

STEM disciplines teaching in Italy

L'insegnamento delle discipline STEM in Italia

Stefano Scippo

Sapienza University of Rome, Dept. of Psychology of Development and Socialization Processes, Rome (Italy)

Manuela Montebello

Sapienza University of Rome, Dept. of Psychology of Development and Socialization Processes, Rome (Italy)

Donatella Cesarani

Sapienza University of Rome, Dept. of Psychology of Development and Socialization Processes, Rome (Italy)

OPEN ACCESS

Double blind peer review

Citation: Scippo, S., Montebello, M., Cesarani, D. (2020). STEM disciplines teaching in Italy. *Italian Journal of Educational Research*, 25, 35-48.

Corresponding Author: Stefano Scippo
stefano.scippo@uniroma1.it

Copyright: © 2020 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: 27 August 2020

Accepted: 16 October 2020

Published: 11 december 2020

Pensa MultiMedia / ISSN 2038-9744
<https://doi.org/10.7346/SIRD-022020-P35>

Abstract

This study aims to summarize and expand the results of the most recent national and international surveys on teachers of STEM disciplines in Italy, regarding to the following aspects: 1) personal profile, 2) initial and in-service training, 3) didactic practices adopted, 4) school environment. By comparing and elaborating the data collected on samples of Italian teachers from the 2016/17 National Surveys of INVALSI, from PISA 2015, from TIMSS and TIMSS Advanced 2015, from TALIS 2018, and comparing STEM teachers with teachers of humanities, we highlight that: a), among the first, the feminization of the Italian teaching staff is less marked; b) in the primary school the percentage of graduates is lower; c) in the middle school, science teachers update less than mathematics ones; d) in the high school the percentage of those who have received specific training for teaching is lower; e) the frequency of inquiry-based teaching practices, among other practices, is the one that most negatively departs from the average frequency of the OECD countries; f) there are no statistically significant differences between STEM teachers and the other teachers regarding their relationship with the school environment.

This analysis suggests the adoption of policies for the insertion in the primary school of graduates teachers, especially in the scientific field, the promotion of a wider initial and in-service training, which includes and incentives a more solid pedagogical preparation also for teachers of the STEM disciplines.

Keywords: PISA; TIMSS; TALIS; INVALSI; STEM.

Riassunto

Questo studio si propone di sintetizzare ed ampliare i risultati delle più recenti indagini nazionali e internazionali sugli insegnanti delle discipline STEM in Italia, relativamente ai seguenti aspetti: 1) profilo anagrafico, 2) formazione iniziale e in servizio, 3) pratiche didattiche adottate, 4) ambiente scolastico. Mettendo a confronto i dati raccolti su campioni nazionali di insegnanti dalle Rilevazioni Nazionali 2016/17 dell'INVALSI, dal PISA 2015, dal TIMSS e TIMSS Advanced 2015, da TALIS 2018, e confrontando insegnanti STEM con insegnanti di discipline umanistiche, si evidenzia che: a) tra i primi, la femminilizzazione del corpo docente italiano è meno marcata; b) nella scuola primaria la percentuale di laureati è più bassa, c) nella secondaria di primo grado gli insegnanti di scienze si aggiornano meno di quelli di matematica, d) nella secondaria di secondo grado è più bassa la percentuale di coloro che hanno ricevuto una formazione specifica per l'insegnamento; e) la frequenza di pratiche didattiche basate sull'indagine, tra le altre pratiche, è quella che più si allontana, in negativo, dalla frequenza media dei Paesi OCSE; f) non ci sono differenze statisticamente significative tra insegnanti STEM e insegnanti di altre discipline riguardo al loro rapporto con l'ambiente scolastico.

Questa analisi suggerisce l'adozione di politiche per l'inserimento nella scuola primaria di laureati, soprattutto in ambito scientifico, la promozione di una più ampia formazione iniziale e in servizio, che includa incentivi una più solida preparazione pedagogica anche per insegnanti delle discipline STEM.

Parole chiave: PISA; TIMSS; TALIS; INVALSI; STEM.

Credit author statement

Il contributo rappresenta il risultato di un lavoro congiunto degli autori, tuttavia Stefano Scippo ha scritto § 4, Manuela Montebello § 1, § 2 e § 3 e Donatella Cesarani § 5.

1. Introduzione

Nel 2018 l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) e l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) hanno incaricato l'Associazione Nazionale Insegnanti di Scienze Naturali (ANISN) di realizzare in Italia il progetto ESERO (*European Space Education Resource Office*), che è il principale progetto educativo dell'ESA nel campo dell'educazione scolastica primaria e secondaria in Europa. In particolare, ESERO utilizza lo Spazio come un contesto potente e stimolante per l'insegnamento e l'apprendimento delle materie curriculari STEM (Scienza, Tecnologia, Ingegneria, Matematica). Uno dei primi passi del progetto ESERO in Italia è stato lo studio dello stato dell'arte su insegnamento e apprendimento delle STEM nel nostro Paese: il presente studio, relativo all'insegnamento, è stato avviato a fine 2018, per essere poi aggiornato nel 2020 con i risultati dell'indagine OCSE TALIS 2018.

2. Scopo dello studio

Le rilevazioni sugli apprendimenti scolastici degli studenti sono molte e ciascuna ha una storia e una metodologia consolidata. Tutte comprendono, tra i propri strumenti, un questionario rivolto agli insegnanti e, in Italia, fatta eccezione per il PISA, i dati raccolti non sono mai stati analizzati distinguendo tra insegnanti di discipline STEM e insegnanti di discipline umanistiche. Lo scopo del presente lavoro è quello di fornire una fotografia aggiornata sugli insegnanti e sull'insegnamento delle discipline STEM, integrando quanto emerso nell'indagine PISA per gli insegnanti di scienze del biennio della scuola secondaria di secondo grado, con quanto ricavabile dai dati finora non analizzati dei questionari delle indagini TALIS 2018, TIMSS e TIMSS Advanced 2015 e dalle Rilevazioni Nazionali Invalsi 2017.

L'indagine è stata sollecitata anche dai risultati delle indagini internazionali relative alla scuola secondaria, dalle quali emerge la difficoltà degli studenti italiani a raggiungere punteggi in linea con la media OCSE: soprattutto in scienze si registra un punteggio medio inferiore alla media internazionale nella rilevazione PISA 2015 e un ulteriore peggioramento nell'indagine PISA 2018, con gli studenti italiani che raggiungono un punteggio medio di 21 punti inferiore alla media OCSE¹.

3. Fonti, strumenti e partecipanti

Lo studio si basa sulle seguenti indagini:

1. Indagine OCSE TALIS 2018;
2. Rilevazioni Nazionali INVALSI 2016/17;
3. Indagine OCSE PISA 2015;
4. Indagine IEA TIMSS e TIMSS Advanced 2015.

3.1 Indagine OCSE TALIS 2018

L'indagine TALIS (*Teaching and Learning International Survey*) è sicuramente la più ampia indagine promossa dall'OCSE per indagare diversi aspetti della professionalità insegnante, con lo scopo di elaborare indicatori internazionali in base ai quali orientare le politiche scolastiche dei Paesi partecipanti. L'indagine, ripetuta ogni 5 anni, è arrivata alla terza edizione nel 2018 e, in questa sede, saranno utilizzati i dati raccolti con un ampio questionario rivolto agli insegnanti, distinguendo gli insegnanti STEM dagli altri. Il questionario è stato somministrato a 3.612 insegnanti di scuola secondaria di I grado (ISCED 2), dei quali 714 di discipline STEM.

1 INVALSI, *Indagine OCSE PISA 2015: i risultati degli studenti italiani in scienze, matematica e lettura*, https://www.invalsi.it/-invalsi/ri/pisa2015/doc/rapporto_2015_assemblato.pdf

INVALSI, *Indagine 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

3.2 Rilevazioni Nazionali dell'INVALSI 2016/17

Le Rilevazioni Nazionali INVALSI di riferimento per la presente indagine sono quelle del 2017, per il quale è stato possibile avere accesso ai dati derivanti dalla somministrazione *on-line* di un questionario rivolto agli insegnanti di matematica delle classi selezionate per la parte campionaria della rilevazione. Il questionario ha raggiunto i seguenti campioni di insegnanti di matematica: 1.127 per la II primaria, 1.118 per la V primaria, 1.125 per la secondaria di I grado, 1.792 per la secondaria di II grado.

3.3 Indagine OCSE PISA 2015

L'indagine OCSE PISA (*Programme for International Student Assessment*) nel 2015 ha selezionato un campione di 450 classi italiane con il metodo del campionamento stratificato per macro-area geografica e tipologia d'istruzione. Ai nostri fini utilizzeremo i dati derivanti dalla somministrazione di un questionario a 11.583 studenti e a 9.738 insegnanti, dei quali 2.422 insegnano scienze, per indagare le pratiche didattiche e altri aspetti dell'insegnamento.

Si è scelto di utilizzare i dati del PISA 2015, perché permettono di identificare gli insegnanti di scienze, mentre nel database del PISA 2018 gli insegnanti raggiunti sono divisi in due sole categorie: a) lettura e linguaggio e b) generali.

3.4 Indagini IEA TIMSS e TIMSS Advanced 2015

L'indagine IEA TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*), nel 2015 ha misurato i progressi degli studenti frequentanti la III secondaria di I grado che, nel ciclo precedente del 2011, frequentavano la IV primaria, ed è stata affiancata da un'ulteriore indagine, *TIMSS Advanced*, che ha valutato le prestazioni di matematica avanzata e fisica degli studenti di V secondaria di II grado. Ai fini del presente studio sono stati usati i dati relativi a un questionario rivolto agli insegnanti di matematica, scienze e fisica delle classi selezionate da entrambe le indagini. Il campionamento ha previsto due stadi: prima sono state campionate le scuole e poi, per ciascuna scuola campionata, sono state estratte casualmente una o più classi che hanno partecipato all'indagine. Il campione di insegnanti raggiunto è il seguente: 333 di matematica di IV primaria, 230 di matematica di III secondaria di I grado, 230 di scienze di III secondaria di I grado, 279 di fisica di V secondaria di II grado, 284 di matematica di V secondaria di II grado.

4. Insegnanti e insegnamento delle discipline STEM in Italia

Ciascuna delle indagini illustrate ha elaborato un proprio questionario rivolto agli insegnanti e ciascun questionario raccoglie informazioni relative a un certo numero di variabili che, selezionate e raggruppate, riguardano 4 aspetti: anagrafica, formazione e aggiornamento, pratiche didattiche e ambiente scolastico, come riportato in Tabella 1. Nel presente lavoro, per ciascun aspetto, evidenzieremo i risultati relativi alle variabili più rilevanti e alle variabili per le quali esiste una differenza statisticamente significativa con gli insegnanti di discipline umanistiche.

| Area | OCSE TALIS 2018 | Rilevazioni Nazionali 2016/17 | OCSE PISA 2015 | IEA TIMSS e TIMSS Advanced 2015 |
|----------------------------|---|--|---|--|
| ANAGRAFICA | <ul style="list-style-type: none"> • Genere • Età | <ul style="list-style-type: none"> • Genere • Età | <ul style="list-style-type: none"> • Genere • Età • Tipo di contratto e rapporto di lavoro | <ul style="list-style-type: none"> • Genere • Età |
| FORMAZIONE E AGGIORNAMENTO | <ul style="list-style-type: none"> • Titolo di studio • Anni di esperienza • Formazione pedagogica • Partecipazione ad attività di sviluppo professionale, tipologia e soddisfazione • Bisogni formativi percepiti | <ul style="list-style-type: none"> • Titolo di studio • Continuità sul posto di lavoro • Indicazioni di eventuali altri incarichi a scuola • Numero e tipo di attività di aggiornamento professionale • Partecipazione a progetti PON | <ul style="list-style-type: none"> • Titolo di studio • Numero di scuole e di anni di esperienza • Formazione abilitante per l'insegnamento • Materie della formazione abilitante • Aggiornamento o sviluppo professionale | <ul style="list-style-type: none"> • Titolo di studio e materie studiate • Anni d'insegnamento • Aggiornamento • Preparazione percepita rispetto ai contenuti • Appartenenza a un'associazione di insegnanti |
| PRATICHE | <ul style="list-style-type: none"> • Frequenza di diverse pratiche • Motivazione all'insegnamento • Pratiche valutative • Presenza di mentor • Uso delle TIC | <ul style="list-style-type: none"> • Obiettivi perseguiti nell'insegnamento • Motivazione all'insegnamento • Metodologie didattiche usate in classe • Uso delle TIC • Frequenza e tipo di verifica didattica • Uso dell'errore nella didattica • Ore d'insegnamento | <ul style="list-style-type: none"> • Obiettivo di dedicarsi all'insegnamento • Frequenza di diverse pratiche | <ul style="list-style-type: none"> • Attività d'insegnamento • Uso del computer • Compiti per casa • Valutazione |
| AMBIENTE SCOLASTICO | <ul style="list-style-type: none"> • Rapporti con gli studenti • Rapporti tra insegnanti • Soddisfazione lavorativa • Autoefficacia • Relazione con gli stakeholders | <ul style="list-style-type: none"> • Propositività del Dirigente Scolastico • Collaborazione didattica coi colleghi • Opinioni sulla propria scuola | <ul style="list-style-type: none"> • Carenze che ostacolano la realizzazione dell'offerta formativa • Esistenza di un curriculum formalizzato per le materie scientifiche • Importanza data dal curriculum a diversi approcci didattici • Informazioni ai genitori sul curriculum di scienze • Opinioni sulla collaborazione tra colleghi • Atteggiamenti nei confronti della propria professione | <ul style="list-style-type: none"> • Opinioni e atteggiamenti • Gravità percepita dei problemi della scuola • Interazione con gli altri insegnanti • Atteggiamenti rispetto al proprio lavoro • Limiti all'insegnamento |

Tabella 1: Aree di analisi e variabili

4.1 Questioni di genere

Tra i dati per i quali l'Italia più si distanzia dalla media degli altri Paesi ci sono, stando ai dati TALIS, l'età e la distribuzione di genere: l'età media degli insegnanti italiani è di 49 anni, contro i 44 della media internazionale TALIS, e gli insegnanti di scuola secondaria di primo grado di sesso femminile sono in Italia il 78%, contro il 68% della media OCSE (OECD, 2019, pp. 86, 88).

Utilizzando il *database* TALIS rilasciato dall'OCSE per trovare differenze tra gli insegnanti delle discipline STEM e gli altri, si scopre che in Italia non ci sono differenze significative di età, ma di genere: tra i primi la percentuale di donne è del 75,6%, tra i secondi del 79,9%².

Prendendo a riferimento le Rilevazioni Nazionali dell'INVALSI del 2017, si osserva che in tutti gli ordini e gradi di scuola raggiunti (classi II e V di primaria, classe III di secondaria di I° e classe II di secondaria di II°), la percentuale di insegnanti maschi di matematica è più alta della percentuale di insegnanti maschi d'italiano³, come si può osservare nella Figura 1.

² La differenza è statisticamente significativa secondo il Chi-quadro, con $p = 0.018$.

³ Le differenze sono statisticamente significative in tutti e quattro i livelli scolastici, secondo il Chi quadro, con $p < 0.05$.

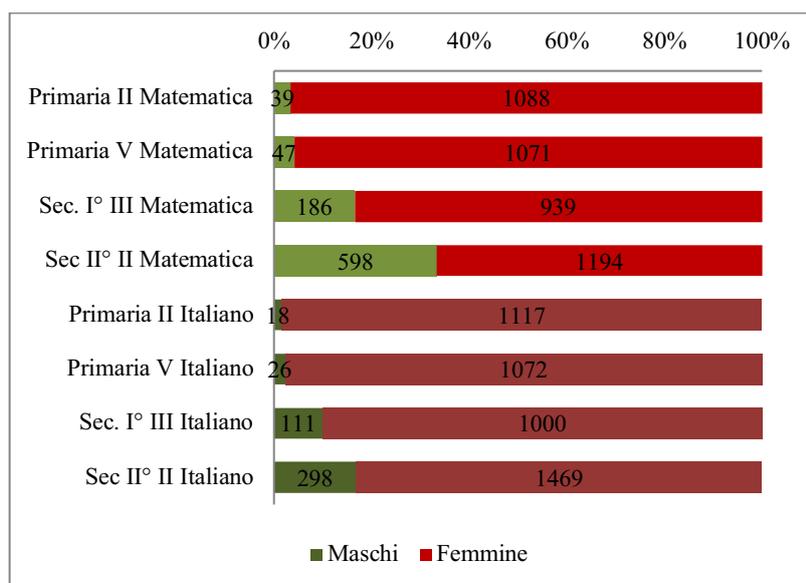


Figura 1: Distribuzione di genere tra insegnanti di matematica e italiano.

Fonte: INVALSI, Database Rilevazioni Nazionali 2016/17, elaborazione DPPSS, Sapienza

Il fenomeno è confermato dai questionari per insegnanti italiani dell'indagine PISA 2015: tra gli insegnanti di scienze i maschi sono il 38,5%, mentre tra quelli di materie non scientifiche sono solo il 32,4%⁴.

Questo dato può inserirsi nella riflessione sulle cause dell'associazione "uomini-discipline scientifiche" e "donne-discipline umanistiche", perché dimostra che è presente in Italia non solo tra i banchi di scuola ma anche tra le cattedre.

4.2 Formazione e aggiornamento

Quali titoli di studio hanno gli insegnanti italiani delle discipline STEM? Ci sono differenze con gli insegnanti di discipline umanistiche?

Il dato più rilevante è senz'altro che nella scuola primaria in Italia ci sono ancora pochi insegnanti laureati, soprattutto tra coloro che insegnano matematica in quinta primaria.

Nel dettaglio, l'indagine TALIS 2018 rileva che il 96% degli insegnanti italiani di scuola secondaria di I grado ha un titolo di studio universitario e non ci sono differenze statisticamente significative tra insegnanti STEM (che però hanno una percentuale significativamente più alta di dottori di ricerca⁵) e gli altri insegnanti. Le Rilevazioni Nazionali 2017 confermano queste alte percentuali di laureati nella scuola secondaria di I e II grado. Nella scuola primaria le percentuali sono molto più basse e, inoltre, in V primaria c'è una differenza statisticamente significativa tra insegnanti di italiano (tra i quali il 35,2% è laureato) e insegnanti di matematica (che si fermano al 29,9%)⁶.

L'indagine TIMSS 2015 conferma una percentuale bassa di insegnanti di area matematico-scientifica nella classe IV primaria con un titolo post-secondario: sono solo il 32% contro una media internazionale del 96%⁷. Considerando che la prima legge a prevedere un corso di laurea per diventare insegnanti nella scuola primaria risale al 1990 (Legge 431/1990, art. 3, c. 2), e considerando il fatto che dopo quasi tre de-

4 L'indagine PISA 2015 distingue tra insegnanti *science* e *non science*. Per calcolare le percentuali, abbiamo selezionato solo i casi validi (*assessed*) su entrambe le variabili della matrice a nostra disposizione, cioè 2.394 insegnanti *science* e 4.448 insegnanti *non science* che indicano il proprio genere. La differenza tra la percentuale di maschi insegnanti di scienze e la percentuale di maschi insegnanti di altre materie è statisticamente significativa, secondo il Chi quadro, con $p < 0.01$.

5 Il 10,1% contro il 2,1%. La differenza è statisticamente significativa secondo il Chi quadro, con $p < 0.01$.

6 La differenza è statisticamente significativa secondo il Chi quadro, con $p = 0.007$.

7 La percentuale è calcolata facendo riferimento alle tabelle presenti nei due report relativi alla matematica e alle scienze (IEA 2016b, p. 257), (IEA, 2016a, p. 257).

cenni gli insegnanti laureati sono ancora una netta minoranza, si può sicuramente affermare che nel nostro Paese c'è un ritardo che va colmato quanto prima, evitando ulteriori immissioni in ruolo di persone con il solo diploma magistrale.

Oltre al titolo universitario è importante chiedersi: quanti insegnanti italiani hanno conseguito un'abilitazione all'insegnamento?

Il dato più rilevante è che nella scuola secondaria ci sono pochi insegnanti che hanno avuto una preparazione pedagogica, soprattutto tra quelli di discipline STEM.

Nel dettaglio, per TALIS 2018, l'Italia è il Paese che più si discosta dalla media internazionale TALIS per la percentuale di insegnanti che ha ricevuto insegnamenti sui contenuti disciplinari, sulla pedagogia e sulle pratiche nel proprio percorso di formazione iniziale (64% contro il 79%) (OECD, 2019, p. 40). Per indagare eventuali differenze tra insegnanti STEM e gli altri, abbiamo verificato la percentuale di coloro che hanno ricevuto insegnamenti di pedagogia generale e abbiamo scoperto che, tra i primi, è solo del 58,8% contro il 75,3% dei secondi⁸.

I dati dell'indagine PISA 2015 confermano questa tendenza anche nella secondaria di secondo grado: tra gli insegnanti partecipanti all'indagine, solo il 66,7% ha completato un percorso abilitante all'insegnamento e c'è una differenza, piccola ma statisticamente significativa, tra insegnanti di materie scientifiche (62,7%) e insegnanti di materie non scientifiche (68,9%)⁹.

Da ricordare, infine, che l'Italia, tra tutti i Paesi partecipanti al PISA 2015, ha la più bassa percentuale (il 4,7%) di insegnanti di scienze che possiedono sia la laurea sia una specializzazione nella materia scientifica insegnata (OECD, 2016, p. 59).

Per quanto riguarda l'aggiornamento, la formazione in servizio, o più in generale lo sviluppo professionale, le indagini di riferimento ci consentono di avere un quadro abbastanza chiaro su quanto gli insegnanti si aggiornino, come lo fanno e su quali argomenti.

Le evidenze più rilevanti sono che nella scuola secondaria di primo grado, gli insegnanti italiani di discipline STEM seguono meno programmi formali (che rilasciano attestati) e meno conferenze su tema educativo rispetto ai colleghi delle altre discipline e, in generale, sono di meno gli insegnanti che si aggiornano sulle competenze pedagogiche, sulla gestione della classe e sull'inclusione, mentre sono di più quelli che si aggiornano sulle TIC. Nella secondaria di secondo grado gli insegnanti STEM partecipano a più programmi formali (al contrario dei colleghi di primo grado) e a reti di insegnanti per lo sviluppo professionale.

Nel dettaglio, quanto tempo dedicano gli insegnanti STEM al proprio aggiornamento?

L'indagine TIMSS mostra che una percentuale tra il 6% e il 44,5% degli insegnanti si è dedicata per almeno 16 ore negli ultimi 2 anni ad attività di formazione in servizio: al crescere del grado scolastico, aumenta il numero di ore che gli insegnanti dedicano all'aggiornamento, e, a parità di grado scolastico, la percentuale di insegnanti di matematica che si aggiornano per più ore è più alta rispetto ai colleghi di scienze o fisica¹⁰ (v. Figura 2).

8 La differenza è statisticamente significativa secondo il Chi quadro, con $p < 0.001$.

9 Le percentuali sono calcolate selezionando solo i casi *assessed* sulle variabili relative alla materia insegnata della matrice a nostra disposizione, cioè 2394 insegnanti *science* e 4448 insegnanti *non science*. La differenza è statisticamente significativa secondo il Chi quadro, con $p < 0.001$.

10 Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte ai questionari rivolti a insegnanti di TIMSS e TIMSS Advanced 2015, sul totale dei casi validi per ciascun campione di riferimento.

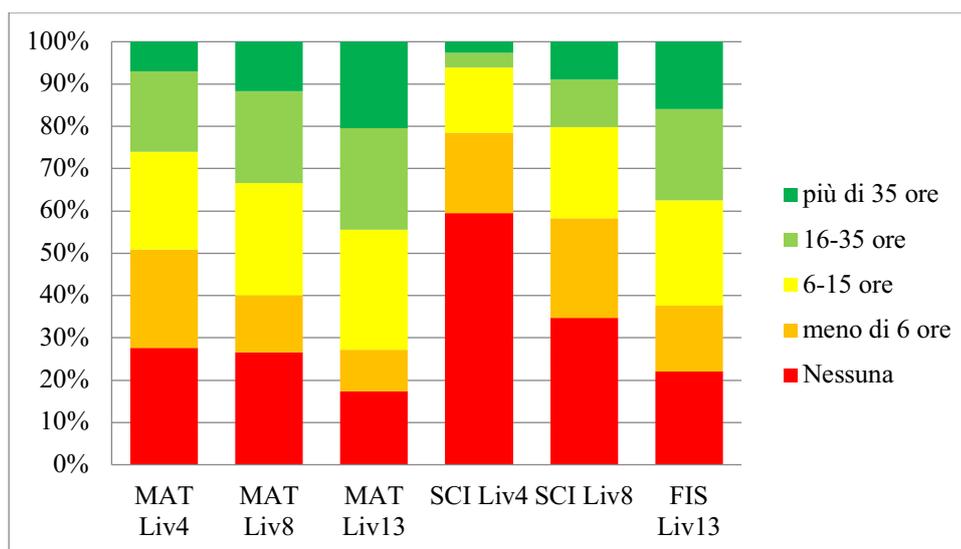


Figura 2: Ore dedicate ad attività formali di aggiornamento professionale negli ultimi 2 anni
Fonte: IEA, Database TIMSS 2015 e TIMSS Advanced 2015, elaborazione DPPSS, Sapienza

Come si aggiornano gli insegnanti italiani? Ci sono differenze tra insegnanti STEM e gli altri? L'indagine TALIS 2018 chiede agli insegnanti se negli ultimi 12 mesi hanno partecipato ad una serie di attività di sviluppo e aggiornamento professionale, indicate nella Tabella 2.

| | Insegnanti STEM | Insegnanti non-STEM |
|--|-----------------|---------------------|
| Corsi o seminari in presenza | 80.9% | 83.9% |
| Corsi o seminari on line | 48.7% | 47.9% |
| Conferenze su ricerche in ambito educativo | 50.6% | 55.3% |
| Programmi formali che rilasciano una qualifica | 8.2% | 11.1% |
| Visite di osservazione in altre scuole | 13.4% | 15.9% |
| Osservazione o coaching tra pari | 25.2% | 24.4% |
| Partecipazione a un network di insegnanti | 31.0% | 34.1% |
| Lettura di pubblicazioni accademiche | 26.0% | 24.9% |

Tabella 2: Modalità di aggiornamento degli insegnanti di materie STEM e degli altri docenti.
Fonte: OECD, Database TALIS 2018, elaborazione DPPSS, Sapienza

Le differenze tra gli insegnanti STEM e non-STEM risultano statisticamente significative (con $p < 0.01$) per le attività relative a programmi formali che rilasciano una qualifica e alla partecipazione a conferenze.

Le indagini PISA e TIMSS Advanced forniscono dati relativi alla scuola secondaria superiore: in particolare, tra gli insegnanti italiani di scienze raggiunti da PISA 2015, solo il 15,9% segue corsi accademici e il 25,2% segue una formale attività istituzionale di *mentoring*, tutoraggio o osservazione/affiancamento tra pari. La maggior parte di loro si aggiorna attraverso dialoghi informali con i colleghi (96%), fa ricerche individuali o di gruppo (76,1%), legge pubblicazioni accademiche (67,9%) o partecipa ad attività di una rete di docenti (47,3%).

Tra gli insegnanti di materie non scientifiche le percentuali sono significativamente più alte su corsi formali (22,7%) e attività istituzionali (52,8%) mentre sono leggermente più basse sulle altre modalità di aggiornamento¹¹.

11 Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte ai questionari rivolti a insegnanti di PISA 2015, sui totali di casi validi

Tra gli insegnanti raggiunti da TIMSS Advanced, come possiamo osservare in Tabella 3, la maggior parte ha partecipato a seminari o conferenze (71,9% degli insegnanti di matematica e 67,1% di quelli di fisica), ma pochissimi hanno presentato relazioni (8,6% per matematica e 6,7% per fisica), alcuni hanno partecipato a una sperimentazione didattica (28,6% per matematica e 19,1% per fisica) e pochi (tra il 9,5% e il 17,7%) fanno parte di un'associazione di insegnanti della propria disciplina o partecipa con regolarità alle loro attività¹².

| | Liv13 mat | Liv13 fis |
|---|-----------|-----------|
| <i>Fa parte di un'associazione di insegnanti di fisica</i> | 16.0% | 9.5% |
| <i>Nel corso degli ultimi due anni ha partecipato con regolarità ad attività promosse da associazioni di insegnanti di fisica</i> | 17.7% | 17.1% |
| <i>Ha partecipato a un seminario o una conferenza</i> | 71.9% | 67.1% |
| <i>Ha presentato una relazione in occasione di un seminario o di una conferenza</i> | 8.6% | 6.7% |
| <i>Ha partecipato a un progetto innovativo di sperimentazione didattica o di formazione</i> | 28.9% | 19.1% |

Tabella 3: Modalità di aggiornamento degli insegnanti di matematica e fisica delle classi V di secondaria superiore di secondo grado
Fonte: IEA, Database TIMSS Advanced 2015, elaborazione DPPSS, Sapienza

Su quali argomenti si aggiornano? Secondo il TIMSS, percentuali comprese tra l'11% e il 50% degli insegnanti, con variazioni percentuali a seconda del grado scolastico e della materia, dichiarano di aggiornarsi sulla didattica; tra il 13% e il 48% sull'uso delle TIC; tra l'11% e il 42% su contenuti disciplinari (IEA, 2016a, 2016b, p. 266-268, IEA 2016c, pp. 109, 293). L'indagine TALIS rileva che gli insegnanti, sia STEM sia non-STEM, si aggiornano maggiormente: sui contenuti disciplinari, l'83,1% degli STEM e l'84,4% degli altri; sulle competenze pedagogiche, il 70,3% degli STEM, il 78,7% degli altri, differenza che risulta statisticamente significativa; sulle pratiche relative alla valutazione degli studenti, il 71,4% degli STEM e il 73% dei non-STEM. Anche l'argomento delle TIC registra una differenza statisticamente significativa (con $p < 0.05$): il 74,6% degli insegnanti STEM si aggiorna su questa tematica, contro il 66,8% degli altri docenti. Gli altri campi di aggiornamento che registrano differenze statisticamente significative riguardano la gestione della classe e l'inclusione (comunicazione con persone da differenti Paesi e culture, insegnamento in ambienti multiculturali, insegnamento agli studenti con bisogni speciali, approcci all'apprendimento individualizzato), a cui gli insegnanti non-STEM mostrano di dedicare una maggiore attenzione allo sviluppo della propria professionalità. I dati ricavati dai questionari delle Rilevazioni Nazionali confermano la tendenza tra gli insegnanti STEM ad aggiornarsi maggiormente su argomenti curriculari, didattici e legati alle TIC, mentre percentuali più basse rispetto agli insegnanti di materie umanistiche, si aggiornano su inclusione, valutazione, bullismo, *problem-solving*, gestione dei conflitti.

4.3 Frequenza d'uso ed efficacia di diversi approcci didattici

L'indagine di riferimento che offre la riflessione più ampia e approfondita sulle pratiche didattiche nelle discipline STEM, perché le mette in relazione con gli esiti di apprendimento, è senz'altro l'indagine PISA 2015, pertanto in questa sede si è scelto di tralasciare il confronto meramente descrittivo tra i risultati delle diverse indagini e focalizzare i risultati italiani del PISA relativi alla relazione tra pratiche didattiche e *performance* alle prove di scienze.

Per scoprire la frequenza delle differenti pratiche didattiche, l'indagine considera più attendibili i dati raccolti con i questionari somministrati agli studenti rispetto ai dati raccolti con i questionari somministrati

per ciascuna variabile, selezionando solo i 2.394 casi *assessed* sulla variabile relativa all'insegnamento della materia scienze. Le differenze sono significative secondo il Chi quadro, con $p < 0.05$.

12 Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte ai questionari rivolti a insegnanti di TIMSS e TIMSS Advanced 2015, sul totale dei casi validi per ciascuna variabile di ciascun campione di riferimento.

agli insegnanti, perché questi ultimi «spesso esagerano sulla frequenza con cui espongono i propri studenti ad attività che sono considerate positivamente dagli altri (Hodson, 1993)» (OECD, 2016, p. 65).

Quali sono le pratiche che il PISA individua come più adottate ed efficaci in scienze? Quanto tali pratiche sono utilizzate dagli insegnanti italiani?

PISA 2015 distingue tra quattro approcci didattici: 1) istruzione diretta dall'insegnante (*teacher-directed*), 2) basata su riscontri percepiti (*perceived feedback*), 3) istruzione flessibile (*adaptive instruction*), 4) basata sull'indagine (*enquiry-based*).

L'istruzione diretta dall'insegnante è costituita per lo più da spiegazioni strutturate su un argomento, con dibattiti in classe e domande degli studenti (Ivi, p. 63). L'approccio dei riscontri percepiti raccoglie tutti quei comportamenti dell'insegnante che informano gli studenti sul loro comportamento, sui punti di forza e le aree da migliorare, su come migliorare le prestazioni e raggiungere gli obiettivi. L'istruzione flessibile si riferisce a quanto frequentemente l'insegnante adatta la lezione alle esigenze della classe o fornisce un aiuto individuale per studenti che trovano difficoltà su un argomento (Ivi, p. 66). L'istruzione basata sull'indagine riguarda il coinvolgimento degli studenti nella sperimentazione e nelle attività pratiche, mirate alla comprensione concettuale delle idee scientifiche. Ci si aspetta che gli studenti comprendano, spieghino e discutano le idee scientifiche, progettino e conducano esperimenti e comunichino i risultati, anche collegando le proprie idee e indagini a problemi della vita reale (Ivi, p. 69). Questi approcci non sono mutualmente esclusivi ma spesso sono combinati tra loro, soprattutto quello flessibile e quello dei riscontri percepiti (OECD, 2016, p. 65). L'indagine internazionale ha inoltre messo in relazione, sulla base dei dati di tutti i Paesi partecipanti, la frequenza con cui tali approcci sono adottati con tre variabili di risultato: 1) i punteggi nella prova di scienze, 2) le credenze epistemiche¹³, 3) l'aspettativa di lavorare in ambito scientifico.

Nella Tabella 4 possiamo osservare che la frequenza di utilizzo degli approcci *teacher-directed* e *adaptive instruction* hanno relazioni positive con tutte e tre le variabili di risultato. In particolare, le pratiche *teacher-directed* sono associate positivamente con i risultati alla prova probabilmente «perché richiedono meno tempo (sono più efficienti), sono più facili da implementare (sono più convenienti), ed è essenziale un certo grado di trasmissione da un esperto agli studenti» (OECD, 2016, p. 65). Sia le pratiche *perceived feedback* sia le pratiche *enquiry-based* sono associate negativamente ai punteggi nella prova, ma sono associate a migliori credenze epistemiche e più diffuse aspettative di lavorare in ambito scientifico. Le pratiche *perceived feedback* sono associate negativamente ai punteggi nella prova «probabilmente perché gli studenti con risultati peggiori hanno bisogno di più *feedback* di quelli con risultati migliori» (OECD, 2016, p. 66).

| Approccio didattico | Punteggio alla prova di scienze | Credenze epistemiche | Aspettativa di lavorare in ambito scientifico |
|---|---------------------------------|----------------------|---|
| 1) istruzione diretta dall'insegnante (<i>teacher-directed</i>) | + | + | + |
| 2) riscontro percepito (<i>perceived feedback</i>) | - | + | + |
| 3) istruzione flessibile (<i>adaptive instruction</i>) | + | + | + |
| 4) istruzione basata sull'indagine (<i>enquiry-based instruction</i>) | - | + | + |

Tabella 4: Relazione tra la frequenza di adozione dei diversi approcci didattici e variabili di risultato

Fonte: OCSE, Database PISA 2015, elaborazione DPPSS, Sapienza

13 «Le credenze epistemiche sono definite operativamente dall'accordo che lo studente può esprimere su una scala Likert con le seguenti affermazioni: un buon modo di conoscere se qualcosa è vero è fare un esperimento; le idee in scienza a volte cambiano; le buone risposte sono basate sull'evidenza proveniente da molti esperimenti differenti; è bene provare esperimenti più di una volta per essere sicuri delle proprie scoperte; a volte gli scienziati cambiano idea su cos'è vero; le idee nei libri di scienza a volte cambiano.» (OECD, 2016, p. 241).

Quanto sono adottati i diversi approcci in Italia? Per rispondere a questa domanda, si può utilizzare un indice di frequenza che PISA 2015 ha calcolato per ciascun approccio. In Figura 3 possiamo osservare la frequenza di utilizzo di ciascun approccio in Italia, messo a confronto con gli indici di frequenza dei 6 Paesi che ottengono risultati significativamente migliori della media OCSE su tutte e tre le variabili di risultato.

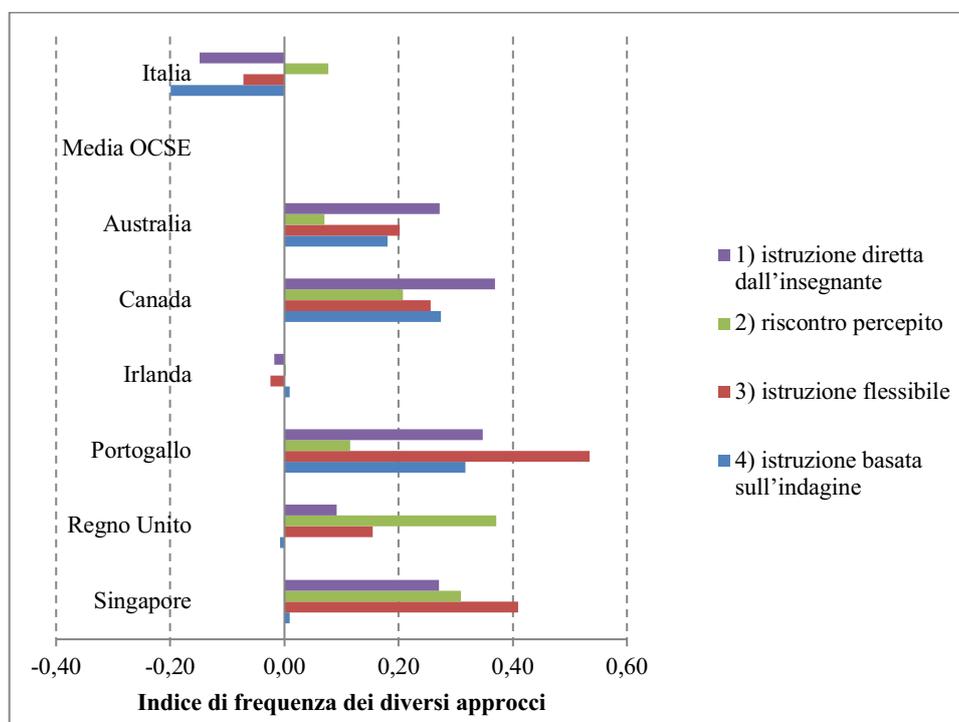


Figura 3: Confronto tra Italia e altri Paesi OCSE sulla frequenza dei diversi approcci didattici
Fonte: OCSE, Database PISA 2015, elaborazione DPPSS, Sapienza

Inoltre, si può osservare che l'Italia ha un indice più alto della media OCSE solo relativamente all'approccio del riscontro percepito (*perceived feedback*), mentre per tutti gli altri ha un indice più basso, soprattutto per l'approccio basato sull'indagine (*inquired based*).

In conclusione, dai dati di PISA 2015 sembrerebbe che, per ottenere risultati positivi, gli insegnanti di scienze debbano saper mescolare saggiamente diversi approcci, utilizzando lezioni più direttive e frontali, senza dimenticare di adattare alle esigenze della classe (OECD, 2016, p. 248), e momenti di apprendimento significativo più legati all'approccio basato sull'indagine, approccio che gli insegnanti del nostro Paese sembrerebbero usare poco frequentemente.

4.4 Ambiente scolastico

Riguardo alla collaborazione tra insegnanti e ai problemi da essi percepiti, non si registrano differenze significative tra insegnanti STEM e non-STEM, per cui riporteremo solamente i risultati che a nostro avviso sono più rilevanti riguardo a questi argomenti.

In particolare, quanto collaborano fra loro gli insegnanti italiani di discipline STEM? Su cosa collaborano di più?

Tutte le indagini di riferimento forniscono dati per rispondere a queste domande, ma faremo riferimento principalmente alle Rilevazioni Nazionali perché danno il quadro più chiaro e completo sull'argomento. Gli insegnanti di matematica raggiunti dall'indagine, che dichiarano di scambiarsi spesso, quasi sempre o sempre opinioni sulla didattica, sono più dell'80% in tutti i gradi scolastici. Un po' più basse le percentuali

di insegnanti che dichiarano di scambiarsi frequentemente informazioni, materiali o prove di valutazione (tra il 50% e l'80% a seconda del grado scolastico) e ancor meno sono quelli che dichiarano di preparare insieme (spesso o sempre) materiali, prove di valutazione, unità didattiche. Come si può osservare dalla Figura 4, per tutti gli item le percentuali si abbassano mano a mano che avanza il grado scolastico, forse perché, insieme al grado scolastico, si alza il numero di colleghi con cui potersi/doversi accordare, e forse anche per questo c'è una maggiore propensione e tradizione alla collaborazione nelle scuole primarie e secondarie di primo grado, dove gli insegnanti sono più abituati al confronto e alla progettazione condivisa. L'indagine TIMSS conferma questa tendenza¹⁴.

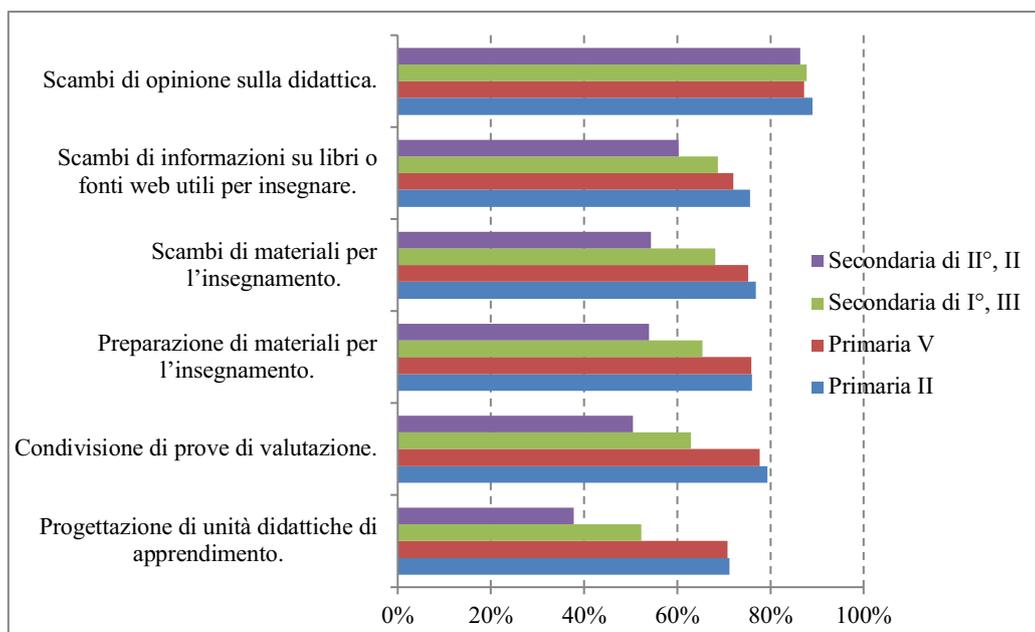


Figura 4: Percentuale di insegnanti che rispondono spesso, quasi sempre o sempre ai diversi item sulla collaborazione
Fonte: INVALSI, Database Rilevazioni Nazionali 2016/17, Elaborazione DPPSS, Sapienza.

Il questionario delle Rilevazioni Nazionali chiede agli insegnanti anche di valutare diversi aspetti della vita scolastica e, dalle loro risposte, emerge qualche criticità in relazione alla capacità della scuola di ottenere finanziamenti pubblici e di permettere che tutti gli insegnanti lavorino al meglio delle loro possibilità: sono i due aspetti che hanno registrato la percentuale minore di insegnanti, in tutti i gradi scolastici, che li descrivono come buoni o ottimi. Come si può osservare in Figura 5, queste voci sono le uniche che ricevono meno del 70% di valutazioni positive, quindi rappresentano i problemi più sentiti dagli insegnanti italiani. Anche la capacità di innovazione didattica degli insegnanti registra qualche criticità per la scuola secondaria, soprattutto nel II grado. Da notare che le valutazioni più severe sono quelle degli insegnanti di scuola secondaria superiore anche per i primi due aspetti menzionati.

¹⁴ Sul grado di collaborazione degli insegnanti non è possibile ricavare dati raccolti dall'indagine TALIS 2018, perché nel database rilasciato non sono presenti le variabili relative ai rapporti tra i docenti.

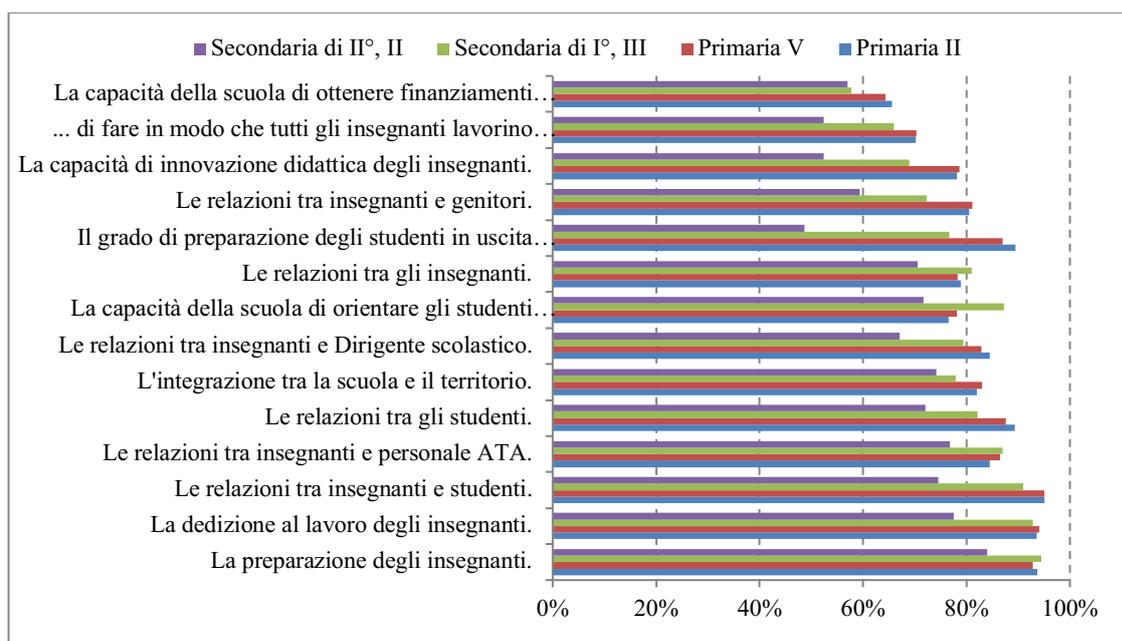


Figura 5: Percentuale di insegnanti che descrivono come buoni o ottimi i seguenti aspetti
Fonte: INVALSI, Database Rilevazioni Nazionali 2016/17, Elaborazione DPPSS, Sapienza

Con riferimento alla capacità di innovazione didattica dei colleghi, l'indagine TALIS mostra meno opinioni critiche, dal momento che più del 70% degli insegnanti sono d'accordo o molto d'accordo con l'affermazione "La maggior parte dei docenti si impegna per sviluppare nuove idee per l'insegnamento e l'apprendimento".

Al di là della questione dei finanziamenti, cosa significa fare in modo che tutti gli insegnanti lavorino al meglio? Le indagini internazionali forse ci aiutano a rispondere a questa domanda. Secondo il PISA 2015, oltre il 43,5% degli insegnanti di scienze ritiene che la possibilità di realizzare l'offerta formativa risenta della carenza o inadeguatezza dei materiali didattici o delle infrastrutture. Meno del 32,2% di loro afferma che essa risente della carenza o inadeguatezza del personale (docente e non)¹⁵.

L'indagine TALIS conferma che gli aspetti su cui la maggior parte degli insegnanti (circa il 70%) vorrebbe fossero investite maggiori risorse sono principalmente: la riduzione del numero di alunni per classe, l'aumento del personale docente e il miglioramento delle infrastrutture scolastiche, a cui aggiunge l'incremento dei salari dei docenti.

Per l'indagine TIMSS, come si può osservare in Figura 6, in tutti i gradi raggiunti dalla rilevazione, i problemi degli spazi di lavoro, delle attrezzature e dei materiali didattici inadeguati sono quelli ritenuti gravi o di una certa rilevanza dagli insegnanti di materie scientifiche¹⁶.

15 Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte ai questionari rivolti a insegnanti di PISA 2015, sui diversi totali di casi validi per ciascuna variabile, confrontando i 2.394 casi *assessed* sulla variabile relativa all'insegnamento della materia scienze con i casi *assessed* sulla variabile relativa all'insegnamento delle altre materie.

16 Le percentuali sono calcolate sulla base delle risposte ai questionari rivolti a insegnanti di TIMSS e TIMSS Advanced 2015, sul totale dei casi validi per ciascun campione di riferimento.

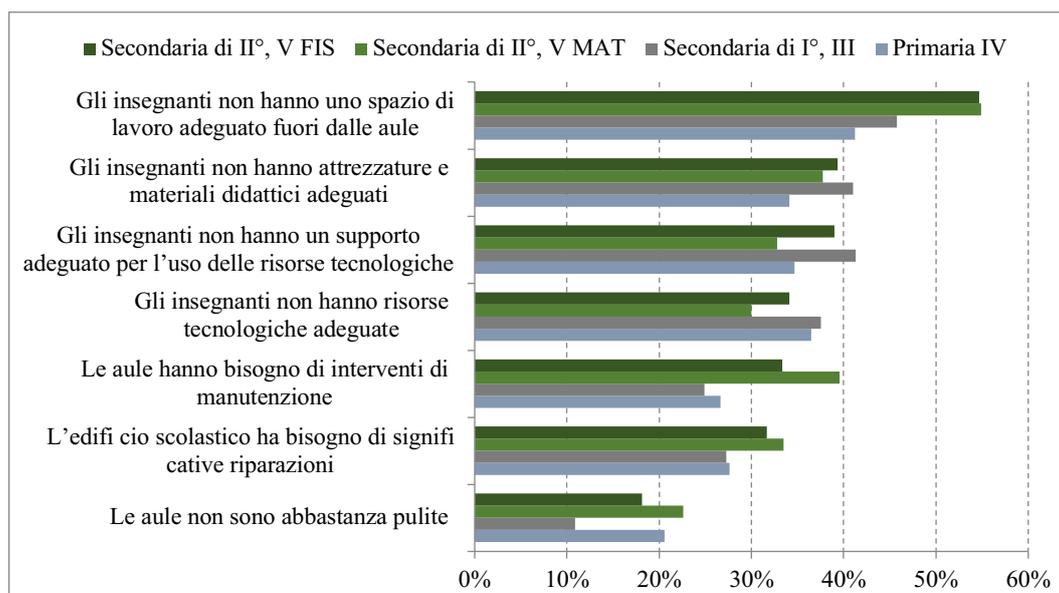


Figura 6: Percentuale di insegnanti che valutano gravi o di una certa rilevanza determinati problemi
Fonte: IEA, Database TIMSS e TIMSS Advanced 2015, Elaborazione DPPSS, Sapienza.

5. Conclusioni

Dalla comparazione tra i risultati delle diverse indagini considerate e dal confronto tra insegnanti STEM e di altre discipline, emergono con chiarezza punti di forza e di debolezza del corpo docente italiano che insegna materie scientifiche.

È nota e ampiamente commentata in letteratura la maggiore anzianità e femminilizzazione del corpo docente italiano rispetto ai colleghi di altre nazioni. Comparando anzianità e genere degli insegnanti di discipline umanistiche e di discipline scientifiche notiamo, però, una maggiore presenza fra questi ultimi di insegnanti di genere maschile, in tutti i gradi scolastici, e nessuna differenza rilevante rispetto all'età. Se la maggiore presenza di insegnanti maschi fra coloro che insegnano discipline scientifiche può essere considerata un punto di forza, può, d'altro canto, essere interpretata come un segno della presenza, anche nel corpo insegnante, di stereotipi di genere ancora imperanti, che vedono la donna più "adatta" allo studio di discipline umanistiche.

Riguardo alla formazione e all'aggiornamento, osserviamo, dalle ricerche prese in esame, che nella scuola primaria la percentuale di laureati è più bassa fra i docenti che insegnano materie STEM rispetto ai loro colleghi che insegnano materie umanistiche. Inoltre, gli insegnanti di materie STEM della scuola secondaria di primo grado si aggiornano meno sulle competenze pedagogiche, sulla gestione della classe e sull'inclusione, ma si aggiornano di più dei loro colleghi sull'uso delle Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione. Il dato della minore preparazione pedagogica degli insegnanti STEM rispetto ai loro colleghi è confermato poi dalla percentuale più bassa, nella scuola secondaria di secondo grado, di coloro che hanno ricevuto una formazione specifica per l'insegnamento.

Queste caratteristiche del corpo docente italiano di materie scientifiche sembrano indicare che è ancora lontano dal nostro clima culturale il superamento del pregiudizio per cui le questioni educative siano prevalente appannaggio di chi si occupa di discipline umanistiche, pregiudizio che si lega probabilmente a una ancor diffusa convinzione, soprattutto tra gli insegnanti STEM, che per saper insegnare è sufficiente conoscere la materia, senza che sia necessario dotarsi anche di una solida formazione pedagogico-didattica.

Questa impressione è confermata dal dato sulle pratiche educativo-didattiche ricavato dal PISA 2015, per cui la frequenza con cui gli insegnanti italiani propongono attività didattiche basate sull'indagine, tra le altre pratiche, è quella che più si allontana, in negativo, dalla frequenza media dei Paesi OCSE.

In conclusione, questa analisi suggerisce: l'adozione di politiche per l'inserimento nella scuola primaria

di laureati, che vadano a coprire anche e soprattutto gli insegnamenti di tipo scientifico; la promozione a tutti i livelli di una più ampia formazione iniziale e in servizio, che includa e incentivi una più solida preparazione pedagogica anche per insegnanti delle discipline STEM, formandoli in particolar modo all'adozione di pratiche didattiche diversificate e flessibili, in modo che siano in grado di progettare per i propri allievi momenti di apprendimento significativi, coinvolgendoli nella progettazione e conduzione di esperimenti legati ai problemi della vita reale.

Riferimenti bibliografici

- IEA (2016a), *TIMSS 2015 International results in Mathematics*, TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- IEA (2016b), *TIMSS 2015 International results in Science*, TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- IEA (2016c), *TIMSS Advanced 2015 International Results in Advanced Mathematics and Physics*, TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- INVALSI, *Indagine OCSE PISA 2015 I risultati degli studenti italiani in scienze, matematica e lettura*, Rapporto nazionale, gruppo di ricerca PISA 2015 Invalsi.
- INVALSI, *OCSE PISA 2018 I risultati degli studenti italiani in lettura, matematica e scienze*, Rapporto nazionale, Area indagini internazionali Invalsi.
- OECD (2016), *PISA 2015 Results (Volume II): Policies And Practices For Successful Schools*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264267510-en>.
- OECD (2019), *TALIS 2018 Results (Volume I): Teachers and School Leaders as Lifelong Learners*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/1d0bc92a-en>.