

Exploring pre-service primary teachers' professional knowledge for teaching science: a qualitative study

Esplorare la conoscenza professionale dei docenti pre-servizio di scuola primaria: uno studio qualitativo nella didattica delle scienze

Elisa Appiani

Catholic University of the Sacred Heart, Brescia (Italy)

Katia Montalbetti

Catholic University of the Sacred Heart, Milan (Italy)

OPEN ACCESS

Double blind peer review

Citation: Appiani, E., & Montalbetti, K. (2025). Exploring pre-service primary teachers' professional knowledge for teaching science: a qualitative study. *Italian Journal of Educational Research*, S.I., 40-52. <https://doi.org/10.7346/sird-152025-p40>

Copyright: © 2025 Author(s). This is an open access, peer-reviewed article published by Pensa Multimedia and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited. IJEDuR is the official journal of Italian Society of Educational Research (www.sird.it).

Received: July 29, 2025

Accepted: December 7, 2025

Published: December 20, 2025

Pensa MultiMedia / ISSN 2038-9744

<https://doi.org/10.7346/sird-152025-p40>

Abstract

This study investigates specific dimensions of the professional knowledge of pre-service primary school teachers in the domain of science education, employing a predominantly qualitative research design. The theoretical framework draws upon two foundational constructs in educational research: *Pedagogical content knowledge* (PCK) (Shulman, 1986; 1987) and *Professional vision* (Goodwin, 1994). To date, much of the international literature has focused on the nature of PCK among in-service science teachers, particularly at the secondary level. These studies have predominantly investigated relatively "static" aspects of professional knowledge, often using interviews, surveys, and standardized instruments administered in artificial or decontextualized teaching scenarios. By contrast, limited empirical attention has been devoted to the knowledge that teachers mobilize when interpreting authentic classroom learning situations. Addressing this gap, the present research explores the "dynamic" dimensions of PCK with particular attention to the pedagogical reasoning processes that inform instructional decision-making. Methodologically, the study employs video-based reflection as a tool to elicit participants' interpretative practices and to identify forms of *Usable knowledge* (Kersting et al., 2012) within the initial professional knowledge of pre-service primary school teachers. Findings indicate that the various components of PCK remain only partially integrated within the initial professional knowledge of pre-service teachers in science education. These results underscore the need for teacher education programs to engage future teachers in systematic, practice-based reflection and analysis of classroom interactions, to foster the development of a more coherent and actionable professional knowledge system.

Keywords: pre-service teachers' knowledge; primary science education; PCK; professional vision.

Riassunto

Il contributo si propone di esplorare e caratterizzare, attraverso una ricerca prevalentemente qualitativa, alcune dimensioni della conoscenza professionale dei docenti pre-servizio di scuola primaria nell'ambito dell'insegnamento delle scienze, intrecciando due costrutti pedagogici fondamentali presenti in letteratura: **Pedagogical content knowledge** (PCK) (Shulman, 1986; 1987) e **Professional vision** (Goodwin, 1994). La maggior parte dei ricercatori, a livello internazionale, ha approfondito lo studio della natura della PCK nel caso di insegnanti di scienze in servizio nella scuola secondaria. Molti di questi studi hanno utilizzato interviste, test e questionari per indagare gli aspetti relativamente più "statici" della PCK degli insegnanti in contesti didattici semplificati, lontani da situazioni concrete d'aula. Poche ricerche, invece, hanno preso in considerazione la conoscenza professionale che i docenti attivano analizzando reali situazioni di apprendimento in classe. Questo lavoro, pertanto, ha inteso esplorare gli aspetti più "dinamici" della PCK dei docenti, alla base del ragionamento pedagogico messo in atto durante il processo di insegnamento. Utilizzando il video come strumento per stimolare la riflessione si è cercato di caratterizzare la natura di alcune forme di **Usable knowledge** (Kersting et al., 2012) nell'ambito della conoscenza professionale iniziale degli insegnanti pre-servizio di scuola primaria. I risultati mostrano che le varie componenti della PCK risultano solo parzialmente integrate nella conoscenza professionale iniziale per l'insegnamento delle scienze e suggeriscono potenziali piste di lavoro da implementare nella formazione a livello universitario dei futuri insegnanti di scuola primaria.

Parole chiave: sapere professionale insegnanti pre-servizio; didattica delle scienze scuola primaria; PCK; visione professionale.

Credit author statement

L'architettura complessiva del contributo è stata elaborata congiuntamente dalle Autrici alle quali sono da attribuire, sul piano redazionale, introduzione e conclusione; i paragrafi 2, 3 e 4 sono da attribuire a Elisa Appiani.

1. Introduzione

Il dibattito internazionale individua nella qualità della 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 (UNESCO, 2006; Mortari, 2009; Eurydice, 2015; 2022; OECD 2019; Consiglio Europeo 2020). La natura dell'agire del docente trova la sua radice primaria nella trasposizione didattica del sapere scientifico agli studenti. Questa azione peculiare dell'insegnante è un'attività estremamente complessa alla cui base vi è una forma specifica di conoscenza professionale; perché l'insegnamento sia efficace e produca nei discenti apprendimenti significativi viene richiesto al docente di possedere un *corpus* specializzato di saperi che trascendono la "sola" conoscenza del contenuto (Shulman, 1986; 1987; Sherin et al., 2008; Kersting et al., 2016; Carlson & Daehler, 2019). La costruzione del sapere professionale degli insegnanti costituisce pertanto una problematica di ricerca pedagogica estremamente attuale e, nello stesso tempo, particolarmente difficile da indagare (Vannini, 2018).

Risultati apprezzabili di apprendimento negli studenti si possono ottenere solo col concorso dell'agire didattico di un corpo di docenti altamente qualificati; è fondamentale quindi che l'Università, sin dal momento della formazione iniziale, possa offrire solide competenze per la pratica ai futuri docenti, in particolare di scuola primaria, con l'obiettivo di perseguire quel miglioramento della qualità dell'insegnamento di cui il sistema scolastico italiano necessita. I report nazionali relativi alle ultime indagini internazionali PISA (INVALSI, 2019; 2024), infatti, hanno messo in evidenza le difficoltà degli alunni, che hanno da poco terminato il primo ciclo dell'istruzione, nel raggiungere un adeguato livello di competenza soprattutto in ambito scientifico, attestando i risultati riferiti alla *Science literacy* significativamente al di sotto della media OCSE.

2. Framework teorico

Il punto di partenza di ogni riflessione sull'insegnamento è il riconoscimento del ruolo chiave dei docenti come professionalità strategiche per il miglioramento dei sistemi scolastici e della conoscenza professionale dell'insegnante quale elemento fondamentale della *Teacher expertise* (Kersting et al., 2016). 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. Con gli studi dello psicologo dell'educazione Lee 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 e il cosiddetto *Teacher thinking*, con la creazione di diversi costrutti che intesero modellizzarlo (Perla & Martini, 2019). Queste teorie hanno portato alla nascita dei modelli della *Pedagogical content knowledge* (Shulman, 1986; 1987) e della *Professional vision* (Goodwin, 1994) 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.

Sin dalla sua origine il costrutto della PCK ha fortemente permeato la letteratura internazionale che riguarda l'educazione scientifica (Abell, 2007); rispetto alla versione originaria di Shulman, tuttavia, la struttura di base della PCK è stata oggetto nel tempo di varie ridefinizioni e concettualizzazioni (Kind, 2009). Nel campo della ricerca sulla formazione degli insegnanti di scienze, il costrutto più recente, denominato *Refined consensus model* (RCM) della PCK (Carlson & Daehler, 2019), rappresenta l'ultimo sforzo dei ricercatori nel cercare di proporre un modello unificato per la conoscenza professionale dei docenti. Tale costrutto comprende tre concettualizzazioni distinte, ma continuamente interagenti e in dialogo tra loro: PCK collettiva (*collective*, cPCK), personale (*personal*, pPCK) e messa 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 domini della PCK, sottolineando anche che il contesto in cui l'insegnante lavora può influenzare notevolmente l'insegnamento e l'apprendimento (Carlson & Daehler, 2019). Il cuore del RCM è costituito dall'ePCK, che rappresenta uno degli aspetti più complessi del modello che questo lavoro di ricerca ha voluto indagare; essa è costituita dalla conoscenza specifica e dalle abilità che un insegnante attiva nel

ciclo del *pedagogical reasoning and action*, costituito dalle azioni del *planning*, *teaching*, *reflecting*, durante una lezione specifica, in un determinato contesto, con un particolare studente o gruppo di allievi, con l'obiettivo di far apprendere un contenuto, insieme di concetti o aspetto della disciplina (Carlson & Daehler, 2019). Quindi, la trasformazione del sapere scientifico in sapere scolastico viene messa in atto secondo il modello RCM proprio attraverso l'ePCK dell'insegnante, nello specifico evento di insegnamento. In questo dominio della PCK emerge la differenza tra gli insegnanti novizi, i quali ne hanno una padronanza superficiale, ed esperti, mostrando come la PCK sia una forma di conoscenza profondamente specializzata, molto più della conoscenza esperta della materia, e come essa possa evolvere nel tempo mentre il docente acquisisce sempre maggiore esperienza (Perla & Martini, 2019).

Un altro contributo di particolare rilievo nella letteratura internazionale relativa alla conoscenza professionale docente proviene dal settore della didattica della matematica, nel quale ha assunto un ruolo centrale il costrutto della *Professional vision*. Questa espressione si sviluppa a partire dagli studi in ambito archeologico dell'antropologo e linguista Charles Goodwin, il quale nel 1994 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. La *Professional vision* di un insegnante consiste nella capacità di notare e interpretare le caratteristiche più rilevanti delle attività in aula (Sherin, 2001) e ciò costituisce un elemento fondamentale della professionalità.

Numerosi autori, nel tempo, hanno messo in evidenza diverse dimensioni della *Professional vision*, in particolare: il *noticing*, il *reasoning* e il *responding/making decisions* (Sherin, 2001; Jacobs, Lamb & Philipp, 2010; van Es, 2011; Santagata & Guarino, 2011; van Es et al., 2017; Walkoe, Sherin & Elby, 2020; Lam & Chan, 2020; Chan, 2021; Santagata, 2024) e, recentemente, anche lo *shaping* (van Es & Sherin, 2021; 2025). Il *Teacher noticing*, nell'ambito della visione professionale degli insegnanti, è particolarmente importante perché non costituisce un'attività accessoria bensì è un insieme di azioni che definiscono la professionalità, facendo parte dei processi cognitivi messi in atto dagli insegnanti. Tutti i docenti, infatti, osservano e notano costantemente ciò che avviene in aula mentre stanno insegnando, ma ciò che è importante sottolineare è che il loro sistema di credenze, 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. Nella ricerca empirica che verrà presentata si è voluto investigare l'intreccio tra questi due principali costrutti che caratterizzano la conoscenza professionale dell'insegnante in ambito scientifico, in particolare nel contesto della formazione iniziale dei futuri docenti di scuola primaria.

3. Metodo

L'insegnamento in ambito scientifico richiede un sistema di conoscenze molto specializzato; in diversi studi i ricercatori hanno messo in evidenza l'importanza di caratterizzare la cosiddetta *Incoming teacher knowledge* che gli insegnanti pre-servizio (*Pre-service teachers*, PSTs) portano con sé nel contesto della formazione iniziale, focalizzandosi tuttavia sugli aspetti più statici della PCK dei PSTs (Chan, 2021). In questo lavoro di ricerca, invece, si è cercato di esplorare la natura di alcune forme di *Usable knowledge*, concettualizzazione che si può ricondurre all'ePCK 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 episodi autentici di apprendimento in classe che del processo educativo messo in atto nel momento in cui gli insegnanti prendono decisioni (Kersting et al., 2012). La ricerca empirica che è stata realizzata ha inteso caratterizzare inizialmente le abilità di *noticing* dei PSTs ancora in formazione; attraverso lo strumento della videoanalisi, utilizzato come dispositivo per stimolare la riflessione, si è cercato di indagare la capacità dei PSTs di prestare attenzione a episodi significativi che avvengono in aula, riflettere su questi eventi e prendere decisioni sulla base dell'analisi e delle osservazioni effettuate. Successivamente si è cercato di ampliare lo sguardo di analisi per indagare anche alcune basi della conoscenza professionale legate all'ePCK: le dimensioni della conoscenza del pensiero degli studenti (KSU – *Knowledge of students' understanding*) e della conoscenza delle strategie didattiche e delle rappresentazioni utili per insegnare un determinato argomento (KISR – *Knowledge of the instructional strategies and representations*) (Carlson & Daehler, 2019; Chan, 2021).

La mancanza di video in lingua italiana che consentissero di indagare la conoscenza professionale iniziale

dei PSTs di scuola primaria in contesti d'aula autentici ha reso necessaria una fase propedeutica alla sperimentazione. Questa è stata realizzata in collaborazione con una scuola primaria di Brescia, l'Istituto "C. Arici", in cui è stato proposto agli alunni, in collaborazione con le insegnanti, un percorso didattico verticale basato sull'IBSE, in particolare secondo il modello delle 5E (Bybee et al., 2006), sulle grandezze fisiche temperatura e calore e i relativi meccanismi di propagazione. Durante questo progetto sono stati raccolti diversi materiali direttamente in classe, tra i quali è stata successivamente selezionata una *clip* video particolarmente ricca in termini di interazione tra insegnante e studenti e di pensiero degli alunni (pre-concezioni, teorie ingenuie, etc.), adatta per attivare la *Usable knowledge* dei partecipanti.

3.1 Partecipanti e contesto

Nella sperimentazione sono stati coinvolti, al termine del corso di Fisica sperimentale, 59 studenti-insegnanti (F=57; M=2) del quinto anno del corso di laurea in Scienze della formazione primaria dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Brescia nell'anno accademico 2021–22. La maggior parte dei partecipanti (51) ha dichiarato di provenire da percorsi di istruzione secondaria di indirizzo non scientifico e di possedere un'esperienza di insegnamento limitata (39 con un massimo di due anni, 57 fino a quattro anni), ragione per cui sono stati considerati PSTs. Si è scelto di proporre la partecipazione alla sperimentazione al termine del corso di Fisica sperimentale perché i PSTs avessero già ripreso, durante il corso stesso, i contenuti trattati nel video che è stato fornito loro per essere analizzato, permettendo così di focalizzare lo studio del sapere professionale dei partecipanti non tanto sulla conoscenza del contenuto (CK), che la letteratura ha già ampiamente dimostrato essere problematica, ma soprattutto sulle altre componenti della PCK, in particolare KSU e KISR. In questo studio si è scelto 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 PSTs che hanno aderito volontariamente alla sperimentazione. Alla base della scelta del campione vi è il fatto che non si trovano nel contesto italiano studi che analizzino il costruito del RCM della PCK o quello del *Teacher noticing* 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 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 principalmente al fine di colmare un *gap* presente nella letteratura, ma anche per il fatto che numerose 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 (NRC, 2007; 2012; Gagliardi & Giordano, 2014) e la costruzione di basi cognitive e concettuali solide a supporto dei successivi apprendimenti.

3.2 Domande di ricerca e approccio metodologico

Per esplorare la *Usable knowledge* dei PSTs che hanno partecipato alla ricerca empirica, sono state formulate due domande di ricerca che hanno guidato la raccolta e l'analisi dei dati, in particolare:

- RQ1. Che cosa caratterizza le abilità di *noticing* dei PSTs di scuola primaria?
- RQ2. Quali sono le capacità dei PSTs di scuola primaria di prestare attenzione, dare un senso e decidere come rispondere alle diverse forme di evidenza del pensiero degli studenti?

Il progetto di ricerca che è stato realizzato si colloca fondamentalmente nell'area degli approcci metodologici di tipo qualitativo; tuttavia, in alcuni momenti dell'analisi dei dati vi sono stati anche degli approfondimenti di tipo quantitativo. Si può 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, secondo un paradigma di tipo costruttivista (Merriam & Tisdell, 2015). L'adozione di un approccio

metodologico prevalentemente qualitativo, integrato da alcune analisi di tipo quantitativo, si è rivelata in questo studio uno strumento efficace per approfondire la comprensione della relazione tra insegnamento e apprendimento.

3.3 Piano per la rilevazione dei dati

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 una breve *clip* 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). Nella *clip* proposta, della lunghezza di sette minuti circa, viene ripresa la fase di *Engage* di una lezione sulla propagazione del calore nei fluidi proposta in una classe terza di scuola primaria secondo l'approccio metodologico IBSE; in particolare, viene mostrato il dialogo tra la maestra e gli alunni a seguito della presentazione alla LIM di un'immagine e di una domanda stimolo dell'insegnante. Ai partecipanti alla sperimentazione è stato chiesto di vedere il video e di rispondere alle seguenti domande aperte, selezionate dopo una approfondita revisione della letteratura (in particolare, 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):

- Q1. Indica che cosa noti nel video e spiegate le ragioni.
- Q2. Se tu fossi l'insegnante nel video, come imposteresti la fase successiva della lezione?

I partecipanti hanno avuto una settimana di tempo per vedere il video e rispondere alle domande. Le risposte sono state acquisite e raccolte in un *database* per essere successivamente analizzate in forma completamente anonima.

3.4 Analisi dei dati

Le risposte dei partecipanti sono state analizzate e codificate attraverso due differenti *framework* epistemologici tratti dalla letteratura di riferimento. In particolare, la Q1 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* – analizza le caratteristiche della capacità di *noticing* dei partecipanti secondo 4 livelli: *Baseline*, *Mixed*, *Focused* e *Extended*. Questo *framework* è stato scelto dopo un'attenta revisione della letteratura (in particolare: 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).

Il *framework* utilizzato per l'analisi e la codifica delle risposte alla Q2, è stato anch'esso individuato nella letteratura (in particolare: Alonzo & Kim, 2016; Chan & Hume, 2019; Carlson & Daehler, 2019; Lam & Chan, 2020; Chan, 2021; She & Chan, 2022) e utilizza uno schema di codifica delle risposte a due dimensioni (Chan, 2021). Questo sistema ha permesso di capire se l'insegnante fosse 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*). Nelle risposte è stato considerato se vi fosse un riferimento specifico a quanto detto dagli studenti e se essi fossero in seguito stati coinvolti attivamente o meno nelle attività didattiche scelte e attuate dal docente per proseguire la lezione.

Successivamente all'analisi delle risposte secondo i due *framework* si è indagato 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).

Conclusa questa fase, si è passati a una seconda tecnica di analisi della Q1 più di tipo *bottom up*, l'«analisi quantitativa del contenuto» (Trincherò, 2002, p. 379). Per operare questa seconda tipologia di analisi ci si è avvalsi 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. L'algoritmo impiegato è in grado di convertire dati testuali in forma numerica trasformando parole o frasi in vettori numerici utilizzati per calcolare la similarità o dissimilarità tra punti. Una volta ottenuta la rappresentazione numerica dei dati testuali, l'algoritmo è stato applicato per l'identificazione di *cluster* di punti caratterizzati da elevata affinità semantica, al fine di raggruppare le risposte in insiemi coerenti. A ciascun *cluster* il ricercatore ha in seguito assegnato un'etichetta descrittiva per identificarne il contenuto informativo.

4. Risultati

4.1 Analisi Q1 e Q2

Dall'analisi delle risposte alla Q1 secondo il *framework* proposto (van Es, 2011) sono emersi i seguenti risultati relativi al livello di *noticing* dei partecipanti, riassunti in tabella 1:

Livello 1 – <i>Baseline</i>	38
Livello 2 – <i>Mixed</i>	13
Livello 3 – <i>Focused</i>	8
Livello 4 – <i>Extended</i>	0
Totale	59

Tab. 1: Risultati relativi alla codifica delle risposte alla Q1 secondo il *framework* di van Es (2011)

Nella maggior parte dei casi (38) i partecipanti notano a un livello *Baseline*, ovvero prestano attenzione al comportamento complessivo dell'intera classe vista come gruppo, fornendo impressioni generali su quanto osservato, sulla partecipazione degli alunni e sulle strategie didattiche dell'insegnante (*Teacher pedagogy*), senza fornire evidenze a supporto delle affermazioni fatte. Nel livello *Mixed*, in cui sono state collocate 13 risposte, vengono ancora notate principalmente le strategie didattiche dell'insegnante; tuttavia, si incomincia a spostare lo sguardo dall'intera classe ad alcuni particolari alunni e al loro specifico pensiero. Vengono fornite sia impressioni generali sulla classe che riflessioni su alcuni eventi più specifici, corredati da commenti soprattutto valutativi unitamente a qualche commento di tipo interpretativo, senza tuttavia sufficienti dettagli a supporto dell'analisi. A questo livello i partecipanti riescono a notare, 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. Al livello *Focused* sono state attribuite 8 delle risposte dei partecipanti; a questo stadio si è in grado di identificare particolari episodi degni di nota e fornire commenti interpretativi, notando il pensiero specifico di alcuni particolari studenti e cercando di capire che cosa essi sembrano comprendere del fenomeno considerato. Nelle risposte dei partecipanti vi sono infatti riferimenti al ruolo dell'esperienza pratica e delle conoscenze pregresse degli alunni nell'interpretare il fenomeno in esame (in questo caso, il ciclo dell'acqua e i cambiamenti di stato, in particolare l'evaporazione). Nessuna risposta tra le 59 raccolte è stata considerata nel livello *Extended*. Notare a questo stadio richiede il prestare attenzione ai dettagli del pensiero specifico degli studenti, alle relazioni e ai collegamenti tra il pensiero degli alunni e le strategie didattiche del docente e, in aggiunta, a identificare connessioni tra gli eventi osservati e i principi pedagogici generali di insegnamento e apprendimento e sulla base dell'interpretazione data proporre soluzioni o strategie didattiche alternative.

L'utilizzo del secondo *framework* (Chan, 2021) di codifica delle risposte nel caso della Q2 ha dato luogo ai risultati riassunti in tabella 2. Per quanto riguarda la prima dimensione del *framework* (*Connection with students' thinking*) l'analisi dei dati mette in evidenza come la maggior parte dei partecipanti (52) scelga di proseguire la lezione o attraverso azioni prive di connessione con il pensiero dei bambini (21) oppure con strategie che fanno riferimento alle idee degli allievi in modo generico, non specifico (31). Soltanto 7 partecipanti riescono invece a ipotizzare strategie didattiche connesse a determinate affermazioni o ragionamenti degli studenti e a decidere di partire proprio da queste idee per impostare la fase successiva della lezione.

		<i>Nature of the proposed instructional responses</i>			
		<i>Vague or content-generic actions</i>	<i>Content-focused & content-specific actions</i>	<i>Student-focused & content-specific actions</i>	Totale
<i>Connection with students' thinking</i>	<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

Tab. 2: Risultati relativi alla codifica delle risposte alla Q2 secondo il *framework* di Chan (2021)

Analizzando in seguito la seconda dimensione (*Nature of the proposed instructional responses*) si nota come la maggior parte dei partecipanti (40) suggerisca azioni mirate in termini di contenuto disciplinare (*Content-focused & content-specific actions*), ma senza riferimenti allo specifico pensiero degli studenti e al loro coinvolgimento nel processo di apprendimento (tranne in un unico caso). 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 i partecipanti avevano avuto modo di studiare la propagazione del calore nei fluidi e di vedere esperimenti significativi sulla convezione a cui hanno fatto ampiamente riferimento nelle risposte date. Considerando ora il terzo livello della prima dimensione del *framework* (*Connected with students' thinking at a content-specific level*) emerge come la quasi totalità delle risposte dei partecipanti (6 su 7) sia stata classificata nel terzo livello anche della seconda dimensione (*Student-focused & content-specific actions*), ovvero i partecipanti dimostrano di essere in grado di tener in considerazione il pensiero specifico degli alunni e di proporre di conseguenza azioni mirate in termini di contenuto scientifico e di coinvolgimento dei bambini nell'apprendimento.

Per valutare se vi fosse associazione tra le due variabili qualitative indagate, dato il campione piccolo e la percentuale delle frequenze attese maggiori o uguali a 5 minore dell'80%, è stato eseguito il test esatto di Fisher che ha mostrato come l'associazione risulti essere statisticamente significativa ($p=0.013$). In tabella 3 si possono evidenziare le frequenze osservate relative alle variabili qualitative analizzate con i due *framework*.

	<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
Livello 1 <i>Baseline</i>	16	20	2	38
Livello 2 <i>Mixed</i>	5	7	1	13
Livello 3 <i>Focused</i>	0	4	4	8
	21	31	7	59

Tab. 3: Frequenze osservate relative alle due variabili qualitative indagate

Si può quindi interpretare questo dato osservando che gli insegnanti che notano a livello *Focused* sono anche effettivamente in grado di proporre strategie didattiche connesse al pensiero degli studenti a livello di contenuto disciplinare generico o specifico (4 su 8 in entrambi i casi). Quindi, prestare attenzione al pensiero degli studenti porta anche a proporre strategie didattiche connesse a tali idee e focalizzate sul contenuto in modo mirato rispetto ai ragionamenti degli allievi. Viceversa, risulta molto più difficile per 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 sugli schemi di pensiero dei discenti.

Per quanto riguarda l'analisi quantitativa del contenuto, in tabella 4 viene riportato il lavoro di identificazione dei *cluster* da parte dell'algoritmo nell'analisi delle risposte alla Q1, con le rispettive etichette assegnate dal ricercatore e le frequenze ottenute. Ciò ha consentito di individuare dove gli insegnanti focalizzassero selettivamente l'attenzione dopo la visione del video, ovvero quali fossero gli elementi che loro ritenessero essere degni di nota.

Etichette <i>cluster</i>	Frequenze
(1) Utilizzare uno stimolo iniziale	29
(2) Utilizzare un mediatore iconico	56
(3) Chiedere ai bambini se notano qualcosa di strano nello stimolo iniziale	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 dei bambini	13
(8) Considerare i bambini come protagonisti attivi nella costruzione del sapere	15
(9) Utilizzare un linguaggio scientifico	6

Tab. 4: Risultati relativi all'analisi *cluster* delle risposte alla Q1

4.2 Discussione dei risultati

I risultati emersi dallo studio delineano un quadro interpretativo delle modalità con cui il gruppo dei partecipanti ha percepito e attribuito significato agli eventi osservati nel contesto d'aula e alle dinamiche dell'interazione docente-discenti che contribuiscono a modellare i processi di apprendimento.

Dal punto di vista del costrutto del *Teacher noticing*, gli esiti della sperimentazione sono in pieno accordo con la letteratura di riferimento relativa alla *Professional vision* dei PSTs. La tendenza emersa nelle risposte dei partecipanti è stata principalmente la capacità di descrivere ciò che era stato osservato focalizzandosi principalmente sulle azioni dell'insegnante. Sia il risultato relativo al livello *Baseline* del *noticing*, osservato per la maggior parte dei partecipanti (tabella 1), che gli esiti dell'analisi *cluster* (tabella 4) evidenziano come siano state principalmente attenzionate le strategie didattiche utilizzate dall'insegnante: la scelta di uno stimolo iniziale e del mediatore didattico di tipo iconico, il *pair work*, il riferimento al metodo scientifico sperimentale e in particolare al momento della formulazione delle ipotesi, etc. Le altre categorie che sono state individuate, come il richiamo alle preconoscenze dei bambini, lo *student engagement* e l'utilizzo del linguaggio scientifico, rimandano comunque a risposte molto generiche e non focalizzate sul pensiero degli alunni. Uno studio recente su un campione di docenti italiani di matematica di scuola secondaria di secondo grado alle prime esperienze di insegnamento conferma come gli insegnanti novizi tendessero 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 & Vivianet, 2020). In varie ricerche è stato evidenziato come, all'inizio della loro preparazione, i PSTs, 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 aula, mostrando capacità superiori dei primi rispetto ai secondi (Blomberg, Stürmer, & Seidel, 2011). Ulteriori studi 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 discrepanze possano essere spiegate proprio da una diversa organizzazione della conoscenza professionale, dal momento che il sapere professionale di un insegnante esperto è strutturato in modo diverso rispetto a quello di un principiante (Kersting et al., 2016).

In riferimento al costrutto della PCK, che in questo studio viene indagato in particolare riferendosi al dominio dell'ePCK in relazione con la pPCK, è possibile affermare che i PSTs che hanno partecipato alla sperimentazione hanno attivato ampiamente la dimensione della *general pedagogical knowledge* in riferimento alla *teacher pedagogy*, analizzando nel dettaglio soprattutto le azioni dell'insegnante e il contesto generale della classe, mentre sono riusciti più raramente a mobilitare le altre basi della conoscenza professionale, in particolare la KSU e di conseguenza anche la KISR. In accordo con quanto messo in evidenza dalla letteratura internazionale, le componenti della PCK sono solo parzialmente integrate nella conoscenza professionale iniziale per l'insegnamento delle scienze della maggior parte dei partecipanti; essi generalmente non dimostrano di essere in grado di attivare e utilizzare la loro PCK iniziale, connettendo tra loro le varie componenti della conoscenza professionale, per supportare decisioni e azioni didattiche in contesti simili alle reali situazioni di apprendimento in classe. Pertanto, gli esiti dell'analisi della *Usable knowledge* in riferimento all'insegnamento delle scienze dei partecipanti, seppur non generalizzabili, hanno 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 maggiormente competenze legate alla riflessività nell'ambito dell'analisi di pratica.

5. Conclusioni

5.1 Limiti dello studio

Il presente contributo ha illustrato una ricerca di natura essenzialmente esplorativa, all'interno della quale, oltre alla non generalizzabilità dei risultati, si evidenziano alcuni limiti metodologici riconducibili principalmente al disegno di ricerca adottato.

Una prima criticità è legata al fatto che, sebbene sia stata utilizzata una tecnica di ricerca basata sulla proposta di un video che catturasse una situazione reale di insegnamento in classe per suscitare e caratterizzare la conoscenza professionale iniziale dei PSTs, la conoscenza emersa potrebbe non informare direttamente le pratiche didattiche che i partecipanti alla sperimentazione sarebbero andati effettivamente ad attivare osservando di persona un reale episodio di apprendimento in classe.

Una seconda problematica riguarda l'attività specifica proposta ai partecipanti; i dettagli del compito assegnato, come ad esempio la particolare *clip* video selezionata e le domande proposte, potrebbero aver in qualche modo influenzato la natura della conoscenza professionale osservata. Legato a queste considerazioni vi è il fatto che, nell'analisi della Q1, il livello *Extended* del *noticing* non sia stato attribuito a nessuna delle risposte dei partecipanti. Ciò potrebbe essere dovuto alla tipologia di video proposta che mostrava soltanto la fase di *Engage* e non l'intera lezione basata sull'IBSE tenuta dalla docente. Pertanto, potrebbe essere opportuno in eventuali studi futuri fornire ai partecipanti un ulteriore video delle fasi successive della lezione (*Explore* e *Explain*); questo potrebbe favorire la riflessione verso l'individuazione di possibili strategie didattiche alternative rispetto a quelle effettivamente adottate dall'insegnante. Tutti i risultati riportati in questo lavoro di ricerca devono quindi essere interpretati in relazione alla struttura delle attività progettate e assegnate ai partecipanti.

Si può inoltre esprimere una considerazione in merito al fatto che i partecipanti siano stati annoverati nella categoria dei PSTs sebbene la maggior parte di essi avesse avuto un'esperienza di insegnamento alle spalle. Tuttavia, trattandosi di pochi anni e in molti casi di esperienze saltuarie o discontinue, si ritiene che i risultati possano essere comunque rappresentativi rispetto alla categoria dei docenti pre-servizio o insegnanti novizi.

I partecipanti sono stati quindi coinvolti perché considerati 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. I risultati ottenuti nel presente lavoro di ricerca 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 di riferimento. Lo studio, infatti, non ambiva a una generalizzabilità dei risultati o alla definizione di leggi ma aveva come obiettivo un’analisi approfondita della conoscenza professionale iniziale dei partecipanti secondo un approccio descrittivo (Pastori, 2017) che colmasse un *gap* presente nella letteratura di riferimento soprattutto relativo al contesto italiano. Tuttavia, il carattere della trasferibilità degli esiti della ricerca qualitativa (Lincoln & Guba, 1985) suggerisce la possibilità per futuri studi di avvalersi di approcci basati sull’utilizzo della videoanalisi, come quello descritto nel presente lavoro, per indagare la *Usable knowledge* per l’insegnamento di docenti, sia in formazione che in servizio, appartenenti anche ad altri contesti e gradi scolastici o ad altre discipline (Stahnke & Gegenfurtner, 2024).

5.2 Piste di sviluppo

Sulla base della trattazione condotta, è opportuno provare 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 competenze più legate alla riflessività nell’ambito dell’analisi di pratica. 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; 2024).

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). Diversi studi hanno dimostrato come una formazione mirata sul *noticing* possa aiutare gli insegnanti, soprattutto novizi, 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 (van Es e Sherin, 2002; Santagata, 2009; Santagata & Angelici, 2010).

Possedere buone abilità di *noticing*, inoltre, risulta fondamentale per l’apprendimento degli studenti. Numerose ricerche 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 i docenti 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). 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; Stahnke & Gegenfurtner, 2024).

Le ricerche condotte 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; Amador, Gillespie & Carson, 2023). La consapevolezza del proprio *noticing* costituisce una dimensione della visione professionale e dell’identità del docente come *Reflective practitioner*, come suggerito dalle ricerche di Schön (1993), e può contribuire fortemente al miglioramento del proprio insegnamento e di conseguenza dell’apprendimento degli alunni. La promozione del *Teachers’ thinking*, della prospettiva e delle rappresentazioni dei docenti, riconosciuti come elementi di uno 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 la pratica e la riflessione sull’azione.

Sarebbe opportuno quindi un ripensamento degli obiettivi della formazione che 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, 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 la pratica in contesti d'aula reali. Rispetto all'osservazione diretta "in tempo reale", il video fornisce una registrazione che consente di esaminare e riesaminare la situazione ripresa con differenti obiettivi e da diverse prospettive e di scomporre la complessità delle pratiche filmate attraverso analisi sistematiche mirate (Stigler, Gallimore & Hiebert, 2000; Hatch & Grossman, 2009). L'impiego di video, per la sua capacità unica di catturare la ricchezza e la complessità dell'attività in classe, ha assunto un ruolo significativo nei percorsi di formazione degli insegnanti e nei programmi di sviluppo professionale in quasi tutti i continenti (Gaudin & Chaliès, 2012; 2015; Ciani, Rosa & Santagata, 2021; van Es et al., 2025).

Si auspica che, anche nel contesto italiano, la sinergia tra la Didattica generale e le Didattiche disciplinari, in particolare nei corsi di laurea in Scienze della formazione primaria, possa portare a sviluppare un sistema di metodologie, strumenti e procedure per la videoanalisi a supporto del miglioramento delle competenze didattiche degli insegnanti (Ferretti & Vannini, 2017) e a validare modelli di intervento formativo, come laboratori di pratica riflessiva (Mortari, 2009) o laboratori integrati basati su strategie di videoanalisi (Ciani et al., 2025), fondamentali per sostenere sia la preparazione iniziale dei docenti pre-servizio che lo sviluppo professionale di quelli già in servizio.

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.
- 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.
- Amador, J. M., Gillespie, R., & Carson, C. (2023). Coaches and teachers shift noticing across coaching cycles: analysis of video-based annotations. *Research in Mathematics Education*, 27(1), 1–22.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Brophy, J. (Ed.) (2004). *Using Video in Teacher Education (1st Edition)*. Bingley, UK: Emerald Publishing.
- 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.
- Carlson, J., & Daehler, K. R. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. In A. Hume, R. Cooper, and A. Borowski (Eds.), *Repositioning PCK in Teachers' Professional Knowledge* (pp. 77–92). Singapore: Springer.
- 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 A. Hume, R. Cooper, and A. Borowski (Eds.), *Repositioning PCK in Teachers' Professional Knowledge* (pp. 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.
- 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.

- Ciani, A., Guasconi, E., Maffia, A., Pacetti, E., & Rosa, A. (2025). VideoMAT: una ricerca sulle potenzialità della videoanalisi per la formazione iniziale degli insegnanti nell'ambito della didattica della matematica. *CADMO*, 33(1), 5–21.
- Consiglio Europeo (2020). *Conclusioni del Consiglio sui docenti e i formatori europei del futuro*, 2020/C 193/04.
- Eurydice (2015). *The Teaching Profession in Europe: Practices, Perceptions, and Policies*. Eurydice Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- 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.
- 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.
- Gagliardi, M., & Giordano, E. (2014). *Metodi e strumenti per l'insegnamento e l'apprendimento della fisica*. Napoli: EdiSES srl.
- 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.
- Goodwin, C. (1994). Professional vision. *American Anthropologist*, 96(3), 606–633.
- 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.
- INVALSI (2019). OCSE PISA 2018: I risultati degli studenti italiani in lettura, matematica e scienze, https://www.invalsi.it/invalsi/ri/pisa2018/docris/2019/Rapporto_Nazionale.pdf
- INVALSI (2024). OCSE PISA 2022: I risultati degli studenti italiani in matematica, lettura e scienze, https://invalsi-areaprove.cineca.it/docs/2024/Indagini%20internazionali/RAPPORTI/Rapporto_nazionale_PISA-2022_.pdf
- 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.
- 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. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169–204.
- 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.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Mason, J. (2002). *Researching your own practice. The discipline of noticing*. London: Routledge.
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative research: A guide to design and implementation (4th Edition)*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- Mortari, L. (2009). *Ricerca e riflettere. La formazione del docente professionista*. Roma: Carrocci.
- 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.
- OECD (2019). *Education at a Glance 2019: OECD Indicators*. Paris: OECD Publishing.
- Pastori, G. (2017). *In ricerca. Prospettive e strumenti per educatori e insegnanti*. Parma: Spaggiari-Junior.
- Perla, L., & Martini, B. (2019) (a cura di). *Professione insegnante. Idee e modelli di formazione*. Milano: FrancoAngeli.
- 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. (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, 133–145.
- 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. (2024). Avenues for future research on teacher noticing and professional vision. In Stahnke, R., & Gegenfurtner, A. (Eds.), *Teacher Professional Vision: Empirical Perspectives* (pp. 287–301). London: Routledge.
- Schön, D. A. (1993). *Il professionista riflessivo: per una nuova epistemologia della pratica professionale*. Bari: Dedalo.
- 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., 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.
- 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.
- Stahnke, R., & Gegenfurtner, A. (Eds.). (2024). *Teacher Professional Vision: Empirical Perspectives* (1st ed.). London: Routledge.
- 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.
- Trinchero, R. (2002). *Manuale di ricerca educativa*. Milano: Franco Angeli.
- Trinchero, R. (2019). Mixed method. In L. Mortari & L. Ghirotto, *Metodi per la ricerca educativa* (pp. 245–286). Roma: Carocci.
- UNESCO (2006). *Teachers and Educational Quality: Monitoring Global Needs for 2015*. Montreal: UNESCO Institute for Statistics.
- 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., 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.
- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2021). Expanding on prior conceptualizations of teacher noticing. *ZDM Mathematics Education*, 53, 17–27.
- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2025). Exploring teacher noticing in practice: the role of shaping. *ZDM Mathematics Education*.
- van Es, E. A., Munzer, A., Barnhart, T. et al. (2025). Exploring teacher educators' selection of critical events to support noticing for equity. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 28, 1195–1220.
- 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.
- Walkoe, J., Sherin, M., & Elby, A. (2020). Video tagging as a window into teacher noticing. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 23(4), 385–405.