Nello specifico, l’approccio seguito ha consentito di condurre un’analisi approfondita dei dati raccolti non con l’intento di pervenire a una generalizzazione dei risultati, quanto piuttosto di sviluppare una comprensione profonda del fenomeno in esame, per poter favorire la progettazione di interventi formativi mirati al miglioramento dell’azione didattica dei futuri docenti.

Dal punto di vista del costrutto del PCK, ciò che emerge dai risultati dello studio è che gli insegnanti pre-servizio attivano ampiamente la dimensione della *general PK* in riferimento alla *teacher pedagogy*, analizzando nel dettaglio soprattutto le azioni dell’insegnante e il *setting* generale della classe quando osservano un contesto di apprendimento in aula, mentre riescono ad attivare con maggiore difficoltà le altre basi della conoscenza professionale dell’insegnante, in particolare la KSU e di conseguenza anche la dimensione della KISR. Lo studio, in linea anche con quanto messo in evidenza dalla letteratura internazionale, mostra come per la maggior parte dei partecipanti alla sperimentazione le componenti del PCK non risultino tra loro integrate nella conoscenza professionale per l’insegnamento delle scienze. Essi dimostrano infatti di non essere in grado di attivare e

utilizzare il loro PCK, non riuscendo così a connettere tra loro le varie componenti del sapere professionale, per supportare le decisioni e le azioni didattiche in contesti simili alle reali situazioni di apprendimento in classe.

L'analisi delle abilità di *noticing* e *reasoning* dei partecipanti conferma inoltre quanto viene messo in risalto dalle ricerche ovvero come, all'inizio della loro preparazione, i futuri insegnanti, a differenza dei colleghi più esperti, non siano in grado di dirigere l'attenzione sugli elementi chiave dei processi didattici, rivelando l'incapacità di gestire la complessità del contesto e delle dinamiche presenti in aula. Sono state rilevate in letteratura, infatti, differenze sistematiche nel modo in cui gli insegnanti esperti e quelli novizi dirigono la loro attenzione e processano le informazioni nell'osservare delle situazioni di apprendimento in classe, mostrando capacità superiori dei primi rispetto ai secondi (Blomberg, Stürmer, & Seidel, 2011). Tuttavia, l'aspetto originale che lo studio ha messo in evidenza è la relazione tra il livello di *noticing* indagato con il framework di van Es (2011) e la dimensione della *connection with students' thinking*, ovvero la prima dimensione del *framework* di Chan (2021). L'associazione statistica rilevata tra le due variabili qualitative analizzate conferma un fatto significativo: prestare attenzione al pensiero degli studenti porta anche a proporre strategie didattiche connesse a tali idee e focalizzate sul contenuto in modo specifico rispetto ai ragionamenti espressi dagli allievi stessi. Viceversa, risulta molto più difficile per chi nota a un livello *baseline* (categoria che identifica tra i partecipanti allo studio chi non tiene in considerazione il pensiero dei bambini ma è completamente focalizzato sulle azioni dell'insegnante) riuscire a proporre azioni didattiche capaci di innestarsi in modo specifico sui ragionamenti dei discenti. Studi recenti hanno dimostrato come una formazione focalizzata sul *noticing* possa aiutare i docenti, soprattutto pre-servizio, a dirigere la propria attenzione verso eventi significativi che avvengono in classe, a identificare situazioni rilevanti e a impegnarsi in ragionamenti basati sulla conoscenza dei processi di insegnamento e apprendimento in contesti autentici (Santagata, 2009; Santagata & Angelici, 2010; van Es e Sherin, 2002). Pertanto, uno degli obiettivi principali della formazione universitaria degli insegnanti dovrebbe essere proprio quello di promuovere sistematicamente lo sviluppo della loro *professional vision* (Blomberg, Stürmer, & Seidel, 2011). Le ricerche condotte, soprattutto nel campo della didattica della matematica, sottolineano come i docenti necessitino di molteplici occasioni per imparare a notare i dettagli del pensiero degli studenti e le relazioni tra

insegnamento e apprendimento (van Es, 2011), sviluppando così gradualmente il loro PCK. Pur nella consapevolezza dei limiti della ricerca, si ritiene che studi futuri potrebbero avvalersi di approcci basati sulla videoanalisi come dispositivo per indagare il sapere professionale per l'insegnamento delle scienze dei docenti, sia in formazione che in servizio, appartenenti anche ad altri contesti e gradi scolastici al fine di progettare interventi formativi mirati al loro sviluppo professionale.

A conclusione e conferma di quanto trattato in questo studio, si propongono alcuni stralci del comunicato del centro CRESPI (Centro Interuniversitario di Ricerca Educativa sulla Professionalità dell'Insegnante) relativo alla formazione degli insegnanti di scuola secondaria di recentissima pubblicazione (19 luglio 2023). I principi cardine su cui si fonda, che sono i medesimi atti a regolare la formazione dei docenti di ogni ordine e grado, hanno lo scopo di aiutare a comprendere come orientare la costruzione e la cura della professionalità docente sulla base delle più recenti evidenze della ricerca educativa:

Perché è importante la formazione iniziale degli insegnanti?

Da quindici anni, l'importante indagine comparativa OCSE TALIS (OECD 2019a, 2019b) conferma, con una grande quantità di dati raccolti in diversi sistemi scolastici, che uno dei migliori investimenti per garantire la qualità dell'istruzione è la formazione degli aspiranti docenti fin dal livello universitario, con procedure di ingresso che verifichino l'attitudine all'insegnamento, seguite da percorsi di studio dedicati e integrati, con una valutazione finale dell'effettiva capacità di progettare, gestire e valutare il processo educativo in aula, con i colleghi.

Per essere efficace, la formazione pre-servizio degli insegnanti dovrebbe concentrarsi sulle sfide quotidiane che gli insegnanti devono affrontare in classe, non limitandosi a fornire unicamente quadri teorici. La ricerca internazionale suggerisce che la formazione degli insegnanti deve mirare a sviluppare le competenze di gestione della classe e le pratiche incentrate sul discente, stimolando il lavoro di gruppo e un uso consapevole del *feedback*. L'efficacia della formazione pre-servizio degli insegnanti dipende anche da fattori quali la durata e i contenuti del curriculum formativo: in modo coerente con quanto realizzato prima di entrare in servizio, il periodo di *induction* dovrebbe essere curato per garantire un proficuo inserimento dei neo-immessi in ruolo e uno sviluppo professionale continuo. Le riforme sulla formazione iniziale degli insegnanti, in diverse parti del mondo, hanno dato enfasi a un forte orientamento alla pratica professionale (Weyers et

al., 2023). Tale posizione raccomanda che i contenuti dei corsi universitari, e in generale le conoscenze pedagogiche, siano illustrati mediante esempi pratici, simulazione di situazioni didattiche, osservazioni e analisi di video-riprese di azioni di insegnamento.

Qual è l'obiettivo più importante della formazione iniziale dell'insegnante?

Il principale obiettivo è trasformare l'aspirante docente in un professionista riflessivo (Schön, 1987; Dewey, 1929), consapevole della delicata importanza del suo lavoro sul piano della realizzazione dei singoli e di una società democratica, appassionato del mondo dell'infanzia e dell'adolescenza, convinto che l'educazione sia un processo collegiale da costruire senza stereotipi, pronto a progettare la propria azione considerando tutte le variabili educative in gioco, capace di aderire prima di tutto ad approcci di individualizzazione della didattica, in grado di emancipare e portare tutti e tutte al raggiungimento di solide competenze di base, pur attraverso strategie didattiche differenziate (Bloom, trad. it. 1979; Baldacci, 2005; Meirieu, 2020). Nel corso del suo lavoro l'insegnante deve agire come un vero ricercatore, dalla formulazione delle ipotesi alla valutazione dei risultati dell'azione formativa.

A chi deve essere affidata la formazione iniziale degli insegnanti?

La formazione iniziale va affidata sicuramente agli Atenei, garantendo però loro le risorse necessarie per realizzarla in modo soddisfacente e fornendo (questo a cura del decisore politico che governa l'istruzione) i principi e gli obiettivi su cui costruire seri percorsi di formazione, da realizzare in *setting* presenziali adeguati e con tempistiche coerenti e una seria selezione in ingresso degli aspiranti corsisti. Tuttavia gli Atenei, anche quando attrezzati delle migliori competenze in campo epistemologico, pedagogico-didattico, nelle scienze dell'educazione e di metodologia della ricerca, per contribuire a una aggiornata e sostenibile formazione degli insegnanti, devono poter esibire una reale e autentica esperienza sul campo nella progettazione e nella valutazione della didattica (sia disciplinare sia interdisciplinare). E tale esperienza può essere solo il frutto di una pluriennale, ed attesa, attivazione e realizzazione di progetti per/con la scuola³².

Questo lavoro di ricerca si è inserito pienamente nel solco tracciato da questi principi. Alla luce di tutto il percorso svolto è possibile concludere che la collaborazione tra la

³² Per il documento completo si faccia riferimento al link: <https://site.unibo.it/crespi/it/notizie/la-formazione-degli-insegnanti-di-scuola-secondaria-secondo-il-crespi> (ultima consultazione 24 luglio 2023).

Didattica generale e le Didattiche disciplinari potrebbe concretamente portare a sviluppare un sistema di metodologie, strumenti e procedure a supporto del miglioramento delle competenze didattiche degli studenti-insegnanti di Scienze della formazione primaria e a validare un modello di intervento formativo basato su strategie di videoanalisi per sostenere la preparazione, sia nei corsi disciplinari che nei laboratori didattici e nei tirocini. Ciò potrebbe infatti realmente favorire nei futuri docenti lo sviluppo di una riflessione sistematica e dettagliata relativa all'insegnamento, fondamentale per la loro professione.

Una maggiore consapevolezza di come avviene il processo di “imparare ad insegnare” potrebbe consentire loro di analizzare meglio le esperienze che favoriscono un progressivo sviluppo delle loro competenze, di identificare le aree di conoscenze e di abilità che meritano di essere migliorate, di riconoscere le potenzialità di un apprendimento professionale maggiormente autoregolato nella loro pratica futura. Borko e Putman rilevano inoltre che i migliori risultati sono stati conseguiti dai programmi formativi nei quali grande cura era stata dedicata a scegliere corsi e laboratori ed esperienze pratiche il più possibile coerenti con le modalità di insegnamento e di apprendimento che i futuri insegnanti avrebbero potuto mettere in atto. In questo modo infatti vengono offerti loro il tempo e la possibilità di pensare da molteplici punti di vista al proprio “imparare ad insegnare” e gestirlo in maniera progressivamente efficace. La sfida della professionalità si gioca su diversi fronti, ma quello dell'autonomia sarà senza dubbio il più importante. L'autonomia apre la strada ad un processo di riqualificazione della professionalità docente (Laneve, 2003, pp. 206-207).

Mediante percorsi opportunamente strutturati gli studenti-insegnanti potrebbero gradualmente imparare ad apprezzare il valore e l'utilità di un'analisi sistematica dell'insegnamento e la necessità di un approccio che ponga i discenti al centro del processo di apprendimento, attraverso la valorizzazione del loro pensiero e delle loro idee (Santagata, 2010); nello stesso tempo, potrebbero sviluppare progressivamente una postura riflessiva che consenta loro di apprendere costantemente durante l'insegnamento, migliorando sempre di più la pratica didattica e favorendo così apprendimenti significativi.

APPENDICE

Allegato A: Circolare n. 154/2021.22



ISTITUTO CESARE ARICI
SCUOLA PARITARIA - Primaria - Sec. I gr. - Liceo Classico
Via Trieste, 17 - 25121 Brescia (BS) - Tel. 030.42432
Ente gestore: Fondazione di Religione e Culto ALMA TOVINI DOMUS
Codice Fiscale: 00869980177

Circ. n. 154/2021.22

Brescia, 31 gennaio 2022

Ai genitori e ai docenti della
SCUOLA PRIMARIA

Agli atti / R.E.

Oggetto: Laboratorio di fisica per gli alunni della scuola primaria

Con la presente si comunica che gli alunni della scuola primaria avranno l'opportunità di approfondire alcuni concetti fisici legati alla propagazione del calore nei fluidi attraverso alcune lezioni laboratoriale tenute dalla maestra Chiara Frugoni, Silvia Gaspari e Ilaria Saleri, in collaborazione con la dott.ssa Elisa Appiani.

La lezioni laboratoriali, che si svolgeranno secondo il calendario di seguito riportato, si inseriscono nel progetto formativo coordinato dalla prof.ssa Stefania Pagliara, docente di fisica presso l'Università Cattolica di Brescia.

Classe 1A	lunedì 7 febbraio ore 14.00-16.00
Classe 1B	lunedì 21 febbraio ore 14.00-16.00
Classe 2A	lunedì 31 gennaio ore 14.00-16.00
Classe 3A	venerdì 4 febbraio ore 10.00-11.50
Classe 4A	martedì 8 febbraio ore 14.00-16.00
Classe 5A	martedì 22 febbraio ore 14.00-16.00

Certi della significatività della proposta, porgiamo cordiali saluti.



LA PRESIDE
Dott.ssa Paola Amarelli

Allegato B: Modulo per il consenso al trattamento dei dati ai fini della ricerca

Brescia,

Oggetto: pubblicazione e utilizzo di materiale testuale, audio e videoregistrato a soli scopi di ricerca, studio e formazione

Gentile [nome e cognome del Dirigente Scolastico],

con la presente le chiediamo il consenso per pubblicare in tesi di dottorato o su riviste che trattano tematiche legate all'oggetto della ricerca e utilizzare, in occasioni quali percorsi di formazione, convegni, seminari, lezioni accademiche e simili, unicamente a scopi di ricerca, studio e formazione, il materiale audio e video registrato in sede di realizzazione del percorso didattico verticale di fisica ed eventuali materiali prodotti dai bambini nelle attività proposte.

In particolare, si chiede l'autorizzazione all'uso della videocamera per inquadrare solamente l'insegnante e del microfono per registrare le voci dei bambini.

Tutte le registrazioni e i materiali raccolti non saranno in nessun modo diffusi e verranno conservati con cura in un archivio universitario.

Lei sarà inoltre costantemente informata dell'avanzamento della ricerca, potrà chiedere in qualunque momento chiarimenti, che saranno immediatamente forniti, e potrà eventualmente ritirarsi, con la distruzione delle registrazioni. I risultati della ricerca potranno essere presentati in convegni e pubblicazioni internazionali e nazionali, garantendo l'eliminazione di qualunque riferimento che renda riconoscibile l'identità delle/dei bambine/i e delle/dei dirigenti scolastici.

Vi è da parte nostra e della dottoressa Appiani l'impegno a rispettare tutte le componenti legate al diritto in materia di privacy.

Al termine della ricerca, sarà poi nostra premura effettuare una restituzione a lei, alla scuola e a tutte/tutti i partecipanti dei risultati ottenuti.

Ringraziandola per il suo prezioso contributo fornito,

Prof. Enrico Giannetto

Prof.ssa Stefania Pagliara

Dott.ssa Elisa Appiani

Io sottoscritto/a (nome e cognome), nato/a a, il, autorizzo il gruppo di lavoro del progetto di ricerca dal titolo: *"Nuove sfide nell'insegnamento e apprendimento delle scienze nella scuola primaria"*, coordinato dalla prof.ssa Pagliara e dal prof. Giannetto ad utilizzare, a soli scopi di ricerca e formazione:

a) Il materiale audio e videoregistrato delle insegnanti della primaria ottenuto in sede di realizzazione del percorso didattico verticale di fisica

sì no

b) Il materiale audio ed eventuali artefatti dei bambini della primaria in forma anonima ottenuti in sede di realizzazione del percorso didattico verticale di fisica

sì no

Appongo la mia firma ai sensi del D.Lgs. 30 giugno 2003, n. 196 intitolato "Codice in materia di protezione dei dati personali" così come modificato dal D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101, recante "Disposizioni per l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016 relativo alla protezione delle persone fisiche con riguardo al trattamento dei dati personali, nonché alla libera circolazione di tali dati e che abroga la direttiva 95/46/CE".

Luogo e data

Firma

.....

Allegato C: Modulo per il consenso al trattamento dei dati personali

Brescia,

Oggetto: pubblicazione e utilizzo di materiale testuale, audio e videoregistrato a soli scopi di ricerca, studio e formazione

Gentilissima [nome e cognome del docente],

con la presente le chiediamo il consenso per pubblicare in tesi di dottorato o su riviste che trattano tematiche legate all'oggetto della ricerca e utilizzare, in occasioni quali percorsi di formazione, convegni, seminari, lezioni accademiche e simili, unicamente a scopi di ricerca, studio e formazione, il materiale audio e video registrato in sede di realizzazione del percorso didattico verticale di fisica.

Tutte le registrazioni e i materiali raccolti non saranno in nessun modo diffusi e verranno conservati con cura in un archivio universitario.

Lei sarà inoltre costantemente informata dell'avanzamento della ricerca, potrà chiedere in qualunque momento chiarimenti, che saranno immediatamente forniti, e potrà eventualmente ritirarsi, con la distruzione della registrazione.

I risultati della ricerca potranno essere presentati in convegni e pubblicazioni internazionali e nazionali, garantendo l'eliminazione di qualunque riferimento che renda riconoscibile l'identità delle/dei bambine/i e delle/dei dirigenti scolastici.

Vi è da parte nostra e della dottoressa Appiani l'impegno a rispettare tutte le componenti legate al diritto in materia di privacy.

Al termine della ricerca, sarà poi nostra premura effettuare una restituzione a lei, alla scuola e a tutte/tutti i partecipanti dei risultati ottenuti.

Ringraziandola per il suo prezioso contributo fornito,

Prof. Enrico Giannetto

Prof.ssa Stefania Pagliara

Dott.ssa Elisa Appiani

Io sottoscritto/a (nome e cognome), nato/a a, il, autorizzo il gruppo di lavoro del progetto di ricerca dal titolo: *"Nuove sfide nell'insegnamento e apprendimento delle scienze nella scuola primaria"*, coordinato dalla prof.ssa Pagliara e dal prof. Giannetto ad utilizzare, a soli scopi di ricerca e formazione:

Il materiale audio e videoregistrato che mi riguarda e ottenuto in sede di realizzazione del percorso didattico verticale di fisica

sì no

Appongo la mia firma ai sensi del D.Lgs. 30 giugno 2003, n. 196 intitolato "Codice in materia di protezione dei dati personali" così come modificato dal D.Lgs. 10 agosto 2018, n. 101, recante "Disposizioni per l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016 relativo alla protezione delle persone fisiche con riguardo al trattamento dei dati personali, nonché alla libera circolazione di tali dati e che abroga la direttiva 95/46/CE".

Luogo e data

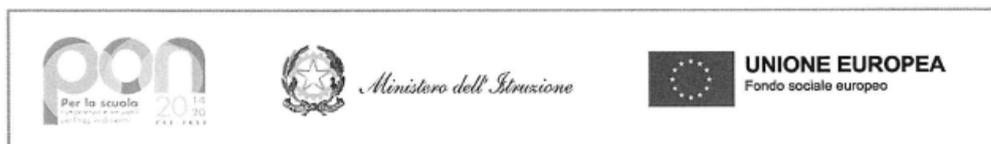
Firma

.....

Allegato D: Circolare n. 341/2021.22



ISTITUTO CESARE ARICI
SCUOLA PARITARIA - Primaria – Sec. I gr. – Liceo Classico
Via Trieste, 17 - 25121 Brescia (BS) – Tel. 030.42432
Ente gestore: Fondazione di Religione e Culto ALMA TOVINI DOMUS
Codice Fiscale: 00869980177



Circ. n. 341/2021.22

Brescia, 26 maggio 2022

Ai genitori e ai docenti della
SCUOLA PRIMARIA

Agli atti / R.E.

Oggetto: Presentazione del progetto di scienze "Se faccio capisco"

Gli alunni della scuola primaria, grazie alla collaborazione della prof.ssa Pagliara (docente di fisica presso l'Università Cattolica di Brescia) e della dott.ssa Appiani e al coinvolgimento delle maestre Ilaria Saleri, Chiara Frugoni e Silvia Gaspari, hanno avuto l'opportunità di approfondire, tramite l'attivazione dei laboratori esperienziali, alcuni concetti legati alla propagazione del calore nei solidi e nei fluidi.

Lunedì 6 giugno p.v. dalle ore 16.45 alle ore 18.00 presso il Museo Diocesano di Brescia (via Gasparo da Salò) le docenti coinvolte e gli alunni stessi presenteranno le finalità del progetto, la metodologia utilizzata, le ricadute didattiche e le esperienze vissute dagli alunni.

Programma:

- Ore 16.45: introduzione
- Ore 17.00: le finalità del progetto (prof.ssa Pagliara)
- Ore 17.15: il metodo investigativo (dott.ssa Appiani)
- Ore 17.30: i laboratori esperienziali (insegnanti e alunni)

È richiesto di confermare la propria presenza (cliccando sull'icona "ADERISCO" in risposta alla presente circolare sul R.E.) entro e non oltre lunedì 30 maggio p.v. al fine di organizzare il coinvolgimento diretto e attivo dei genitori ai laboratori.

Si allega alla presente la locandina dell'evento in oggetto

Cordiali saluti



LA PRESIDE

Dott.ssa Paola Amarelli

Allegato E: Invito alla lezione di presentazione del percorso verticale sulla termologia e a partecipare alla sperimentazione

Invito alla lezione del 5 aprile 2022

Publicato il: lunedì 28 marzo 2022 10.19.13 CEST

Carissime/i studentesse/i,

sono Elisa Appiani, una delle conduttrici del Laboratorio di Didattica della Fisica associato al corso di *Fisica Sperimentale* della prof.ssa Pagliara e con questo messaggio vorrei invitarvi a partecipare alla lezione del 5 aprile nella quale vorrei esporvi il progetto di ricerca, focalizzato sulla didattica delle scienze nella scuola primaria, a cui stiamo lavorando. Vorrei infatti coinvolgermi nel nostro percorso che, attraverso l'utilizzo della video-analisi, intende sviluppare le abilità di analizzare e riflettere sul processo dell'insegnamento scientifico per generare conoscenza utile a migliorare la didattica di queste discipline e per promuovere la consapevolezza sull'apprendimento nei futuri insegnanti.

Nella lezione del 5 aprile vi spiegheremo meglio i dettagli del progetto e le attività da svolgere su base volontaria che verranno riconosciute nella valutazione conclusiva del corso della prof.ssa Pagliara per chi intenderà partecipare. Le attività che abbiamo preparato intendono fornire agli insegnanti in formazione strumenti di carattere pratico e operativo che potranno essere utili per la professione docente, non solo in ambito scientifico.

Vi ringrazio anticipatamente per la partecipazione e, in attesa di vedervi presto, vi saluto cordialmente,

Elisa Appiani

Inviato da: Elisa Appiani
Inviato a: 2021-FWF063-13874
FISICA SPERIMENTALE (CON
LABORATORIO DI
DIDATT.DELLA FISIC.) (2021-
2022)

Allegato F: Attività proposta agli studenti



Immagine utilizzata dall'insegnante nel video 1

Disponibilità: Questo elemento è nascosto agli studenti.



Nei primi istanti del video 1, l'insegnante proietta alla LIM l'immagine sopra, che viene qui riportata per renderne più chiara la visione.



Attività 1 - percorso Appiani

Disponibilità: Questo elemento è nascosto agli studenti. È stato disponibile l'ultima volta il giorno 25-apr-2022 23.59.

Visualizza il video 1 contenuto nella cartella e rispondi alle seguenti domande.

L'attività è da completare entro il 20 aprile 2022 – ore 24.



Video 1

DOMANDA 2

0 punti Salva risposta

Se tu fossi l'insegnante nel video, come impostaresti la fase successiva della lezione?

Per la barra degli strumenti, premere ALT+F10 (PC) o ALT+FN+F10 (Mac).

The image shows a standard rich text editor toolbar. It includes icons for bold (B), italic (I), underline (U), strikethrough (ABC), paragraph alignment (left, center, right, justified), text alignment (left, center, right, justified), bulleted list, numbered list, link, unlink, indent, outdent, undo, redo, search, and a menu icon (three dots). Below the icons, there are dropdown menus for paragraph style, font face (Arial), and font size (10pt). At the bottom of the toolbar, there are icons for text color, background color, and a plus sign for additional options.

Allegato G: Invito alla lezione di restituzione del progetto di ricerca

Invito alla lezione del 10 maggio 2022

Publicato il: lunedì 9 maggio 2022 16.57.31 CEST

Carissimi studenti e studentesse,

con questa e-mail vorrei invitarvi a partecipare all'ultima lezione del corso di Fisica Sperimentale di domani 10 maggio nella quale avrò un piccolo spazio per riprendere il percorso svolto da un gruppo di voi in questo ultimo mese.

Colgo l'occasione per ringraziare nuovamente tutti coloro che hanno aderito al progetto di ricerca e contribuito allo sviluppo dello stesso tramite la partecipazione alle attività di video-analisi.

Rimango a vostra disposizione per qualsiasi necessità.

Un cordiale saluto a tutti/e,

Elisa Appiani

Inviato da: Elisa Appiani
 Inviato a: 2021-FWF063-13874
 FISICA SPERIMENTALE (CON
 LABORATORIO DI
 DIDATT.DELLA FISIC.) (2021-
 2022)

Allegato H: Codice utilizzato per la ricerca iniziale dei cluster nei dati grezzi

```
*TextAnalyzer.py - C:\Users\elisa\Desktop\Python\TextAnalyzer.py (3.10.5)*
File Edit Format Run Options Window Help
import pandas as pd
import numpy as np
import openpyxl
import sys
import xlswriter
import nltk

nltk.download('stopwords')
from nltk.stem import PorterStemmer

from nltk.corpus import stopwords
from nltk.stem import SnowballStemmer

from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer
from sklearn import cluster

stemmer = SnowballStemmer("italian")
sw = stopwords.words('italian')

for i in otherwords:
    sw.append(i)

def tokenizer(keyword): #funziona bene per ing, non tanto per ita
    return [stemmer.stem(w) for w in keyword.split(' ')]

#per utilizzare lo stemmer inserire al posto di None la parola "stemmer"
tfidf = TfidfVectorizer(tokenizer = None , stop_words = sw)

#script e file excel nella stessa cartella
#il primo argomento della funzione pd.read_excel deve essere il nome del file excel in cui sono contenuti i testi
df = pd.read_excel('2 domanda.xlsx', sheet_name = 0) # can also index sheet by name or fetch all sheets

#Contenuti è l'intestazione della prima colonna
mylist = df['Contenuti'].tolist()

x = pd.DataFrame(tfidf.fit_transform(mylist).toarray(),
                 index = df['Contenuti'], columns = tfidf.get_feature_names_out())
#funzione che permette la creazione del cluster
c = cluster.AffinityPropagation()

#funzione che genera la previsione delle nostre osservazioni associando il valore del cluster
a = c.fit_predict(x)
x['res'] = a

f = open('newfile.txt','w')
f.write(str(x['res']))
f.close()

#Risultati in nuovo file excel, da nominare secondo esigenze.
workbook = xlswriter.Workbook('risultati_presenze2.xlsx')
worksheet = workbook.add_worksheet()

row = 0
column = 0

for item in a:
    worksheet.write(row,column, item)
    row +=1
workbook.close()
```

BIBLIOGRAFIA

- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. K. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1105–1149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Aguirre, J. M., Turner, E. E., Bartell, T. G., Kalinec-Craig, C., Foote, M. Q., Roth McDuffie, A., & Drake, C. (2013). Making connections in practice: How prospective elementary teachers connect to children's mathematical thinking and community funds of knowledge in mathematics instruction. *Journal of Teacher Education*, 64(2), 178–192.
- Agrusti, G. (2020). Il protagonismo dei futuri insegnanti nei processi di sviluppo professionale all'università. In M. Baldacci, E. Nigris, M. G. Riva (a cura di), *Idee per la formazione degli insegnanti* (pp. 9–17). Milano: FrancoAngeli.
- Agrusti, G. (2022). La formazione degli insegnanti nella scuola dell'infanzia e primaria. In M. Fiorucci e E. Zizioli (a cura di) Atti convegno Siped *La formazione degli insegnanti: problemi, prospettive e proposte per una scuola di qualità e aperta a tutti e a tutte* (pp. 57–59). Lecce: Pensa.
- Alonzo, A. C., & Kim., J. (2016). Declarative and Dynamic Pedagogical Content Knowledge as Elicited through Two Video-based Interview Methods. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1259–1286.
- Altet, M. (2006). Le competenze dell'insegnante-professionista: saperi, schemi di azione, adattamenti ed analisi. In L. Paquay, M. Altet, É. Charlier, P. Perrenoud, *Formare gli insegnanti professionisti. Quali strategie? Quali competenze?* (pp. 31–43). Roma: Armando (ed. orig. 1996).
- Ambrogi, P. (2010). Progetti, studi e rapporti internazionali per la formazione docente. Analisi comparata di alcuni progetti europei per il miglioramento delle competenze scientifiche e la formazione dei docenti. In *Il Piano Insegnare Scienze Sperimentali*, Annali della Pubblica Istruzione (Vol. 5, pp. 261–267). Firenze: Le Monnier.
- Amenta, G. (2013). Apprendimento. In G. Bertagna e P. Triani (eds.), *Dizionario di didattica* (pp. 39–54). Brescia: La Scuola.
- Amenta, G. (2013). Insegnamento. In G. Bertagna e P. Triani (eds.), *Dizionario di didattica* (pp. 221–238). Brescia: La Scuola.
- Antonietti, A., & Cantoia, M. (2010). *Come si impara. Teorie, costrutti e procedure nella psicologia dell'apprendimento*. Milano: Mondadori.
- Bagni, B. (2020). Sulla formazione dei docenti. In M. Baldacci, E. Nigris, M. G. Riva (a cura di), *Idee per la formazione degli insegnanti* (pp. 18–29). Milano: FrancoAngeli.

- Baldacci, M. (2020). Quale modello di formazione del docente. Ricercatore e intellettuale. In M. Baldacci, E. Nigris, M. G. Riva (a cura di), *Idee per la formazione degli insegnanti* (pp. 30–38). Milano: FrancoAngeli.
- Baldacci, M., Pironi, T., Lazzari, M., & Benvenuto, G. (2022). Editoriale. *Pedagogia oggi*, 20(1), 8–17.
- Ball, D. L., & Forzani, F. M. (2009). The work of teaching and the challenge for teacher education. *Journal of teacher education*, 60(5), 497–511.
- Ball, D. L. (2011). Preface. In M.G. Sherin, V.R. Jacobs & R.A. Philipp (Eds.) *Teacher noticing: seeing through teachers' eyes* (pp. XX–XXIV). New York: Routledge.
- Balzano, E. (2010). La ricerca didattica e il miglioramento dell'insegnamento e apprendimento. Le questioni aperte e i report sull'educazione scientifica negli Stati Uniti. In *Il Piano Insegnare Scienze Sperimentali*, Annali della Pubblica Istruzione (Vol. 5, pp. 267–278). Firenze: Le Monnier.
- Barnhart, T., & van Es, E. (2015). Studying teacher noticing: Examining the relationship among pre-service science teachers' ability to attend, analyze and respond to student thinking. *Teaching and Teacher Education*, 45, 83–93.
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *The science teacher*, 72(7), 30–33.
- Bertagna, G. (2013). Azione. In G. Bertagna e P. Triani (eds.), *Dizionario di didattica* (pp. 55–71). Brescia: La Scuola.
- Biccard, P. (2020). The development of noticing in primary school mathematics teachers. *The Independent Journal of Teaching and Learning*, 15(2), 92–106.
- Blomberg, G., Stürmer, K., & Seidel, T. (2011). How pre-service teachers observe teaching on video: Effects of viewers' teaching subjects and the subject of the video. *Teaching and teacher education*, 27(7), 1131–1140.
- Bonaiuti, G., Santagata, R., & Vivanet, G. (2017). How to capture teacher professional vision. A coding scheme. *Italian Journal of Educational Research*, 401–418. Retrieved from <https://ojs.pen-samultimedia.it/index.php/sird/article/view/2512>
- Bonaiuti, G., Santagata, R., & Vivanet, G. (2020). Using video to examine teacher noticing and the role of teaching experience. *Italian Journal of Educational Technology*, 28(2), 152–167.
- Borko, H., & Livingston, C. (1989). Cognition and improvisation: Differences in mathematics instruction by expert and novice teachers. *American Educational Research Journal*, 26, 473–98.
- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational researcher*, 33(8), 3–15.

- Borko, H., Koellner, K., Jacobs, J., & Seago, N. (2011). Using video representations of teaching in practice-based professional development programs. *ZDM Mathematics Education*, 43(1), 175–187.
- Bronfenbrenner, U. (2005). *Making human beings human: Bioecological perspectives on human development*. London: Sage.
- Brophy, J. (Ed.) (2004). *Using Video in Teacher Education (1st Edition)*. Bingley, UK: Emerald Publishing.
- Bruner, J. (1960). *The Process of Education*. Cambridge, USA: Harvard University Press.
- Bruner, J. (1992). *La ricerca del significato. Per una psicologia culturale*. Torino: Bollati Boringhieri.
- Bruner, J. (2002). *La cultura dell'educazione. Nuovi orizzonti per la scuola*. Milano: Feltrinelli.
- Bulunuz, M. (2013). Teaching science through play in kindergarten: does integrated play and science instruction build understanding?. *European Early Childhood Education Research Journal*, 21(2), 226–249.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: origins and effectiveness*. Colorado Springs, Co: Biological Sciences Curriculum Studies.
- Calvani, A., Bonaiuti, G., & Andreocci, B. (2011). Il microteaching rinascerà a nuova vita? Video annotazione e sviluppo della riflessività del docente. *Giornale Italiano della Ricerca Educativa*, 4(6), 29–42. Retrieved from <https://ojs.pensamultimedia.it/index.php/sird/article/view/273>
- Carlson, J., & Daehler, K. R. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. In *Repositioning PCK in Teachers' Professional Knowledge*, edited by A. Hume, R. Cooper, and A. Borowski, 77–92. Springer, Singapore.
- Carlton, K. (2000). Teaching about heat and temperature, *Physics Education*, 35(2), 101–105.
- Castoldi, M. (2015). *Didattica generale*. Milano: Mondadori Education.
- Chan, K. K. H., & Hume, A. (2019). Towards a Consensus Model: Literature Review of How Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge Is Investigated in Empirical Studies. In *Repositioning PCK in Teachers' Professional Knowledge*, edited by A. Hume, R. Cooper, and A. Borowski, 3–76. Singapore: Springer.
- Chan, K. K. H. (2021). Using classroom video-based instruments to characterise pre-service science teachers' incoming usable knowledge for teaching science. *Research in Science & Technological Education*, 1–23.
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage.

- Ciani, A., Rosa, A., & Santagata, R. (2021). Video analysis as a learning tool to promote the quality of teaching: from school teachers' education to university teachers' professional development. *Italian Journal of Educational Research*, 27, 40–51. Retrieved from <https://ojs.pensamulti-media.it/index.php/sird/article/view/5168>
- Commissione Europea (1995). *Libro bianco. Insegnare e apprendere verso la società conoscitiva*. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:1995:0590:FIN:IT:PDF>
[24-08-2023]
- Commissione Europea (2008). *Raccomandazione del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 aprile 2008 sulla costituzione del Quadro europeo delle qualifiche per l'apprendimento permanente*, 2008/C 111/01. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008H0506\(01\)&from=DA](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008H0506(01)&from=DA)
[10-04-2023]
- Commissione Europea (2018). *Raccomandazione del Consiglio del 22 maggio 2018 relativa alle competenze chiave per l'apprendimento permanente*, 2018/C 189/01. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01))
[01-08-2023]
- Commissione Europea/EACEA/Eurydice (2022). *Migliorare i risultati e la motivazione nella matematica e nell'apprendimento delle scienze nelle scuole*. Rapporto Eurydice. Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea. <https://op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/f3bd0532-0255-11ed-acce-01aa75ed71a1>
[02-08-2023]
- Consiglio Europeo (2009). *Conclusioni del Consiglio su un quadro strategico per la cooperazione europea nel settore dell'istruzione e della formazione (ET 2020)*, 2009/C 119/02. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2009:119:0002:0010:it:PDF>
[10-04-2023]
- Consiglio Europeo (2020). *Conclusioni del Consiglio sui docenti e i formatori europei del futuro*, 2020/C 193/04. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=uriserv:OJ.C_.2020.193.01.0011.01.ITA
[10-04-2023]
- Cosentino, G. (2003). La «questione» della professionalità del docente. In *La formazione degli insegnanti nella scuola della riforma* (pp. 79–83). Annali dell'Istruzione XLXIX, N° 1–2. Roma: Le Monnier.
- Crotti, M. (2017). La riflessività nella formazione alla professione docente. *Edetania* (52), 85–106.
- Damiano, E. (2013). *La mediazione didattica. Per una teoria dell'insegnamento*. Milano: FrancoAngeli.

- De Cani, L. (2020). *Videoricerca e pratiche riflessive nella formazione dei docenti*. Brescia: Morcelliana.
- Della Porta, D. (2010). *L'intervista qualitativa*. Bari: Gius. Laterza & Figli Spa.
- Di Gennaro, D. C., Zollo, I., & Aiello, P. (2016). Il Responsive Teaching come strategia per una didattica inclusiva. *Formazione & insegnamento*, 14(2), 143–152.
- Erickson, G. L. (1975). *An analysis of children's ideas of heat phenomena* (Doctoral dissertation, University of British Columbia).
- Erickson, G. L., & Tiberghien, A. (1985). Heat and temperature. In R. Driver, E. Guesne & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science* (pp. 52–84). Philadelphia: Open University.
- European Commission/EACEA/Eurydice (2015). *The Teaching Profession in Europe: Practices, Perceptions, and Policies*. Eurydice Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/36bde79d-6351-489a-9986-d019efb2e72c>
[10-04-2023]
- Fabbi, L., & Rossi, B. (a cura di) (2010). *Pratiche lavorative. Studi pedagogici per la formazione*. Milano: Guerini e Associati.
- Fazio, C., Battaglia, O. R., Croce, G., Persano-Adorno, D., & Di Paola, B. (2017). Un approccio inquiry-based allo svolgimento di un laboratorio didattico nel corso di laurea in scienze della formazione primaria. *Giornale Italiano della Ricerca Educativa*, anno X, numero speciale, 191–208. Retrieved from <https://ojs.pensamultimedia.it/index.php/sird/article/view/2499>
- Ferretti, F., & Vannini, I. (2017). Videoanalisi e formazione degli insegnanti di matematica. Primi risultati di un corso pilota sul formative assessment. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, 17(1), 99–119. Retrieved from <https://oaj.fupress.net/index.php/formare/article/view/3651>
- Fiorentini, C., Aquilini, E., Colombi, D., & Testoni, A. (2007). *Leggere il mondo oltre le apparenze. Per una didattica dei concetti fondamentali della chimica*. Roma: Armando.
- Frederik, I., Van Der Valk, T., Leite, L., & Thorén, I. (1999). Pre-service physics teachers and conceptual difficulties on temperature and heat. *European Journal of Teacher Education*, 22(1), 61–74.
- Friedrichsen, P. J., Abell, S. K., Pareja, E. M., Brown, P. L., Lankford, D. M., & Volkman, M. J. (2009). Does Teaching Experience Matter? Examining Biology Teachers' Prior Knowledge for Teaching in an Alternative Certification Program. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 357–383.
- Gagliardi, M., & Giordano, E. (2014). *Metodi e strumenti per l'insegnamento e l'apprendimento della fisica*. Napoli: EdiSES srl.

- Gardner, H. (2001). *Educare al comprendere. Stereotipi infantili e apprendimento scolastico*. Milano: Feltrinelli.
- Gaudin, C., & Chaliès, S. (2012). L'utilisation de la vidéo dans la formation professionnelle des enseignants novices. *Revue française de pédagogie*, 178, 115–130.
- Gaudin, C., & Chaliès, S. (2015). Video viewing in teacher education and professional development: A literature review. *Educational research review*, 16, 41–67.
- Giannetto, E., Tarsitani, C., & Vicentini Missoni, M. (1995). Note sulle relazioni tra epistemologia, storia e didattica della scienza dal punto di vista della ricerca sulle “rappresentazioni mentali”. *La Fisica nella Scuola*, quad. 5, suppl. al n. 2, 36–49.
- Giannetto, E. (2023). *Il primo libro di Fisica*. Brescia: Morcelliana.
- Gola, G. (2021). *Video-Analisi. Metodi, prospettive e strumenti per la ricerca educativa*. Milano: FrancoAngeli.
- Goodwin, C. (1994). Professional vision. *American Anthropologist*, 96(3), 606–633.
- Grion, V. (2008). *Insegnanti e formazione: realtà e prospettive*. Roma: Carocci.
- Guasti, L., & Granelli, M. A. (2001). *Le situazioni di apprendimento. Epistemologia e didattica nelle opere di Angelo Pescharini*. Firenze: Le Monnier.
- Hand, V. (2012). Seeing culture and power in mathematical learning: Toward a model of equitable instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 80(1), 233–247.
- Hatch, T., & Grossman, P. (2009). Learning to look beyond the boundaries of representation: Using technology to examine teaching (Overview for a digital exhibition: Learning from the practice of teaching). *Journal of Teacher Education*, 60(1), 70–85.
- Hill, H. C., Ball, D. L., & Schilling, S. G. (2008) Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39(4), 372–400.
- Jacobs, V. R., Lamb, L. L., & Philipp, R. A. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for research in mathematics education*, 41(2), 169–202.
- Kang, H., & Anderson, C. W. (2015). Supporting preservice science teachers' ability to attend and respond to student thinking by design. *Science Education*, 99(5), 863–895.
- Kellner, E., Gullberg, A., Attorps, I., Thorén, I., & Tärneberg, R. (2011). Prospective teachers' initial conceptions about pupils' difficulties in science and mathematics: A potential resource in teacher education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(4), 843–866.
- Kellogg, M., & Kersaint, G. (2004). Creating a vision for the Standards using online videos in an elementary mathematics methods course. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 4(1), 23–34.

- Kersting, N. B., Givvin, K. B., Sotelo, F. L., & Stigler, J. W. (2010). Teachers' analyses of classroom video predict student learning of mathematics: Further explorations of a novel measure of teacher knowledge. *Journal of Teacher Education*, 61(1–2), 172–181.
- Kersting, N. B., Givvin, K. B., Thompson, B. J., Santagata, R., & Stigler, J. W. (2012). Measuring usable knowledge: Teachers' analyses of mathematics classroom videos predict teaching quality and student learning. *American Educational Research Journal*, 49(3), 568–589.
- Kersting, N. B., Sutton, T., Kalinec-Craig, C., Stoehr, K. J., Heshmati, S., Lozano, G., & Stigler, J. W. (2016). Further exploration of the classroom video analysis (CVA) instrument as a measure of usable knowledge for teaching mathematics: taking a knowledge system perspective. *ZDM Mathematics Education*, 48, 97–109.
- Kind, V. (2009a). Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169–204.
- Kind, V. (2009b). A conflict in your head: An exploration of trainees' subject matter knowledge development and its impact on teacher self-confidence. *International Journal of Science Education*, 31(11), 1529–1562.
- Kind, V. (2017). Development of Evidence-based, Student-learning-oriented Rubrics for Pre-service Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *International Journal of Science Education*, 41(7), 911–943.
- Koyunlu Ünlü, Z., & Dökme, İ. (2022). A systematic review of 5E model in science education: proposing a skill-based STEM instructional model within the 21-st century skills. *International Journal of Science Education*, 44(13), 2110–2130.
- Lam, D. S. H., & Chan, K. K. H. (2020). Characterising pre-service secondary science teachers' noticing of different forms of evidence of student thinking. *International Journal of Science Education*, 42(4), 576–597.
- Laneve, C. (2005). *La didattica fra teoria e pratica*. Brescia: La Scuola.
- Leone, M. (2020). *Insegnare e apprendere fisica nella scuola dell'infanzia e primaria*. Milano: Mondadori Education.
- Ligorio, M. B., & Pontecorvo, C. (2010). *La scuola come contesto. Prospettive psicologico-culturali*. Roma: Carrocci.
- Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. (Eds.) (2004). *Internet Environments for Science Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Llewellyn, D. (2013). *Inquire within: Implementing inquiry-and argument-based science standards in grades 3-8 (3rd Edition)*. Thousand Oaks, CA: Corwin press.
- Magni, F. (2019). *Formazione iniziale e reclutamento degli insegnanti in Italia. Percorso storico e prospettive pedagogiche*. Roma: Studium.

- Mangione, G. R., & Rosa, A. (2017). Professional vision e il peer to peer nel percorso Neoassunti. L'uso del video per l'analisi della pratica del docente in classe. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, 17(1), 120–143.
Retrieved from <https://oaj.fupress.net/index.php/formare/article/view/3652>
- Mantovani, S. (2004). La relazione insegnante-bambino nel contesto istituzionale. In E. Nigris (a cura di) *La formazione degli insegnanti. Percorsi, strumenti, valutazione* (pp. 27–36). Roma: Carrocci.
- Mason, J. (2002). *Researching your own practice. The discipline of noticing*. London: Routledge-Falmer Press.
- MIUR (2018). *Indicazioni nazionali e nuovi scenari*. (Nota n. 3645/18).
- Maritain, J. (1973). *L'educazione al bivio*. Brescia: La Scuola.
- Martini, B. (2000). *Didattiche disciplinari. Aspetti teorici e metodologici*. Bologna: Pitagora.
- Martini, B. (2018). La dialettica sapere formale/sapere della pratica alla luce della dialettica sapere/sapere insegnare. *MeTis – Mondi educativi. Temi indagati suggerimenti*, 8(2), 50–67. Retrieved from <https://www.metisjournal.it/index.php/metis/article/view/183/145>
- Marzano, A. (2013). *L'azione di insegnamento per lo sviluppo di competenze*. Lecce: Pensa.
- Marzano, A. (2022). Un modello di formazione per lo sviluppo professionale degli insegnanti. *Formazione & Insegnamento*, 20(3), 560–573.
- Merriam, S. B. (2002). *Qualitative research in practice: Examples for discussion and analysis*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative research: A guide to design and implementation (4th Edition)*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- Michellini, M., Santi, L., & Stefanel, A. (2015). La formazione degli insegnanti in fisica come sfida di ricerca: problematiche, modelli, pratiche. *Giornale Italiano della Ricerca Educativa*, 14, 191–207. Retrieved from <https://ojs.pensamultimedia.it/index.php/sird/article/view/1596>
- MPI - Ministero della Pubblica Istruzione (2007). *Indicazioni nazionali per il curricolo per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo di istruzione*, DM del 31 luglio 2007.
- MIUR - Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (2012). *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione*, DM 254 del 16 novembre 2012.
- MIUR - Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (2018). *Indicazioni nazionali e nuovi scenari*, Nota n. 3645 del 1° marzo 2018.
- Montalbetti, K. (2005). *La pratica riflessiva come ricerca educativa dell'insegnante*. Milano: Vita e Pensiero.

- Mortari, L. (2009). *Ricerzare e riflettere. La formazione del docente professionista*. Roma: Carrocci.
- NCATE - National Council for Accreditation of Teacher Education (2008). *Professional standards for the accreditation of teacher preparation institutions*. Washington, DC: National Council for Accreditation of Teacher Education.
- NRC - National Research Council (1996). *The national science education standards*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NRC - National Research Council (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NRC - National Research Council (2007). *Taking Science to School. Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NRC - National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nigris, E. (a cura di) (2004). *La formazione degli insegnanti. Percorsi, strumenti, valutazione*. Roma: Carrocci.
- Nigris, E. (2018a). Apprendere per insegnare: il progetto pilota di formazione didattica ai docenti dell'Università Bicocca. *Form@re - Open Journal per la formazione in Rete*, 18(1), 53–66. Retrieved from <https://oaj.fupress.net/index.php/formare/article/view/3716>
- Nigris, E. (2018b). L'evoluzione della ricerca pedagogico-didattica fra teoria e pratica. Quali i ruoli e quali i compiti di ricercatori e insegnanti nella ricerca-formazione? In G. Asquini, *La Ricerca-Formazione. Temi, esperienze, prospettive* (pp. 27–41). Milano: FrancoAngeli.
- Notti, A. M. (2012). *La ricerca empirica in educazione. Metodi, tecniche e strumenti*. Lecce: Pensa.
- Notti, A. M., & Ferrantino, C. (2019). Ricerca educativa e qualità della scuola. In G. Domenici, V. Biasi, *Atteggiamento scientifico e formazione dei docenti* (pp. 179–188). Milano: Franco Angeli.
- Nuzzaci, A. (2011). Pratiche riflessive, riflessività e insegnamento. *Studium Educationis*, 12(3), 9-27.
- OECD (2019). *Education at a Glance 2019: OECD Indicators*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/f8d7880d-en> [13-04-2023]
- Pagani, V. (2020). *Dare voce ai dati. L'analisi dei dati testuali nella ricerca educativa*. Parma: Spaggiari-Junior.
- Pagliara, S., Appiani, E., & Leonardi, L. (in press). Temperatura e calore nella scuola primaria: un percorso a spirale basato sull'Inquiry. *La Fisica nella Scuola*.

- Paquay, L., Altet, M., Charlier, É., & Perrenoud, P. (2006). *Formare gli insegnanti professionisti. Quali strategie? Quali competenze?* Roma: Armando (ed. orig. 1996).
- Pascarella, M. (2020). La formazione dei docenti come chiave per una scuola capace di trasformare la realtà. In M. Baldacci, E. Nigris, M. G. Riva (a cura di), *Idee per la formazione degli insegnanti* (pp. 117–130). Milano: FrancoAngeli.
- Pascucci, A., & Zanetti, S. (2010). L'IBSE (Inquiry Based Science Education) e il piano ISS nel panorama internazionale dell'educazione scientifica. In *Il Piano Insegnare Scienze Sperimentali*, Annali della Pubblica Istruzione (Vol. 5, pp. 278–289). Firenze: Le Monnier.
- Pastori, G. (2017). *In ricerca. Prospettive e strumenti per educatori e insegnanti*. Parma: Spaggiari-Junior.
- Pedone, F., & Ferrara, G. (2014). La formazione iniziale degli insegnanti attraverso la pratica del microteaching. *Giornale Italiano della Ricerca Educativa*, (13), 85–98. Retrieved from <https://ojs.pensamultimedia.it/index.php/sird/article/view/1096>
- Pellerey, M. (2004). *Le competenze individuali e il Portfolio*. Progettare la scuola; 34. Professione docente. Milano: La Nuova Italia.
- Pellerey, M. (2016). Orientamento come potenziamento della persona umana in vista della sua occupabilità: il ruolo delle soft skills, o competenze professionali personali generali. *Rassegna Cnos*, 32(1), 41–50.
- Perla, L. (2010). *Didattica dell'implicito. Ciò che l'insegnante non sa*. Brescia: La Scuola
- Perla, L. (2013). Pratica. In G. Bertagna e P. Triani (eds.), *Dizionario di didattica* (pp. 297–308). Brescia: La Scuola.
- Perla, L., Vinci, V., & Tamborra, V. (2016). Il dispositivo tecnologico per lo sviluppo professionale dell'insegnante specializzato. Indagine esplorativa con i docenti esuberanti frequentanti un corso di riconversione di sostegno In L. Perla (a cura di) Atti convegno *La professionalità degli insegnanti: la ricerca e le pratiche* (pp. 148–149). Lecce: Pensa.
- Perla, L., & Martini, B. (2019) (a cura di). *Professione insegnante. Idee e modelli di formazione*. Milano: FrancoAngeli.
- Perla, L., & Vinci, V. (2021). La formazione dell'insegnante attraverso la ricerca. Un modello interpretativo a partire dalla didattica dell'implicito. *Annali online della Didattica e della Formazione Docente*, 13(21), 38–67.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission. Retrieved from: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>
- Roletto, E. (2005). *La scuola dell'apprendimento. Didattiche disciplinari, modelli e applicazioni operative*. Trento: Erickson.

- Rossi, P. G. (2011). *Didattica enattiva. Complessità, teorie dell'azione, professionalità docente*. Milano: FrancoAngeli.
- Rossini, V. (2022). Maestri di se stessi: Sviluppo professionale e formazione continua nella scuola dell'infanzia e primaria. In M. Fiorucci e E. Zizioli (a cura di), *Atti convegno Siped La formazione degli insegnanti: problemi, prospettive e proposte per una scuola di qualità e aperta a tutti e a tutte* (pp. 385–388). Lecce: Pensa.
- Salatin, A. (2015). La valutazione degli insegnanti: modelli e pratiche europee. In L. Galliani (ed.), *L'agire valutativo. Manuale per docenti e formatori* (pp. 313–327). Brescia: La Scuola.
- Sandrone, G. (2013). Competenza. In G. Bertagna e P. Triani (eds.), *Dizionario di didattica* (pp. 73–94). Brescia: La Scuola.
- Santagata, R., Zannoni, C., & Stigler, J. W. (2007). The role of lesson analysis in pre-service teacher education: An empirical investigation of teacher learning from a virtual video-based field experience. *Journal of mathematics teacher education*, *10*, 123–140.
- Santagata, R. (2009). Designing video-based professional development for mathematics teachers in low-performing schools. *Journal of Teacher Education*, *60*(1), 38–51.
- Santagata, R., & Angelici, G. (2010). Studying the impact of the lesson analysis framework on pre-service teachers' ability to reflect on videos of classroom teaching. *Journal of Teacher Education*, *61*(4), 339–349.
- Santagata, R., & van Es, E. A. (2010). Disciplined analysis of mathematics teaching as a routine of practice. *AMTE Monograph*, *7*, 109–123.
- Santagata, R. (2010). L'analisi sistematica di lezioni videoregistrate. Un modello per la formazione degli insegnanti. *Psicologia e scuola*, 11–16.
- Santagata, R., & Guarino, J. (2011). Using video to teach future teachers to learn from teaching. *ZDM Mathematics Education*, *43*, 1, 133–145.
- Santagata, R. (2012). Un modello per l'utilizzo del video nella formazione professionale degli insegnanti. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, *12*(79), 58–63. Retrieved from <https://oaj.fupress.net/index.php/formare/article/view/3418>
- Santagata, R., & Stürmer, K. (2014). Video-educazione: nuovi scenari per la formazione degli insegnanti. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, *14*(2), 4–6. Retrieved from <https://oaj.fupress.net/index.php/formare/article/view/3489>
- Santagata, R., & Yeh, C. (2016). The role of perception, interpretation, and decision making in the development of beginning teachers' competence. *ZDM Mathematics Education*, *48*, 153–165.
- Santagata, R., Yeh, C., & Mercado, J. (2018). Preparing elementary school teachers to learn from teaching: A comparison of two approaches to mathematics methods instruction. *Journal of the Learning Sciences*, *27*(3), 474–516.

- Schoenfeld, A. H. (2011) *How we think: a theory of goal-orientated decision making and its educational applications*. New York: Routledge.
- Schön, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner*. San Francisco CA: Jossey-Bass Inc.
- Schön, D. A. (1993). *Il professionista riflessivo: per una nuova epistemologia della pratica professionale*. Bari: Dedalo.
- Seago, N., Mumme, J., & Branca, N. (2004). *Video Cases for Mathematics Professional Development*, 6–10. Ports mouth, NH: Heinemann.
- Seidel, T., & Stürmer, K. (2014). Modeling and measuring the structure of professional vision in preservice teachers. *American Educational Research Journal*, 51(4), 739–771.
- Semeraro, R. (2011). L'analisi qualitativa dei dati di ricerca in educazione. *Giornale Italiano della Ricerca Educativa*, 7, 97–106.
- Retrieved from <https://ojs.pensamultimedia.it/index.php/sird/article/view/267>
- She, J., & Chan, K. K. H. (2022). Situated and dynamic versus declarative and static forms of pedagogical content knowledge: An evaluation of the differences in test reactions and performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 1–40.
- Sherin, M. G. (2001). Developing a professional vision of classroom events: Teaching elementary school mathematics. In T. Wood, B. S. Nelson, & J. Warfield (Eds.) *Beyond classical pedagogy: Teaching elementary school mathematics* (pp. 75–93). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Sherin, M. G. S., & van Es, E. A. (2003). A new lens on teaching: Learning to notice. *Mathematics teaching in the middle school*, 9(2), 92–95.
- Sherin, M. G., Russ, R. S., Sherin, B. L., & Colestock, A. (2008). Professional Vision in Action: An Exploratory Study. *Issues in Teacher Education*, 17(2), 27–46.
- Sherin, M. G. S., & van Es, E. A. (2009). Effects of video club participation on teachers' professional vision. *Journal of teacher education*, 60(1), 20–37.
- Sherin, M. G., Jacobs, V. R., & Philipp, R. A. (2011). Situating the study of teacher noticing. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs & R. A. Philipp (Eds). *Mathematics Teacher Noticing. Seeing Through Teachers' Eyes* (pp. 3–13). New York: Routledge.
- Sciarretta, M. R., Stilli, R., & Vicentini Missoni, M. (1990). Le proprietà termiche della materia. I – Nozioni di senso comune di studenti ed insegnanti. *La Fisica nella Scuola*, XXIII(1), 18–24.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform, *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Sorzio, P. (2005). *La ricerca qualitativa in educazione*. Roma: Carocci.

- Star, J. R., & Strickland, S. K. (2008). Learning to observe: Using video to improve preservice mathematics teachers' ability to notice. *Journal of mathematics teacher education*, 11(2), 107–125.
- Stigler, J. W., Gallimore, R., & Hiebert, J. (2000). Using video surveys to compare classrooms and teaching across cultures: Examples and lessons from the TIMSS video studies. *Educational Psychologist*, 35(2), 87–100.
- Stockero, S. L. (2008). Using a video-based curriculum to develop a reflective stance in prospective mathematics teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(5), 373–394.
- Sun, J., & Van Es, E. A. (2015). An exploratory study of the influence that analyzing teaching has on preservice teachers' classroom practice. *Journal of teacher education*, 66(3), 201–214.
- Tammaro, R., Calenda, M., & Ferrantino, C. (2016). Competenze metodologiche e sviluppo professionale degli insegnanti della scuola dell'infanzia e primaria: un'esperienza di formazione in servizio. *Formazione & Insegnamento*, 14(3), 335–352.
- Tammaro, R., & Ferrantino, C. (2022). Quali professionalità per i docenti della scuola primaria?. *Pedagogia oggi*, 20(1), 243–248.
- Tiberghien, A. (1986). Rassegna critica sulle ricerche che tendono a chiarire il significato dei concetti di calore e temperatura per gli allievi dai 10 ai 16 anni. *La Fisica nella Scuola*, XIX(2).
- Tombolato, M. (2016). Il costrutto di ostacolo epistemologico per un'interpretazione in chiave didattica del rapporto fra conoscenza ingenua e conoscenza formale in fisica. *Pedagogia più didattica. Teorie e pratiche educative*, 2(1).
- Tombolato, M. (2020). *La conoscenza della conoscenza scientifica. Problemi didattici*. Milano: FrancoAngeli.
- Triani, P. (2013). Metodo. In G. Bertagna e P. Triani (eds.), *Dizionario di didattica* (pp. 259–269). Brescia: La Scuola.
- Triani, P. (2017). Introduzione. In G. Biraghi (a cura di), *Cesare Scurati. L'innovazione nella scuola per la formazione degli insegnanti* (pp. 5–10). Brescia: Morcelliana.
- Trincherò, R. (2002). *Manuale di ricerca educativa*. Milano: Franco Angeli.
- Trincherò, R. (2014). Five research principles to overcome the dualism quantitative-qualitative. *EDUCATION SCIENCES & SOCIETY*, 5(1), 45–65.
- Trincherò, R. (2019). Mixed method. In L. Mortari e L. Ghirotto, *Metodi per la ricerca educativa* (pp. 245–286). Roma: Carocci.
- Trincherò, R. (2022). Formare insegnanti efficaci. Quali istanze della ricerca? In M. Fiorucci e E. Zizioli (a cura di), *Atti convegno Siped La formazione degli insegnanti: problemi, prospettive e proposte per una scuola di qualità e aperta a tutti e a tutte* (pp. 149–152). Lecce: Pensa.

UNESCO (2006). *Teachers and Educational Quality: Monitoring Global Needs for 2015*. Montreal: UNESCO Institute for Statistics.

https://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/teachers-and-educational-quality-monitoring-global-needs-for-2015-en_0.pdf [10-04-2023]

van Driel, J. H., & Abell, S. K. (2010). Science teacher education. In P. Peterson, E. Baker, & B. McGaw (Eds.), *International encyclopedia of education* (3rd ed., pp. 712–718). Oxford: Elsevier.

van Driel, J. H., Berry, A., & Meirink, J. A. (2014). Research on Science Teacher Knowledge. In N. G. Lederman and S. K. Abell, *Handbook of Research on Science Education* (pp. 848–870). New York: Routledge.

van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2002). Learning to notice: Scaffolding new teachers' interpretations of classroom interactions. *Journal of technology and teacher education*, 10(4), 571–596.

van Es, E. A. (2011). A framework for learning to notice student thinking. In M. G. Sherin, V. R. Jacobs & R. A. Philipp (Eds). *Mathematics Teacher Noticing. Seeing Through Teachers' Eyes* (pp. 164–181). New York: Routledge.

van Es, E. A., & Santagata, R. (2016). Using Video to Work with Teachers on Noticing and Responding to Student Thinking. *Travail et Apprentissages*, 17(1), 188–208.

van Es, E. A., Cashen, M., Barnhart, T., & Auger, A. (2017). Learning to notice mathematics instruction: Using video to develop preservice teachers' vision of ambitious pedagogy. *Cognition and Instruction*, 35(3), 165–187.

Vannini, I. (2018). Introduzione. Fare ricerca educativa per promuovere la professionalità docente. Il “qui ed ora” del Centro CRESPI. In G. Asquini, *La Ricerca-Formazione. Temi, esperienze, prospettive* (pp. 13–24). Milano: FrancoAngeli.

Vannini, I. (2019). Ricerca empirico-sperimentale e Ricerca-Formazione. Interrogativi e possibilità per la professionalità dell'insegnante. In G. Domenici e V. Biasi, *Atteggiamento scientifico e formazione dei docenti* (pp. 110–117). Milano: FrancoAngeli.

Vargas-Neira, S. D., Bernal-Ballén, A., & Briceño-Martínez, J. J. (2022). Teacher Professional Development with PCK in Science Teachers: A Systematic Literature Review. *Journal of Positive School Psychology*, 6(7), 1306–1311.

Vondrová, N. (2018). The effect of a video-based intervention on the knowledge-based reasoning of future mathematics teachers. In G. Kaiser et al. (eds.), *Invited lectures from the 13th International Congress on Mathematical Education* (pp. 699–717). Springer International Publishing.

Walkoe, J., Sherin, M., & Elby, A. (2020). Video tagging as a window into teacher noticing. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 23(4), 385–405.

Wiles, R., Prosser, J., Bagnoli, A., Clark, A., Davies, K., Holland, S., & Renold, E. (2008). *Visual ethics: Ethical issues in visual research*. National Center for Research Method Review, 011.

Zambrano, M. (2008). *Per l'amore e per la libertà. Scritti sulla filosofia e sull'educazione*. Genova-Milano: Marietti (ed. or. *Filosofía y Educación. Manuscritos*, Fundación María Zambrano, Málaga 2007).