

# Valutazione PON M@t.abel

## RAPPORTO SUI RISULTATI PRELIMINARI SUGLI EFFETTI DEL PROGRAMMA PON M@t.abel 2009/2010



Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca  
Dipartimento per la Programmazione  
D.G. per gli Affari Internazionali - Ufficio IV  
Programmazione e gestione dei fondi strutturali  
europei e nazionali per lo sviluppo e la  
coesione sociale



UNIONE EUROPEA  
F.O.M. Competenze per lo sviluppo (FSE)  
F.O.M. Ambiente per l'apprendimento (FESR)  
D.G. Occupazione, Affari Sociali e Pari Opportunità  
D.G. Politiche Regionali

## INDICE

Indice delle tabelle .....	2
Indice delle figure .....	4
VOLUME I – GLI EFFETTI DI PON M@T.ABEL+ AL PRIMO ANNO .....	5
Introduzione .....	5
1. VALIDITA' INTERNA E VALIDITA' ESTERNA DELLA VALUTAZIONE .....	7
1.1 Validità interna .....	8
1.1.1 L'equivalenza tra le scuole .....	9
1.1.2 L'equivalenza tra gli insegnanti.....	12
1.1.3 L'equivalenza tra gli studenti .....	14
1.2 Validità esterna .....	20
1.2.1 Le scuole iscritte e osservate .....	20
1.2.2 Individuazione di eventuali processi di autoselezione delle scuole iscritte.....	29
2. GLI EFFETTI SUGLI STUDENTI .....	31
2.1 Come sono misurati gli apprendimenti in matematica .....	31
2.2 Come vengono stimati gli effetti dell'intervento.....	40
2.3 Gli effetti sui livelli di apprendimento in matematica .....	43
2.4 Gli effetti sulle non risposte al test .....	45
2.5 Gli effetti per sottogruppi di studenti.....	49
2.6 Gli effetti sulle dimensioni psicologiche .....	53
3. GLI EFFETTI SUGLI INSEGNANTI .....	65
3.1 Atteggiamenti e pratiche didattiche degli insegnanti.....	65
3.2 Gli effetti sugli atteggiamenti .....	67
3.4 Gli effetti sulle pratiche didattiche .....	70
4. L'IMPLEMENTAZIONE DEL PERCORSO DI FORMAZIONE PON MATABEL+ .....	75
4.1 I fattori influenti sull'aderenza al protocollo e fenomeni di autoselezione tra i docenti .....	75
4.2 L'esperienza PON M@t.abel+ vista dai docenti .....	95
CONCLUSIONI E LAVORO FUTURO .....	107

## Indice delle tabelle

Tabella 1.1 – Assegnati al trattamento e controlli .....	8
Tabella 1.2 – Fattori geografici e di contesto scolastico non equivalenti tra assegnati e controlli.....	12
Tabella 1.3 – Tassi di non risposta su caratteristiche individuali degli studenti: confronti tra studenti assegnati al trattamento e controlli.....	18
Tabella 1.4 – Caratteristiche individuali degli studenti: confronti tra studenti assegnati al trattamento e controlli .....	19
Tabella 1.5 – Contesto territoriale: confronti tra scuole osservate e popolazione delle scuole e tra scuole osservate e scuole iscritte nelle province coinvolte nella sperimentazione .....	22
Tabella 1.6 – Dimensione della scuola: confronti tra scuole osservate e popolazione delle scuole e tra scuole osservate e scuole iscritte nelle province coinvolte nella sperimentazione .....	24
Tabella 1.7 – Caratteristiche di background degli studenti: confronti tra scuole osservate e popolazione delle scuole e tra scuole osservate e scuole iscritte nelle province coinvolte nella sperimentazione .....	26
Tabella 1.8 – Esiti nei test SNV: confronti tra scuole osservate e popolazione delle scuole e tra scuole osservate e scuole iscritte nelle province coinvolte nella sperimentazione .....	28
Tabella 2.1 – Macro ambiti e processi cognitivi delle prove INVALSI .....	32
Tabella 2.2 – Caratteristiche delle prove INVALSI M@t.abel – a.s. 2009-10 in termini di numero di <i>item</i> e loro suddivisione per ambito e per processo cognitivo attivato .....	33
Tabella 2.3 – Valori di $\alpha$ per le prove INVALSI M@t.abel a.s. 2009-10 (classi I, II, III SSPG) .....	34
Tabella 2.4 – Statistiche descrittive della competenza matematica per classe .....	39
Tabella 2.5 – Stime degli effetti medi sul campione complessivo (ITT e ATT, varie specificazioni) ...	44
Tabella 2.6 – Non completamento della prova e presenza di almeno una non risposta alle domande raggiunte (% - N= 11064) .....	46
Tabella 2.7 – Effetti di PON <a href="#">M@t.abel</a> + sul non completamento della prova e sulla presenza di almeno una non risposta alle domande raggiunte (%).....	46
Tabella 2.8 – Effetti dell'intervento sulla competenza matematica degli studenti per classe di età dei loro insegnanti di matematica .....	52
Tabella 2.9 – Effetti di PON M@t.abel+ sulle dimensioni psicologiche degli studenti.....	62
Tabella 3.1 – Tasso di copertura delle rilevazioni per stato del docente .....	66
Tabella 3.2 – Effetti di PON <a href="#">M@t.abel</a> + sugli atteggiamenti .....	69
Tabella 3.3 – Effetti di PON M@t.abel+ sulle pratiche didattiche.....	72
Tabella 4.1 – Modalità di iscrizione a PON M@t.abel+ .....	77
Tabella 4.2 –Tipo di mancata iscrizione a settembre.....	78
Tabella 4.3 – Tipo di partecipazione a M@t.abel+.....	79
Tabella 4.4 – Tipo di partecipazione per caratteristiche geografiche e individuali dei corsisti.....	80
Tabella 4.5 – Motivazioni addotte per l'abbandono del corso – solo docenti iscritti a settembre che non han conseguito il certificato in presenza .....	82

Tabella 4.6 – Distribuzione dei docenti iscritti a un corso a settembre per variabili di contesto e regione (base=357), percentuali di colonna .....	86
Tabella 4.7 – Distribuzione dell'età dei docenti per caratteristiche di contesto, percentuali di colonna.	88
Tabella 4.8 – Matrice di correlazioni tra fattori esplicativi della compliance (base=357) .....	89
Tabella 4.9 – Effetti marginali medi della probabilità di essere full complier, coefficiente e pvalue, errori clusterizzati per scuola .....	90
Tabella 4.10 – Situazione di certificazione e di caduta di presìdi per stato del docente.....	94
Tabella 4.11 – Dimensioni dell'implementazione rilevate nei diari di bordo dei docenti.....	101
Tabella 4.12 – Soddisfazione e utilità percepita dai docenti della proposta M@t.abel .....	102

## Indice delle figure

Figura 1.1 – Ambiti di analisi per verificare la validità interna ed esterna della valutazione.....	7
Figura 2.1 – <i>Item</i> map rappresentante il placement relativo delle domande rispetto al punteggio di Rasch dei rispondenti nelle prove INVALSI M@t.abel a.s. 2009-10 .....	36
Figura 2.2 – Distribuzione dei punteggi di apprendimento in matematica per classe .....	40
Figura 2.3 – Distribuzione degli insegnanti e degli studenti in base alla randomizzazione e all'effettiva adesione al trattamento e punteggi medi nel test di matematica per ciascun sottogruppo di studenti (solo casi di insegnanti e studenti osservati contemporaneamente).....	43
Figura 2.4 – Distribuzione della competenza matematica per gli studenti assegnati al trattamento e di controllo per classe.....	45
Figura 2.5 – Numero complessivo di non risposte alle domande del test per assegnati al trattamento e controlli entro le prime, seconde e terze (%) .....	48
Figura 2.6 – Schema dei raggruppamenti interpretativi delle dimensioni indagate.....	54
Figura 4.1 – Grado di aderenza al protocollo nei docenti iscritti a PON <a href="#">M@t.abel</a> + a.s. 2009/10 .....	76
Figura 4.2 – Docenti che riportano un valore maggiore di 0 agli indici di difficoltà di implementazione e di difficoltà on-line, valori percentuali.....	105

### Introduzione

M@tabel (Matematica. Apprendimenti di base con e-learning) è un canale di formazione promosso dal MIUR, volto a migliorare l'insegnamento della matematica e la sua comprensione da parte degli studenti. L'idea di base è quella di avvicinare gli studenti alla materia in maniera più coinvolgente, soprattutto utilizzando gli strumenti appresi a lezione per affrontare problemi e situazioni della vita quotidiana, ma anche inquadrando lo studio della matematica nel contesto storico e culturale. La chiave concettuale di questa proposta formativa è quindi avvicinare la matematica all'esperienza concreta degli studenti, evitando che la considerino una disciplina eccessivamente astratta e lontana. A tal fine, il percorso formativo prevede che gli insegnanti sperimentino in classe con gli studenti nuove metodologie, tra cui anche simulazioni da applicare al computer oppure esperimenti da realizzare in aula. La formazione è rivolta ai docenti della scuola secondaria del primo ciclo e al biennio superiore (ovvero a studenti tra gli 11 e 16 anni) e prevede la sperimentazione in classe di materiali didattici opportunamente predisposti per una didattica laboratoriale. Inoltre, la formazione prevede che l'esperienza realizzata in classe dagli insegnanti sia oggetto di confronto e discussione collegiale tra i docenti corsisti e il tutor e tra i docenti provenienti dalla stessa scuola.

La crescente adesione al piano di formazione M@t.abel segnala l'interesse che l'iniziativa ha riscosso presso gli insegnanti e le scuole in questi ultimi anni. L'approccio proposto da M@t.abel sembra inoltre generalizzabile ad altre discipline e per questo desta l'interesse della comunità educativa. Infatti, l'insegnamento basato su esperienze vicine alla vita reale e il passaggio da un modello educativo centrato sulla trasmissione delle conoscenze ad uno basato sullo sviluppo di competenze sembrano fattori importanti nello sviluppo della scuola italiana. Tuttavia, non esiste ad oggi alcuna evidenza rigorosa sugli effetti che l'utilizzo del metodo M@t.abel e dei relativi materiali in classe esercita sull'apprendimento degli studenti. Esistono solo dati relativi alla soddisfazione dei corsisti e approfondimenti qualitativi in merito alle dinamiche del processo di formazione. Il recente ampliamento dei materiali disponibili per la formazione PON M@tabel+ e il più generale rafforzamento del piano in quattro regioni del Sud (Calabria, Campania, Puglia, Sicilia), reso possibile grazie ai programmi co-finanziati dall'Unione Europea, sono stati quindi occasione per una riflessione sull'efficacia del percorso formativo.

La valutazione si propone di misurare gli effetti dell'intervento sugli apprendimenti degli studenti e sugli atteggiamenti e comportamenti didattici da parte dei docenti. Per eliminare problemi di eterogeneità nascosta, il disegno di valutazione adottato è quello dello studio randomizzato a livello di scuola con osservazione degli studenti delle scuole coinvolte da uno a tre anni<sup>1</sup>. Disegnando *ex ante* un esperimento controllato con scelta casuale, diviene possibile confrontare i risultati ottenuti tra due gruppi statisticamente equivalenti di docenti. Le scuole e i relativi docenti iscritti a partecipare al percorso M@t.abel sono stati quindi divisi casualmente in due gruppi: al primo si è consentito di seguire il corso di formazione subito, quindi nell'anno scolastico 2009/2010 (gli "assegnati al

---

<sup>1</sup> A seconda che si tratta di studenti di classe prima, seconda oppure terza.

trattamento”); al secondo è stato chiesto di posticipare di un anno la partecipazione al programma, iniziandolo nell’anno scolastico 2010/2011 (i “controlli”). L’assegnazione casuale delle scuole a uno dei due gruppi li rende statisticamente equivalenti e privi di differenze di partenza, pertanto le eventuali differenze sui docenti e sui loro studenti alla fine del 2009/2010 può essere plausibilmente attribuita alla partecipazione a PON [M@t.abel](mailto:M@t.abel)+ da parte del primo gruppo. Per ulteriori dettagli sul piano sperimentale si possono consultare i materiali presenti sul sito <http://www.invalsi.it/invalsi/ri/matabel/index.php?settore=home>.

Si è scelto di limitare lo studio randomizzato alla scuola secondaria di primo grado (e non al biennio superiore, dove l’intervento [M@t.abel](mailto:M@t.abel) è comunque presente) perché gli studenti fruiscono a questo stadio degli studi di una proposta educativa più omogenea e gli apprendimenti e le competenze che sviluppano sono un bagaglio che viene portato per il resto del loro percorso. Questa scelta di circoscrivere la valutazione a un solo grado scolastico ha inoltre semplificato notevolmente i processi di indagine, riducendo il numero di strumenti di rilevazione necessari e rendendomeno oneroso il coordinamento tra i molti attori coinvolti nell’intero processo.

Questo Rapporto presenta in maniera estesa le analisi sin qui condotte per stimare gli effetti di PON [M@t.abel](mailto:M@t.abel)+ sugli studenti e sui docenti al primo anno (rispettivamente, capitoli 2 e 3), che è lo stesso anno scolastico in cui i docenti del gruppo di trattamento hanno partecipato al percorso di formazione e sperimentato le apposite unità didattiche in classe. Si presentano inoltre risultati relativi alla partecipazione al percorso di formazione e alle difficoltà incontrate dagli insegnanti nel realizzare la sperimentazione [M@t.abel](mailto:M@t.abel) nelle loro classi, fornendo così indicazioni in merito ai fattori che possono ostacolare l’effettiva adesione al progetto e la piena realizzazione della formazione proposta (capitolo 4). In Appendice sono riportati gli strumenti di rilevazione appositamente realizzati, nonché materiali utili per avere una visione complessiva delle fonti informative intervenute nel corso della valutazione.

Il team INVALSI per la valutazione di [M@t.abel](mailto:M@t.abel) è composto da: Daniele Vidoni (INVALSI), Andrea Caputo (INVALSI), Aline Pennisi (Ministero dell’economia e delle finanze), Gianluca Argentin (Università Milano Bicocca) e Giovanni Abbiati (Università Milano Bicocca). Benché il lavoro sia dell’intera équipe di ricerca, la cura del presente rapporto è opera di Aline Pennisi; la stesura dei testi è da attribuire nel seguente modo: Introduzione di Aline Pennisi; Capitolo Primo di Gianluca Argentin, a eccezione dei paragrafi 1.1.2 e 1.1.3, scritti da Giovanni Abbiati; Capitolo Secondo di Gianluca Argentin, a eccezione dei paragrafi 2.1 e 2.6 scritti rispettivamente da Daniele Vidoni e Andrea Caputo; Capitoli terzo e quarto di Giovanni Abbiati, a eccezione del paragrafo 4.2, scritto a quattro mani con Andrea Caputo; Conclusioni di Gianluca Argentin e Aline Pennisi. Le appendici sono state redatte dall’intero gruppo di lavoro, a eccezione del Diario di Bordo (prodotto da ANSAS), e dell’appendice A.3, di Giovanni Abbiati (A3.1) e di Andrea Caputo (A3.2).

## 1. VALIDITA' INTERNA E VALIDITA' ESTERNA DELLA VALUTAZIONE

La validità interna riguarda il grado con cui si possono considerare le conclusioni di una valutazione effettivamente riferibili alle relazioni tra le variabili oggetto di studio. In particolare, per un esperimento, è la sua capacità di dimostrare l'esistenza di una relazione causale tra la variabile trattamento e le variabili di risultato in modo appropriato e convincente, garantendo che la presenza (o assenza) di covariazione nei dati non sia imputabile a spiegazioni alternative. La validità esterna è invece il grado di generalizzabilità dei risultati provenienti da uno studio: quanto, cioè, è possibile estendere le conclusioni a popolazioni, contesti e tempi diversi da quelli in cui è stata condotta la valutazione<sup>2</sup>.

In questo capitolo si dà conto della validità interna ed esterna della valutazione di PON [M@t.abel+](#), cercando di rispondere sostanzialmente a due domande:

1. l'esperimento condotto è in grado di darci evidenza empirica robusta sugli effetti prodotti da PON [M@t.abel+](#) sugli insegnanti e studenti che hanno preso parte all'intervento?
2. gli effetti individuati nella valutazione sono generalizzabili anche al di fuori dello specifico campione di insegnanti e studenti coinvolti nell'indagine?

**Figura 1.1- Ambiti di analisi per verificare la validità interna ed esterna della valutazione**



<sup>2</sup> Per una disamina completa delle tipologie di validità e dei fattori che possono minacciare la validità di un disegno di ricerca, cfr. Cook, T. D., & Campbell, D. T. (1979). *Quasi-experimentation: Design and analysis for field settings*. Chicago: Rand McNally.

Per assicurare la validità interna di un esperimento è importante che la randomizzazione abbia prodotto gruppi di scuole, docenti e studenti assegnati al trattamento e di controllo statisticamente identici. Solo nel caso in cui i due gruppi si possono ritenere del tutto equivalenti le stime dell'effetto di PON M@t.abel+ riflettono realmente il contributo netto dell'intervento alla modifica della situazione che si sarebbe verificata in assenza di intervento. Per la validità esterna si tratta invece di esaminare le differenze sistematiche che caratterizzano le scuole oggetto della valutazione rispetto alle altre scuole delle regioni a cui è destinato l'intervento o alle scuole italiane più in generale.

### 1.1 Validità interna

Le scuole interessate a partecipare al piano formativo PON M@t.abel+ sono state divise causalmente in un gruppo di "trattati" - o più precisamente "assegnati al trattamento" (coloro che hanno potuto partecipare da subito al piano di formazione nel a.s. 2009/10) - e in un gruppo di "controlli" (coloro che pur avendo manifestato l'interesse hanno avuto come opzione la sola possibilità di partecipare in maniera dilazionata, ossia a partire dall'a.s. 2010/11). Il campione di scuole è stratificato in base a criteri geografici e di dimensione territoriale (per provincia e, in presenza, di grandi centri, per città, ovvero per le città di Napoli e Palermo che sono state isolate dalla loro provincia tramite il CAP) e per dimensione della scuola di provenienza (ossia in base a due gruppi: scuole con meno di 5 insegnanti iscritti a Mat@bel e scuole con 5 o più iscritti). Si rimanda al Rapporto delle attività della valutazione del PON M@t.abel+ (settembre 2010) e ai materiali presenti sul sito <http://www.invalsi.it/invalsi/ri/matabel/index.php?settore=home> per una descrizione dettagliata delle modalità adottate per la selezione casuale del campione e dei due gruppi. La tabella seguente riporta la distribuzione del numero di scuole, insegnanti e studenti nei due gruppi (assegnati al trattamento e controlli) che sono stati oggetto di rilevazione nel corso della valutazione<sup>3</sup>.

**Tabella 1.1 – Assegnati al trattamento e controlli**

	<b>Assegnati al trattamento</b>	<b>Controlli</b>
Scuole	120	54
Insegnanti	409	172
Classi effettivamente osservate	401	172
Studenti effettivamente osservati	7.692	3.372
di cui:		
<i>di classe prima</i>	2.858	1.082
<i>di classe seconda</i>	2.314	1.113
<i>di classe terza</i>	2.520	1.177

<sup>3</sup> I dati della tabella differiscono leggermente da quelli presenti nel Rapporto di settembre 2010. Infatti, le scuole originariamente selezionate per l'esperimento erano 175. A seguito di trasferimento dei docenti osservati, una delle scuole è venuta meno all'inizio dell'anno scolastico. Le classi assegnate al trattamento per le quali sono stati effettivamente raccolti tutti i dati della rilevazione INVALSI sugli apprendimenti sono 401 invece di 409: la documentazione relativa a 8 classi, infatti, è stata smarrita nella spedizione dei materiali da parte delle scuole a INVALSI.



L'analisi condotta al termine delle operazioni di randomizzazione aveva già segnalato la sostanziale equivalenza tra i due gruppi di scuole e di insegnanti su tutte le dimensioni già osservate a eccezione del numero di iscritti a PON [M@t.abel](#) per scuola, più elevato nelle scuole di controllo e dello sbilanciamento del campione a favore delle classi terze, sempre nel gruppo di controllo. Nuove variabili rilevate successivamente consentono di esaminare in maniera più esaustiva l'equivalenza tra i due gruppi, fino al livello delle classi e degli studenti coinvolti.

### 1.1.1 L'equivalenza tra le scuole

Il processo di randomizzazione ha garantito una sostanziale equivalenza tra i due gruppi per l'insieme di variabili di stratificazione utilizzate, tranne che per la dimensione relativa al numero di docenti iscritti a PON [M@t.abel+](#) per scuole e alla composizione per classi (prime, seconde e terze). Le differenze sono in ogni caso minime e tutti i modelli di stima degli effetti presentati nel seguito del testo (anche il modello base) controllano per questi fattori.

L'analisi dell'equivalenza tra istituti scolastici assegnati al trattamento e istituti di controllo è realizzata a partire dai dati raccolti mediante la “scheda scuole” inviata alle segreterie nel novembre 2009 e dal database INVALSI sulle caratteristiche geografiche, strutturali e di contesto delle scuole, frutto dell'aggregazione di più fonti informative ufficiali<sup>4</sup>. L'equivalenza statistica tra assegnati al trattamento e controlli è stata verificata sia su variabili di tipo geografico, sia su variabili legate al contesto scolastico. Queste, in dettaglio, sono:

- Regione
- Montuosità del territorio (variabile dicotomica)
- Ampiezza demografica del comune
- Appartenenza ad un istituto comprensivo
- Status socioeconomico medio di scuola
- Numero di classi
- Numero di studenti
- Dimensione media delle classi
- Proporzioni di studenti immigrati che hanno partecipato alla prova nazionale sul totale degli studenti
- Proporzioni di studenti diversamente abili sul totale degli studenti
- Media di scuola al punteggio in matematica alla Prova Nazionale 2008-2009
- Media di scuola al punteggio in italiano alla Prova Nazionale 2008-2009
- Deviazione standard di scuola al punteggio in matematica alla Prova Nazionale 2008-2009
- Deviazione standard di scuola al punteggio in italiano alla Prova Nazionale 2008-2009
- Numero totale di docenti di matematica della scuola
- Proporzioni di docenti di ruolo sul totale dei docenti di matematica
- Attivazione di corsi di supporto agli studenti in matematica nell'a.s. 2008-2009<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Le variabili disponibili dal database INVALSI sono descritte nell'Appendice A2 e quelle della “scheda scuole” nel Rapporto delle attività della valutazione PON [M@t.abel+](#) (settembre 2010).

<sup>5</sup> Per quanto riguarda le relative variabili incluse nella cosiddetta “scheda scuola”, si è cercato di ricondurre gli *item* di cui era composta a tipologie di interventi (interventi di supporto agli studenti, interventi di formazione agli insegnanti, altri interventi) e di non guardare ai singoli *item*, in quanto diversi fattori registrati durante la raccolta telefonica dei dati inducono a presumere che le variabili raccolte siano poco esatte o misurino fenomeni non omogenei per scuola o includano anche PON [M@t.abel+](#), che pure era citato come progetto da escludere tra i corsi. Sia sulla tipologia proposta che sui singoli *item* analizzati, comunque, si presenta un solo caso di differenza sostanzialmente e statisticamente significativa (al

- Attivazione di corsi di formazione professionale in matematica nell'a.s. 2008-2009
- Attivazione di altro tipo di attività legate alla matematica nell'a.s. 2008-2009

L'analisi si sviluppa in due passaggi:

1. Confronto tra le distribuzioni delle variabili di interesse del gruppo di scuole degli assegnati al trattamento e del gruppo di controllo, per verificare che l'equivalenza non sia solo nella media;
2. Stima della differenze tra scuole assegnate al trattamento e controlli tramite modelli di probabilità lineare sulla probabilità per una scuola di essere assegnata al trattamento, controllando per le variabili di stratificazione della randomizzazione<sup>6</sup>.

La struttura è la medesima per ogni modello:

- la variabile dipendente di interesse è una variabile geografica o di contesto scolastico di cui si vuole misurare l'associazione con il risultato della randomizzazione
- la variabile indipendente è una variabile binaria che indica il risultato della randomizzazione (assegnato al trattamento/controllo)
- le variabili indipendenti di controllo sono costituite dalle variabili di stratificazione del campione.

Prima di commentare i risultati occorre ricordare, che, normalmente, in questo tipo di studi l'equivalenza sulle caratteristiche di scuola non viene indagata, data la scala limitata su cui questi vengono condotti. Nel nostro caso, invece, il campione di scuole è abbastanza esteso da poter controllare l'equivalenza di scuole assegnate e di controllo su un ampio set di caratteristiche. Si tratta, tuttavia, pur sempre di un campione numericamente limitato (complessivamente 174 scuole, di cui 54 di controllo). Per questo motivo viene considerata con attenzione l'entità delle differenze tra scuole assegnate e scuole di controllo, al di là della soglia di significatività statistica. Nel corso delle analisi, infatti, vengono riportati sia i risultati statisticamente significativi che quelli sostanzialmente significativi nel senso che la differenza stimata è particolarmente elevata. Per le ragioni dette sopra, la soglia di significatività considerata è fissata al 10% (invece che al convenzionale 5%). Dal punto di vista sostanziale, sono prese in considerazione differenze tra assegnati al trattamento e controlli di almeno 10 punti percentuali<sup>7</sup>, al netto delle variabili di stratificazione.

I risultati mostrano equivalenza tra scuole assegnate al trattamento e di controllo per le 19 variabili geografiche e di contesto scolastico elencate sopra, sia in termini medie che in termini di distribuzioni.

Su alcune variabili, tuttavia, vengono evidenziate differenze sostanziali e statisticamente significative al 10%.

- istituto comprensivo: le scuole assegnate al trattamento sono più spesso degli istituti comprensivi rispetto alle scuole di controllo (valore assegnati: 57,5%; controlli: 44,4%);

---

10%), riguardante l'attivazione di "corsi di altro tipo" nel corso del 2010-2011. Dato il carattere incerto e residuale dell'unico *item* su cui si è trovata una differenza di nota, anche per le motivazioni espresse sopra, riteniamo di non doverlo includere tra le caratteristiche di mancata equivalenza.

<sup>6</sup> In tutti i modelli le variabili di controllo di base sono quelle di stratificazione utilizzate per l'individuazione del campione di scuole facenti parte del disegno di valutazione. Le variabili di stratificazione vengono inserite tramite apposite *dummy*, una per ogni provincia, la presenza di grandi centri e per la dimensione della scuola in termini del numero di docenti candidati a PON [M@t.abel+](#) nel luglio 2009. Essendo state utilizzate in fase di costruzione del campione è importante controllare per queste variabili per evitare che le differenze trovate siano in realtà il risultato di un effetto di composizione.

<sup>7</sup> E' stata scelta la soglia convenzionale di 10 punti percentuali in quanto la si considera abbastanza elevata da non poter escludere a priori la possibilità che la mancanza di significatività sia in realtà dovuta unicamente alla bassa numerosità del campione.

- Montuosità del territorio: le scuole assegnate si trovano più spesso in comuni montani (valore assegnati 22,5%; controlli 12,9%)
- Dimensione classi: le scuole di controllo hanno classi mediamente più grandi (media alunni per classe in scuole assegnate al trattamento: 21; valore controlli: 21,7)

Sono state rilevate altre differenze di importanza sostantiva, benché non statisticamente significative, per quanto attiene al punteggio medio per scuola ottenuto alla prova nazionale di matematica 2008-2009 (gli studenti delle scuole hanno risposto, in media, a 1,9 domande in meno in maniera corretta rispetto alle scuole di controllo, il cui valore medio è pari a 45) e rispetto all'ampiezza demografica (le scuole assegnate al trattamento sono meno spesso ubicate in comuni aventi, in media, circa 17.000 abitanti in più)<sup>8</sup>.

Il quadro di differenze presentate non deve destare allarme circa la mancata equivalenza tra trattati e controlli: si tratta, infatti, di misure altamente correlate tra di loro che, con ogni probabilità, misurano lo stesso fenomeno. Nel nostro campione, ad esempio, gli istituti comprensivi si trovano maggiormente in piccoli centri abitati, in zone montuose, e hanno una dimensione media delle classi minore. I contesti periferici, inoltre, si accompagnano normalmente anche a *performance* scolastiche minori da parte degli studenti. Detto in altri termini, le variabili su cui si riscontrano differenze tra trattati e controlli sono altamente sovrapponibili tra di loro. Nel nostro caso (tabella 1.2), l'unica differenza statisticamente significativa al 5% riguarda l'istituto comprensivo. L'associazione tra le altre variabili segnalate e l'esito della randomizzazione, tuttavia, si situa al margine dell'usuale soglia di significatività statistica e merita di essere riportato.

Per confermare quest'ipotesi, si è provveduto a ri-stimare i modelli per queste variabili (numero medio di alunni per classe, montuosità del territorio, punteggio medio alla PN in matematica e ampiezza demografica del comune) controllando anche per la variabile istituto comprensivo. È stato scelto di controllare unicamente per questa variabile in quanto non solo è l'unica che differisce in maniera statisticamente significativa tra assegnati e controlli, ma anche perché si tratta di una variabile organizzativa vicina ai nostri *outcome* di interesse (in primis, le *performance* degli studenti) e che potrebbe assorbire parte delle differenze provenienti da altre variabili di contesto.

La tabella 1.2 riporta sia i risultati dei modelli di base (quelli, cioè, in cui si controlla unicamente per le variabili di randomizzazione), sia i risultati di un modello completo (in cui si controlla anche per istituto comprensivo). I coefficienti si riferiscono alla variabile "risultato della randomizzazione" (che assume valore 0 se scuola di controllo, 1 se scuola assegnata al trattamento), e rappresentano quindi la differenza tra scuole assegnate e di controllo in termini di unità della variabile dipendente. Nel caso di variabili dipendenti dicotomiche (come "istituto comprensivo"), i coefficienti si interpretano come differenze di probabilità tra scuole assegnate e di controllo di possedere la caratteristica indicata dalla variabile dipendente. Nella tabella, ad esempio, si vede dai modelli di base che le scuole assegnate al trattamento hanno una probabilità maggiore di circa 14 punti percentuali di far parte di un istituto comprensivo e di 9,5 punti percentuali di essere ubicate in una zona montuosa rispetto alle scuole di controllo.

---

<sup>8</sup> Per testare la robustezza dei risultati dei fattori geografici è stato anche utilizzato un indicatore sul "grado di urbanizzazione" (fonte: Istat) invece che l'ampiezza del comune che basata unicamente sulla dimensione della popolazione. I risultati sono confermati anche per questa formulazione alternativa.

**Tabella 1.2 – Fattori geografici e di contesto scolastico non equivalenti tra assegnati e controlli**

<b>Variabile dipendente</b>	<b><math>\beta</math> modelli base*</b>	<b><i>p-value</i></b>	<b><math>\beta</math> modelli con IC*</b>	<b><i>p-value</i></b>
Istituto comprensivo	0,143	0,024	-	-
Numero di alunni medio per classe	-0,77	0,062	-0,479	0,227
Montuosità del territorio	0,095	0,094	0,081	0,158
Punteggio medio alla PN 2008-09 in matematica	-1,87	0,108	-1,48	0,206
Ampiezza del comune (in migliaia di abitanti)	17,4	0,115	18,3	0,102

\* I modelli sono controllati per le variabili di randomizzazione.

La lettura dei coefficienti nella tabella (colonna di destra) conferma la nostra ipotesi: una volta che si controlla per la potenziale sovrapposizione tra le variabili di interesse e la presenza di un istituto comprensivo, il valore dei coefficienti diminuisce, parallelamente a un considerevole aumento dell'incertezza attorno alle stime. La randomizzazione delle scuole, quindi, ha restituito due insiemi statisticamente e sostanzialmente equivalenti. La differenza riscontrata sulla modalità organizzativa della scuola verrà comunque debitamente tenuta sotto controllo nel corso delle stime degli effetti, tramite l'inserimento di una variabile di controllo che identifichi gli istituti comprensivi.

Per concludere le analisi sull'equivalenza sulle scuole è utile mettere in evidenza una differenza tra assegnati e controlli che – dati i bassi numeri del nostro campione di scuole – difficilmente è catturabile da un modello statistico standard. In particolare, la distribuzione di scuole assegnate e di controllo per decili di punteggio medio alla prova nazionale dell'a.s. 2008-09 assume un diverso comportamento nelle code: del primo decile, quello corrispondente alle scuole con punteggio più basso, fanno parte quasi il 10% delle scuole assegnate e solo il 2% delle scuole di controllo. Al contrario, del decile delle scuole migliori fanno parte ben il 13% delle scuole di controllo e solamente il 6% delle scuole assegnate. Data la peculiarità del contesto delle scuole del Sud, segnato più di altre zone del paese da situazioni di forte disagio scolastico, è utile porre attenzione a questo aspetto nel corso delle successive analisi, replicando le stime degli effetti con e senza le scuole la cui performance si colloca nel primo e nell'ultimo decile, concentrandoci quindi sull'80% al degli istituti dove mandati e controlli si equivalgono. La ragione di questa strategia analitica risiede evidentemente nel tentativo di eliminare la potenziale influenza di valori estremi sulla stima dell'effetto medio di PON [M@t.abel](#)<sup>9</sup>.

### 1.1.2 L'equivalenza tra gli insegnanti

L'equivalenza tra insegnanti assegnati al trattamento e controlli è stata verificata prevalentemente sulla base dei dati raccolti tramite un questionario somministrato via CATI subito prima o a ridosso dell'avvio della formazione PON [M@t.abel](#)+, più precisamente tra i mesi di gennaio e febbraio 2010. Alla data in cui è stata effettuata l'intervista al docente, tutti gli insegnanti assegnati al trattamento tranne uno avevano già iniziato a frequentare la formazione. Il numero di incontri "in presenza" già effettuati al momento dell'intervista varia da 0 a 5. Per questo motivo, nonostante il controllo equivalenza sia stato condotto su tutte le variabili disponibili, ci concentreremo solamente sulle variabili relative a dimensioni che non possono essere state influenzate dal trattamento stesso: variabili

<sup>9</sup> Le scuole assegnate al trattamento, inoltre, riportano una frequenza maggiore ma non statisticamente significativa di valori mancanti a questa variabile (10% vs. 4% circa delle scuole di controllo). Dato che non possiamo inferire con sufficiente certezza in quale parte della distribuzione si collochino questi istituti, le analisi sull'80% centrale della distribuzione verranno eseguite due volte, la prima escludendo i gli istituti che riportano valori mancanti su questa variabile, la seconda, invece, includendoli.

socio-demografiche, esperienza professionale e precedenti esperienze di formazione scolastica e professionale. Nel dettaglio, le variabili su cui è stata testata l'equivalenza sono le seguenti:

- genere
- età
- anni di insegnamento complessivi
- anni di insegnamento della matematica nella scuola media
- titolo di studio più elevato conseguito
- disciplina di laurea
- status contrattuale (tempo determinato o indeterminato)
- modalità di accesso all'insegnamento (tramite concorso ordinario o meno)
- frequenza di scuole di specializzazione (SIS, SILSIS)
- esperienza di insegnamento a studenti disabili
- esperienza di insegnamento a studenti stranieri
- esperienza di insegnamento al di fuori della regione in cui insegna attualmente
- tipo e quantità di corsi di formazione seguiti negli ultimi anni
- dotazioni informatiche della scuola
- dotazioni informatiche personali del docente
- funzioni aggiuntive svolte a scuola a parte l'insegnamento
- tipo di iscrizione a Matabel

L'analisi di equivalenza tra insegnanti si è svolta, come per l'equivalenza delle scuole, secondo due fasi:

1. Confronto tra le distribuzioni delle caratteristiche individuali dei docenti assegnati al trattamento rispetto ai controlli;
2. Stima della differenza tra assegnati e controlli tramite modelli di regressione, controllando per le variabili di stratificazione della randomizzazione e per l'appartenenza a un istituto comprensivo<sup>10</sup>.

I modelli stimati sono lineari per le variabili dipendenti continue o pseudo-continue. Per le variabili dipendenti categoriali si è proceduto dicotomizzando di volta in volta sulla modalità estrema, stimando quindi modelli di probabilità lineare sulle variabili così dicotomizzate. In altre parole, una variabile dipendente a quattro modalità (per esempio: sempre, spesso, a volte, mai) è stata dicotomizzata tre volte: la prima volta in corrispondenza della prima modalità ("sempre"), la seconda volta in corrispondenza della seconda ("spesso") e la terza volta in corrispondenza della terza ("a volte"). Come ulteriore controllo sulle variabili categoriali, infine, sono stati stimati modelli di probabilità lineare per ogni singola modalità delle variabili dipendenti categoriali prese separatamente.

La distribuzione delle caratteristiche individuali, sia demografiche che relative al percorso professionale, non varia tra docenti assegnati al trattamento e controlli e le analisi di regressione confermano la sostanziale equivalenza tra i due gruppi<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> A differenza dell'equivalenza delle scuole, nei modelli sui docenti è stata inserita anche la classe indicata per la sperimentazione (prima, seconda o terza), come ulteriore variabile di controllo. La classe di sperimentazione era stata assegnata, ricordiamo, casualmente all'interno delle classi in carico a ogni singolo docente e costituisce quindi una variabile di randomizzazione.

<sup>11</sup> Esiste una sola variabile su cui si rilevano differenze significative al 10%, ossia l'impegno del docente in altre attività oltre all'insegnamento all'interno della scuola. I docenti trattati sarebbero più impegnati (valore assegnati: 65,7%; valore controlli: 60,8%). Grazie al questionario, tuttavia, è stato possibile scomporre l'impegno dichiarato dai docenti in singole mansioni. Da queste analisi emerge che questa differenza è dovuta al fatto che i docenti assegnati sono più spesso referenti

La randomizzazione delle scuole, quindi, si è dimostrata efficace in quanto l'equivalenza riscontrata a livello di istituto scolastico si è riflessa anche al livello inferiore, quello relativo ai docenti.

Nonostante l'ampio insieme di variabili su cui è stato condotto il controllo, la randomizzazione compiuta sulle scuole è riuscita a produrre due insiemi di docenti equivalenti.

### 1.1.3 L'equivalenza tra gli studenti

L'individuazione delle caratteristiche per le quali non sono statisticamente equivalenti gli studenti assegnati al trattamento rispetto agli studenti di controllo è necessaria per definire l'insieme di variabili da inserire nei modelli per la stima degli effetti di PON [M@t.abel+](#). Controllare per le variabili della mancata equivalenza consente infatti di testare se esse siano alla base di eventuali effetti riscontrati, mantenendo la validità interna dell'esperimento.

L'equivalenza tra studenti assegnati al trattamento e studenti di controllo è stata verificata tramite un'analisi che tiene conto della gerarchia implicita al disegno sperimentale confrontando, in primo luogo, i due gruppi per le variabili di stratificazione della randomizzazione e, poi, introducendo le caratteristiche delle scuole e degli insegnanti che hanno già mostrato differenze significative tra i due gruppi nelle analisi precedenti. Questo consente di comprendere se le mancate equivalenze identificate permangano anche una volta che si analizzi il campione degli studenti. E' infatti possibile che, tenendo conto della diversa numerosità relativa al campione degli studenti, abbia luogo una "ponderazione implicita" capace di produrre equivalenza tra gli studenti nelle caratteristiche di scuole e insegnanti in precedenza non bilanciate. Successivamente, si confrontano gli studenti per tutte le caratteristiche individuali rilevate mediante il questionario a loro dedicato e somministrato contestualmente alle prove cognitive INVALSI di matematica e attraverso la compilazione di schede inviate alle segreterie a maggio 2010. L'insieme di dati a cura delle segreterie è affetto da elevati tassi di non risposta, dovuti al fatto che interi istituti non hanno fornito le informazioni richieste. Per queste informazioni, si controlla quindi anche la potenziale differenza nei tassi di non risposta tra studenti assegnati al trattamento e controlli, così da poter tenere conto anche di questo fattore nelle successive analisi.

Le differenze statisticamente significative o comunque sostanzialmente degne di nota tra studenti assegnati al trattamento e studenti di controllo potrebbero semplicemente riflettere le differenze già individuate a livello di insegnanti e di scuole. Si è per questo verificato che le differenze tra i due gruppi di studenti permanessero anche tenendo conto della struttura gerarchica insita nei dati, quindi del livello geografico, scolastico e di specifico insegnante nella classe. Più precisamente, l'ordine con cui si introducono diversi insiemi di variabili nell'analisi consente di verificare che:

- a. eventuali differenze nelle caratteristiche del contesto geografico non siano frutto di differenze nelle variabili di randomizzazione, in particolare della distribuzione di assegnati al trattamento per provincia e grandi città;
- b. eventuali differenze nelle caratteristiche delle scuole non siano imputabili a quelle individuate in precedenza nel contesto o nelle variabili di randomizzazione (di cui al punto a);

---

di commissione, un incarico che può essere assegnato anche in relazione all'impegno sul fronte della formazione. Se proviamo a escludere dal novero dei docenti impegnati in altre attività coloro che dichiarano esclusivamente l'essere membro di una commissione come attività extra, la differenza tra assegnati e controlli scompare. Questa considerazione, unita al fatto che la differenza riscontrata non è comunque significativa al 5%, ci permette di considerare i nostri docenti equivalenti anche su questa caratteristica.

- c. infine, eventuali differenze nelle caratteristiche degli studenti non dipendano da fattori di randomizzazione, contesto geografico o scolastico (di cui ai punti a e b)<sup>12</sup>.

Nei modelli stimati i dati sono clusterizzati per scuola o per classe in base al livello a cui si applica la variabile considerata. In alcuni casi, si è proceduto a ri-codificare le variabili originarie, dicotomizzandole al fine di enfatizzare differenze emerse nell'ispezione delle distribuzioni, così da rendere il più rigorosa possibile l'analisi di validità interna sulle caratteristiche degli studenti.

Si dà conto delle differenze statisticamente significative, adottando un criterio piuttosto ampio e cautelativo, alla luce dell'elevata dimensione campionaria: sono infatti evidenziate tutte le differenze con un *p-value* inferiore o pari a 0,15.

#### *Variabili di stratificazione del campione di scuole*

Tra gli studenti assegnati al trattamento e di controllo ci sono lievi (seppur statisticamente significative) differenze nella distribuzione regionale, con una presenza minore di campani e siciliani (rispettivamente, 32,6% versus 35,5% e 25,8% versus 27%), a vantaggio di pugliesi e calabresi. A livello provinciale, le uniche differenze superiori al 2,5% sono relative alle province di Catanzaro e Napoli, più presenti nel gruppo di studenti assegnati al trattamento, e di Caserta e Salerno, invece meno presenti. Emerge quindi una sostanziale equivalenza nelle distribuzioni geografiche degli studenti assegnati al trattamento e controlli; inoltre, non si rilevano differenze significative nella concentrazione degli studenti in scuole di grandi città. Guardando al numero di docenti candidati a iscriversi a PON [M@t.abel+](#) per scuola, si riscontra che esso è significativamente maggiore tra gli assegnati al trattamento, anche se la differenza sostantiva sembra modesta (5,2 vs 4,5). Si riscontrano infine differenze significative e non marginali per quanto attiene alla distribuzione per classe scolastica: tra gli assegnati sono più presenti studenti delle classi prime (37,2% versus 31,1%), a discapito di quelli delle classi seconde (30,1% versus 33%) e terze (32,8% versus 34,9%). Malgrado la stratificazione adottata per la costruzione del campione di scuole e docenti, esiste tra gli studenti una differente composizione per classi che risulta in una quota di studenti delle prime classi più visibilmente più elevata nel gruppo di assegnati al trattamento (cfr. Rapporto delle attività della valutazione del PON [M@t.abel+](#) (settembre 2010)).

#### *Caratteristiche geografiche e del contesto scolastico*

Le scuole assegnate al trattamento sono più frequentemente in grandi centri urbanizzati e in territori montuosi. Queste differenze trovano sostanziale conferma<sup>13</sup> anche analizzando il campione degli studenti; quelli assegnati al trattamento sono più spesso:

- in un contesto montuoso (+ 9%) e a una altitudine mediamente maggiore di 45 metri (al netto delle caratteristiche di randomizzazione);
- nei comuni di dimensione più ampia (più di 60.000 abitanti) (+ 17%) e con numero medio maggiore di residenti (+24.000).

---

<sup>12</sup> L'assenza di differenze nelle caratteristiche degli insegnanti porta a non presentare qui questo confronto. Controlli di equivalenza sono stati comunque sviluppati portando a risultati rassicuranti dal punto di vista dell'equivalenza tra studenti nelle scuole assegnate al trattamento e di controllo.

<sup>13</sup> Solo la maggiore urbanizzazione viene meno una volta che si sia controllato per le variabili di stratificazione della randomizzazione.

Permane inoltre la differenza tra gli studenti assegnati al trattamento e quelli di controllo, con i primi che provengono più spesso da istituti comprensivi (+8%).

Coerentemente con quanto si farà nella parte di analisi relativa agli effetti sugli insegnanti, anche nell'analisi degli effetti sugli studenti si controlleranno le stime per il fatto che gli studenti siano o meno in un istituto comprensivo.

### *Presenza dell'osservatore durante la somministrazione delle prove sugli apprendimenti in matematica degli studenti*

Prima di passare alle caratteristiche individuali degli studenti, è utile guardare a una caratteristica contestuale legata alla rilevazione degli apprendimenti degli studenti mediante i le prove standardizzati INVALSI. Al fine di evitare fenomeni di *cheating*, che hanno mostrato in passato di essere particolarmente intensi proprio nelle regioni coinvolte nella sperimentazione, nell'ambito della valutazione di PON M@t.abel+ si è cercato di garantire in ogni classe la presenza di un osservatore esterno alla scuola. Questo è stato possibile nell'83% delle classi, e ugualmente per l'83% degli studenti rispondenti; un ulteriore 13% di studenti ha avuto un osservatore interno alla scuola (ossia una persona interna alla scuola incaricata di affiancare il docente in classe durante la somministrazione) e il rimanente 4% ha effettuato la prova in assenza di osservatori (tramite auto-somministrazione da parte del docente). Mentre quest'ultima percentuale è molto simile tra gli studenti assegnati al trattamento e controlli, vi sono differenze rilevanti e significative in quella relativa all'osservatore esterno, presente per l'85,1% degli studenti assegnati al trattamento e per il 78,3% degli studenti di controllo. Si tratta di una differenza non imputabile alle diverse caratteristiche dei due gruppi, dal momento che, considerate le variabili di stratificazione del campione, ci sono comunque 7,9 punti percentuali di differenza nella probabilità di aver avuto un osservatore esterno. Questa differenza permane controllando per tutte le altre variabili di mancata equivalenza indicate in precedenza, anche una volta che si controlli per l'istituto comprensivo. Dal momento che la presenza di un osservatore esterno potrebbe influenzare la *performance* degli studenti nel rispondere alle prove o nell'ansia percepita durante il loro svolgimento, come potrebbe scongiurare fenomeni di *cheating*, è utile tenere conto di questa differenza nelle analisi sugli effetti.



### *Caratteristiche individuali degli studenti*

L'equivalenza degli studenti assegnati al trattamento e di controllo è stata analizzata per un ampio insieme di caratteristiche demografiche e di background economico-sociale e culturale, rilevati mediante il questionario studente INVALSI, compilato contestualmente alla rilevazione sugli apprendimenti (quest.) oppure direttamente presso la segreteria della scuola (segr.)<sup>14</sup>:

- sesso (quest e segr);
- anno di nascita (quest e segr);
- luogo di nascita degli studenti (segr);
- luogo di nascita di padre e madre (segr);
- titolo di studio di padre e madre (segr);
- presenza di fratelli/sorelle (quest);
- aiuto nello svolgimento dei compiti da parte di familiari, altri o nessun aiuto (quest);
- lingua parlata in casa: italiano, dialetto, lingua straniera (quest);
- presenza di libri in casa (quest);
- presenza di dotazioni potenzialmente utili per lo studio: scrivania, computer, camera in esclusiva, enciclopedia, internet (quest);
- voto in matematica e italiano nel primo semestre dell'a.s. 2009-2010 (segr).

Come per i controlli relativi alle caratteristiche delle scuole e degli insegnanti, anche per quanto riguarda gli studenti si trova equivalenza tra il campione dei soggetti nelle scuole assegnate al trattamento e in quelle di controllo. Solo poche differenze degne di nota da un punto di vista o statisticamente significative<sup>15</sup> sono emerse e riportate nelle tabelle seguenti.

Come già menzionato per molte variabili che dovevano essere fornite dalle segreterie delle scuole, si osservano tassi di non risposta leggermente maggiori tra gli studenti assegnati al trattamento. Nella tabella 1.3 si riportano le differenze e il livello di significatività statistica (*p-value*) della differenza tra il tasso di non risposta degli assegnati e dei controlli stimati tramite modelli che, a partire dalla semplice differenza, introducono variabili di controllo man mano aggiuntive relative alla stratificazione del campione, alla presenza dell'osservatore esterno e all'istituto comprensivo. Gli errori standard sono corretti per la clusterizzazione per classe.

Si tratta di differenze percentualmente contenute, su tassi di non risposta modesti, e significative al 5% solo per l'aiuto che gli studenti dichiarano di ricevere nel fare i compiti scolastici.

---

<sup>14</sup> Si riporta la fonte di ciascuna informazione tra parentesi. In alcuni casi, si è provveduto a integrare entrambe le fonti informative, per questo compaiono entrambe le sigle nell'elenco. Laddove le due fonti portavano informazioni discordanti l'informazione scelta è data da un criterio di prevalenza: si è preso il dato concordante nel maggior numero di fonti disponibili (per es. per il sesso, l'informazione era presente sul questionario, sulla scheda di segreteria, sull'elenco studenti compilato dagli osservatori).

<sup>15</sup> Al 10% in almeno uno dei modelli stimati.

**Tabella 1.3 - Tassi di non risposta su caratteristiche individuali degli studenti: confronti tra studenti assegnati al trattamento e controlli**

Variabile	Tassi di non risposta tra i controlli	Assegnati vs Controlli		Solo variabili di stratificazione (a)		Stratificazione e presenza dell'osservatore (b)		(a) + (b) + complessivo	
		diff.	<i>p-value</i>	diff.	<i>p-value</i>	diff.	<i>p-value</i>	diff.	<i>p-value</i>
Sesso	1,0	0,4	0,20	0,6	0,07	0,6	0,07	0,6	0,11
Luogo di nascita	8,3	4,0	0,12	3,0	0,21	2,9	0,22	3,7	0,13
Presenza di fratelli/sorelle	1,7	0,7	0,08	0,7	0,09	0,6	0,13	0,7	0,13
Aiuto nello svolgimento dei compiti	5,3	<b>1,5</b>	<b>0,02</b>	<b>1,4</b>	<b>0,02</b>	<b>1,3</b>	<b>0,03</b>	<b>1,4</b>	<b>0,03</b>
Presenza di libri in casa	3,5	1,1	0,06	1,0	0,07	0,9	0,09	0,11	0,07
Presenza di dotazioni per lo studio									
Un posto tranquillo dove studiare	1,7	0,7	0,09	0,7	0,09	0,6	0,11	0,8	0,09
Un personal computer	1,5	0,6	0,11	0,6	0,10	0,6	0,12	0,7	0,12
Una enciclopedia	1,5	0,5	0,17	0,6	0,14	0,5	0,16	0,3	0,46

Delle differenze sui tassi di non risposta si è tenuto conto nella stima di modelli per verificare l'equivalenza degli studenti assegnati al trattamento rispetto ai controlli per un ampio insieme di potenziali predittori dell'apprendimento in matematica. Nella tabella 1.4, sono riportati i risultati: solo tre caratteristiche presentano un qualche differenza degna di nota tra studenti assegnati al trattamento e studenti di controllo.

Le differenze osservate non sono solo contenute nell'intensità, ma soprattutto limitate a sottogruppi di studenti e/o modalità specifiche della variabile considerata. Vanno tenute in considerazione perché potrebbero essere rilevanti per la performance matematica degli studenti, dato che si tratta dell'anno di nascita, dell'istruzione dei genitori e dell'aiuto che si ottiene nel fare i compiti. L'anno di nascita risulta differente tra studenti assegnati al trattamento e di controllo solo per le classi prime. L'istruzione dei genitori differisce significativamente solo limitatamente alla percentuale di studenti provenienti da famiglie in cui il titolo di istruzione più alto è la licenza elementare, ma la differenza è davvero modesta (2,9% versus 4,2%) e non risulta influente nemmeno quando si confronti l'istruzione dei genitori in termini di anni di istruzione, controllando per le altre variabili (randomizzazione, complessivo e osservatore). La differenza nell'aiuto che gli studenti hanno nel fare i compiti è addirittura sulla modalità residuale "altri" e non sulle modalità di risposta "familiari" o "insegnante privato".

**Tabella 1.4 - Caratteristiche individuali degli studenti: confronti tra studenti assegnati al trattamento e controlli**

Variabile	Valore dei controlli (% o media, dove indicato)	Assegnati vs Controlli		Solo variabili di stratificazione (a)		Stratificazione e presenza dell'osservatore (b)		(a) + (b) + complessivo	
		diff.	<i>p-value</i>	diff.	<i>p-value</i>	diff.	<i>p-value</i>	diff.	<i>p-value</i>
Anno di nascita ( <u>media</u> ), solo nella classe prima	1987	<b>0,06</b>	<b>0,02</b>	<b>0,06</b>	<b>0,01</b>	<b>0,06</b>	<b>0,01</b>	<b>0,06</b>	<b>0,01</b>
Titolo di studio dei genitori	Elementare	<b>1,3</b>	<b>0,00</b>	<b>1,4</b>	<b>0,00</b>	<b>1,3</b>	<b>0,00</b>	<b>1,21</b>	<b>0,01</b>
	Laurea	-1,8	0,15	-2,1	0,07	-2,1	0,08	-1,6	0,35
Nel fare i compiti aiutano "altri" rispetto alle altre modalità previste: famiglia/insegnante privato"	16,2	<b>-2,8</b>	<b>0,00</b>	<b>-2,5</b>	<b>0,00</b>	<b>-2,5</b>	<b>0,00</b>	<b>-2,4</b>	<b>0,01</b>

In sintesi le differenze tra studenti assegnati al trattamento e di controllo sono modeste e limitate a un ridotto insieme di variabili. La randomizzazione ha prodotto gruppi di studenti sostanzialmente equivalenti; nonostante ciò, nella stima degli effetti di PON [M@t.abel+](#) si provvederà a controllare le stime anche per le mancate equivalenze rilevate.

## 1.2 Validità esterna

I risultati dell'analisi per il campione di scuole, docenti e studenti oggetto della valutazione non sono automaticamente generalizzabili ad altri contesti in cui PON [M@t.abel+](#) già interviene o potrebbe essere introdotto. Nel caso del disegno sperimentale adottato per la valutazione di PON [M@t.abel+](#), esistono le seguenti limitazioni alla possibilità di estendere dall'insieme di scuole, insegnanti e studenti coinvolti nell'esperimento ad altri:

1. la valutazione viene realizzata esclusivamente nelle quattro Regioni dell'Obiettivo Convergenza, in cui è rilevante l'intervento del PON Istruzione 2007-2013; per questo e per le note differenze di contesto tra le macro-aree geografiche del Paese, i risultati validi per quest'area potrebbero non esserlo in altre;
2. all'interno delle regioni dell'Obiettivo Convergenza, non tutte le province sono state osservate (ma solo 15 su 23 visto che sono state escluse le province che presentavano meno di 20 iscritti, affinché la randomizzazione non impedisse all'attivazione di classi [M@t.abel](#) per insufficienza di iscritti nelle scuole "presidio");
3. infine, l'iscrizione a PON [M@t.abel+](#) è avvenuta su base volontaria da parte di scuole e insegnanti, con inevitabili processi di autoselezione che probabilmente rendono le scuole partecipanti all'esperimento diverse da quelle non partecipanti.

Pur non fornendo evidenze dell'efficacia dell'intervento a livello nazionale o nell'ambito di scuole/insegnanti che non vi aderiscono volontariamente<sup>16</sup>, la valutazione può fornire indizi sulle leve che in altri contesti sufficientemente simili potrebbero contare per tradurre i principi sottostanti l'approccio formativo e didattico di PON [M@t.abel](#) in miglioramenti degli apprendimenti. Per capire se i risultati ottenuti sul campione oggetto della valutazione possono essere generalizzati al complesso delle quattro regioni dell'Obiettivo Convergenza occorre innanzitutto esaminare in cosa il campione delle scuole osservate differisce dalla popolazione complessiva delle scuole e individuare eventuali processi di autoselezione che hanno spinto alcune scuole piuttosto che altre a iscriversi a PON [M@t.abel+](#). Le considerazioni tratte nei seguenti paragrafi riguardano unicamente le caratteristiche delle scuole per cui sono disponibili informazioni (non necessariamente sufficienti per individuare elementi di autoselezione su caratteristiche non osservate).

### 1.2.1 Le scuole iscritte e osservate

Le scuole statali con classi secondarie di primo grado con almeno un docente iscritto a PON [M@t.abel+](#) nel luglio 2009 erano 266 sulle 1 841 presenti nel database dell'INVALSI per le quattro Regioni dell'Obiettivo Convergenza (14%) e quelle osservate sono 174 (9%). I confronti effettuati riguardano sia le scuole osservate rispetto a tutte le scuole delle quattro Regioni, sia le scuole osservate rispetto alle altre scuole con iscritti a PON [M@t.abel+](#), ma non parte della valutazione ("non-osservate").

Le scuole osservate non coprono tutte le province delle regioni PON, ma 15<sup>17</sup> sulle 23 nelle quali sono presenti scuole con almeno un iscritto alla formazione PON [M@t.abel](#). Ciò comporta che vi siano

---

<sup>16</sup> E' in ogni caso difficile immaginare interventi di natura formativa che siano imposti ai docenti, senza l'espressione della loro volontà di partecipare. Tuttavia, l'autoselezione rilevata tra coloro che hanno fatto domanda di iscrizione a PON [M@t.abel](#) potrebbe sotto tacere altri elementi - di natura non necessariamente motivazionale - importanti per capire come funziona l'intervento.

<sup>17</sup> In Calabria: Catanzaro, Cosenza e Reggio Calabria; in Campania: Caserta, Napoli e Salerno; in Puglia: Bari, Brindisi, Foggia, Lecce e Taranto; in Sicilia: Catania, Messina, Palermo e Siracusa.

inevitabilmente differenze tra le scuole osservate e l'intera popolazione delle scuole nelle Regioni PON. Al fine di tener conto di questi aspetti, nell'analisi di validità esterna i confronti che si effettuano sono tre: il primo è tra le scuole osservate e tutte le scuole delle Regioni PON presenti nel database fornito da INVALSI; il secondo, invece, tra scuole osservate e tutte le scuole delle 15 province considerate; il terzo, infine, tra le scuole osservate e quelle delle 15 province in cui c'erano iscritti. In questi ultimi due confronti, le scuole osservate sono 174 su 1.480 complessive (12%) e su 244 iscritte (71%). A seconda del confronto considerato di volta in volta, le domande alla base dell'analisi sono:

1. rispetto alle caratteristiche note delle scuole, il campione analizzato è rappresentativo degli istituti operanti nelle quattro Regioni del Sud che beneficiano del PON?
2. è rappresentativo rispetto al totale delle scuole esistenti nelle 15 province che hanno visto iscritti al progetto?
3. è rappresentativo rispetto a tutte le scuole iscritte a PON [M@t.abel](#)+ nelle 15 province, quindi anche a quelle non coinvolte nella sperimentazione?

Le caratteristiche sulle quali viene effettuato il confronto tra scuole sono riconducibili a quattro dimensioni, per ciascuna delle quali si riporta di seguito la lista degli indicatori utilizzati:

- il contesto territoriale: regione, provincia, capoluogo di provincia, altitudine, superficie, grado di urbanizzazione, popolazione residente e quota di 15enni o meno su di essa;
- le dimensioni della scuola: istituto comprensivo, numero di studenti partecipanti alle prove INVALSI;
- le caratteristiche di *background* degli studenti delle scuole: indice ESCS medio e presenza di studenti di nazionalità straniera;
- gli esiti della scuola nelle prove INVALSI, in particolare nei test standardizzati di matematica e italiano del Servizio Nazionale di Valutazione nel 2008/09. Si considera inoltre anche il fattore di correzione medio della scuola, applicato ai punteggi per compensare eventuali fenomeni di *cheating*.

Si tratta complessivamente di 29 variabili costruite come illustrato nell'appendice A1.2 Per tutte le variabili le scuole osservate sono confrontate con quelle operanti nel territorio di riferimento e con quelle iscritte a PON [M@t.abel](#)+ tramite analisi bivariate, ricorrendo a test del Chi-quadrato per le variabili categoriali e a confronti di medie con test F per le variabili continue o pseudo-continue. Nella tabella che segue, si riportano solo le variabili di contesto territoriale per cui si sono rilevate differenze tra scuole osservate, popolazione complessiva (nelle regioni e nelle province) e scuole iscritte.

**Tabella 1.5 - Contesto territoriale: confronti tra scuole osservate e popolazione delle scuole e tra scuole osservate e scuole iscritte nelle province coinvolte nella sperimentazione**

	Osservate verso tutte nelle 4 regioni		Osservate vs tutte nelle province con iscritti		Osservate vs Iscritte	
Regione	sottorap della Calabria a favore della Puglia (-5% e +8%)	<i>sig (.03)</i>	lieve sottorap della Calabria a favore della Sicilia (-5% e +4%)	<i>nsig</i>		
Provincia	Consistenti sovrarapp di Napoli e Palermo, ma presenza di molti altri scarti	<i>sig (.00)</i>			lieve sovrarap di Palermo e Napoli (+ 3%) a svantaggio di Salerno (-3%)	<i>nsig</i>
Zona altimetrica (5 modalità)	sottorap della montagna (- 4%) e della collina interna (-10%) a favore della collina litoranea (+6%) e della pianura (+10%)	<i>sig (.00)</i>	sottorap della montagna (- 5%) e della collina interna (-4%) a favore della collina litoranea (+4%) e della pianura (+5%)	<i>marginalmente sig (. 12)</i>		
Contesto montuoso/collinare interno (dummy)	sottorap delle zone montuose e collinari interne (20% vs 36%)	<i>sig (.00)</i>	sottorap delle zone montuose e collinari interne (20% vs 28%)	<i>sig (.01)</i>	sottorap delle zone montuose e collinari interne (20% vs 22%)	<i>marginalmente sig (. 12)</i>
Altitudine (metri)	in media 86 metri di altitudine in meno per le osservate	<i>sig (.00)</i>	in media 40 metri di altitudine in meno per le osservate	<i>sig (.01)</i>	in media 15 metri di altitudine in meno per le iscritte	<i>nsig</i>
Superficie del territorio comunale (kmq)			in media 11 kmq in più per le osservate, scarse nella mediana ma maggiore ds	<i>sig(.09)</i>	in media 6 kmq in più per le osservate, 10 nella mediana ma maggiore ds	<i>marginalmente sig (. 15)</i>
Grado di urbanizzazione (tre categorie)	sottorappresentazione dei comuni a bassa urbanizzazione nelle osservate (13% vs 23%) a favore di quelli a media urbanizzazione (46% vs 35%)	<i>sig(.00)</i>	sottorappresentazione dei comuni a bassa urbanizzazione nelle osservate (13% vs 19%) a favore di quelli a media urbanizzazione (40% vs 35%)	<i>sig(.06)</i>		
Classe demografica del comune in base alla popolazione residente al 31/12/09 (cinque categorie)	sottorappresentazione nelle osservate dei comuni più piccoli (10% vs 24%) a favore di quelli medio-grandi e grandi	<i>sig(.00)</i>	sottorappresentazione nelle osservate dei comuni più piccoli (10% vs 19%) e sovrarappresentazione dei comuni medio-grandi (31% vs 25%)	<i>sig (.01)</i>		
Popolazione residente al 31/12/09 (abitanti)	in media 36.500 residenti in più per le osservate, che diventano 12.500 nella mediana	<i>sig (.04)</i>	in media 13.000 residenti in più per le osservate, che diventano 7.600 nella mediana	<i>nsig</i>	nessuna differenza in media, 5.500 abitanti in più per le osservate nella mediana	<i>nsig</i>

**Tabella 1.5 - Contesto territoriale: confronti tra scuole osservate e popolazione delle scuole e tra scuole osservate e scuole iscritte nelle province coinvolte nella sperimentazione - segue**

Quota di 15enni o meno sulla popolazione residente nel comune sede della scuola (%)	nelle osservate c'è uno 0,5% in più di under16enni	<i>sig(.00)</i>	nelle osservate c'è uno 0,4% in più di under16enni, anche nella mediana	<i>sig(.04)</i>
---	--	-----------------	---	-----------------

Le scuole osservate differiscono da quelle operanti complessivamente nell'area dell'Obiettivo Convergenza e anche da quelle delle province qui considerate rispetto a:

- la composizione per regione, con una sottorappresentazione della Calabria a favore della Sicilia;
- una netta sottorappresentazione delle zone montuose tra le scuole osservate, al di là della modalità con cui viene operativizzato questo indicatore;
- una minore presenza di comuni piccoli tra le scuole osservate, sia guardando alla superficie sia all'ampiezza demografica dei residenti;
- una maggiore urbanizzazione dei comuni in cui si trovano le scuole osservate;
- una presenza maggiore di under sedicenni nelle popolazioni dei comuni delle scuole osservate.

Tutte queste differenze delineano una situazione in cui le scuole osservate dalla valutazione si collocano in contesti urbani più ampi e geograficamente meno periferici rispetto alla totalità delle scuole operanti nelle province interessate. Questo elemento corrisponde a un più generale meccanismo di autoselezione delle scuole nella partecipazione a PON [M@t.abel+](#), come evidenziato anche nel prossimo paragrafo. A supporto di ciò viene anche il fatto che le differenze si annullano (o diventano non statisticamente significative) quando si passa al confronto tra scuole osservate e scuole iscritte: in questo caso, le due popolazioni risultano equivalenti.

**Tabella 1.6 - Dimensione della scuola: confronti tra scuole osservate e popolazione delle scuole e tra scuole osservate e scuole iscritte nelle province coinvolte nella sperimentazione**

	Osservate vs Tutte nelle 4 regioni		Osservate vs tutte nelle province con iscritti		Osservate vs Iscritte
Istituto comprensivo (dummy)	tra le osservate più istituti comprensivi (47% vs 32%)	<i>sig(.00)</i>	tra le osservate più istituti comprensivi (47% vs 36%)	<i>sig(.00)</i>	
Studenti partecipanti alla prova di italiano SNV 09/10	più partecipanti nelle scuole osservate (114 vs 85), maggiore addirittura nel valore mediano	<i>sig(.00)</i>	più partecipanti nelle scuole osservate (114 vs 92), maggiore addirittura nel valore mediano	<i>sig(.00)</i>	leggermente più partecipanti nelle scuole osservate (114 vs 111), anche nella mediana <i>nsig</i>
Studenti partecipanti alla prova di matematica SNV 09/10	più partecipanti nelle scuole osservate (115 vs 85), maggiore addirittura nel valore mediano	<i>sig(.00)</i>	più partecipanti nelle scuole osservate (115 vs 92), maggiore addirittura nel valore mediano	<i>sig(.00)</i>	leggermente più partecipanti nelle scuole osservate (115 vs 111), anche nella mediana <i>nsig</i>
Studenti partecipanti alla prova nazionale di italiano 09/10	più partecipanti nelle scuole osservate (118 vs 88), maggiore addirittura nel valore mediano	<i>sig(.00)</i>	più partecipanti nelle scuole osservate (118 vs 95), maggiore addirittura nel valore mediano	<i>sig(.00)</i>	leggermente più partecipanti nelle scuole osservate (117 vs 114), anche nella mediana <i>nsig</i>
Studenti partecipanti alla prova nazionale di matematica 09/10	più partecipanti nelle scuole osservate (117 vs 88), maggiore addirittura nel valore mediano	<i>sig(.00)</i>	più partecipanti nelle scuole osservate (117 vs 95), maggiore addirittura nel valore mediano	<i>sig(.00)</i>	leggermente più partecipanti nelle scuole osservate (117 vs 114), anche nella mediana <i>nsig</i>



Nella tabella 1.6 si analizza la dimensione degli istituti scolastici, guardando al fatto che essi siano o meno istituti comprensivi e utilizzando il numero di studenti partecipanti alle prove SNV come *proxy* del numero complessivo di studenti iscritti. Anche in questo caso si osserva che le differenze rilevanti e statisticamente significative riguardano solo il confronto tra scuole osservate e popolazione, definita sulla base delle 4 regioni o delle province con iscritti: le prime sono in media più ampie delle seconde e più spesso sono istituti comprensivi. Come in precedenza, il confronto tra scuole osservate e scuole iscritte mostra il sostanziale venire meno delle differenze, imputabili quindi a processi di autoselezione nelle scuole a PON [M@t.abel](#)+ nel corso dell'iscrizione.

Nella tabella seguente si analizzano due caratteristiche cruciali degli studenti: la quota di quanti hanno nazionalità straniera e l'indice medio di *background* socioeconomico (SECS) della scuola. Si osserva così che le scuole osservate sono identiche nella media a quelle dei loro territori e a quelle iscritte rispetto a queste grandezze, ma con una rilevante eccezione: in entrambi i confronti, emerge con forza che è meno frequente nelle scuole osservate la totale assenza di studenti di altra nazionalità<sup>18</sup>.

---

<sup>18</sup> Si giunge sostanzialmente agli stessi risultati anche analizzando la distribuzione degli studenti di nazionalità straniera che hanno preso parte alla Prova Nazionale in occasione degli esami per la licenza media nel 2009/10.

**Tabella 1.7 - Caratteristiche di background degli studenti: confronti tra scuole osservate e popolazione delle scuole e tra scuole osservate e scuole iscritte nelle province coinvolte nella sperimentazione**

	<b>Osservate vs Tutte nelle 4 regioni</b>		<b>Osservate vs tutte nelle province con iscritti</b>		<b>Osservate vs Iscritte</b>	
Soglia di studenti di nazionalità straniera nella prova di italiano SNV 09/10 (4 modalità)	meno scuole senza immigrati tra le osservate (16% vs 23%)	<i>sig(.02)</i>	meno scuole senza immigrati tra le osservate (16% vs 22%)	<i>sig(.07)</i>	meno scuole senza immigrati tra le osservate (16% vs 19%)	<i>sig(.07)</i>
Soglia di studenti di nazionalità straniera nella prova di matematica SNV 09/10 (4 modalità)	meno scuole senza immigrati tra le osservate (16% vs 23%)	<i>sig(.00)</i>	meno scuole senza immigrati tra le osservate (16% vs 22%)	<i>sig(.04)</i>	meno scuole senza immigrati tra le osservate (16% vs 19%)	<i>sig(.03)</i>

Si analizza infine la dimensione dell'apprendimento medio degli studenti nelle scuole osservate, utilizzando i dati provenienti dai test SNV di italiano e matematica del 2008/09, quindi dell'anno precedente la sperimentazione. Si utilizza inoltre la media del fattore di correzione del *cheating* applicato da INVALSI sia per le prove SNV del 2008/09 sia del 2009/10. Il secondo anno, infatti, coincide con quello delle rilevazioni effettuate nel corso della valutazione di PON [M@t.abel+](#) e sembra quindi importante capire se si siano avuti comportamenti più o meno opportunistici nel campione indagato.

Le scuole osservate mostrano di andare meglio di quelle presenti nel loro territorio nell'apprendimento medio di matematica degli studenti e leggermente meglio in italiano, ma anche di avere una maggiore variabilità nei risultati (anche nella prova di italiano). Inoltre, limitatamente al test di italiano, le scuole osservate hanno avuto bisogno di una correzione minore dei punteggi come conseguenza del *cheating*. Confrontando le scuole osservate con quelle iscritte viene meno la differenza nella performance media, ma persiste di una maggiore variabilità tra le scuole osservate.

**Tabella 1.8 - Esiti nei test SNV: confronti tra scuole osservate e popolazione delle scuole e tra scuole osservate e scuole iscritte nelle province coinvolte nella sperimentazione**

	Osservate vs tutte nelle 4 regioni		Osservate vs tutte nelle province con iscritti		Osservate vs Iscritte	
Punteggio medio di italiano corretto al test SNV 08/09			circa 1 punto in più in media (52.9 vs 52; sd: 8.7) per le osservate, ma non nella mediana	<i>marginalmente sig (.16)</i>		
Deviazione standard del punteggio di italiano corretto al test SNV 08/09	dispersione maggiore tra le osservate, sia in media (18.4 vs 17.7)	<i>sig(.05)</i>	dispersione maggiore tra le osservate, sia in media (18.4 vs 17.8) che in mediana	<i>sig(.05)</i>	dispersione leggermente maggiore tra le osservate, in media (18.4 vs 18.1) ma non in mediana	<i>marginalmente sig (.16)</i>
Punteggio medio di matematica corretto al test SNV 08/09	più di 1 punto in più in media (44.2 vs 42.8; sd: 8.4) per le osservate, meno nella mediana	<i>sig(.05)</i>	più di 1 punto in più in media (44.2 vs 42.9; sd: 8.4) per le osservate, anche nella mediana	<i>sig(.04)</i>		
Deviazione standard del punteggio di matematica corretto al test SNV 08/09	dispersione maggiore tra le osservate, sia in media (16.3 vs 15.4) che in mediana	<i>sig(.00)</i>	dispersione maggiore tra le osservate, sia in media (16.3 vs 15.5) che in mediana	<i>sig(.00)</i>	dispersione leggermente maggiore tra le osservate, sia in media (16.3 vs 16) che in mediana	<i>sig(.04)</i>

## 1.2.2 Individuazione di eventuali processi di autoselezione delle scuole iscritte

L'approfondimento sul processo di selezione delle scuole iscritte serve a evidenziare quali fattori geografici o di contesto scolastico possono essere stati influenti nel determinare l'iscrizione delle scuole a PON [M@t.abel+](#). L'analisi fa riferimento alla sottopopolazione di 266 istituti scolastici che a luglio 2009 hanno fatto domanda di iscrizione (indipendentemente dal fatto che siano o meno parte del campione osservato), esaminandone le caratteristiche rispetto alle 1.841 scuole secondarie di primo grado delle quattro regioni dell'Obiettivo Convergenza.

L'analisi si sviluppa in due passaggi:

1. Stima dell'associazione tra caratteristiche geografiche (regione) e del territorio (montuosità, livello di urbanizzazione, ampiezza del comune) e iscrizione della scuola a PON [M@t.abel+](#).
2. Stima dell'associazione tra variabili di contesto scolastico (status socio-economico medio della scuola, media e deviazione standard del punteggio in matematica alla prova nazionale 2008-09, essere un istituto comprensivo o meno, dimensioni della scuola e proporzione degli immigrati sul totale degli studenti) e iscrizione della scuola a PON [M@t.abel+](#), controllando per le variabili inserite al punto 1.

La possibilità d'iscrizione al percorso di formazione PON [M@t.abel+](#) era aperta a tutte le scuole delle regioni dell'Obiettivo Convergenza, senza particolari vincoli, se non quello che l'indicazione della propria candidatura dovesse passare per un "piano integrato" di progetti coordinato con il piano dell'offerta formativa della scuola (POF). Nella pratica, l'iscrizione può derivare da un'indicazione dei dirigenti scolastici o dalla manifestazione di interesse individuale da parte dei docenti, segnalata ai propri dirigenti. Se la scelta di iscriversi fosse basata su una diagnosi delle debolezze dell'insegnamento della matematica, dell'interesse per l'applicazione di metodi didattici innovativi per sostenere studenti più deboli nell'apprendimento ovvero per promuovere eccellenze, alcune caratteristiche della composizione degli studenti e dell'ambiente scolastico dovrebbero emergere come fattore associati alla maggiore probabilità di iscriversi a PON [M@t.abel+](#)<sup>20</sup>. Il modello stimato è il seguente:

$$\text{Logit}(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + e_i$$

dove  $Y_i$  indica la probabilità che la scuola  $i$  si sia iscritta a PON [M@t.abel+](#) nel luglio 2009,  $X_1$  è il vettore delle variabili geografiche, e  $X_2$  è il vettore delle variabili di contesto scolastico. La funzione logit - che si applica a valori compresi nell'intervallo (0,1) - è il logaritmo naturale del rapporto tra la probabilità che l'evento si verifichi e la probabilità che non si verifichi ("odds"). Il modello consente quindi di stimare il logit della probabilità per una scuola di essersi iscritta al programma in funzione di una costante ( $\beta_0$ ) sommata al contributo dato da ciascun fattore al quale il modello ha attribuito il valore 1 moltiplicato per il suo coefficiente. Nella presentazione dei risultati si è scelto di non riportare i coefficienti della logit ma piuttosto l'effetto marginale medio del contributo di ciascun fattore

---

<sup>19</sup> Non sono disponibili dati sulle caratteristiche individuali dei dirigenti scolastici che tuttavia potrebbero essere di interesse per spiegare un maggiore o minore attivismo nei confronti dell'intervento.

<sup>20</sup> Non sono disponibili dati sulle caratteristiche individuali dei dirigenti scolastici che tuttavia potrebbero essere di interesse per spiegare un maggiore o minore attivismo nei confronti dell'intervento.

esplicativo<sup>21</sup>. Questa trasformazione permette di esprimere i risultati direttamente come differenze di probabilità, facilitandone la lettura. Essendoci più insegnanti iscritti a PON [M@t.abel+](#) per ciascuna scuola, gli errori standard dei modelli sono inoltre clusterizzati per scuola di provenienza dell'insegnante.

L'analisi sulle caratteristiche territoriali mostra che la probabilità di iscrizione a [M@t.abel+](#) è associata ad alcuni fattori geografici. In particolare:

- **ampiezza demografica:** le scuole situate in comuni di dimensioni medio-piccole (tra i 6.000 e i 20.000 abitanti), medie (tra i 20.000 e 60.000 abitanti), e grandi (oltre i 60.000 abitanti) hanno una propensione a iscriversi a [M@t.abel+](#) maggiore rispetto a quelle situate in comuni di piccole dimensioni: l'associazione positiva è rispettivamente di 8 punti percentuali per le scuole situate in comuni medi e medio piccoli e di 6 punti percentuali per le scuole situate in comuni grandi.
- **regione:** le scuole pugliesi hanno una maggiore propensione ad iscriversi a PON [M@t.abel+](#) rispetto alle altre due categorie (associazione positiva di circa 6 punti percentuali)

Non sembrano invece esserci relazioni tra l'iscrizione a PON [M@t.abel+](#) e la montuosità del territorio.

Nei modelli in cui si considerano anche le caratteristiche di contesto scolastico sono state inserite le seguenti variabili: ESCS medio della scuola, punteggio medio della scuola nella prova nazionale di matematica 2008-2009, deviazione standard a livello di scuola nella prova nazionale di matematica 2008-2009, numero di studenti, proporzione di immigrati sul totale degli studenti, inclusione in un istituto comprensivo. Le variabili numero di studenti, punteggio e deviazione standard nella prova di matematica sono state inserite in forma di quartili data la forma della relazione bivariata<sup>22</sup>.

Le scuole appartenenti al quarto quartile della distribuzione, ossia quelle più grandi come numero di studenti, mostrano una propensione maggiore a iscriversi a PON [M@t.abel+](#) (associazione positiva di circa 12 punti percentuali). Le altre variabili a livello di scuola non mostrano alcuna relazione né sostanzialmente né statisticamente significativa. La scelta di iscriversi a PON [M@t.abel+](#), quindi, sembra legata più a fattori geografici che non a fattori legati alla composizione studentesca della scuola di insegnamento: le scuole pugliesi e quelle situate in comuni più grandi mostrano una propensione all'iscrizione più elevata. L'unico fattore legato al contesto scolastico che contribuisce alla descrizione del fenomeno è la dimensione scolastica: le scuole più grandi si iscrivono di più. Ciò è probabilmente legato alle modalità di reclutamento degli insegnanti, che raccomandavano la partecipazione di più soggetti dallo stesso istituto per accrescere il potenziale di interazione e confronto sottostante la filosofia di PON [M@t.abel+](#).

---

<sup>21</sup> Per una descrizione del metodo utilizzato si veda Bartus T. (2008), *Methods and Formulas for margeff command*, disponibile all'indirizzo <http://web.uni-corvinus.hu/bartus/stata/margeff.htm> e Bartus, T. (2005), *Estimation of Marginal Effects Using Margeff*, *Stata Journal*, 5 (3), 1–23.

<sup>22</sup> La relazione bivariata di queste variabili con la probabilità di iscrizione a un corso risulta non lineare. Tale non linearità risulta meglio catturata dalla divisione della variabile in quartili rispetto ad altri tipi di trasformazione (ad esempio dicotomizzazioni, utilizzo di terzili o inserimento di un termine quadratico).

## 2. GLI EFFETTI SUGLI STUDENTI

Questo capitolo è dedicato agli effetti prodotti da PON [M@t.abel](#) + sugli studenti degli insegnanti che sono stati assegnati al trattamento e sono stati effettivamente trattati nel corso dell'anno scolastico 2009/10. Gli effetti analizzati riguardano:

- il livello degli apprendimenti in matematica, in termini di punteggi relativi alle prove cognitive del sistema nazionale di valutazione dell'istruzione (SNV) dell'INVALSI per le classi prime e i relativi adattamenti prodotti *ad hoc* per le classi seconde e terze;
- le non risposte degli studenti nella compilazione delle stesse prove cognitive;
- l'atteggiamento verso la matematica e un ampio insieme di dimensioni psicologiche rilevate nel questionario studente del SNV somministrato contestualmente alle prove cognitive e autocompilato dagli studenti.

### 2.1 Come sono misurati gli apprendimenti in matematica

Le conoscenze e competenze disciplinari degli studenti vengono misurate da INVALSI attraverso l'utilizzo di prove standardizzate dal Servizio Nazionale di Valutazione - SNV (per le prime classi) o a esse affini (per le seconde e terze classi).

La decisione di costruire, nell'ambito della valutazione di PON M@t.abel+, prove di apprendimento lavorando nel solco già tracciato da SNV è legata a un doppio ordine di motivazioni. La prima motivazione è l'interesse ad ottimizzare la raccolta di dati presso le scuole utilizzando dove possibile il lavoro già svolto a livello nazionale dal Servizio Nazionale di Valutazione e completando solo dove necessario la raccolta dati con prove costruite *ad hoc*. Per questo, nelle classi prime, la prova di apprendimento M@t.abel è la medesima prova SNV; ciò assicura la confrontabilità a livello nazionale dei risultati delle classi coinvolte nel progetto ed evita di appesantire il lavoro delle classi con la somministrazione di test aggiuntivi superflui. Le prove di apprendimento per le classi seconde e terze sono state costruite con i medesimi criteri della prova SNV e sono state tarate per il livello oggetto d'indagine. Inoltre, tutte le prove sono tra loro ancorate per permettere di confrontare direttamente i livelli di apprendimento di tutti gli studenti coinvolti nell'indagine indipendentemente dallo specifico livello di istruzione (livello 6, 7 o 8, ovvero classi I, II o III della scuola secondaria di primo grado).

La seconda motivazione è legata alla qualità delle prove. Nel processo di valutazione delle competenze, gli aspetti misuratori rivestono un ruolo cruciale. La costruzione di prove standardizzate affidabili è un processo oneroso e complesso che difficilmente potrebbe essere implementato e giustificato per un singolo progetto, quale per esempio la Valutazione di PON M@t.abel+.

La costruzione delle prove INVALSI M@t.abel è descritta nel dettaglio nel Rapporto sulle caratteristiche delle prove INVALSI M@t.abel<sup>23</sup> nei paragrafi successivi si presentano alcuni elementi di base per poter apprezzare la logica sottesa allo sviluppo delle prove INVALSI M@t.abel utilizzate nell'a.s. 2009-10, la loro affidabilità, le caratteristiche degli *item* e la qualità dell'ancoraggio.

---

<sup>23</sup> Inserire riferimento internet quando sarà disponibile.

### La logica sottesa allo sviluppo delle prove

Oggetto di misurazione sono le competenze acquisite dagli studenti come frutto del processo di apprendimento. L'uso di test standardizzati per verificare il grado di apprendimento raggiunto da uno studente è ormai prassi comune a livello internazionale, sia nell'ambito delle ricerche a larga scala sulle competenze (si vedano ad esempio i progetti PISA, TIMSS, PIRLS, etc...), sia nell'ambito di singoli sistemi nazionali (europei e non) di rilevazione delle competenze. In Italia, l'impiego di questa metodologia di valutazione sta rapidamente crescendo grazie alle indagini condotte dall'INVALSI in diversi ordini di scuola.

La definizione delle competenze e degli ambiti oggetto d'indagine e della loro relazione rispetto ai contenuti d'insegnamento coinvolge direttamente i docenti esperti nella disciplina oggetto di valutazione e deve essere discussa prioritariamente alla formulazione stessa dello strumento misuratorio, rappresentato da un test contenente domande specifiche. Lo strumento per orientare il lavoro dei docenti è il Quadro di Riferimento INVALSI per la Matematica (QdR, [http://www.invalsi.it/snv2012/documenti/QDR/QdR\\_Matematica.pdf](http://www.invalsi.it/snv2012/documenti/QDR/QdR_Matematica.pdf)) elaborato a partire da un confronto tra gli obiettivi di apprendimento previsti dalle indicazioni nazionali per i piani di studio personalizzati del 2004 e quelle delle "Indicazioni per il curricolo 2007", e tenendo presenti i quadri di riferimento delle indagini comparative internazionali sull'apprendimento matematico e scientifico (come, ad esempio, l'indagine IEA-TIMSS) e le prassi didattiche più diffuse nella scuola.

Il QdR orienta la costruzione quesiti costruiti in relazioni a due dimensioni, riportate nella tabella 2.1:

- I. i contenuti matematici divisi in macro ambiti;
- II. i processi cognitivi coinvolti nel lavoro matematico e nella risoluzione di problemi.

**Tabella 2.1 Macro ambiti e processi cognitivi delle prove INVALSI**

	<b>Macro ambito</b>
N	Numeri
MDP	Misura, Dati e Previsioni
SF	Relazioni e Funzioni
RF	Spazio e Figure
	<b>Processo Cognitivo</b>
conoscere contenuti	conoscere e padroneggiare i contenuti specifici della matematica (oggetti matematici, proprietà, strutture...);
conoscere algoritmi e procedure	conoscere e padroneggiare algoritmi e procedure (in ambito aritmetico, geometrico...);
conoscere rappresentazione	conoscere e padroneggiare diverse forme di rappresentazione e sapere passare da una all'altra (verbale, scritta, simbolica, grafica, ...);
risolvere problemi	sapere risolvere problemi utilizzando gli strumenti della matematica (individuare e collegare le informazioni utili, confrontare strategie di soluzione, individuare schemi risolutivi di problemi come ad esempio sequenza di operazioni, esporre il procedimento risolutivo,...);
riconoscere misurabilità	sapere riconoscere in contesti diversi il carattere misurabile di oggetti e fenomeni e saper utilizzare strumenti di misura (saper individuare l'unità o lo strumento di misura più adatto in un dato contesto, saper stimare una misura,...);



**Tabella 2.1 Macro ambiti e processi cognitivi delle prove INVALSI - segue**

acquisire pensiero	acquisire progressivamente forme tipiche del pensiero matematico (congetturare, verificare, giustificare, definire, generalizzare, ...);
trattare informazione	utilizzare la matematica appresa per il trattamento quantitativo della informazione in ambito scientifico, tecnologico, economico e sociale (descrivere un fenomeno in termini quantitativi, interpretare una descrizione di un fenomeno in termini quantitativi con strumenti statistici o funzioni, utilizzare modelli matematici per descrivere/ interpretare situazioni e fenomeni, ...).

Ciascuna delle prove INVALSI si compone di *item* relativi solo ad alcuni dei nuclei tematici e dei processi cognitivi menzionati sia perché non tutti gli ambiti e i processi sono oggetto d'insegnamento ad ogni livello, sia perché le prove INVALSI contemplano l'utilizzo di un unico fascicolo cartaceo identico per tutti gli studenti e ciò comporta dei limiti in termini di spazio disponibile (circa 40 *item*). La tabella successiva riporta le caratteristiche delle prove INVALSI M@t.abel – a.s. 2009-10 in termini di numero di *item* e loro suddivisione per ambito e per processo cognitivo attivato.

**Tabella 2.2 - Caratteristiche delle prove INVALSI M@t.abel – a.s. 2009-10 in termini di numero di *item* e loro suddivisione per ambito e per processo cognitivo attivato.**

	<b>Item per ambito</b>		<b>Item per processo</b>	
Prova classe I (SNV)	N	13	conoscere rappresentazione	2
	MDP	11	risolvere problemi	10
	SF	7	trattare informazione	3
	RF	11	conoscere algoritmi e procedure	15
			conoscere contenuti	6
			acquisire pensiero	4
			riconoscere misurabilità	2
	<i>Tot item:</i>	42		42
Prova classe II	<b>Item per ambito</b>		<b>Item per processo</b>	
	N	11	conoscere rappresentazione	3
	MDP	11	risolvere problemi	6
	SF	14	trattare informazione	5
	RF	5	conoscere algoritmi e procedure	9
			conoscere contenuti	9
			acquisire pensiero	7
			riconoscere misurabilità	2
<i>Tot item:</i>	41		41	
Prova classe III	<b>Item per ambito</b>		<b>Item per processo</b>	
	N	8	conoscere rappresentazione	9
	MDP	10	risolvere problemi	2
	SF	12	trattare informazione	7
	RF	10	conoscere algoritmi e procedure	6
			conoscere contenuti	10
			acquisire pensiero	4
			riconoscere misurabilità	2
<i>Tot item:</i>	40		40	

All'aumentare del livello si riducono gli *item* dell'ambito numeri e dei processi "risolvere problemi" e "conoscere algoritmi e procedure" mentre aumentano gli *item* che richiedono la conoscenza di contenuti specifici, il padroneggiare diverse forme di rappresentazione sapendo passare da una all'altra e la capacità di utilizzare la matematica appresa per il trattamento quantitativo dell'informazione in ambito scientifico, tecnologico, economico e sociale. Restano numericamente limitati gli *item* legati all'acquisizione forme tipiche del pensiero matematico e al sapere riconoscere in contesti diversi il carattere misurabile di oggetti e fenomeni e saper utilizzare strumenti di misura in quanto questi processi cognitivi vengono generalmente sviluppati a livelli successivi del percorso formativo.

*Analisi della coerenza misuratoria generale della prova somministrata e stima della difficoltà delle domande*

Se la coerenza strutturale descritta nel paragrafo precedente è una condizione necessaria per lo sviluppo delle prove, essa non è però sufficiente per garantirne anche la qualità in termini di attendibilità misuratoria. Questo aspetto viene verificata utilizzando strumenti psicometrici quali *Classical Test Theory*, che permette un'analisi descrittiva immediata e di facile interpretazione dei risultati, e *Item Response Theory*, che offre un approfondimento sulle caratteristiche degli *item* avvalorandone le proprietà psicometriche.

Nell'ambito della *Classical Test Theory*, l' $\alpha$  di *Cronbach* è l'indicatore che permette di esprimere una valutazione sintetica e generale sulla coerenza complessiva di una prova e quindi sull'attendibilità delle informazioni che da essa si possono desumere. Più precisamente, l' $\alpha$  di *Cronbach* consente di comprendere se il costrutto che la prova intende valutare ha caratteristiche prevalenti di unitarietà o meno (Cronbach, 1951), ovvero, in termini più espliciti, se le domande che compongono la prova sono tra loro coerenti e volte alla misurazione dello stesso oggetto. Come è noto in letteratura, l' $\alpha$  di *Cronbach* non è sufficiente per poter esprimere un giudizio sicuro e fondato sull'aspetto predetto, ma consente di effettuare un'analisi preliminare che deve essere ulteriormente approfondita con altri strumenti. A tal fine, la *Rasch Analysis* consente di effettuare gli approfondimenti necessari per valutare se e in che misura la prova proposta abbia sufficienti caratteristiche di affidabilità, così da poter fornire misure robuste e informative circa i livelli di competenze raggiunti.

L' $\alpha$  di *Cronbach* è un indice che oscilla tra 0 e 1: quanto più si avvicina a 1, tanto maggiore è la coerenza complessiva della prova oggetto d'interesse<sup>24</sup>. Come si può vedere anche facendo riferimento alla Tabella 3, la prova SNV presenta un valore di  $\alpha$  molto elevato e pari a 0,86. Gli  $\alpha$  per le prove di seconda e terza sono più bassi ma anch'essi garantiscono prove di buona – se non addirittura molto buona – attendibilità.

**Tabella 2.3 Valori di  $\alpha$  per le prove INVALSI M@t.abel a.s. 2009-10 (classi I, II, III SSPG)**

Prova	Valori di $\alpha$
Classe I (SNV)	0,86
Classe II	0,79
Classe III	0,77

<sup>24</sup> La letteratura psicometrica fornisce valori di riferimento (Tabella 3) che definiscono standard generalmente accettati per esprimere un primo giudizio orientativo sulla coerenza generale di una prova. Il valore di  $\alpha$  è accettabile a partire da valori superiori a 0.60. (in genere 0.80 o superiore=Molto buona; da 0.70 a 0.80=Buona, da 0.50 a 0.70=Modesta, inferiore a 0.50=Inadeguata).

Dopo una prima valutazione sintetica sull'attendibilità generale della prova si è ulteriormente approfondito l'analisi osservando la principale caratteristica della *Rasch Analysis*, ossia la possibilità di ottenere sulla stessa scala la stima della difficoltà di ciascuna domanda e la misura del livello di prestazione del rispondente<sup>25</sup>. Quest'ultimo aspetto è molto importante dal punto di vista interpretativo poiché consente di comprendere a quale livello di difficoltà si colloca ciascuna domanda e, allo stesso tempo, di comprendere quali e quanti sono i rispondenti che mostrano livelli di competenze superiori o inferiori alla difficoltà di una determinata domanda o di un insieme di domande. Dal punto di vista più propriamente interpretativo e sostantivo, in questo modo è possibile comprendere ciò che il rispondente conosce ed è in grado di fare. I risultati della stima di difficoltà degli *item* e  $\alpha$  di Cronbach sono presentati per i fascicoli completi nel Rapporto sulle caratteristiche delle prove INVALSI [M@t.abel](mailto:M@t.abel)<sup>26</sup>.

L'ultimo passo per la valutazione complessiva di una prova è lo studio del cosiddetto *placement* relativo tra difficoltà delle domande e livelli di competenze raggiunti dai rispondenti. Dal punto di vista teorico, per quanto riguarda una valutazione delle competenze, il *placement* ideale è dato da una distribuzione della difficoltà delle domande in grado di coprire tutto l'intervallo della scala su cui insistono i livelli di competenza dei rispondenti. Nelle situazioni concrete ciò non è perfettamente realizzabile. È però importante che il *placement* sia soddisfacente, ovvero che non vi siano intervalli (soprattutto quelli intermedi) totalmente privi di domande o di rispondenti con livelli di prestazione che si collocano in quegli intervalli.

Come si evince dalla figura seguente gli *item* sono ben distribuiti lungo tutta la scala in ognuna delle prove utilizzate.

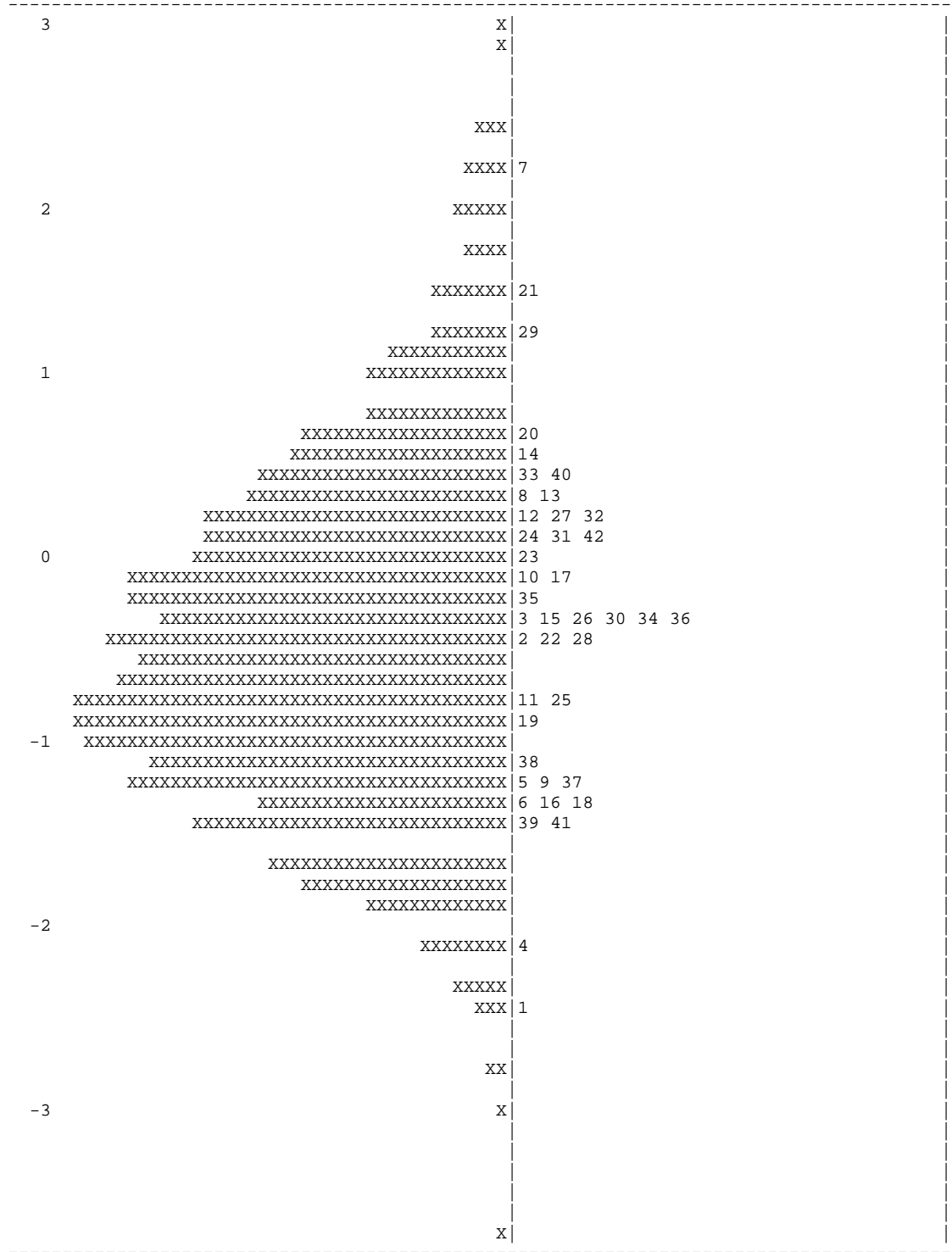
---

<sup>25</sup> Nella letteratura psicometrica tale misura è solitamente denominata abilità del rispondente, utilizzando quindi il termine abilità in un'accezione differente da quella comunemente usata nelle scienze dell'educazione.

<sup>26</sup> Inserire riferimento internet quando sarà disponibile.

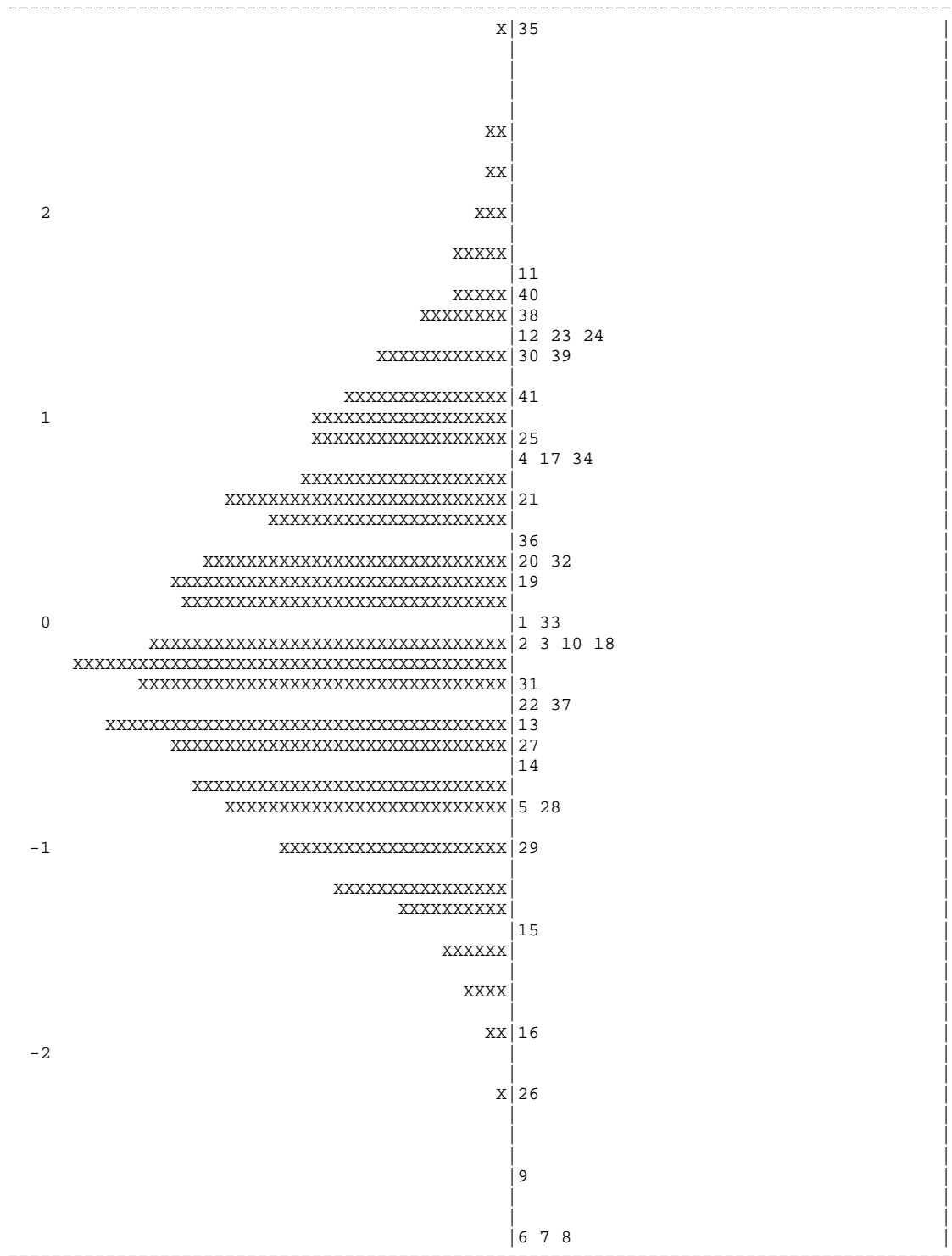
**Figura 2.1 Item map rappresentante il placement relativo delle domande rispetto al punteggio di Rasch dei rispondenti nelle prove INVALSI M@t.abel a.s. 2009-10**

Classe Ia



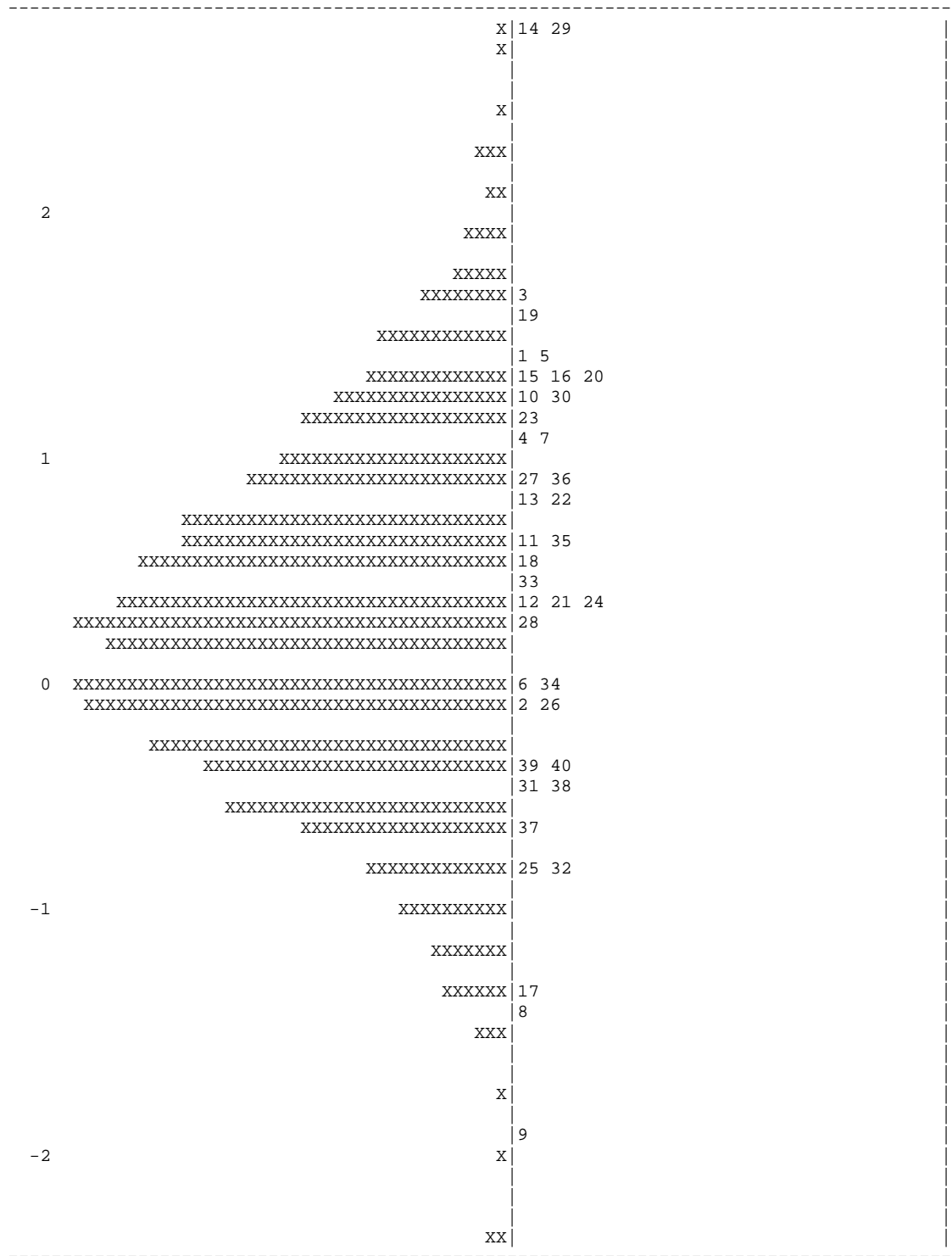
Each 'X' represents 5.4 casi

Classe IIa



Each 'X' represents 6.5 cases

Classe IIIa



Each 'X' represents 6.6 cases

### La qualità dell'ancoraggio

Oltre a esser state analizzate indipendentemente l'una dall'altra, le prove sono state ancorate tra loro in modo da ottenere punteggi sulla stessa scala di misura e con la stessa unità di misura. A tale scopo, è stata utilizzata come base dell'analisi la prova prodotta per le classi II; in questa prova sono stati inseriti degli *item* (i cosiddetti *item* di linkage) comuni tanto alla prova SNV delle classi I, quanto alla prova delle classi III.

La tabella seguente mostra lo schema di ancoraggio delle prove INVALSI M@t.abel. Come si evince dalla mancanza di incroci nei segmenti che legano le domande di una classe alle rispettive domande della classe successiva, gli *item* di linkage selezionati hanno mantenuto il medesimo ordinamento in ciascuna prova. Questa è una caratteristica importante al fine di effettuare le attività di ancoraggio in quanto sottintende che, presi due *item*, quello che dei due è il più facile nella classe I resta il più facile in II e anche in III e, viceversa, il più difficile in I rimane il più difficile in II e in III. Ciò è una garanzia per quanto attiene all'ordinamento degli *item*, ma la precisione nella stima delle difficoltà degli *item* (e dunque nella stima delle abilità degli studenti) richiede ulteriori indagini per quanto riguarda la varianza delle risposte date.

Un ulteriore elemento di cautela, come già precedentemente accennato, è legato all'affidabilità stessa degli *item* e dei test delle classi II e III. Sebbene i test siano mediamente buoni (o addirittura molto buoni) in termini di affidabilità misuratoria, è pur vero che il processo di verifica preliminare sul campo a cui sono stati sottoposti i singoli *item* dei test di seconda e terza è stato più limitato di quanto non avvenga usualmente per gli *item* SNV. Nonostante questi limiti l'operazione di ancoraggio si può considerare riuscita, dal momento che nei diversi test gli *item* hanno mantenuto il loro ordinamento. Pertanto è possibile confrontare direttamente i risultati degli studenti appartenenti ai tre livelli oggetto dell'indagine.

### La misura finale di competenza matematica

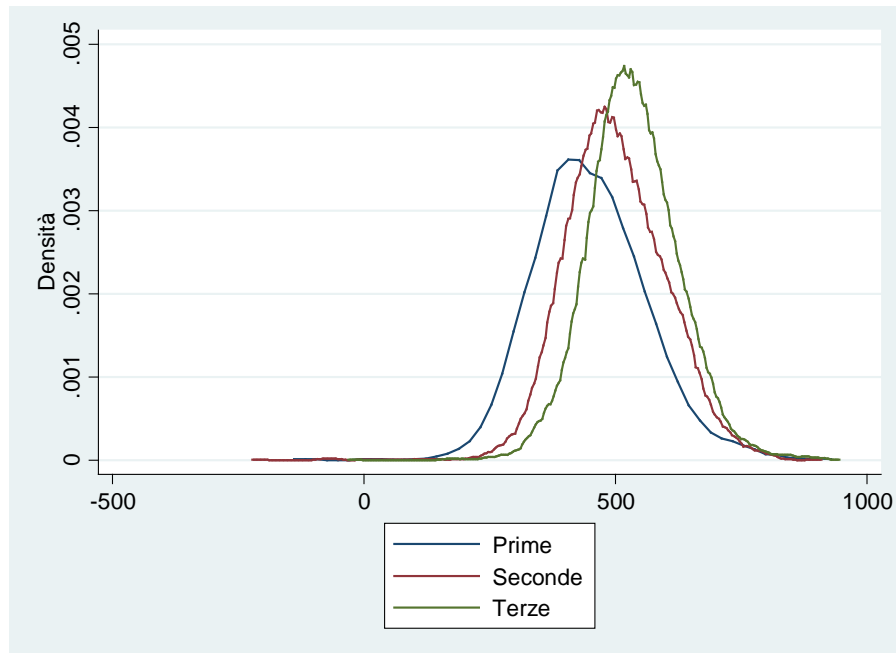
I punteggi sono ancorati e standardizzati in modo che le seconde abbiano media pari a 500 e deviazione standard pari a 100. Nella tabella si riportano le variabili descrittive di base per la stima di abilità nelle classi prime, seconde e terze dal campione e i coefficienti di correlazione intraclasse calcolati sia guardando alle clusterizzazioni per classe che per scuole.

**Tabella 2.4** Statistiche descrittive della competenza matematica per classe

classe	numero	media	dev. Std	min	p25	p50	p75	max	Correlazione intraclasse - classi	Correlazione intraclasse - scuole
Prime	3.940	449,5	111,9	-119,7	367,4	449,5	515,8	910,6	0,244	--
Seconde	3.427	500,4	99,8	-222,4	431,9	496,6	558,8	910,2	0,231	--
Terze	3.697	535,6	90,6	-31,3	473,1	532,7	590,0	946,0	0,380	--
<b>Totale</b>	<b>11.064</b>	<b>494,0</b>	<b>107,6</b>	<b>-222,4</b>	<b>423,0</b>	<b>489,0</b>	<b>561,3</b>	<b>946,0</b>	<b>0,357</b>	<b>0,152</b>

Nel passaggio dalla classe prima alla classe seconda, il punteggio aumenta di poco più di 50 punti (52,4)<sup>27</sup>; nel passaggio dalla classe seconda alla classe terza, la crescita è pari a poco più di altri 35 punti (36,5). Quindi, per ogni anno di scuola secondaria di secondo grado frequentata, gli studenti guadagnano in media circa 43 (43,5) punti nella scala di misura adottata dai test ancorati. Si tratta di un importante parametro di riferimento per dare interpretazione sostantiva alla magnitudine degli effetti riportati nel Rapporto. La figura 2.2 riporta le distribuzioni del punteggio per le classi prime, seconde e terze (considerando congiuntamente studenti assegnati al trattamento e studenti di controllo).

**Figura 2.2 - Distribuzione dei punteggi di apprendimento in matematica per classe**



## 2.2 Come vengono stimati gli effetti dell'intervento

Si stimano due effetti dell'intervento PON [M@t.abel+](#) sugli studenti:

- l'*Intention To Treat effect (ITT)*, ovvero l'effetto medio prodotto dall'intervento sull'insieme di tutti gli studenti i cui insegnanti erano stati assegnati al trattamento ossia iscritti al percorso di formazione per l'a.s. 2009/10, indipendentemente dal fatto che abbiano poi effettivamente partecipato alla stessa;
- l'*Average Treatment effect on the Treated (ATT)*, ovvero l'effetto medio sugli studenti degli insegnanti che hanno effettivamente completato per intero la formazione come previsto dal protocollo iniziale (effettivamente trattati o "*full complier*") oppure che lo hanno *almeno*

---

<sup>27</sup> I valori tra parentesi sono stati stimati mediante un modello di regressione lineare che controllava per le variabili di stratificazione della randomizzazione. Anche in assenza di questi regressori di controllo, le differenze risultano molto simili a quelle riportate.



completato parzialmente (in tal caso si guarda quindi al gruppo frutto dell'unione tra “*partial complier*” e “*full complier*”). In particolare, si definiscono come *partial complier* gli insegnanti che non hanno interamente il protocollo della formazione, ma hanno preso parte almeno alle lezioni del corso in presenza; si rimanda all'appendice A3.1 per una definizione puntuale).

Il primo effetto rappresenta in quale misura l'intervento abbia mediamente innalzato (o diminuito) il livello degli apprendimenti in matematica degli studenti degli insegnanti iscritti al percorso di formazione (e non esclusi in quanto controlli). Questo effetto medio dipende sia da quanto PON [M@t.abel](#)+ influisce sull'apprendimento degli studenti tra gli insegnanti formati, sia della quota di insegnanti che hanno effettivamente completato la formazione sul totale di quelli che si erano iscritti. Se PON [M@t.abel](#)+ fosse estremamente efficace sull'apprendimento degli studenti, ma pochissimi insegnanti tra quelli assegnati al trattamento avessero deciso di partecipare e completare il percorso formativo, l'effetto complessivo dell'intervento sarebbe molto piccolo perché la bassa adozione al trattamento diluirebbe la sua efficacia su un ampio numero di insegnanti formalmente assegnati al trattamento ma non effettivamente trattati. Il secondo effetto rappresenta invece quanto è mediamente cresciuta (o calata) la competenza in matematica tra gli studenti degli insegnanti che hanno effettivamente fatto la formazione (in tutto o in parte) ed è pertanto informativo dell'efficacia del trattamento su quanti lo implementano effettivamente. In questo caso, si tratta di capire chi sono i soggetti che “implementano effettivamente il trattamento” e si propongono due definizioni, una più restrittiva (quelli che hanno seguito l'intero protocollo – chiamati in seguito *full complier*) e una più ampia (quelli che hanno seguito almeno tutta la formazione in presenza – chiamati in seguito *full+partial complier*).

In sintesi, l'ITT – l'analisi per il trattamento assegnato - risponde alla seguente domanda: *offrire il percorso formativo PON [M@t.abel](#)+ agli insegnanti, con le modalità attuali di iscrizione e implementazione, ha accresciuto la competenza matematica dei relativi studenti?* Mentre, l'ATT – l'analisi per il trattamento ricevuto - risponde invece alla domanda: *gli insegnanti che hanno fatto PON [M@t.abel](#)+, seguendo l'intero protocollo previsto dal processo di formazione<sup>28</sup>, hanno accresciuto più dei controlli la competenza matematica degli studenti?* Si tratta di domande strettamente collegate ma con conseguenze diverse per capire il funzionamento dell'intervento PON [M@t.abel](#)+ e per capire in quale direzione agire per renderlo più efficace<sup>29</sup>.

La stima dell'effetto del trattamento assegnato (ITT) è realizzata mediante modelli di regressione lineare nel quale la variabile indipendente di interesse è se gli studenti fossero allievi di un insegnante assegnato al trattamento, controllando per variabili differenti in base alle considerazioni emerse nel capitolo precedente sull'equivalenza tra i due gruppi di studenti assegnati:

- modello 1: si controlla l'effetto solo per le variabili di stratificazione della randomizzazione, la presenza di un osservatore esterno durante il test e l'istituto comprensivo;
- modello 2: si controlla l'effetto anche per le mancate equivalenze osservate sugli studenti (aiuto agli studenti al di fuori della famiglia, titolo di studio dei genitori, anno di nascita dello studente);

---

<sup>28</sup> Oppure almeno una rilevante parte di esso nel caso dei “full+partial complier”.

<sup>29</sup> L'analisi per il trattamento assegnato permette di valutare l'efficacia del trattamento nelle condizioni reali (nelle quali gli insegnanti possono decidere di non aderire alla formazione, secondo i requisiti che caratterizzano PON [M@t.abel](#)+). L'analisi per il trattamento ricevuto valuta invece l'efficacia del trattamento in condizioni ideali di adesione al protocollo della formazione (o in condizioni di parziale adesione, a seconda di come viene definito il sottoinsieme di riferimento nei modelli).

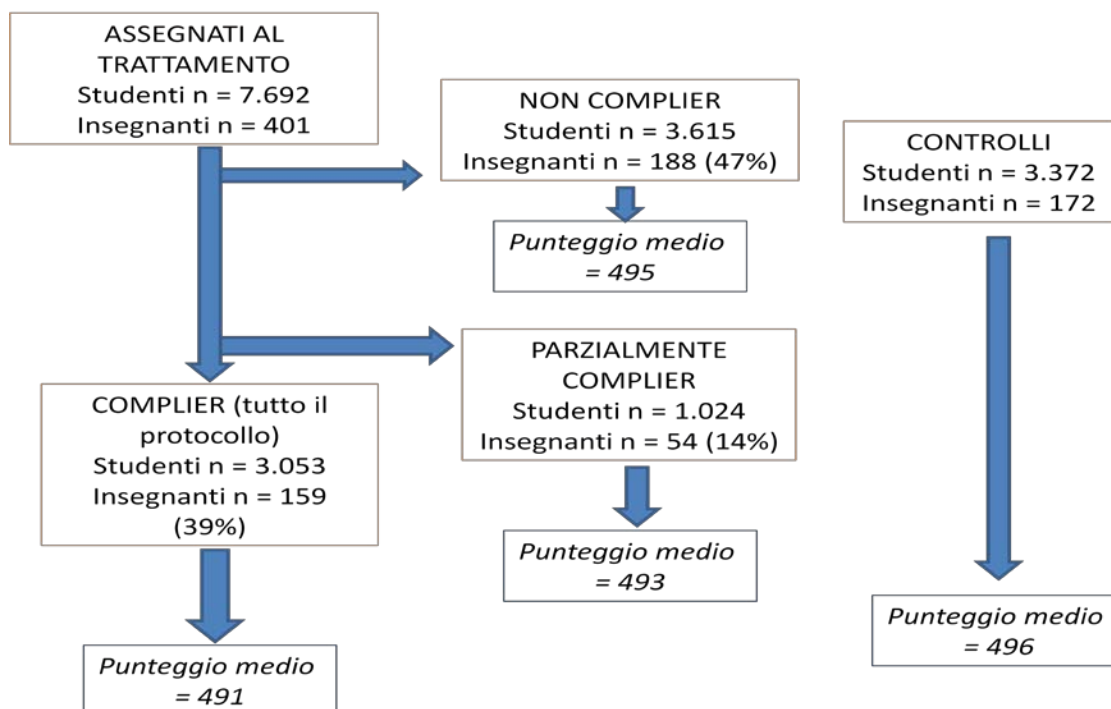
- modello 3: il controllo è esteso anche alle mancate equivalenze osservate nei tassi di non risposta sulle informazioni degli studenti.

Tutti i modelli sono stati clusterizzati per classe, ma quelli dove erano presenti effetti significativi o marginalmente significativi sono stati clusterizzati anche per scuola, al fine di effettuare controlli di robustezza su quanto emerso.

Lo stesso percorso è stato effettuato per la stima dell'effetto del trattamento ricevuto (ATT), utilizzando modelli di regressione con variabili strumentali, dove essere assegnati al trattamento è strumento per l'essere effettivamente trattati (*full complier*). Tramite questa tecnica, l'ITT osservato è interamente attribuito alla sola quota di soggetti che si ritiene siano effettivamente stati oggetto dell'intervento: tutta la differenza tra assegnati al trattamento e controlli è imputata al cambiamento osservato negli studenti effettivamente trattati. Gli insegnanti assegnati al trattamento che hanno effettivamente rispettato il protocollo della formazione PON  $M@t.abel+$  (inclusiva di formazione in presenza, tutoraggio on-line e la sperimentazione di materiali didattici in classe) sono piuttosto pochi: solo il 39% del totale. In questo caso, i risultati della stima degli ATT assume implicitamente che tramite il restante 61% degli insegnanti PON  $M@t.abel+$  abbia prodotto un effetto nullo sull'apprendimento degli studenti. Tuttavia, pur non avendo rispettato interamente il protocollo, parte di questi docenti hanno beneficiato dell'intervento sebbene con una intensità minore rispetto a quanto previsto: circa 14% degli insegnanti non trattati in senso stretto ha almeno frequentato tutte le occasioni di formazione in presenza. Questo gruppo di docenti ha svolto comunque una parte rilevante della sperimentazione in classe, come rilevato dal questionario post-trattamento: oltre il 50% dei docenti interpellati dichiara infatti di aver sperimentato una o più unità didattiche in classe, contro percentuali di circa il 30% di coloro che, non avendo ottenuto nemmeno il certificato, dichiarano di essere andati alla prima lezione.

Accanto alla stima dell'ATT che imputa tutto l'ITT osservato ai *full complier*, si riporta la stima che attribuisce l'ITT agli studenti degli insegnanti che sono stati *complier* anche solo *parzialmente*, dato che hanno perlomeno partecipato a tutta la formazione d'aula e sperimentato in aula almeno una parte dei materiali didattici richiesti. In questo caso, l'assunto è che l'effetto di PON  $M@t.abel+$  sia zero solo tra gli insegnanti che hanno frequentato sporadicamente qualche lezione o non hanno proprio partecipato alla formazione. Le due stime di ATT definiscono un intervallo entro cui valutare gli effetti di PON  $M@t.abel+$  secondo un punto di vista più o meno stringente rispetto requisiti dell'intervento stesso, accettando che una parziale implementazione del protocollo piuttosto che una piena adesione possano generare effetti sugli studenti. Nella tabella seguente si riportano i dati realtivi agli insegnanti e studenti che si sono osservati simultaneamente, così da fornire al lettore un quadro di sintesi dell'universo di riferimento per le analisi relative agli studenti.

**Figura 2.3 – Distribuzione degli insegnanti e degli studenti in base alla randomizzazione e all’effettiva adesione al trattamento e punteggi medi nel test di matematica per ciascun sottogruppo di studenti (solo casi di insegnanti e studenti osservati contemporaneamente)<sup>30</sup>**



### 2.3 Gli effetti sui livelli di apprendimento in matematica

Al fine di analizzare l’impatto di PON [M@t.abel+](#) sia sulla competenza media degli studenti, sia sulla distribuzione delle competenze, gli apprendimenti in matematica degli studenti sono considerati nei modelli di stima nei seguenti due modi:

- come punteggio ancorato tra prime, seconde e terze;
- come variabili dicotomiche di appartenenza degli studenti ai diversi quintili dei punteggi di apprendimento in matematica definiti sulla base della distribuzione di questa grandezza nel gruppo di controllo (per un totale di 5 livelli di competenza).

Dalle analisi condotte sull’effetto medio di PON [M@t.abel+](#) sulla competenza in matematica degli studenti emerge che l’intervento non ha prodotto nell’arco dell’anno effetti né statisticamente significativi né sostanzialmente rilevanti (tabella 2.5). L’assenza di effetto vale sia per l’analisi del trattamento assegnato (ITT) sia per l’analisi del trattamento parziale o completo ricevuto (ATT). I coefficienti dei modelli che attribuiscono gli effetti ai soli trattati effettivi (*full complier*) portano - per costruzione - a stime di impatto più elevate; esse variano dai 0,29 punti del modello di base ai 3,68 punti del modello con la maggiore presenza di variabili di controllo. Controllando quindi per l’equivalenza tra i due gruppi di studenti, si palesa una differenza positiva, ma minima e ben lontana dall’essere statisticamente significativa (*p-value* pari a 0,74).

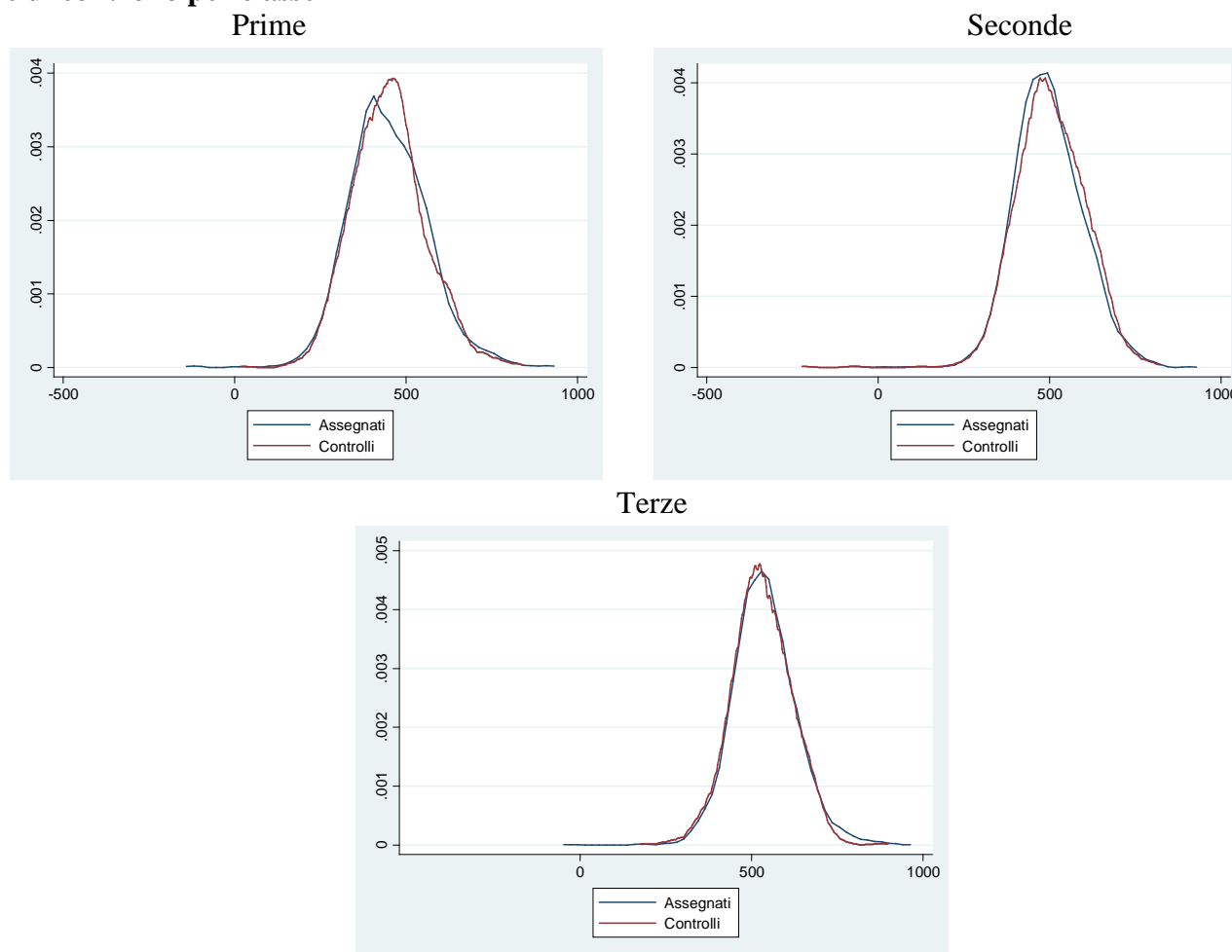
<sup>30</sup> I docenti assegnati al trattamento risultano 401 e non 409 in quanto le prove di 8 classi sono andate perdute nel corso della spedizione all’INVALSI. Per il medesimo motivo i docenti *full complier* risultano 159.

**Tabella 2.5 - Stime degli effetti medi sul campione complessivo (ITT e ATT, varie specificazioni)**

	ITT	pvalue	ATT partial + full complier	pvalue	ATT full complier	Pvalue
Modello 1	0,12	0,98	0,22	0,98	0,29	0,98
Modello 2	0,63	0,89	1,17	0,89	1,58	0,89
Modello 3	1,45	0,74	2,71	0,79	3,68	0,74

Indicazioni sulla distribuzione dei livelli di apprendimento emergono dalla figura 2.4 che confrontano i punteggi di matematica ottenuti dai due gruppi di studenti (assegnati al trattamento e controlli) considerando le classi prime, seconde e terze separatamente. Le distribuzioni appaiono del tutto analoghe, con eccezione delle classi prime, per le quali tuttavia la distribuzione con punteggi più elevati è a favore dei controlli. Questi confronti, effettuati senza depurare per i fattori che caratterizzano i due gruppi in maniera differente (ossia le variabili di mancata equivalenza), indicano già una scarsa differenza tra studenti degli insegnanti che hanno potuto partecipare a PON [M@t.abel+](mailto:M@t.abel+) rispetto agli altri.

**Figura 2.4 - Distribuzione della competenza matematica per gli studenti assegnati al trattamento e di controllo per classe**



Come ulteriore approfondimento, sono stati confrontati i due gruppi di studenti rispetto ai quintili della distribuzione dei punteggi di matematica identificati nel gruppo di controllo. Anche per queste variabili sintetiche della distribuzione, non si rilevano effetti statisticamente significativi dell'intervento: si osserva solo una minore probabilità per gli studenti degli insegnanti assegnati al trattamento essere nel terzo quintile a favore di quella di essere nel quarto quintile, ma la differenza oltre a non essere significativa sotto il profilo statistico<sup>31</sup> è anche sostanzialmente modesta (meno di 4 punti percentuali<sup>32</sup>).

## 2.4 Gli effetti sulle non risposte al test

La propensione degli studenti di non rispondere a tutte le domande della prova cognitiva in matematica è un altro aspetto su cui l'intervento potrebbe avere effetti. Due sono le variabili (dicotomiche)

<sup>31</sup> Pur non essendo lontana dal valore soglia di  $p < .10$  e attestandosi in alcuni modelli a circa .13.

<sup>32</sup> Il valore è stato ottenuto percentualizzando il coefficiente del modello di regressione, impiegato qui come modello di probabilità lineare.

analizzate<sup>33</sup>: la prima rileva la non conclusione della prova, quindi il fatto di non aver raggiunto l'ultima domanda della prova; la seconda rileva, invece, la scelta di saltare una o più domande nel corso della prova.

**Tabella 2.6 - Non completamento della prova e presenza di almeno una non risposta alle domande raggiunte (% - N= 11064)**

	Assegnati al trattamento	Controlli	Totale
Presenza di almeno una non risposta nel test	65,76	59,93	63,98
Non completamento dell'intero test	6,80	5,37	6,36

Il confronto tra studenti assegnati al trattamento e controlli evidenzia differenze, in particolare nella propensione a saltare almeno una domanda del test. Si sono quindi analizzati gli effetti di PON [M@t.abel+](#) su queste due grandezze, sia in termini di assegnazione al trattamento (ITT) che di trattamento effettivamente ricevuto (ATT). La tabella seguente riporta i dati relativi a queste analisi, utilizzando gli usuali quattro modelli definiti in precedenza.

**Tabella 2.7 Effetti di PON [M@t.abel+](#) sul non completamento della prova e sulla presenza di almeno una non risposta alle domande raggiunte (%)**

<b>Presenza di non risposte al test</b>						
	ITT	Sig	ATT full+partial complier	sig	ATT full complier	Sig
mod1	5,8	0,04	10,8	0,04	14,6	0,05
mod2	5,8	0,04	10,8	0,04	14,5	0,04
mod3	5,9	0,04	11,0	0,04	15,0	0,04

<b>Non completamento del test</b>						
	ITT	Sig	ATT full+partial complier	sig	ATT full complier	Sig
mod1	1,2	0,13	2,3	0,13	3,1	0,13
mod2	1,2	0,14	2,3	0,14	3,1	0,15
mod3	1,2	0,14	2,3	0,14	3,1	0,14

<sup>33</sup> Si sono anche analizzati i valori medi del numero di *item* che lo studente ha saltato nel corso della prova o che non ha raggiunto alla fine della stessa. Su queste grandezze non si sono osservati effetti dell'intervento degni di nota.

Si osserva un modesto effetto del trattamento, marginalmente significativo, sulla propensione a non completare il test. Questo comportamento cresce di circa il 3%<sup>34</sup> tra gli studenti degli insegnanti *complier*, quando il suo livello è pari al 5,4% tra i controlli. Si tratta di una differenza marginalmente. Esiste invece un deciso effetto di PON [M@t.abel](#)+ sulla propensione degli studenti a non rispondere a tutte le domande del test, saltandone almeno una sino al punto in cui erano arrivati ad affrontarlo. Nonostante la maggior frequenza di compilazione parziale, i trattati mostrano di scegliere di saltare una risposta tra circa l'11% e il 15% in più dei casi rispetto ai controlli (il cui valore si attesta sul 59,9%). Questa differenza risulta significativa al 5% in tutti i modelli ed è visibile anche nel grafico seguente, che riporta la distribuzione delle non risposte nel corso della compilazione del test per studenti assegnati al trattamento e di controllo.

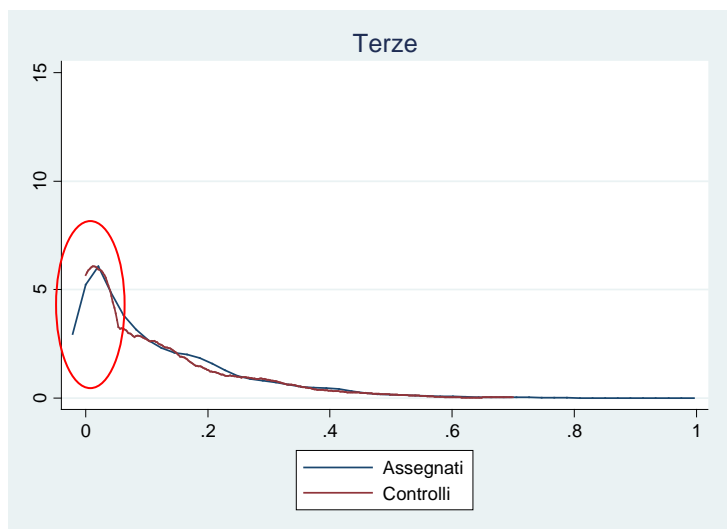
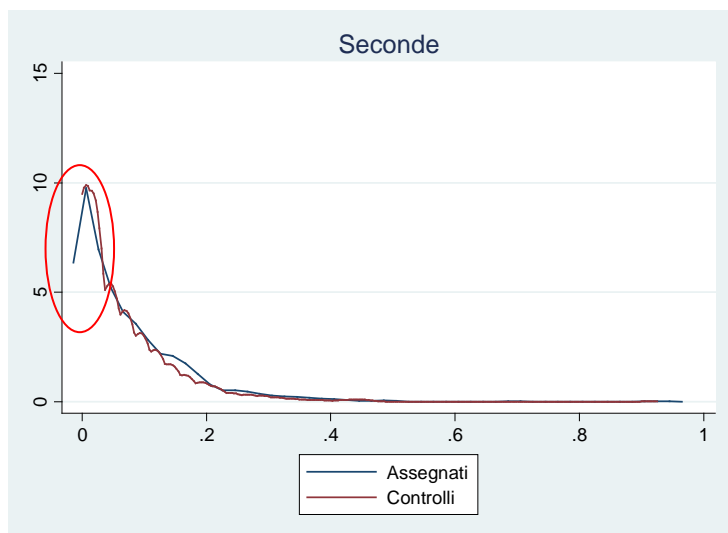
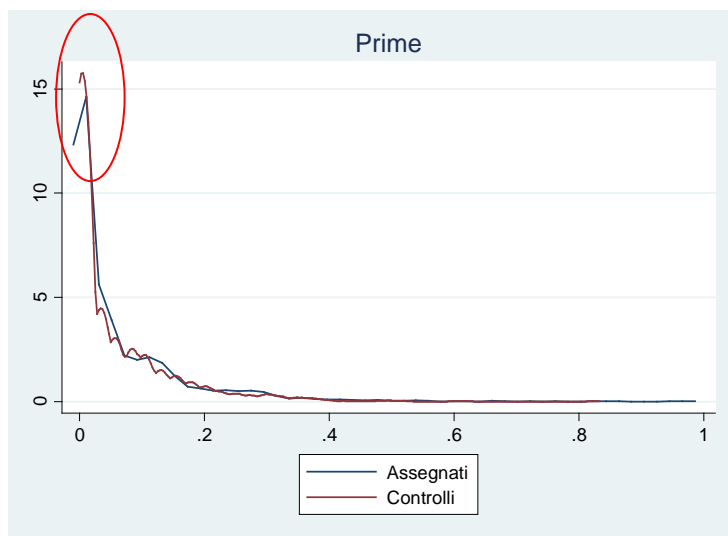
Nella figura seguente, si riporta la distribuzione di tutte le non risposte, indipendentemente dal fatto che siano poste all'inizio o alla fine del test, per assegnati e controlli nelle classi prime, seconde e terze. Si osserva così che lo scarto tra la distribuzione degli assegnati e quella dei controlli si concentra sul valore 0 e che le due linee si sovrappongono indicativamente dopo il valore 4/5. Lo scarto tra assegnati al trattamento e controlli nella probabilità di avere almeno una non risposta viene riassorbito guardando a un diverso punto di dicotomizzazione: per le classi prime, i due gruppi sono equivalenti quando si considerano 2 non risposte, per le seconde dopo 4/5 e per le terze dopo 2.

Si osserva, infine, che l'effetto del trattamento sulla probabilità di avere almeno una non risposta viene dimezzato qualora si considerino come "non risposte" anche le risposte "non valide", ovvero quelle dove lo studente non ha seguito le istruzioni previste per la compilazione e ha quindi fornito una risposta che non può essere univocamente collocata come corretta o sbagliata.

---

<sup>34</sup> Il valore è stato ottenuto percentualizzando il coefficiente del modello di regressione, impiegato qui come modello di probabilità lineare.

**Figura 2.5 – Tasso complessivo di non risposte alle domande del test per assegnati al trattamento e controlli entro le prime, seconde e terze (proporzione)**





## 2.5 Gli effetti per sottogruppi di studenti

L'ampia dimensione del campione di studenti permette di provare a valutare gli effetti prodotti da PON [M@t.abel](#)+ anche su sottogruppi specifici di studenti. Chiedersi se l'intervento abbia prodotto effetti diversi su sottopopolazioni differenti può fornire indicazioni su chi concentrare o mirare la formazione per trarne il massimo beneficio. L'analisi per sottogruppi comporta una serie di difficoltà tecniche e interpretative:

- 1) la riduzione delle dimensioni campionarie di riferimento e, conseguentemente, la possibilità di identificare effetti statisticamente significativi solo se molto grandi;
- 2) una selezione delle scuole assegnate al trattamento e di controllo sulla base delle caratteristiche di raggruppamento del sottogruppo analizzato, che riduce il numero di scuole di controllo da utilizzare nel raffronto (si ricorda che le scuole di controllo sono solo 50);
- 3) quale conseguenza dei due punti precedenti, il rischio che si generino mancate equivalenze aggiuntive tra assegnati e controlli nei sottocampioni di scuole, insegnanti e studenti e che gli effetti individuati nei sottogruppi non siano dovuti al trattamento ma siano riflessi delle differenze di altre caratteristiche. È pertanto necessaria cautela nell'interpretazione dei risultati delle analisi.

Si possono naturalmente costruire molti sottogruppi di studenti sulla base delle numerose caratteristiche osservate. Non necessariamente questi sottogruppi rispecchiano ragionevoli ipotesi sul funzionamento dell'intervento. In questo rapporto sono stati esaminati sottogruppi basati soprattutto sulle caratteristiche individuali degli studenti, con qualche fattore più propriamente legato alle caratteristiche degli insegnanti e dei contesti scolastici. In futuro, altre analisi potranno essere sviluppate al fine di individuare eventuali altri sottogruppi per cui PON [M@t.abel](#) + sembra più promettente.

### *I sottogruppi di studenti analizzati*

Nell'individuare i sottogruppi di studenti, si è ricorso sia a caratteristiche direttamente proprie degli stessi, sia a caratteristiche dei loro insegnanti, sia infine a caratteristiche del loro contesto scolastico. Si sono privilegiate, in questa prima analisi, le caratteristiche strutturali degli studenti, piuttosto che quelle derivate da autodichiarazioni oppure rilevati con scale di atteggiamento, considerate meno affidabili. I sottogruppi derivati da caratteristiche delle scuole o degli insegnanti analizzati sono pochi anche perché ogni suddivisione a questo livello comporta una drastica riduzione del numero di scuole (trattate e di controllo) considerate in ciascuna analisi.

In particolare, gli studenti sono stati suddivisi in sottogruppi sulla base delle seguenti caratteristiche individuali:

- classe (prima, seconda o terza);
- genere;
- voto in matematica nel primo quadrimestre fornito dalle segreterie scolastiche (valore assoluto e posizione relativa dello studente rispetto alla media e mediana della propria classe scolastica);
- background familiare dello studente rilevato nel questionario studente (istruzione dei genitori, loro provenienza geografica e disponibilità di libri in casa, un indicatore - opinabile ma sintetico - del capitale culturale della famiglia di origine).

Per quanto attiene alle caratteristiche relative all'insegnante di matematica degli studenti, si è considerato:

- genere;

- età (suddivisa in tre fasce che costituiscono gruppi adeguatamente numerosi di studenti: under50enni; 50-55enni; 55enni o più);
- disciplina di laurea (si sono contrapposti gli insegnanti laureati in matematica o fisica a tutti gli altri; si ricorda a tal proposito che la maggioranza dei docenti coinvolti nella sperimentazione sono laureati in biologia).

Infine, si è guardato anche ad alcune caratteristiche della scuola:

- la regione in cui essa ha sede;
- i risultati medi degli studenti alla prova nazionale di matematica nell'anno scolastico 2008/09, quindi quello precedente alla valutazione di PON [M@t.abel](#)+ (suddividendo il campione degli studenti in tre terzili basati sul risultato medio alla prova nella loro scuola);
- il valore medio dell'indice di status socioeconomico degli studenti partecipanti alle prove SNV 2009/10 (suddividendo il campione degli studenti in tre terzili basati sul valore medio dell'indice nella loro scuola).

### *Il processo di stima degli effetti dell'intervento nei sottogruppi di studenti*

Gli effetti nei sottogruppi sono stimati in termini sia di analisi del trattamento assegnato (ITT), sia di analisi del trattamento ricevuto (ATT).

Il modello esplorativo di base utilizza come variabili di controllo solo quelle di stratificazione del campione e la presenza o meno di un osservatore durante la prova INVALSI. Alla luce del fatto che l'analisi presenta un rischio maggiore di identificare differenze tra assegnati al trattamento e controlli frutto di non equivalenze nei gruppi, sono stati considerati degni di nota solo effetti nei sottogruppi che fosse statisticamente significativi. A fronte della presenza di un effetto statisticamente significativo (un solo caso), si è provveduto a verificare nuovamente l'equivalenza tra gli studenti assegnati al trattamento e di controlli entro ciascun sottogruppo su tutte le caratteristiche osservate ai livelli di scuola, insegnante e studente. Successivamente, gli effetti sono stati controllati per tutte le mancate equivalenze, con il fine di testare appunto se gli effetti emersi fossero effettivamente imputabili al trattamento PON [M@t.abel](#)+ nel sottogruppo considerato o a differenze di altra natura tra gli assegnati e controlli nei sottogruppi stessi.

### *Gli effetti rilevati nei sottogruppi di studenti*

Di tutte le caratteristiche di raggruppamento degli studenti, solo una è riuscita a mettere in luce un effetto statisticamente significativo di PON [M@t.abel](#) + sulla competenza matematica degli studenti: la classe di età degli insegnanti. Vi sono differenze sostanzialmente rilevanti - superiori a 10 punti nei risultati del test di apprendimento di matematica, in termini di ATT calcolato sui soli *full complier* - anche per altre variabili, ma solo per l'età degli insegnanti, è possibile a questo stadio attribuire ragionevolmente la differenza osservata all'effetto di PON [M@t.abel](#) +. In particolare, l'analisi ha evidenziato:

- a. la differenza tra trattati e controlli è positiva e pari a 10,7 punti per le gli studenti delle classi terze e invece negativa per quelli delle classi prime e seconde (rispettivamente, -5,6 e -6,3 punti);
- b. gli studenti delle scuole assegnate al trattamento che non hanno fornito l'informazione sul voto in matematica nel primo quadrimestre ottengono punteggi SNV inferiori rispetto a quelli delle scuole di controllo che non hanno fornito l'informazione (- 34 punti). Tuttavia, per gli studenti

il cui voto in matematica era pari a 7 oppure 8 decimi, PON [M@t.abel](#) + sembra esercitare un effetto positivo (rispettivamente 12 e 23 punti), mentre lo stesso è pressoché nullo per gli studenti con voti pari a 9 o 10 oppure per quelli con voti pari a 6 o meno. Questo dato è stato approfondito in considerazione del fatto che il voto scolastico potrebbe variare molto tra scuole e classi sulla base dei criteri di valutazione degli insegnanti e del loro utilizzo della scala di valutazione decimale. Pertanto i voti degli studenti sono stati espressi in termini di loro scarto dalla media e mediana della propria classe. Più precisamente, si sono classificati gli studenti in base alla distanza da questi valori centrali in cinque gruppi: il 10% di studenti più distanti dalla media/mediana della propria classe; il 25% con valore sensibilmente inferiore alla media/mediana; il 30% in un intorno della media/mediana; il 25% sopra la media/mediana; il rimanente 10% molto al di sopra della media/mediana della propria classe. Si osserva così una relazione che vede un effetto positivo per gli studenti molto al di sotto del valore centrale della propria classe (fino a 29 punti in termini di ATT nel 10% di studenti maggiormente sotto la media) e uno negativo per chi sta molto sopra lo stesso (fino a -38 punti per il 10% di studenti maggiormente sotto la mediana). Nessuna di queste differenze risulta statisticamente significativa (anche se l'ultima si avvicina alla soglia del p-value pari a 0,10), ma suggeriscono che possano esservi differenze nell'efficacia del trattamento in base all'abilità matematica precedente degli studenti<sup>35</sup>;

- c. si osserva un effetto positivo (13 punti) tra gli studenti provenienti da abitazioni con un modesto numero di libri (10 o meno) e un effetto negativo (-22 punti) tra quelli in cui invece esiste un numero grande di libri (più di 3 scaffali), ma si constata anche, accanto all'assenza di significatività, che nelle altre modalità intermedie della stessa variabile non vi è alcuna sistematicità; si ricorda, inoltre, che questo è un dato autodichiarato dagli studenti.
- d. si osserva un effetto positivo (18 punti) tra gli studenti inseriti in famiglie in cui almeno uno dei due genitori ha il diploma di scuola secondaria di secondo grado;
- e. infine, anche sui figli di genitori di nazionalità non italiana si riscontra un grosso effetto positivo di PON [M@t.abel](#) + (30 punti), ma anche in questo caso siamo in presenza di un effetto privo di significatività statistica.

Per le caratteristiche di raggruppamento degli studenti basate sul contesto scolastico si riscontrano effetti anche cospicui nei dati, ma non significativi dal punto di vista statistico. Le differenze in questo caso sono fortemente influenzate dal fatto che si opera a livello di scuole, riducendo nei sottogruppi fortemente l'equivalenza controlli tra assegnati al trattamento e controlli. In particolare, la regione sede della scuola mostra che essere stati sottoposti a PON [M@t.abel](#)+ può aver prodotto effetti fortemente negativi (-56 punti in Calabria e -21 in Sicilia) oppure quasi nulli (+ 4 punti in Campania) o infine positivi (+ 18 punti in Puglia).

Al contempo, essere studenti appartenenze al terzile più elevato di punteggi medi di scuola nella prova nazionale di matematica del 2008/09 porta l'effetto dell'intervento a essere negativo (-33 punti); lo stesso è positivo nel terzile intermedio (16 punti) e prossimo allo zero in quello più elevato (6 punti). Per i terzili dell'ESCS il quadro muta ulteriormente, tanto che l'effetto di PON [M@t.abel](#)+ è negativo sia tra gli studenti delle scuole con i più bassi ESCS medi (-32 punti) che in quelle con i più alti ESCS (-30 punti), mentre nei contesti intermedi c'è un effetto positivo dell'intervento (26 punti).

---

<sup>35</sup> Futuri approfondimento dovranno essere sviluppate in questa direzione. In effetti, è stata avviata una nuova coorte di studenti randomizzati a partire da uno campione selezionato nell'a.s. 2010/11 di sole prime classi. In quel caso l'analisi sarà presumibilmente facilitata dalla disponibilità di una misura pre-trattamento dell'abilità matematica degli studenti.

Le analisi condotte suggeriscono una marcata variabilità dell'effetto di PON [M@t.abel+](#) sulla base dei contesti definiti dalle caratteristiche delle scuole, degli insegnanti e degli studenti. Più difficile risulta identificare in modo statisticamente credibile i pattern sottostanti queste differenze.

Infine, raggruppamenti in base alle caratteristiche degli insegnanti fanno emergere alcune differenze tra gli assegnati al trattamento e i controlli. Gli studenti il cui insegnante è laureato in matematica o fisica vedono un effetto positivo di PON [M@t.abel+](#) pari a 15 punti, quelli il cui insegnante è un uomo un effetto negativo pari a 30 punti. Anche gli effetti associati a queste caratteristiche non sono però statisticamente significativi e non si può quindi escludere che si tratti di oscillazioni campionarie dovute al caso, soprattutto nel caso del genere dell'insegnante dato che nel campione gli uomini sono solo il 16,2% del totale.

Per l'età degli insegnanti si osservano invece differenze statisticamente significative. L'effetto è positivo e statisticamente significativo sugli studenti i cui insegnanti presentano un'età tra i 50 e i 55 anni; per quelli *relativamente* più giovani e più anziani l'effetto è invece negativo anche se non statisticamente significativo. In particolare, sui 50-55enni si riscontra un ITT pari a circa 15 punti, che si traduce in un guadagno di apprendimento consistente per gli studenti, pari a 30-40 punti (il termine di trattamento parziale o completo ricevuto). L'assenza di effetto nel campione complessivo sembra quindi originata dal fatto che, per alcuni insegnanti PON [M@t.abel+](#) ha portato a effetti negativi sugli studenti, per altri invece a effetti positivi. Si segnala che gli insegnanti "più giovani" non sono comunque privi di esperienza di insegnamento o nuovi alla professione, essendo la loro età mediana pari a 45 anni.

**Tabella 2.8 – Effetti dell'intervento sulla competenza matematica degli studenti per classe di età dei loro insegnanti di matematica**

	ITT	pvalue	ATT partial + full complier	pvalue	ATT full complier	pvalue
over55enni	-7,0	0,40	-21,0	0,41	-24,8	0,41
50-55enni	14,8	0,04	29,5	0,05	41,6	0,05
under50enni	-6,0	0,42	-7,9	0,42	-10,3	0,42

Al fine di verificare che l'effetto osservato non sia il riflesso di differenze tra assegnati al trattamento e controlli, sono stati confrontati i due gruppi di studenti nell'ambito di ciascun sottogruppo per fascia d'età dei propri insegnanti. Le differenze riscontrate sono contenute sia a livello di scuola, che di caratteristiche degli insegnanti e degli studenti. Una sola differenza è emersa con forza: la maggior partecipazione degli assegnati al trattamento a funzioni scolastiche che vanno oltre l'insegnamento, come docenti incaricati come referenti di commissione e responsabili di funzione strumentale. In ogni caso, controllando per questa mancata equivalenza tra studenti assegnati e di controllo, non ha sostanzialmente modificato l'ITT stimato sugli allievi degli insegnanti 50-55enni, il coefficiente beta del modello muta marginalmente; solo in pochi modelli il p-value supera marginalmente la soglia di 0,05, ma resta sempre ampiamente al di sotto di 0,10.

La differenza nell'efficacia del trattamento per età degli insegnanti è un elemento interessante non solo perché resiste ai controlli che sono stati condotti, ma anche perché trova conferma nelle informazioni relative all'implementazione del trattamento tratte dai diari di bordo e dalle interviste CATI. Si

anticipano qui alcune delle considerazioni provenienti da quelle fonti, rimandando il lettore interessato all'apposito approfondimento presente nel paragrafo 4.2 del rapporto.

L'effetto individuato suggerisce che del percorso PON [M@t.abel+](#) abbiano maggiormente beneficiato insegnanti che già dispongono di un ampio bagaglio di esperienza di insegnamento, ma che al contempo non presentano un'età eccessivamente elevata. Letto in combinazione con le dichiarazioni degli stessi insegnanti nei diari di bordo e nel questionario post-trattamento, questo risultato potrebbe dipendere dal fatto che questi insegnanti abbiano saputo meglio gestire la sperimentazione dei materiali didattici innovativi rispetto a quelli più giovani e non abbiano scontato le difficoltà di alfabetizzazione informatica dei più anziani (evidenziate nelle interviste agli stessi insegnanti). D'altra parte, l'anzianità di esperienza didattica è emersa un fattore rilevante per l'interiorizzazione dell'esperienza PON [M@t.abel+](#) secondo la percezione fornita nei diari di bordo. I docenti con un'esperienza di insegnamento in matematica compresa tra 21 e 30 anni (pertanto nella fascia centrale di età) riferiscono in maniera maggiore degli altri un investimento significativo sul ragionamento logico e sulle potenzialità del linguaggio matematico come sistema di codifica dell'esperienza e non semplice bagaglio astratto di nozioni. Questi docenti, inoltre, valorizzano nei resoconti delle attività svolte in classe la componente creativa e l'ancoraggio alla realtà quotidiana delle unità didattiche. Invece, i docenti con la minore esperienza - da 0 a 10 anni - o al contrario l'esperienza maggiore - oltre 30 anni - sono accomunati da una visione della sperimentazione per lo più centrata sui contenuti delle singole unità. In sintesi, dall'analisi dei diari di bordo appare che gli insegnanti con minore esperienza hanno modificato meno il proprio modo di fare didattica in classe nell'uso di PON [M@t.abel+](#), non percependo la proposta [M@t.abel](#) come qualcosa di nuovo e tendendo forse a banalizzarne la pratica (esercitazioni/gioco in classe). Gli studenti con 21-30 anni di esperienza sono risultati invece più attenti a capire come la matematica possa essere una chiave per tradurre l'esperienza concreta e sono risultati più attenti al linguaggio matematico degli studenti per modellizzare la realtà. Gli insegnanti più anziani sono invece risultati quelli che hanno percepito l'intervento come qualcosa di nuovo e sono, forse per questo, risultati più adempitivi degli altri, preoccupati di utilizzare le unità didattiche in modo corretto, seguendo alla lettera le procedure previste dal protocollo. Un altro elemento a supporto dell'interpretazione fornita riguarda il fatto che i docenti più anziani dichiarano di aver usato più degli altri slides e fotocopie nella realizzazione delle attività, mentre i 50-55enni sono quelli che dichiarano un uso più frequente dei supporti digitali e lamentano meno degli altri difficoltà nell'uso degli stessi.

## 2.6 Gli effetti sulle dimensioni psicologiche

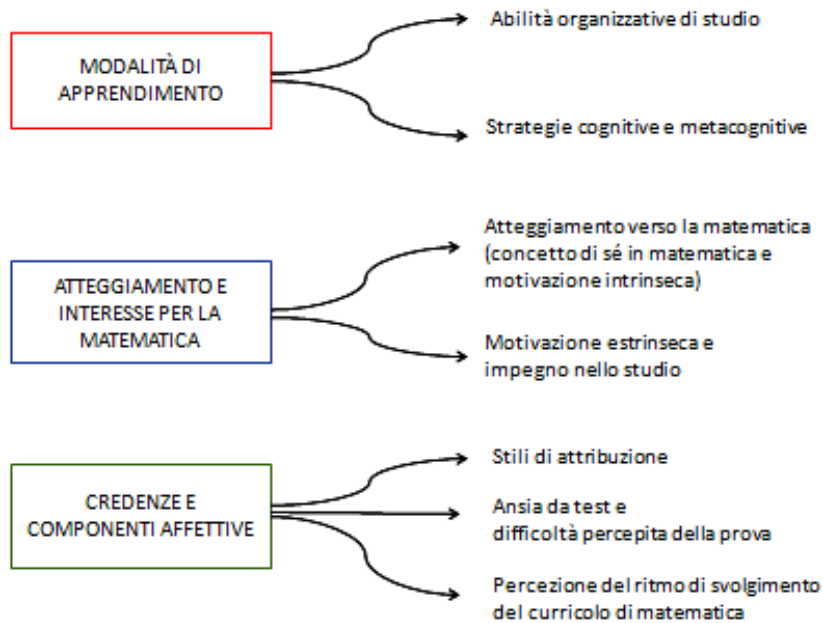
In questo paragrafo sono riportate le analisi condotte su alcune dimensioni presenti nel questionario studente predisposto da INVALSI a corredo delle prove di apprendimento (cfr. [http://www.invalsi.it/snv1011/documenti/QUESTIONARIO\\_I\\_Secondaria\\_primo\\_grado.pdf](http://www.invalsi.it/snv1011/documenti/QUESTIONARIO_I_Secondaria_primo_grado.pdf)) e, in particolare, sulle variabili psicologiche che attengono:

- le modalità di apprendimento, come le strategie cognitive e metacognitive e le abilità organizzative di studio;
- l'atteggiamento e l'interesse verso la matematica, come il concetto di sé in matematica, la motivazione intrinseca ed estrinseca e l'impegno nello studio;
- le credenze e le componenti affettive, tra cui gli stili attribuzione, l'ansia da test e la difficoltà percepita della prova, la percezione del ritmo di svolgimento del curriculum di matematica.

Si tratta di dimensioni fortemente interconnesse con le capacità di apprendimento. Oltre a fornire un'ulteriore chiave di lettura per comprendere gli effetti di PON [M@t.abel+](#) sugli studenti, possono

individuare le leve comportamentali su cui l'intervento può agire ed essere rafforzato per migliorare le competenze matematiche. Si elencano prima le dimensioni analizzate, motivandone la scelta, per illustrare successivamente gli effetti esercitati da PON M@t.abel+.

**Figura 2.6 - Schema dei raggruppamenti interpretativi delle dimensioni indagate**



Il questionario studente comprende batterie costituite da un numero variabile di *item*. Ai fini della stima degli effetti PON M@t.abel+, gli *item* sono stati - nella maggior parte dei casi - esaminati uno per uno, anche perché l'analisi fattoriale sull'intera batteria di riferimento ha rilevato in molti casi una sostanziale unidimensionalità della scala.

#### *Abilità organizzative di studio*

Questa dimensione riguarda le specifiche strategie operative che gli studenti adottano per pianificare e organizzare le proprie attività di studio. In altri termini, essa fornisce una stima dell'abilità degli studenti nel disporre di un metodo di lavoro che sia funzionale all'apprendimento. PON M@t.abel+ intende, infatti, favorire un approccio di insegnamento-apprendimento della matematica innovativo che può, in ipotesi, influire sull'acquisizione di un metodo di studio più autonomo e adeguato. Si ritiene utile, quindi, esplorare tale dimensione al fine di valutare se l'adozione di una didattica meno tradizionale (nelle attività proposte, nei materiali utilizzati, nelle verifiche predisposte in classe, ecc.) incida in modo significativo sulle modalità operative con cui gli studenti predispongono e organizzano il proprio "ambiente" di apprendimento.

Nel questionario studente le abilità organizzative di studio sono indagate con una batteria costituita da 6 *item* relativi alla frequenza (Mai/Raramente/Spesso/Sempre) con cui si effettuano le seguenti attività: portare libri, quaderni e altri materiali per le lezioni; utilizzare il diario scolastico; tenere in ordine il

banco; rispettare i tempi delle consegne; prendere appunti. Gli *item* sono analizzati separatamente, uno per volta<sup>36</sup>.

### *Strategie cognitive e metacognitive*

Tale dimensione concerne l'insieme delle operazioni mentali che gli studenti mettono in atto per risolvere un determinato problema e che si rivelano utili per facilitare, ottimizzare, velocizzare i propri processi di apprendimento. Le principali strategie cognitive prese in considerazione sono la reiterazione o memorizzazione (la capacità di mantenere, recuperare e ripetere le informazioni), l'organizzazione (la capacità di organizzare e classificare le informazioni per mezzo di categorie più complesse) e l'elaborazione (la capacità di tradurre le informazioni in una struttura significativa e di effettuare collegamenti con altre conoscenze). Le strategie metacognitive riguardano, invece, i processi di controllo della propria conoscenza, ovvero le operazioni che la mente attua per monitorare e valutare la propria attività mentre svolge un compito (nel caso in questione mentre si studia). Utilizzare la metacognizione significa, in altri termini, porsi delle domande su cosa si sta facendo, sul perché lo si fa e su come rendere massimamente efficace la propria attività, aumentando così la propria capacità di autoregolazione e la consapevolezza rispetto ai processi di pensiero attivati nella risoluzione di un compito.

La filosofia M@t.abel, secondo la quale specifiche unità didattiche sono utilizzate in classe, intende favorire l'acquisizione di un linguaggio simbolico e i processi di modellizzazione della realtà e risoluzione di problemi, per una effettiva comprensione dei contenuti proposti. Diviene, in tal senso, rilevante capire se la didattica di PON M@t.abel+ sia in grado di incidere sullo sviluppo di strategie cognitive volte alla flessibilità, alla creatività, all'innovazione a fronte di situazioni problematiche, che non possono essere gestite con soluzioni predeterminate e con procedure di tipo routinario.

Nel questionario studente le strategie cognitive e metacognitive sono indagate con una batteria di 15 *item* in cui si chiede agli studenti di indicare, su una scala a quattro modalità (Mai/Raramente/Spesso/Sempre), la frequenza con cui mettono in atto alcune operazioni nell'attività di studio individuale. Si è deciso di procedere a una analisi *item per item* limitata alle operazioni sottostanti alle strategie metacognitive (*item* c, h, n) che rimandano alla capacità di pianificare, controllare e valutare sia ciò che è stato fatto (il prodotto di un compito) sia come è stato fatto (il processo attraverso cui si è giunti al prodotto)<sup>37</sup>. Tali operazioni sono, infatti, di specifico interesse per una valutazione degli effetti della didattica di PON M@t.abel+, in quanto consentono di determinarne l'impatto sulla consapevolezza degli studenti rispetto all'utilizzo delle proprie strategie di apprendimento<sup>38</sup>.

---

<sup>36</sup> L'analisi fattoriale ha verificato l'unidimensionalità della scala. Si riesce a spiegare solo una quota limitata di varianza - pari al 35% circa sul totale - e gli *item* mostrano comunaltà molto basse. Pertanto, per la stima degli effetti, si è preferito procedere a una analisi *item per item*.

<sup>37</sup> *Item* c: "Mi faccio delle domande su quello che so"; *item* h: "Faccio gli esercizi e rispondo alle domande nei libri di testo anche quando non devo farlo"; *item* n: "Mi fermo per controllare se ho capito quello che ho letto".

<sup>38</sup> L'analisi fattoriale esplorativa condotta sulle risposte degli studenti alla batteria ha individuato solo 3 fattori latenti, che spiegano complessivamente circa il 46% della varianza totale, inoltre alcuni *item* presentano comunaltà molto basse e tendono a non collocarsi coerentemente con le dimensioni previste.

### *Atteggiamento verso la matematica*

Questa dimensione fa riferimento a un insieme di valutazioni cognitive e affettive connesse alla matematica da cui potenzialmente origina una predisposizione comportamentale. In particolare possono essere individuati due aspetti: il *concetto di sé in matematica* e la *motivazione intrinseca/interesse per la matematica*. Per concetto di sé in matematica si intende quello che organizza tutto ciò che crediamo di essere, cosa pensiamo di essere in grado di fare, e quanto bene pensiamo di saperlo fare. In tal senso, esso risulta legato alla performance (essere bravi), al processo di apprendimento (imparare facilmente) e al confronto con il gruppo di riferimento. La motivazione intrinseca/interesse per la matematica si riferisce, invece, a tutti quegli aspetti come l'interesse conoscitivo, la curiosità, l'esplorazione, il senso di autodeterminazione, che incoraggiano la prontezza ad impegnarsi e il profondo coinvolgimento nelle esperienze di apprendimento.

Tali dimensioni, dunque, risultano di interesse per la valutazione di PON M@t.abel+ in quanto consentono di verificare se l'utilizzo di una didattica laboratoriale, più coinvolgente e più vicina all'esperienza diretta degli studenti, sia effettivamente in grado di migliorare la percezione che questi hanno delle proprie abilità e di stimolare un apprendimento della matematica come attività intrinsecamente gratificante.

Nel questionario studente predisposto da INVALSI l'atteggiamento verso la matematica è indagato attraverso una batteria di cinque *item* nei quali si chiede agli studenti di indicare il proprio grado di accordo, su una scala a quattro modalità (Per niente/Poco/Abbastanza/Molto), rispetto ad affermazioni che riguardano il *concetto di sé in matematica* (*item a, b, c*) e la *motivazione intrinseca/interesse per la matematica* (*item d, e*). Valutata l'unidimensionalità della scala<sup>39</sup>, si considerano il concetto di sé in matematica (*item a, b, c*)<sup>40</sup> e la motivazione intrinseca/interesse per la matematica (*item d, e*)<sup>41</sup> come più generalmente associati a un fattore latente omnicomprensivo che possiamo denominare "atteggiamento verso la matematica". L'analisi *item per item* permetterà, successivamente, di comprendere quali siano gli aspetti più significativi per ciascuno dei due costrutti alla base del fattore.

### *Motivazione estrinseca e impegno nello studio*

Il concetto di motivazione allo studio rimanda all'insieme delle determinanti interne che guidano l'apprendimento in funzione del valore che si attribuisce al compito e agli obiettivi verso cui si è orientati. Questo costrutto viene distinto in letteratura (Boscolo, 1997)<sup>42</sup> in una motivazione estrinseca e una intrinseca. La motivazione estrinseca è generalmente finalizzata alla riuscita in funzione di sollecitazioni o ricompense esterne (es. ottenere buone votazioni) e non per il solo piacere che deriva dallo svolgere un'attività o per il desiderio di conoscenza in sé. Questo secondo aspetto è associato, al

---

<sup>39</sup> Si è verificata la struttura fattoriale della batteria mediante analisi fattoriale esplorativa sulle risposte fornite dagli studenti. Emerge un solo fattore latente che riesce a spiegare il 60.61% della varianza complessiva dei dati. In dettaglio, la comunaltà più bassa è pari a 0.378 e il factor loading minimo è 0.615, riferiti entrambi all'*item b* che sembra funzionare meno rispetto agli altri. Eliminando l'*item b*, invece, la quota di varianza complessiva spiegata dal fattore aumenta al 68.5%. Inoltre la comunaltà minima degli *item* risulta di 0.649 e il factor loading più basso è pari a 0.806. Come riportato nelle analisi sugli effetti, tale soluzione porta a conclusioni sostanzialmente identiche a quella che considera tutti e cinque gli *item* insieme.

<sup>40</sup> *Item a*: "In matematica sono bravo/a"; *item b*: "Matematica è più difficile per me che per molti miei compagni"; *item c*: "Imparo facilmente la matematica".

<sup>41</sup> *Item d*: "Mi diverto a fare matematica"; *item e*: "Mi piacerebbe fare più matematica a scuola".

<sup>42</sup> Boscolo, P. (1997). *Psicologia dell'apprendimento scolastico. Aspetti cognitivi e motivazionali*. Torino: UTET Libreria.



contrario, all'interesse<sup>43</sup> e all'impegno profuso nelle attività di studio, ovvero alla persistenza con cui si perseguono gli obiettivi dell'apprendimento. Si ricorda che una finalità del piano PON M@t.abel+ riguarda proprio la creazione di un ambiente motivante, volto a incentivare una modalità di apprendimento attivo, anche grazie all'adozione di metodi e materiali che risultino più attraenti per gli studenti.

Nel questionario studente la motivazione allo studio è indagata con una batteria di sette *item*<sup>44</sup> rispetto ai quali gli studenti sono invitati a esprimere il proprio grado di accordo su una scala a 4 modalità (Per niente/Poco/Abbastanza/Molto). La motivazione estrinseca è espressa con quattro *item* (a, c, e, g) ed è valutata in rapporto all'idea di andare bene per far piacere agli altri (genitori, insegnanti). Gli altri tre *item* (b, d, f), invece, fanno riferimento all'impegno nello studio in generale, quale aspetto più direttamente connesso alla motivazione intrinseca.

### *Gli stili di attribuzione*

Le auto-attribuzioni si riferiscono alle spiegazioni che un soggetto fornisce per i risultati delle sue azioni, in rapporto alle credenze di causalità degli eventi. Vengono generalmente distinte cinque cause di attribuzione in caso di successo e insuccesso nell'apprendimento, a cui corrispondono differenti pattern cognitivi, affettivi e motivazionali: aiuto esterno, abilità personale, facilità del compito, fortuna/caso e impegno personale. Lo stile di attribuzione prevede, inoltre, tre dimensioni lungo cui le cause del successo o dell'insuccesso possono variare (Weiner, 1986)<sup>45</sup>:

- l'attribuzione a fattori interni o esterni all'individuo (*locus of control*)
- l'attribuzione a fattori stabili o instabili (percezione da parte del soggetto del perdurare delle cause),
- l'attribuzione a fattori controllabili o incontrollabili (percezione della responsabilità personale dei comportamenti prodotti).

L'analisi si propone di valutare se PON M@t.abel+ abbia influito sulle spiegazioni causali che gli studenti pongono all'origine dei propri risultati di apprendimento e, quindi, sulla tendenza a mettere in atto comportamenti di studio più adeguati e strategici. Una finalità della proposta didattica è proprio quella di favorire, attraverso la risoluzione di problemi concreti, la consapevolezza delle proprie modalità cognitive e affettive coinvolte nell'apprendimento e una maggiore capacità di controllo sugli eventi per meglio affrontare situazioni di incertezza.

Nel questionario studente gli stili di attribuzione vengono indagati attraverso una batteria di dieci *item*, quattro dei quali (b, d, g, i) riferiti a situazioni di successo e sei a quelle di insuccesso (a, c, e, f, g, h, l), che possono presentarsi nelle attività scolastiche. Ogni *item* prevede cinque modalità di risposta,

---

<sup>43</sup> L'interesse e l'impegno sono entrambi aspetti legati alla motivazione intrinseca, fortemente interrelati tra loro sebbene non sovrapponibili. L'interesse verso la matematica è meglio indagato nella domanda 3 del questionario studente (*item* d, e) e rimanda al senso di autodeterminazione rispetto allo studio. In tal senso, i motivi per cui si mette in atto un comportamento possono essere autodiretti (interesse o curiosità personale) o eterodiretti (gratificazione o ricompensa esterna). L'impegno nello studio, invece, è un aspetto più specificamente connesso alla persistenza e all'intensità di un comportamento diretto a uno scopo e indica la tendenza a rivestire un ruolo attivo nel processo di apprendimento, quale traduzione operativa di un comportamento intrinsecamente motivato.

<sup>44</sup> Si è verificata la struttura fattoriale della scala mediante analisi fattoriale esplorativa. I primi due fattori riescono a spiegare una quota sufficiente della varianza complessiva pari al 54.70% e gli *item* si collocano coerentemente con i fattori latenti previsti. In dettaglio, la comunaltà minima per gli *item* b, d, f, che afferiscono alla motivazione intrinseca è pari a 0.477 e il factor loading minimo è 0.672. La comunaltà minima per i restanti *item* (a, c, e, g) è 0.413 e il factor loading minimo risulta 0.628.

<sup>45</sup> Weiner, B. (1986). *An attributional theory of motivation and emotion*. New York: Springer-Verlag.

ognuna indicante una specifica scelta attributiva. A partire dalla struttura fattoriale della batteria in funzione del quadro teorico del costrutto in esame, sono state costruite delle scale che, per ciascuno studente, permettono di definire il differente ricorso alle modalità di attribuzione proposte, sia in situazioni di successo che di insuccesso, e valutare complessivamente il *locus of control*, la stabilità e la controllabilità delle cause di attribuzione (crf. Appendice A3.2).

### *Ansia da test e difficoltà percepita della prova*

Tale sezione si concentra su due dimensioni: lo stato emotivo dello studente connesso a sensazioni di disagio o ansia durante lo svolgimento della prova e la difficoltà percepita del test di matematica rispetto ai normali compiti scolastici. Questi aspetti sono generalmente interrelati tra loro in quanto la percezione di una maggiore difficoltà della prova tende ad accrescere la preoccupazione dello studente circa le proprie capacità di riuscita e quindi la propria ansia da prestazione. L'ansia da test rimanda a una *componente cognitiva*, associata alla preoccupazione per la performance e a pensieri negativi riferiti al sé, e a una *componente affettiva*, connessa alla sensazione di nervosismo che risulta da uno stato di tensione e stress psicofisico a fronte della situazione valutativa (Liebert & Morris, 1967)<sup>46</sup>. L'ansia da test è in genere un valido predittore della prestazione cognitiva in termini di risultati di apprendimento e successo scolastico. La ricerca in questo campo tende a dimostrare che a livelli più alti di ansia si associano prestazioni peggiori e a livelli più bassi o comunque moderati, prestazioni migliori<sup>47</sup>.

Nel questionario studente è presente una sezione che riporta alcune affermazioni rispetto alle quali gli studenti sono invitati a esprimere il proprio grado di accordo su una scala a modalità (Per niente/Poco/Abbastanza/Molto). I primi quattro *item* (a, b, c, d) costituiscono una batteria dell'ansia da test, mentre un solo *item* (e) indaga la difficoltà percepita della prova di matematica in relazione agli abituali compiti scolastici<sup>48</sup>.

Rispetto a una valutazione degli effetti di PON M@t.abel+ tali aspetti possono, dunque, fornire informazioni utili per meglio comprendere la specifica tendenza degli studenti ad affrontare situazioni valutative che, in seconda battuta, potrebbe interferire sulla qualità della propria prestazione.

### *Ritmo di svolgimento del curriculum di matematica*

Questo aspetto riguarda il ritmo con cui durante l'anno scolastico il docente propone i contenuti curricolari alla classe in relazione all'insegnamento della matematica. Può essere utile, ai fini della

---

<sup>46</sup> Liebert, R. M., & Morris, L. W. (1967). Cognitive and emotional components of test anxiety: A distinction and some initial data. *Psychological Reports*, 20, 975-978.

<sup>47</sup> Esistono anche studi che mostrano l'assenza di relazione tra ansia da test e prestazione (Ndirangu, Muola, Kithuka, & Nassiuma, 2009; Vogel & Collins, 2006). Tuttavia, gli studi che rilevano associazioni significative mostrano solo una relazione negativa (Chapell et al., 2005; Ibrahim, 1996; Zanakis & Valenzi, 1997; Albero, Brown, Eliason & Wind, 1997). Interessante, a tale riguardo, lo studio di Schwarzer, Seipp, & Schwarzer (1989) i quali hanno condotto una meta-analisi su 28 studi pubblicati dal 1975 al 1986 riguardanti ansia da test e prestazione matematica, rilevando un *effect size* in media pari a -0,23. L'ansia da test, inoltre, risulta in genere più alta in matematica rispetto ad altre discipline (Wigfield & Eccles, 1989; Ndirangu, Muola, Kithuka, & Nassiuma, 2009) a causa della complessità della performance richiesta e delle capacità di problem solving e pensiero critico in essa coinvolte (Keeves, 1985; Zoller & Benham, 1990; Zeider & Most, 1992; Dew, Galassi, & Galassi, 1984).

<sup>48</sup> L'analisi fattoriale esplorativa è stata condotta sui primi 4 *item* per verificarne l'unidimensionalità del fattore latente (ansia da test). La varianza spiegata da un solo fattore è pari al 58,84% sul totale. La comunaltà minima per gli *item* è pari a 0,545 e il factor loading minimo è di 0,738. Si è deciso comunque di procedere anche a una analisi *item per item*, compreso quello specifico sulla difficoltà percepita della prova.

valutazione di PON M@t.abel+, indagare la percezione che gli studenti hanno rispetto ai ritmi della didattica, dal momento che la sperimentazione in classe potrebbe aver inciso sulle modalità di svolgimento della lezione abituale (argomenti curriculari trattati) e sul tempo complessivamente dedicato alla ripresa di contenuti e al consolidamento delle conoscenze pregresse.

Nel questionario studente tale aspetto è rilevato con tre *item* nei quali si chiede agli studenti di indicare la frequenza, espressa su una scala a quattro modalità (Mai/Raramente/Spesso/Sempre), con cui durante le lezioni di matematica l'insegnante ha dedicato tempo al ripasso e all'approfondimento degli argomenti proposti. Si analizzano i tre *item* (a. "siamo rimasti molto tempo su uno stesso argomento perché alcuni compagni non avevano capito"; b. "abbiamo dedicato tempo a ripassare cose che avevamo già fatto negli anni precedenti"; c. "anche se alcuni compagni non avevano capito un argomento, siamo andati avanti") uno per volta<sup>49</sup>.

### *Risultati degli effetti sulle dimensioni psicologiche*

In questo paragrafo vengono discussi gli effetti significativi che PON M@t.abel + ha prodotto sulle dimensioni psicologiche degli studenti. Vengono riportate solo le dimensioni per le quali è stato individuato un effetto.

#### *Migliore atteggiamento verso la matematica*

Gli studenti i cui docenti hanno completato la formazione PON M@t.abel+ mostrano un migliore atteggiamento verso la matematica. Tale effetto emerge negli indici fattoriali tratti sia dalla batteria a cinque che a quattro *item*. Il coefficiente dei modelli si attesta per i *full compliers* attorno al valore di 0,17 deviazioni standard (*p value* pari a circa 0,03) nei primi due modelli di regressione per variabili strumentali, scendendo a 0,12 per i certificati in presenza, divenendo però marginalmente significativo nei modelli 3 e 4 dove si controlla anche per le mancate equivalenze sulle scuole/ insegnanti /studenti (*p value* leggermente superiore a 0,10).

L'analisi *item per item* permette di apprezzare in modo più approfondito il senso di tale effetto<sup>50</sup>. Esistono infatti alcuni *item* su cui gli effetti sono significativi in tutti i modelli di regressione con variabili strumentali. In particolare rispetto all'*item* a "In matematica sono bravo/a" i coefficienti della stima sul valore medio sono compresi indipendentemente dalla definizione del trattamento tra 0,11 e 0,15 con un *p value* significativo allo 0,01 su una scala da 1 a 4 (1 mai, 4 sempre). Se dicotomizzato evidenzia – in termini del tutto prudenziali (ATT modello 3 controllato per mancate equivalenze sugli studenti) – circa 14 punti percentuali in più per il gruppo degli studenti trattati di rispondere "spesso" o "sempre" alla relativa domanda. Anche l'*item* d "Mi diverto a fare matematica", significativo a una soglia di 0,05 in tutti i modelli considerati, mostra coefficienti compresi tra 0,12 e 0,16 e se dicotomizzato uno scarto di circa 5 punti percentuali nel confronto tra studenti trattati e studenti di controllo. Vi sono, inoltre, ulteriori *item* "Matematica è molto più difficile per me che per molti miei compagni" (*item b – reverse*) e "Mi piacerebbe fare più matematica a scuola" (*item e*) che mostrano una differenza sostantiva in tutti i modelli, sebbene non sempre significativa per *p* pari a 0,05, con coefficienti variabili rispettivamente tra 0,7 e 0,10 e tra 0,12 e 0,17. Si comprende, quindi, che la

---

<sup>49</sup> L'analisi fattoriale esplorativa sulle riposte fornite degli studenti alla batteria ha rilevato un fattore sottostante ai primi due *item*. L'*item* c, invece, non presenta con questo una comunaltà sufficiente, probabilmente in quanto espresso in forma inversa rispetto ai primi due che fanno riferimento al tempo dedicato al ripasso e alla ripresa di contenuti. Per tale ragione si è deciso di procedere direttamente a una analisi *item per item*.

<sup>50</sup> A tale riguardo, si evidenzia per i primi quattro *item* (a, b, c, d) una leggera prevalenza di non risposte negli studenti i cui docenti sono assegnati al trattamento rispetto al gruppo di controllo.

dimensione su cui si rileva il principale effetto rispetto a un migliorato atteggiamento verso la matematica concerne sia il *concetto di sé in matematica* (item a, b), ovvero la sensazione di possedere più elevate capacità, che l'interesse e la motivazione intrinseca per la disciplina (item d, e). Analisi successive condotte sugli studenti del gruppo di trattamento e del gruppo di controllo hanno verificato una associazione statisticamente significativa ( $p=0,000$ ) tra l'atteggiamento verso la matematica e i punteggi ottenuti ai test standardizzati, con un coefficiente pari a 30. Questo dato sembra, quindi, incoraggiante rispetto alla possibilità che una didattica laboratoriale e coinvolgente come quella M@t.abel sia in grado di migliorare la propensione degli studenti verso la disciplina e conseguentemente i loro risultati.

#### *Percezione di una maggiore velocità nel ritmo di svolgimento del curriculum di matematica*

L'intervento PON M@t.abel+ sembra incidere sulla percezione degli studenti riguardo i ritmi di svolgimento del curriculum di matematica, nella direzione di una maggiore velocità con cui vengono trattati gli argomenti dal docente in classe. L'item che emerge come significativo è il seguente: "Anche se alcuni compagni non avevano capito un argomento, siamo andati avanti" (item c).

Tale item è significativo in tutti i modelli di regressione con variabili strumentali con coefficienti compresi mediamente tra 0,13 e 0,18 e un *p value* di circa 0,005) su una scala da 1 a 4. Se dicotomizzato tra risposte negative e positive, si evidenzia circa 12 punti percentuali in più per il gruppo degli studenti trattati di affermare che almeno qualche volta lo svolgimento delle attività didattiche procedesse anche se i compagni non avevano capito. Il fatto che proprio questo item della batteria (l'unico di segno negativo) venga maggiormente scelto dagli studenti rispetto agli altri item - più legati al consolidamento delle conoscenze pregresse e all'approfondimento dei contenuti trattati - potrebbe evidenziare la sensazione di non aver avuto sufficiente tempo per assimilare i contenuti proposti nel corso dell'anno scolastico e la percezione di uno stravolgimento dell'abituale modo in cui si fa matematica in classe (oppure la percezione di una "corsa di fine anno" per concludere il programma che è stato messo da parte dai docenti per la sperimentazione in classe delle unità didattiche M@t.abel).

Questo elemento è ancor più rilevante dal momento che lo scarso tempo a disposizione per la sperimentazione in classe è stata indicata dai docenti come la principale criticità riscontrata per l'implementazione delle attività (74,6% dei docenti certificati e 70,8% dei docenti full complier), segnalandone la difficile integrazione con la didattica abituale, come emerge nell'analisi dei diari di bordo a.s. 2009/2010 (crf. <http://www.invalsi.it/invalsi/ri/matabel/?settore=documenti>). L'eccessivo impegno richiesto è, inoltre, una delle principali cause del mancato completamento del corso (31,9% dei docenti) tra quanti, assegnati al trattamento, non hanno conseguito il certificato (cfr. Capitolo 5).

#### *Minore attribuzione dell'insuccesso al caso o alla sfortuna*

Gli studenti trattati mostrano una minore tendenza a spiegare i propri insuccessi scolastici ricorrendo al caso o alla sfortuna. Tale effetto emerge come statisticamente significativo in tutti i modelli di regressione con variabili strumentali, sia nei *partial+full complier* che nei *full complier*, con coefficienti compresi tra -0,05 (*p value*=0,032) e -0,08 (*p value*=0,018). su un indice che misura questo stile di attribuzione variando da 0 a 6. La fortuna/caso rappresenta una delle cause attributive esterne, instabili e incontrollabili. Ciò significa che una minore attribuzione di insuccesso alla sfortuna equivale a una maggiore consapevolezza del ruolo personale e attivo che gli studenti hanno nell'apprendimento.

### *Maggiore ansia da test*

Gli studenti trattati evidenziano uno stato d'ansia più elevato durante lo svolgimento della prova. Tale effetto emerge nel punteggio fattoriale basato sulla batteria a quattro *item* sull'ansia nel modello base controllando per le sole variabili di randomizzazione e indipendentemente dal trattamento ricevuto, con i rispettivi coefficienti variabili tra 0,06 e 0,16 (*p value* pari a circa 0,04). L'effetto si riduce una volta che si sia controllato per la piena equivalenza tra assegnati al trattamento e controlli (modello 3 e 4) con un *p value* di poco superiore allo 0,05. L'analisi condotta su ciascun *item* è più informativa, dal momento che si rileva l'esistenza di un *item* con effetti statisticamente significativi in tutti i modelli con coefficienti compresi tra 0,13 e 0,19 e un *p value* intorno a 0,005: "*Ero così nervoso/a che non riuscivo a trovare le risposte*" (*item b*).

Emerge, quindi, la maggiore centralità della *componente affettiva* legata all'ansia da test che include sentimenti di nervosismo e tensione, in quanto reazioni di attivazione psicofisica rilevati nel corso dello svolgimento della prova. Analisi successive condotte sugli studenti del gruppo di trattamento e del gruppo di controllo hanno rilevato una associazione inversamente proporzionale statisticamente significativa ( $p=0,000$ ) tra ansia e i punteggi ottenuti ai test standardizzati, con un coefficiente pari a circa -17. Questo dato sembra, quindi, individuare nello stato emotivo degli studenti al momento della prova una delle principali cause che potrebbe aver influito negativamente sulla qualità della propria performance.

**Tabella 2.9 – Effetti di PON M@t.abel+ sulle dimensioni psicologiche degli studenti**

Dimensione	Direzione dell'effetto	Valore controlli	ITT – solo variabili di randomizzazione	ITT - equivalenza	ATT – solo variabili di randomizzazione		ATT - equivalenza	
					almeno partial complier	full complier	almeno partial complier	full complier
<b>ATTEGGIAMENTO POSITIVO VERSO LA MATEMATICA</b>								
Fattore a 5 <i>item</i> (punteggio standardizzato)	T > C	-0,05	+0,07**	+0,06**	+0,12**	+0,17**	+0,16**	+0,12**
Fattore a 4 <i>item</i> (punteggio standardizzato)	T > C	-0,05	+0,07**	+0,06**	+0,12**	+0,17**	+0,16**	+0,12**
In matematica sono bravo/a ( <i>item</i> su scala 1-4)	T > C	+2,78	+0,06***	+0,06***	+0,11***	+0,15***	+0,15***	+0,11***
Matematica è molto più difficile per me che per molti miei compagni ( <i>item</i> su scala 1-4)	C > T	+2,08	-0,04*	-0,04*	-0,10*	-0,07*	-0,10*	-0,08*
Mi diverto a fare matematica ( <i>item</i> su scala 1-4)	T > C	+2,57	+0,07**	+0,06**	+0,16**	+0,12**	+0,16**	+0,12**
Mi piacerebbe fare più matematica a scuola ( <i>item</i> su scala 1-4)	T > C	+2,22	+0,07**	+0,06*	+0,17**	+0,12**	+0,16*	+0,12*
<b>RITMO DI SVOLGIMENTO DEL CURRICOLO DI MATEMATICA</b>								
Anche se alcuni compagni non avevano capito un argomento, siamo andati avanti ( <i>item</i> su scala 1-4)	T > C	+1,55	+0,07***	+0,07***	+0,13***	+0,17***	+0,18***	+0,13***
<b>STILI DI ATTRIBUZIONE</b>								
Attribuzione di sfortuna all'insuccesso (fattore su scala 0-6)	C > T	+0,19	-0,03**	-0,03**	-0,05**	-0,07**	-0,08**	-0,06**

Nota: \* p<0,1; \*\* p<0,05; \*\*\* p<0,01

**Tabella 2.9 – Effetti di PON M@t.abel+ sulle dimensioni psicologiche degli studenti - segue**

Dimensione	Direzione dell'effetto	Valore controlli	ITT – solo variabili di randomizzazione	ITT - equivalenza	ATT – solo variabili di randomizzazione		ATT - equivalenza	
					almeno partial complier	full complier	almeno partial complier	full complier
<b>ANSIA DA TEST</b>								
Fattore a 4 item (punteggio standardizzato)	T > C	-0,04	+0,06**	+0,05*	+0,12**	0,16**	+0,14*	+0,10*
Ero così nervoso/a che non riuscivo a trovare le risposte (item su scala 1-4)	T > C	+1,89	+0,07***	+0,07***	+0,14***	+0,19***	+0,17***	+0,13***

Nota: \* p<0,1; \*\* p<0,05; \*\*\* p<0,01

L'intervento PON M@t.abel+ ha sostanzialmente migliorato l'atteggiamento degli studenti verso la matematica, favorendo in particolare una maggiore motivazione intrinseca quale senso di autodeterminazione nel processo di apprendimento. Si evidenzia, infatti, un più elevato interesse e coinvolgimento per la disciplina, per cui lo studio della matematica risulta essere un'attività di per sé stimolante e piacevole. Tuttavia, il metodo didattico innovativo sembra aver comportato un mutamento dell'abituale lezione di matematica, alimentando negli studenti la sensazione di non aver avuto sufficiente tempo per assimilare i contenuti curricolari previsti dal programma didattico.

Si rilevano, inoltre, altri due effetti positivi prodotti dall'intervento: un migliore concetto di sé in matematica, soprattutto rispetto alla percezione di possedere maggiori capacità e avere un buon rendimento, e una minore tendenza ad attribuire i propri insuccessi scolastici alla sfortuna o al caso, che segnala un ruolo più responsabile e proattivo rispetto ai propri risultati di apprendimento. Tuttavia, gli studenti trattati evidenziano uno stato d'ansia più elevato durante lo svolgimento della prova. Generalmente l'ansia da test risulta associata a un più basso concetto di sé e a pensieri negativi sulle proprie capacità, che portano lo studente a sovrastimare la difficoltà della prova e a provare un sentimento di preoccupazione derivante da uno sbilanciamento tra le risorse personali e le eccessive richieste dell'ambiente. In questo caso, l'ansia da test sembra però essere prevalentemente legata a una componente affettiva piuttosto che a una valutazione cognitiva: non vi è, infatti, la credenza di possedere scarse abilità – come confermano i punteggi più elevati nel concetto di sé in matematica – né una preoccupazione specifica per la prova - la cui difficoltà percepita non risulta sostanzialmente diversa in relazione agli usuali compiti scolastici. In altri termini, l'ansia sembra determinata da uno stato di maggiore attivazione che potrebbe essere legato al desiderio di riuscita e, al contempo, alla tendenza a sentirsi più responsabili dei propri fallimenti (come rileva la minore attribuzione di insuccesso alla sfortuna). L'aspettativa di dover rendere una buona prestazione – coerentemente con il sé percepito (concetto di sé in matematica) – e il più elevato valore soggettivo attribuito al compito – come segnalato dall'effetto medio sulla motivazione intrinseca – può aver generato una tendenza al perfezionismo e a evitare di rispondere in modo scorretto al test. Risulta, infatti, che gli studenti trattati hanno maggiore probabilità di non aver completato lo svolgimento della prova o di aver saltato almeno una domanda al test e, quindi, di aver adottato una modalità di risposta “conservativa” che ha privilegiato le omissioni (mancate risposte) rispetto al rischio di rispondere in modo errato<sup>51</sup>.

---

<sup>51</sup> Tale dato risulta coerente con la minore tendenza ad attribuire gli insuccessi alla sfortuna che, al contrario, porterebbe i soggetti a rispondere “a caso” in quanto deresponsabilizzati rispetto al fallimento e, quindi, ad aumentare il numero di risposte errate ma anche il numero di risposte corrette.



### 3. GLI EFFETTI SUGLI INSEGNANTI

In questo capitolo vengono esplorati gli effetti del trattamento sugli insegnanti. Esistono, infatti, numerose dimensioni sulle quali PON M@t.abel+ potrebbe incidere, a partire dalle modalità di lavoro in classe, al modo di vedere e di vivere la professione, ai rapporti con i colleghi.

#### 3.1 Atteggiamenti e pratiche didattiche degli insegnanti

L'analisi è basata sulle risposte dei docenti al questionario raccolto tramite una rilevazione CATI dopo la conclusione della formazione (*post-trattamento*). Il questionario è stato somministrato tra il mese di dicembre 2010 e febbraio 2011, in un periodo compreso tra i 6 e i 9 mesi successivi alla conclusione al percorso formativo e con il nuovo anno scolastico ben avviato. Questa rilevazione cerca infatti di individuare segnali di una persistenza o interiorizzazione degli apprendimenti della formazione negli atteggiamenti e nelle pratiche dei docenti nella classe quando adempimenti sulla sperimentazione di materiali didattici o altri elementi propri di PON M@t.abel+ non sono più richiesti, pur rimanendo disponibili agli insegnanti formati<sup>52</sup>.

Le dimensioni specifiche indagate dai questionari riguardano<sup>53</sup>:

##### *Pratiche didattiche*

- Attività svolte in classe (9 item)
- Utilizzo di materiali (7 item, 1 indice)
- Utilizzo di strumenti (4 item)
- Frequenza e tipo di attività di valutazione, orali e scritte (16 item in due batterie, 1 indice)
- Interazioni con i colleghi (5 item, 1 indice)

##### *Atteggiamenti verso l'insegnamento*

- Valutazione delle abilità degli studenti in entrata alle scuole medie (8 item, 1 indice)
- Valutazione delle abilità degli studenti in uscita dalle scuole medie (10 item, 1 indice)
- Atteggiamenti verso l'insegnamento della matematica (14 item, 1 indici)
- Percezione di autoefficacia (16 item, 2 indici)
- Soddisfazione lavorativa (7 item, 1 indice)
- Motivazione al lavoro (1 item)

Mentre le batterie che compongono il quadro degli atteggiamenti verso l'insegnamento sono espresse tramite una scala pseudo-continua (scale di accordo da 1 a 10), le batterie relative alle pratiche didattiche sono espresse rilevate sia tramite scale da 1 a 10 (utilizzo di materiali e strumenti), sia tramite domande con modalità di risposta ordinate non continue, indicanti la frequenza temporale della

---

<sup>52</sup> La necessità di intervistare i docenti ad anno scolastico avviato sembra opporsi a quella di raccogliere informazioni sul gruppo di controllo prima dell'avvio della formazione, prevista per l'autunno 2010. Al momento dell'intervista il 52% dei controlli era iscritto in un presidio attivo in cui era già stata tenuta almeno una lezione. Di questi docenti, tuttavia, l'80% circa ha frequentato solo la lezione introduttiva e il rimanente 20% non ha frequentato sufficienti lezioni per poter iniziare a sperimentare in classe. Solo per un caso, intervistato a febbraio e iscritto in un presidio che aveva previsto già 4 incontri, non possiamo escludere l'utilizzo delle unità didattiche in classe. Possiamo quindi considerare le risposte fornite dai controlli nella rilevazione post come non influenzate dal trattamento.

<sup>53</sup> Per un dettaglio sulle singole variabili, sul questionario e sulla costruzione di indici sintetici si veda l'appendice A4.3.

pratica considerata (attività svolte in classe, frequenza e tipo di attività di valutazione svolta in classe, interazione con i colleghi).

Data la diversa natura delle variabili dipendenti considerate nei modelli di stima dell'effetto di PON [M@t.abel+](#) sui docenti, quindi, saranno stimati sia effetti sulla media (per le variabili pseudo-continue) che sulle distribuzioni (per le variabili ordinali). Gli effetti sulle medie sono stimati tramite modelli lineari, mentre gli effetti sulle distribuzioni sono invece stimati tramite modelli di probabilità lineare a seguito della dicotomizzazione della variabile risposta.

Le analisi sono state condotte sul sottocampione di docenti che hanno risposto al questionario post (538 casi su 581, pari al 93%). Questo dato si iscrive in un quadro di alta copertura delle rilevazioni sugli insegnanti (tabella 3.1), in cui non si osservano tassi differenziali di risposta tra docenti assegnati al trattamento e controlli. La differenza riscontrata, peraltro minima, non è statisticamente significativa né per il questionario iniziale, né per il questionario post-trattamento, né nel caso dei docenti che hanno risposto a entrambi i questionari<sup>54</sup>.

**Tabella 3.1 – Tasso di copertura delle rilevazioni per stato del docente**

Stato docente	N	Tasso di copertura (%)		
		quest. iniziale	quest. post	sia pre che post
Assegnati	409	95,6	92,2	89,5
Controlli	172	96,5	93,6	93,5
Totale	581	95,9	92,6	90,5

All'insegnante intervistato veniva indicato di fornire risposte che, in linea di massima, tenessero conto della classe osservata ai fini della valutazione. Non si può tuttavia escludere che in alcuni casi le risposte – in particolare quelle relative alle dimensione raggruppate sotto la categoria “atteggiamenti verso l'insegnamento” – filtrino l'esperienza più complessiva del docente cumulata nell'arco della propria carriera e nel contatto con classi diverse.

Il capitolo è così strutturato: il paragrafo 3.2 indaga gli effetti di effetti sugli atteggiamenti di PON [M@t.abel+](#), mentre il paragrafo 3.3 analizza gli effetti sulle pratiche didattiche. All'inizio di ogni paragrafo viene riportata una tabella riassuntiva delle sole variabili per le quali sia stato rilevato un effetto significativo del trattamento. Gli effetti vengono individuati con il segno positivo o negativo a seconda che il valore dei trattati sia superiore a quello dei controlli o viceversa. Nel caso di un effetto sulle pratiche didattiche, in cui, quindi, si guarda alla distribuzione della variabile, viene indicata se si tratta della parte dei valori più elevati (coda di destra o alta) o più bassi (coda di sinistra o bassa). Una coda viene considerata alta dal punto di vista della frequenza temporale (e.g.: sempre, spesso... ; tutti i giorni, una volta a settimana), stando a indicare eventi che succedono spesso. Sia che si tratti di code alte o basse, un effetto positivo significa che i docenti trattati hanno più spesso riportato valori sulla coda alta della distribuzione.

In entrambi i paragrafi di analisi sono stati misurati gli effetti sia per gli assegnati al trattamento (ITT) che per i docenti effettivamente trattati (ATT) seguendo uno schema analogo a quanto illustrato per gli effetti sugli studenti, in cui si attribuisce l'impatto individuato interamente al 39,1% dei docenti che

<sup>54</sup> Test del chi-quadrato in tabelle 2x2 che pongono in relazione lo stato del docente e l'aver risposto o meno alla rilevazione.

hanno effettivamente soddisfatto i requisiti del protocollo PON [M@t.abel+](#) (*full compliers*) ovvero al 52,8% che lo hanno soddisfatto parzialmente (*partial+full complier*, quindi quanti avevano avuto almeno il certificato in presenza). Per l'esposizione finale dei risultati sono stati considerati come effetti del trattamento solo quegli *item* il cui coefficiente risulta statisticamente significativo al 90% (o, comunque, attorno alla sua soglia) in almeno uno dei modelli stimati per l'ITT o per l'ATT (sia per l'intervallo inferiore che per quello superiore)<sup>55</sup>.

Come per gli effetti sugli studenti, inoltre, verrà considerata anche la non perfetta equivalenza nella distribuzione di scuole assegnate e di controllo rispetto ai risultati della Prova Nazionale di matematica dell'a.s. 2008-2009. Come controllo di robustezza, quindi, verranno ri-stimati i modelli per gli effetti emersi dal trattamento sul sottocampione rappresentato dai docenti che insegnano in scuole appartenenti agli 8 decili centrali della distribuzione della variabile<sup>56</sup>.

### 3.2 Gli effetti sugli atteggiamenti

Questo paragrafo tratta degli effetti di PON [M@t.abel+](#) su tutte le scale contenute nel questionario relative agli atteggiamenti: si tratta della valutazione dell'abilità degli studenti in uscita dalla scuola primaria, della valutazione dell'abilità degli studenti in uscita dalla scuola secondaria di primo grado, dell'atteggiamento verso l'insegnamento della matematica, della percezione di autoefficacia e, infine, della soddisfazione lavorativa. Tutte le variabili prese in considerazione sono di natura pseudo-continua, espresse in scale da 1 (valutazione minima o "totale disaccordo") a 10 (valutazione massima o "pieno accordo"), per cui l'effetto medio del trattamento è stato quindi calcolato tramite modelli di regressione lineare.

La tabella 3.2 mostra in sintesi i singoli *item* su cui sono stati rilevati degli effetti significativi sugli atteggiamenti nella stima dell'ITT o dell'ATT.

La tabella è strutturata come segue<sup>57</sup>: nella seconda colonna è indicata la direzione dell'effetto, ossia se si tratta di un effetto positivo (valore dei trattati maggiore del valore dei controlli) o, al contrario, negativo (valore dei controlli maggiore del valore dei trattati). Il fatto che un effetto sia positivo o negativo, di per sé, non ci dice nulla sulla direzione attesa dell'effetto di PON [M@t.abel+](#), ma dipende unicamente dalla scala dei valori e dal significato sostantivo del singolo *item*. La terza colonna mostra il valore medio che la variabile assume per i soli docenti di controllo. Questa misura è importante per capire la dimensione relativa dell'effetto, ossia quanto è grande in proporzione l'effetto misurato sulla popolazione dei docenti assegnati.

---

<sup>55</sup> Come nel caso delle analisi sugli studenti, sono state inserite nei modelli "completi" le variabili di mancata equivalenza a livello di scuola. I risultati qui riportati fanno riferimento ai modelli controllati l'appartenenza ad un istituto comprensivo. Come precedentemente specificato (§ 1.1.2), non è possibile considerare la misura "pre-trattamento", per i trattati, esente da influenze di PON [M@t.abel+](#), motivo per cui le stime riportate non provengono da modelli in cui si è controllato per la misura "pre". Controlli di robustezza effettuati in questa direzione, tuttavia, mostrano che l'inserimento di queste covariate non altera i risultati.

<sup>56</sup> Dato che le variabili relative alla prova nazionale dell'a.s. 2008-2009 scontano la presenza di numerosi valori mancanti, verranno utilizzati due sottocampioni differenti: il primo sarà composto unicamente dai docenti appartenenti agli otto decili centrali (464 casi, di cui 426 hanno risposto alla rilevazione post-trattamento), mentre il secondo sarà composto sia dai docenti inclusi nel primo sottocampione, sia dai docenti per cui la variabile sulle prove del 2008-2009 possiede dei valori mancanti (512 casi, di cui 470 han risposto alla rilevazione post-trattamento).

<sup>57</sup> Questa struttura è utilizzata anche per la tabella 3.3.

La tabella 3.2 presenta gli effetti significativi sia come ITT che come ATT, che permangono anche nei modelli completi, controllati per le mancate equivalenze tra i gruppi di docenti, ossia per l'appartenenza ad un istituto comprensivo. Tali effetti sono da considerarsi “più robusti” poiché non sono risultato di “riaggiustamenti” parametrici (dovuti tramite l’inserimento di variabili di controllo), né il risultato del mancato controllo di differenze indipendenti dall’essere stati assegnati al gruppo degli assegnati o a quello dei controlli.

Come si può notare sono presenti, tra gli effetti considerati “meno robusti”, anche alcuni *item* che in alcuni modelli sono risultati non significativi ma si trovavano attorno alla soglia del livello di significatività al 90%<sup>58</sup>. La maggior parte degli effetti rilevati (5 su 7) sono da considerarsi robusti in quanto comunque presenti nonostante i cambiamenti nella specificazione dei modelli. È significativo anche si sia rilevato un effetto (considerato più o meno robusto) per quasi tutte le dimensioni indagate. L’unica dimensione su cui PON [M@t.abel+](#) pare non aver inciso è la batteria relativa alla soddisfazione lavorativa, sulla quale invece non si sono riscontrate differenze tra trattati e controlli.

Rispetto alla direzione attesa degli effetti di PON [M@t.abel+](#) sugli atteggiamenti, la tabella 3.2 restituisce un quadro più articolato del previsto: meno tradizionalisti da un lato, a tratti più dubbiosi della propria capacità di incidere realmente sugli alunni, dall’altro.

Nello specifico, si rileva un forte effetto negativo del trattamento sull’accordo all’affermazione “Molti studenti hanno difficoltà a compiere operazioni logiche di tipo astratto”, a indicare un allontanamento da una visione tradizionalista dell’insegnamento della matematica, dipinta comunemente come una materia difficile e per la quale solo in pochi sono portati. Il valore medio riportato per il gruppo di controllo (pari a 7 su 10), del resto, indica che questa affermazione è in parte condivisa anche dal corpo docente.

I docenti trattati sono, però, anche meno fiduciosi (forse perché più consci di quali siano le loro capacità e i loro limiti) nelle possibilità di far lavorare gli studenti assieme. Per quanto riguarda l’effetto sulla valutazione delle abilità degli studenti in entrata e in uscita dalla scuola media, PON [M@t.abel+](#) sembra aver agito lungo due direzioni: da un lato rendendo i docenti più coscienti di alcune lacune presenti sia alle scuole elementari che alle medie, e dall’altro aumentando la consapevolezza delle possibilità di miglioramento degli alunni in alcuni specifici ambiti. I docenti trattati, infatti, valutano gli alunni in uscita dalle elementari più abili nell’eseguire le quattro operazioni (benché questo effetto non possa considerarsi pienamente robusto); gli studenti in uscita dalla scuola secondaria di I grado, invece, sono percepiti maggiormente in grado di comprendere testi matematici ma meno abili nel padroneggiare consapevolmente calcolatrici tascabili, di eseguire calcoli aritmetici e algebrici e di saper assegnare valori di probabilità a situazioni incerte.

---

<sup>58</sup> Il motivo per cui sono stati riportati sia i coefficienti del modello di base che utilizza solo le variabili di stratificazione del campione (terza, quinta e sesta colonna) che quelli dei modelli con l’inserimento delle variabili di non equivalenza (quarta, settima e ottava colonna) è duplice: da un lato è necessario offrire una misura del potenziale *bias* che un processo di randomizzazione imperfetto può aver generato; dall’altro però occorre anche tenere in considerazione la stima dell’effetto con l’inserimento delle sole variabili di randomizzazione perché questo rispecchia più fedelmente la natura sperimentale delle stime e non richiede assunti di natura parametrica se non quelli imposti dall’inserimento delle variabili di randomizzazione.

**Tabella 3.2 – Effetti di PON M@t.abel+ sugli atteggiamenti verso l’insegnamento**

<i>Item</i>	Direzione dell'effetto	Valore controlli	ITT - solo v. randomizzazione	ITT - equivalenza	ATT - solo v. randomizzazione		ATT - equivalenza		
					Partial + full complier	full complier	Partial + full complier	full complier	
<b>EFFETTI CONSIDERATI PIÙ ROBUSTI</b>									
<i>Valutazione dell'abilità degli studenti in uscita dalla scuola media</i>									
Leggere e comprendere un testo di matematica (es. problemi, esercizi, ..)	T > C	6,4	+0,16*	+0,18*	+0,3*	+0,41*	+0,32*	+0,44*	
Saper eseguire calcoli aritmetici e algebrici, sia con algoritmi che con calcolatrici tascabili	C > T	7	-0,15*	-0,14*	-0,28*	-0,39*	-0,27*	-0,37*	
Utilizzare consapevolmente una calcolatrice tascabile (utilizzo delle memorie, calcolo delle percentuali etc.)	C > T	7,52	-0,26**	-0,25*	-0,47**	-0,64**	-0,46*	-0,62*	
<i>Atteggiamenti verso l'insegnamento della matematica</i>									
Molti studenti hanno difficoltà a compiere operazioni logiche di tipo astratto	C > T	7,04	-0,58***	-0,57***	-1,01***	-1,37***	-1,04***	-1,41***	
<i>Percezione di autoefficacia</i>									
Fare lavorare gli studenti assieme	C > T	7,45	-0,20**	-0,21**	-0,36*	-0,52*	-0,39**	-0,54*	
<b>EFFETTI CONSIDERATI MENO ROBUSTI</b>									
<i>Valutazione dell'abilità degli studenti in uscita dalla scuola elementare</i>									
Eseguire le quattro operazioni con sicurezza	T > C	5,07	+0,20 n.s. p.val=0,11	+0,20 n.s. p.val=0,102	+0,37 n.s. p.val=0,125	+0,5 n.s. p.val=0,106	+0,38*	+0,52*	
<i>Valutazione dell'abilità degli studenti in uscita dalla scuola media</i>									
Saper assegnare valori di probabilità a situazioni incerte	C > T	6,44	-0,16 n.s. p.val=0,115	-0,17 n.s. p.val=0,105	-0,3 n.s. p.val=0,112	-0,4 n.s. p.val=0,114	-0,31, n.s. p.val=0,102	-0,41, n.s. p.val=0,102	

Nota: \* p<0,1; \*\* p<0,05; \*\*\* p<0,01.

Ad eccezione dell'effetto riscontrato sull'atteggiamento verso la matematica, l'entità degli effetti appare modesta sia in termini assoluti (grandezza del coefficiente), sia in termini relativi (grandezza del coefficiente in rapporto al valore del gruppo di controllo). Nel caso dall'*item* "Molti studenti hanno difficoltà a compiere operazioni logiche di tipo astratto", l'effetto individuato è pari al 5% del campo di variazione nell'analisi del trattamento assegnato (ITT) e rappresenta quasi il 15% nel caso del modello completo di ATT sui *full complier*. Benché in tutta la batteria si sia trovano un unico effetto, il forte effetto negativo del trattamento rappresenta un segnale interessante poiché l'*item* suggerisce che sia difficoltoso insegnare la matematica per via delle mancanze degli alunni.

Un'ipotesi alternativa circa il quadro sfaccettato sopra delineato consiste nel considerare la non perfetta equivalenza delle scuole rispetto ai risultati alla Prova Nazionale del 2008-2009 (cfr §1.1.1), che vedeva un maggior numero di scuole assegnate al trattamento nel primo decile (quello relativo alle scuole con *performance* più bassa) e, specularmente, un numero maggiore di scuole di controllo nel decimo decile. Per questo motivo, sono stati ri-stimati i modelli sugli effetti trovati nel sottocampione di docenti che esclude coloro appartenenti a scuole situate nei decili estremi della distribuzione della variabile. Ad eccezione dell'effetto sull'atteggiamento verso l'insegnamento della matematica (che rimane forte e significativo), gli altri effetti trovati cessano di essere significativi. Per quanto riguarda l'effetto negativo di PON [M@t.abel+](#) sulla percezione dell'abilità degli studenti in uscita (registrato su 3 *item*) non si tratta meramente di potenza del modello (meno in grado di individuare relazioni significative tra variabili data la bassa numerosità del campione), ma anche di dimensione dell'effetto: il coefficiente si riduce di oltre il 50%, arrivando ad essere vicino a 0. Nel caso invece dell'effetto negativo del programma sulla capacità percepita di far lavorare gli studenti assieme, così come sulla valutazione migliore degli alunni provenienti dalle elementari sull'abilità nell'eseguire le quattro operazioni, la riduzione del coefficiente, sebbene presente, non è drastica (oscilla, a seconda delle specificazioni del modello, tra il 10% e il 20% per entrambi gli *item*), e non si può quindi escludere un problema di potenza del modello. L'ipotesi secondo la quale gli effetti difficilmente interpretabili di PON [M@t.abel+](#) siano dovuti alla maggiore presenza di trattati nelle scuole più disagiate non può pertanto essere scartata.

Gli effetti sugli atteggiamenti, in definitiva, benché offrano soltanto una visione parziale dell'impatto complessivo di PON [M@t.abel+](#), segnalano un cambiamento negli atteggiamenti e nel modo di valutare le potenzialità del proprio lavoro più sfaccettato di quanto atteso. Nel prossimo paragrafo, con l'analisi degli effetti sulle pratiche didattiche, sarà possibile offrire una visione più completa dell'impatto dell'intervento sul modo di percepire e sul modo di fare scuola dei docenti coinvolti nella sperimentazione.

### 3.4 Gli effetti sulle pratiche didattiche

Sotto questa categoria ricadono gli effetti di [M@t.abel+](#) sui comportamenti in classe dichiarati dai docenti: attività svolte in classe, materiali e strumenti utilizzati, pratiche di valutazione degli alunni e interazioni con i colleghi. A differenza del paragrafo precedente, in cui per la natura della variabile dipendente i modelli stimavano effetti sulla media, verranno qui esplorati gli effetti sulle distribuzioni<sup>59</sup>. Per questo motivo sono state indagate le distribuzioni delle variabili alla ricerca di punti di discontinuità tra assegnati al trattamento e controlli al fine di intercettare questo tipo di effetto.

---

<sup>59</sup> Come richiamato all'inizio del capitolo, fanno eccezione le due batterie sui materiali e gli strumenti utilizzati, in cui – essendo queste variabili espresse in scale di accordo con valori da 1 a 10 – verranno stimati effetti sulla media come nel caso degli atteggiamenti.

Le analisi effettuate seguono lo schema proposto per gli effetti medi. Nel caso in cui la variabile esaminata presenti una distribuzione diversa nel gruppo dei docenti trattati rispetto ai controlli, viene calcolata una variabile binaria in corrispondenza del punto di divergenza tra le distribuzioni. Gli effetti di PON [M@t.abel](#)+ sono quindi stimati sulle variabili binarie ottenute tramite specificazioni di modelli semplici (al netto delle variabili di randomizzazione del campione) o completi (controllati per le mancate equivalenze)<sup>60</sup>.

La tabella 3.3 riporta gli effetti di PON [M@t.abel](#)+ sulle pratiche didattiche. Sono riportati sia l'effetto dell'assegnazione del trattamento (ITT), sia l'effetto del trattamento ricevuto sui docenti effettivamente trattati, con intensità diversa (docenti almeno in possesso del certificato in presenza e *full complier*). Rispetto alla tabella precedente, la tabella 3.3 la tabella presenta anche il tipo di coda e il valore/modalità in corrispondenza del quale si è operato il taglio della distribuzione per creare una variabile dicotomica. La coda "alta" o "bassa" si riferisce alla posizione del punto di taglio della distribuzione (se più vicino alla coda di destra o di sinistra). Per rendere più completa l'interpretazione, la colonna successiva identifica quindi la modalità in corrispondenza della quale si è operata la dicotomizzazione.

Dalle tabelle emerge come l'effetto di PON [M@t.abel](#)+ sia maggiormente in linea con quanto atteso dal programma rispetto a quanto emerso dall'analisi degli atteggiamenti. Infatti, sulle pratiche didattiche PON [M@t.abel](#)+ ha avuto l'effetto di orientare i docenti verso attività e pratiche di valutazione meno tradizionali e verso una maggiore frequenza di interazioni con i colleghi in ambito scolastico. Non vengono riscontrati invece del programma sull'utilizzo di materiali e strumenti, se non di natura prettamente indiziaria e con una notevole incertezza attorno alle stime (effetti non riportati in tabella).

Tramite la dicotomizzazione delle variabili si enfatizza l'impatto dell'intervento: i coefficienti (espressi in termini di punti percentuali) riportano differenze tra il gruppo di trattati e quello di controllo comprese tra i 6 e i 12 punti percentuali già a partire dal modello base per la stima dell'ITT. Concretamente questo significa che anche la sola offerta del trattamento ha l'effetto di spostare un numero considerevole di docenti sulle code alte della distribuzione, pur in presenza di un livello di basso di effettivo completamento del percorso di formazione.

---

<sup>60</sup> L'utilizzo di modelli lineari su variabili riposta dicotomiche è motivato dalla mancanza di *routine* nei principali pacchetti statistici che prevedano modelli di variabili strumentali *a*) per variabili ordinali o *b*) per variabili dicotomiche con regressore endogeno non continuo.

**Tabella 3.3 – Effetti di PON [M@t.abel](#)+ sulle pratiche didattiche**

Item	Direzione effetto	Tipo di coda	Modalità/Valore di taglio	Valore controlli	ITT - solo v. randomizzazione	ITT – equivalenza	ATT - solo v. randomizzazione		ATT – equivalenza	
							Partial+ full compl.	Full complier	Partial+ full compl.	Full complier
<b>EFFETTI CONSIDERATI PIÙ ROBUSTI</b>										
<i>Attività svolte in classe</i>										
Correzione in classe dei compiti assegnati a casa, sul quaderno di ciascuno studente	T > C	Alta	Almeno una volta alla settimana	57,1%	+8%*	+9%*	+15%*	+21%*	+16%*	+22%**
<i>Prove di verifica effettuate</i>										
Relazioni di gruppo in verifiche scritte	C > T	Alta	Spesso	23,6%	-7%*	-8%*	-13%*	-18%*	-15%*	-20%*
<i>Interazioni con i colleghi</i>										
Preparazione comune di materiali per l'insegnamento	T > C	Alta	1-3 volte alla settimana	47,2%	+12%***	+12%***	+23***	+30%***	+23**	+32%**
Scambi di opinione sul modo di insegnare un concetto	T > C	Alta	1-3 volte alla settimana	25,0%	+7%*	+8%**	+13%*	+18%*	+15%*	+21%**
<b>EFFETTI CONSIDERATI MENO ROBUSTI</b>										
<i>Attività svolte in classe</i>										
Discussione preparata prima e guidata poi in classe con gli studenti	T > C	Alta	Almeno una volta alla settimana	78,3%	+6% n.s. p.val=0,116	+6% n.s. p.val=0,101	+11% n.s. p.val=0,106	+15% n.s. p.val=0,113	+12%*	+16%*

Nota: \* p<0,1; \*\* p<0,05; \*\*\* p<0,01



Per quanto attiene alle pratiche didattiche, il trattamento ha avuto almeno un effetto considerabile robusto sulla maggiore parte delle dimensioni indagate. Nelle attività di classe, i docenti assegnati al trattamento riportano di utilizzare maggiormente la discussione guidata e la correzione dei compiti sul quaderno degli studenti all'interno delle ore di lezione. Questa maggiore attenzione allo studente, rilevata sia durante la fase di spiegazione che in quella di controllo dei compiti, si presenta sotto forma di un effetto sostanzialmente non trascurabile, con un ITT quantificabile in un aumento di 7/8 punti percentuali per i docenti assegnati, di docenti che svolgono questa attività almeno una volta alla settimana.

Si riscontrano effetti anche nel livello di interazioni con i colleghi su due delle cinque variabili della batteria proposta<sup>61</sup>. I docenti trattati riportano una maggiore frequenza di preparazione collegiale di materiali per l'insegnamento e negli scambi di opinione sul modo di spiegare un concetto. È particolarmente significativo riscontrare un effetto forte (in termini relativi) sull'*item* riguardante gli scambi di opinioni con i colleghi sul modo di insegnare i concetti, uno dei punti su cui si era molto insistito in fase di disegno della formazione (tramite la creazione della classe virtuale e l'attivazione di una piattaforma con *chat* e *forum*) e che pare essere stato interiorizzato dai docenti anche a distanza di molti mesi dal termine della formazione. L'effetto in valore assoluto più forte si riferisce invece alla preparazione di materiali comuni per l'insegnamento (ATT compreso in un intervallo tra 20 e 31 punti percentuali). In entrambi i casi, un effetto forte di PON M@t.abel + sulla dimensione collaborativa tra i colleghi della stessa scuola è un segnale positivo che indica come i processi attivati dalla formazione siano stati trasferiti da una dimensione individuale ad una di istituto (o almeno parte di esso), rendendola un valore per l'intera scuola.

La valutazione degli alunni fa registrare l'unico risultato difficile da interpretare: il trattamento ha un effetto negativo sul ricorso a relazione scritte di gruppo (per la quale ci si poteva aspettare il contrario visto la forte promozione di gruppo da parte di PON M@t.abel+). Come già per l'effetto negativo sulla media sulla percezione di autoefficacia nel far lavorare gli studenti assieme, tratti potrebbe trattarsi di un cambio di prospettiva, tra i docenti trattati di cosa si intenda per far lavorare gli studenti in gruppo.

Per concludere, sono stati individuati numerosi effetti su pratiche e atteggiamenti che si possono considerare robusti, in quanto sono presenti e significativi indipendentemente dalla specificazione del modello (ossia controllando o meno per l'appartenenza ad un istituto comprensivo). Mentre per gli atteggiamenti si tratta generalmente di effetti di entità contenuta, sulle pratiche didattiche dichiarate si riscontrano effetti con valori molto alti per l'ATT, compresi in un intervallo tra 15 e 30 punti percentuali. Questo significa che il trattamento ha avuto degli effetti considerevoli nello "spostare" docenti su valori più estremi delle distribuzioni.

Anche per gli effetti sulle pratiche didattiche, escludendo le code in cui si trovano i docenti provenienti dalle scuole risultate rispettivamente migliori e peggiori alla Prova Nazionale in matematica per l'a.s. 2008-2009. In questo caso la situazione degli effetti del trattamento è più chiara e più in linea con le aspettative. Tuttavia, l'effetto negativo riscontrato sulla frequenza dichiarata di relazioni di gruppo in prove di valutazione scritte potrebbe, ancora una volta, riflettere il fatto che i docenti trattati, provenienti da scuole contrassegnate da un maggiore disagio e, conseguentemente, da alunni più problematici, riescano con meno successo a praticare una didattica che preveda lavori di gruppo. A differenza che nel caso degli atteggiamenti, gli effetti del trattamento sulle pratiche didattiche non risentono della diminuzione del campione, in quanto tutti gli effetti trovati sul campione totale

---

<sup>61</sup> Bisogna notare, altresì, che le ultime due domande della batteria presentavano una variabilità talmente bassa che non è stato possibile stimare l'effetto del trattamento, mentre per un terzo *item* si registrava una differenza favorevole ai docenti assegnati, anche se non statisticamente significativa.

permangono, con immutata forza e significatività. L'unico caso in cui sussistono dei dubbi sulla tenuta dell'effetto del trattamento riguarda il ricorso a relazione scritte di gruppo, per cui l'effetto permane all'incirca identico se si utilizza il campione più allargato (quello, cioè, in cui sono stati inclusi anche i docenti per i quali i valori delle prove relative al 2008-2009 era mancante), mentre si riduce di circa il 15% e cessa di essere significativo una volta che si considerino solamente i docenti appartenenti all'80% centrale della distribuzione.

Questi risultati, uniti alla scomparsa di numerosi effetti di dubbia interpretazione sugli atteggiamenti una volta che si escludano i docenti provenienti da scuole poste sulle code estreme, inducono a pensare che in realtà gli effetti considerabili più robusti del trattamento siano circoscrivibili all'aumento delle interazioni tra colleghi, alla maggiore attenzione data agli studenti e ad una visione meno tradizionale dell'insegnamento della disciplina.

Nel complesso, tuttavia, PON [M@t.abel+](#) sconta il problema dell'abbandono dei docenti nel corso del corso di formazione. La grande differenza nel valore dei coefficienti ITT e ATT, infatti è dovuta alla bassa quota di docenti che hanno portato a termine il percorso formativo. Questo problema è comune a tutti gli interventi di formazione a carattere volontario, come PON [M@t.abel+](#), e impone di osservare con maggiore attenzione l'ITT. Si può quindi concludere che PON [M@t.abel+](#) posseda un indiscusso potenziale nel "traghetare" i docenti verso posizioni più innovative nella visione del proprio ruolo e nella pratica di classe adottata, e che questo effetto sui docenti effettivamente trattati non sia affatto irrilevante. Altrettanto rilevante è, tuttavia, la proporzione di cadute nel corso di formazione, che inficia parzialmente la sua efficacia una volta che l'effetto venga calcolato sulla totalità dei docenti assegnati alla sperimentazione.

## 4. L'IMPLEMENTAZIONE DEL PERCORSO DI FORMAZIONE PON MATABEL+

Esaminare come si è effettivamente svolto il percorso di formazione, quali sono i punti di debolezza e di forza in base ai giudizi di coloro che sono coinvolti in prima persona e se vi siano fenomeni di autoselezione tra i docenti che essendo stati assegnati al trattamento hanno effettivamente portato a termine il percorso di formazione, contribuisce all'individuazione di possibili anelli mancanti nella catena causa-effetti che si vuole verificare tramite l'evidenza empirica. Inoltre, l'analisi dell'implementazione del trattamento porta a una migliore comprensione di quali siano le leve potenziali di PON [M@t.abel+](#) nel modificare le pratiche e gli atteggiamenti degli insegnanti e i risultati in matematica degli studenti.

### 4.1 I fattori influenti sull'aderenza al protocollo e fenomeni di autoselezione tra i docenti

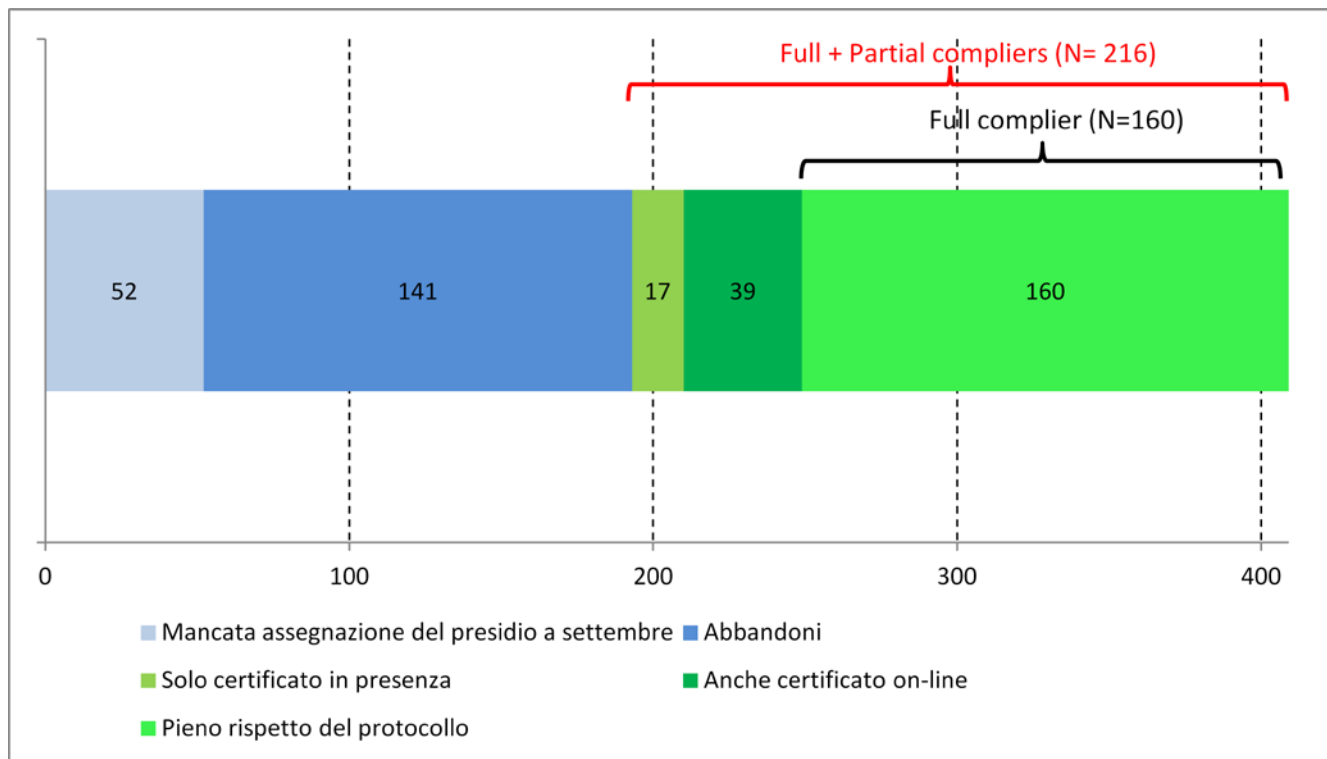
In generale, gli interventi di formazione scontano elevati tassi di abbandono da parte dei beneficiari prima del termine del percorso. Questo accade anche nel mondo della scuola, con evidenti diseconomie visto che l'avvio della formazione, anche per coloro che non la completano, si traduce in costi e in esclusione di altri potenziali beneficiari.

L'individuazione di fattori contestuali e/o individuali che favoriscono l'effettiva partecipazione e il proficuo conseguimento della formazione possono consentire da un lato di meglio mirare l'intervento rivolgendolo a coloro che più lo utilizzano, dall'altro a rendere più efficienti, ove possibile, i processi di implementazione. Allo stesso tempo, esaminare la presenza di fenomeni di autoselezione tra i docenti iscritti a PON [M@t.abel+](#) è rilevante perché questi possono inficiare ex-post i risultati della valutazione, malgrado la randomizzazione ex-ante prevista dal disegno sperimentale. Grazie al fatto che alcuni tra i docenti iscritti a PON [M@t.abel+](#) non sono oggetto della valutazione è infine possibile indagare sull'efficacia della valutazione stessa a produrre effetti positivi, indipendentemente dalla capacità del percorso formativo di generare un impatto, secondo quanto noto in letteratura con il nome di "effetto Hawthorne" sui docenti assegnati alla sperimentazione. Se, in altre parole, il fatto di essere inclusi nell'esperimento abbia influito in qualche modo sulla partecipazione degli insegnanti, nel senso che, sapendo di essere osservati, abbia favorito una loro maggiore assiduità e indotto una maggiore proficuità.

L'analisi effettuata per capire il livello di partecipazione e quali fattori la influenzano è stata realizzata tramite l'utilizzo del questionario distribuito nei mesi di dicembre/gennaio 2010, poco dopo l'avvio della sperimentazione, il database INVALSI sulle caratteristiche geografiche e di contesto delle scuole italiane e le fonti amministrative provenienti dall'ANSAS per la certificazione dei docenti.. Si ricorda che l'adesione al protocollo richiedeva a ciascun docente di sperimentare almeno quattro unità didattiche PON [M@t.abel+](#) di nuclei tematici diversi nella classe assegnata dalla randomizzazione, mentre la certificazione ANSAS richiedeva che il docente frequentasse almeno l'80% degli incontri in presenza e compilasse almeno due diari di bordo validati dai tutor. Soltanto il 39,1% dei docenti assegnati al trattamento ha effettivamente soddisfatto i requisiti richiesti dal protocollo di sperimentazione e molti hanno abbandonato ancora prima dell'avvio della sperimentazione delle unità didattiche in classe. In alcuni casi, l'insegnante selezionato nel gruppo sperimentale per far parte del

percorso di formazione è stato impossibilitato a partecipare indipendentemente dalla sua volontà perché nel frattempo era venuto meno un numero sufficiente per attivare le classi nelle scuole cosiddette “presidio”. La figura 4.1 presenta una sintesi; per i docenti iscritti a PON [M@t.abel+](#) e assegnati al trattamento, dei diversi gradi di aderenza al protocollo (per ulteriori dettagli cfr. Appendice A3.1).

**Figura 4.1 – Grado di aderenza al protocollo nei docenti iscritti a PON [M@t.abel+](#) a.s. 2009/10**



Il paragrafo è diviso in quattro sezioni: nella prima viene descritta nel dettaglio la partecipazione dei docenti al programma; nella seconda si analizzano motivazioni e caratteristiche dei docenti iscritti che non hanno tuttavia ottenuto la certificazione; nella terza vengono indagati i fattori influenti sulla probabilità di aderire al protocollo, a livello individuale e di scuola; infine, nella quarta parte si discute dell’eventuale presenza del cosiddetto effetto Hawthorne, secondo il quale il fatto stesso di essere osservati può aver determinato una variazione nei comportamenti dei docenti. Si è considerata l’eventualità, infatti, che i docenti osservati avrebbero potuto esibire tassi di partecipazione maggiori alla formazione (o minori) in risposta al fatto di essere stati inclusi nell’esperienza e contattati per rispondere al questionario iniziale<sup>62</sup>.

<sup>62</sup> L’effetto Hawthorne fu rilevato negli anni trenta dai sociologi Elton Mayo e Fritz J. Roethlisberg nell’ambito di studi sulla relazione tra ambiente di lavoro e produttività dei lavoratori presso le fabbriche della Western Electric di Hawthorne (USA). Si riferisce all’insieme di variazioni di un comportamento che si verificano per effetto della presenza di osservatori, ma che non durano nel tempo (si trattava dell’incremento della produttività lavoratori attribuita al ruolo di osservazione sul campo svolto dai ricercatori).

I dati riportati riguardano solo gli studenti assegnati al trattamento, dal momento che nessuno degli insegnanti attribuiti al gruppo di controllo ha avuto accesso alla formazione.

*La partecipazione a PON [M@t.abel+](#)*

Prima di approfondire le dinamiche di autoselezione dei docenti assegnati al trattamento, è utile soffermarsi brevemente sulle modalità di iscrizione e partecipazione a PON [M@t.abel+](#), per due motivi: innanzitutto perché l'iscrizione non comporta automaticamente che il docente partecipi e completi la formazione. Secondariamente perché le modalità organizzative con le quali è stato implementata la formazione (soprattutto quella in presenza) non sempre hanno reso possibile, anche per i docenti che avessero voluto partecipare, la fruizione del corso. Nel corso di questo paragrafo, quindi, sarà maggiormente tenuta in considerazione la partecipazione al corso, rispetto alla *compliance* vera e propria, intesa come l'aver conseguito almeno il certificato ANSAS legato alla partecipazione alle lezioni, più che l'aver sperimentato in classe le unità, secondo i criteri previsti dal protocollo della sperimentazione.

La comunicazione alle scuole della possibilità di partecipare a PON [M@t.abel+](#) è avvenuta tramite circolare ministeriale al dirigente scolastico nel mese di luglio 2009. Il dirigente, quindi ha comunicato l'opportunità agli insegnanti del proprio dipartimento di matematica, raccogliendo così le iscrizioni. In questa fase avveniva la scelta, da parte dei docenti, della sede scolastica in cui effettuare gli incontri in presenza della formazione, chiamate scuole presidio (presidi d'ora in poi). La scuola ha poi provveduto a perfezionare le iscrizioni nel mese di settembre (per poter ricevere la comunicazione dell'attivazione della scuola presidio e dell'avvio delle attività in presenza). Inoltre, le scuole presidio si sono attivate contemporaneamente nel territorio per reclutare iscrizioni tra gli insegnanti e i dirigenti.

Rispetto a questa situazione-tipo, la tabella 4.1 ci mostra, invece, una certa eterogeneità del processo di iscrizione a PON [M@t.abel+](#).

**Tabella 4.1 – Modalità di iscrizione a PON [M@t.abel+](#)**

<b>Modalità di iscrizione</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
La scuola mi ha proposto l'iscrizione e ho accettato volentieri	359	64,5
La scuola mi ha proposto l'iscrizione e ho accettato anche se non del tutto convinto/a	15	2,7
La scuola mi ha iscritto senza avermi consultato	52	9,3
<i>Totale docente messi a conoscenza del programma dal dirigente</i>	<i>426</i>	<i>76,5</i>
Sono venuto a conoscenza dell'attività e ho chiesto alla mia scuola di Iscrivermi	131	23,5
<b>Totale</b>	<b>557</b>	<b>100</b>

Nota: domanda posta anche ai controlli nel corso del questionario somministrato a dicembre 2009. Il totale si riferisce al totale dei rispondenti al CATI.

Accanto al canale di comunicazione formale, infatti, si registra un nutrita minoranza di docenti che si sono fatti iscrivere dalla scuola dopo aver conosciuto il programma secondo vari canali informali (tra i quali si possono ipotizzare anche il passaparola tra colleghi e internet, ad esempio). Inoltre si notano alcune rilevanti differenze anche all'interno di coloro che sono stati iscritti tramite il canale istituzionale: infatti, la grande maggioranza dei docenti dichiara di aver accolto volentieri la proposta di

iscrizione da parte del dirigente scolastico (64% del nostro campione), ma una quota minoritaria ma non marginale dichiara di essere stato iscritto in maniera “coatta” (9,3%) oppure di aver accettato con poca convinzione (2,7%).

Un secondo elemento che ha inciso sulla possibilità di partecipare al corso, come accennavamo precedentemente, riguarda le modalità organizzative con cui si è proceduto all’implementazione del programma sul territorio. L’erogazione di incontri in presenza (costituenti la prima parte della formazione PON [M@t.abel+](#)), infatti, è stata organizzata all’interno della rete dei presidi. Per poter dare all’avvio ai corsi, una classe doveva contare almeno 10 docenti iscritti. Per evitare la caduta di troppi presidi a seguito del processo di randomizzazione, ANSAS riaprì le iscrizioni a PON [M@t.abel+](#) per le sole scuole assegnate al trattamento nel settembre 2009, al fine di accrescere il numero di iscritti nei presidi a rischio, e cercare al contempo di ri-allocare in maniera più efficiente i corsisti ove questi fossero eccessivamente dispersi sul territorio.

Il meccanismo di iscrizione prevedeva che le scuole segnalassero i partecipanti già a Luglio 2009, momento in cui veniva assegnato ai docenti il loro presidio di riferimento. Le scuole, inoltre, avrebbero dovuto perfezionare a Settembre 2009 l’iscrizione al programma in modo da essere contattate dall’ANSAS per l’assegnazione dei tutor ai corsisti oppure per la comunicazione di un eventuale cambiamento del presidio di assegnazione. In questa occasione, si è deciso di consentire anche una riapertura delle iscrizioni, così da permettere di accrescere il numero di iscritti a ogni presidio, anche in vista della successiva randomizzazione, che avrebbe escluso alcuni insegnanti dalla partecipazione al corso.

Nonostante la riapertura delle iscrizioni abbia avuto successo nel “salvare” molti presidi a rischio di chiusura, questo doppio passaggio amministrativo (la ri-allocazione ai presidi e il perfezionamento dell’iscrizione da parte delle scuole) ha avuto anche la conseguenza di provocare l’esclusione dalla formazione di 52 docenti già nel mese di settembre, prima, cioè, che la formazione avesse luogo. Come si può notare dalla tabella 4.2, infatti, i fattori organizzativi (burocrazia dell’iscrizione e organizzazione dei presidi) sono le cause maggiori delle cadute dei corsisti ancora prima dell’avvio dell’intervento. La ragione principale di caduta sembra circoscrivibile al meccanismo di iscrizione demandato in larga parte alle scuole.

**Tabella 4.2 – Tipo di mancata iscrizione a settembre**

<b>Motivo mancata iscrizione a settembre</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Rinuncia (rifiuto spostamento)	3	5,8
Mancata riiscrizione del docente	12	23,1
Caduta corso per mancanza di iscritti	8	15,4
Mancato perfezionamento iscrizione da parte della scuola	29	55,8
<b>Totale</b>	<b>52</b>	<b>100,0</b>

I meccanismi burocratici sembrano finora aver influito su una percentuale marginale di docenti. Tuttavia, uno sguardo più attento al tipo di partecipazione sembra suggerire che questi passaggi abbiano influito in qualche modo anche sulla partecipazione dei docenti a cui era stato assegnato un tutor e che, quindi, potevano partecipare al corso (tabella 4.3). Purtroppo non è possibile ricostruire per via amministrativa la data di abbandono effettiva di un corsista, e tantomeno il numero di incontri al quale ha partecipato. Grazie alle rilevazioni CATI, tuttavia, è possibile stabilire almeno se i docenti

hanno partecipato alla prima lezione frontale presso il presidio o se, invece, non si sono mai presentati al corso<sup>63</sup>.

**Tabella 4.3 – Tipo di partecipazione a M@t.abel+**

<b>Tipo di partecipazione</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Esclusi a settembre (che non han tentato di partecipare)	41	10
Non ha mai partecipato	64	15,6
<i>Docenti che sicuramente non hanno mai partecipato</i>	<i>105</i>	<i>25,6</i>
No info su partecipazione ma mancanza di certificazioni <sup>a</sup>	7	1,7
Ha partecipato almeno alla prima lezione <sup>b</sup>	81	19,8
Solo certificato in presenza	17	4,2
Certificato Ansas	199	48,7
<b>Totale</b>	<b>409</b>	<b>100</b>

<sup>a</sup> Docenti non certificati che non hanno risposto a nessuno dei due CATI.

<sup>b</sup> Docenti che hanno dichiarato di aver partecipato almeno alla prima lezione in almeno uno dei due CATI.

Ben 64 docenti a cui era stato offerto il corso e che erano stati assegnati a un presidio attivo non si sono nemmeno presentati alla prima lezione. Complessivamente almeno un quarto dei docenti assegnati al trattamento non si è mai presentato. Su questo risultato negativo ha pesato sicuramente il meccanismo di iscrizione, che vede poco coinvolgimento diretto del docente e un forte peso di vari livelli di burocrazia.

Tra i docenti che iniziano il corso si registra un elevato livello di cadute prima del conseguimento del certificato in presenza: circa il 20% dei docenti solo formalmente iscritti al corso (e il 27% di quelli che hanno iniziato effettivamente la formazione) abbandona prima della conclusione degli incontri in presenza. Di quelli che invece proseguono, solo una quota minoritaria si ferma alla certificazione in presenza: la maggior parte prosegue fino alla certificazione totale ANSAS, che comprende sia la parte in presenza che la parte *on-line*. Sembra dunque la parte maggioritaria del processo di autoselezione dei docenti all'interno della formazione avvenga nelle sue primissime fasi, prima, cioè, che si inizi la sperimentazione delle unità didattiche all'interno delle classi. In altri termini, il 47,2% di quanti erano iscritti e ammessi a partecipare subito alla formazione ha abbandonato il programma prima che iniziasse (25,7%) o dopo aver seguito almeno una lezione (21,5%).

È utile a questo proposito cercare di capire quanto la conformazione geografica delle regioni in cui si è sperimentato PON [M@t.abel+](#) e le caratteristiche dei corsisti assegnati, abbiano inciso sui diversi momenti di abbandono della formazione. Detto in altri termini, data la modalità organizzativa strutturata su incontri in presenza e successivi incontri *on-line*, è utile capire se l'incidenza di fattori geografici (ma anche individuali, come genere ed età) possa avere influito in maniera differente sulla progressiva selezione ed autoselezione dei docenti.

<sup>63</sup> Dalla tabella emergono due informazioni rilevanti per comprendere il tipo di partecipazione a PON M@t.abel+: la prima è che alcuni docenti, benché siano stati formalmente esclusi dalla formazione a Settembre, han comunque trovato il modo di prendere parte alla formazione, anche se nessuno di loro l'ha portata a termine. Si tratta solo di 11 docenti su 52, che sono stati esclusi a settembre, ma che hanno poi dichiarato di non aver mai partecipato alle attività.

**Tabella 4.4 – Tipo di partecipazione per caratteristiche geografiche e individuali dei corsisti**

<b>Variabile</b>	<b>Caduta a settembre</b>	<b>Non ha partecipato nemmeno alla prima lezione</b>	<b>Sì almeno alla prima lezione</b>	<b>Almeno cf in presenza</b>	<b>Totale</b>	<b>N</b>
<i>Regione</i>						
Calabria	15,8	31,6	10,5	42,1	100	38
Campania	6,8	14,3	23,3	55,6	100	133
Puglia	13,0	13,9	19,1	53,9	100	115
Sicilia	9,5	14,7	20,7	55,2	100	116
<i>Montuosità del territorio</i>						
Zona non montuosa	9,1	15,1	18,6	57,2	100	318
Zona montuosa	14,3	19,1	26,2	40,5	100	84
<i>Ampiezza del comune</i>						
Fino a 6000 ab.	9,4	15,6	15,6	59,4	100	32
Da 6000 a 20000 ab.	10,5	11,6	16,3	61,6	100	86
da 20000 a 60000 ab.	11,4	19,6	20,9	48,1	100	158
Oltre i 60000 ab.	8,7	14,3	23,0	54,0	100	126
<i>Età</i>						
Meno di 50 anni	6,0	7,7	13,7	72,7	100	117
50-55 anni	13,5	14,6	20,5	51,5	100	171
Oltre 55 anni	9,7	26,3	26,3	37,7	100	114
<i>Genere</i>						
F	10,2	16,7	20,2	52,9	100	342
M	10,0	11,7	20,0	58,3	100	60
Totale (N)	41	64	81	216	409	

Rispetto alle caratteristiche geografiche, emerge con chiarezza come le scuole calabresi abbiano sofferto maggiormente delle scuole di altre regioni i problemi di organizzazione degli incontri in presenza: in Calabria, la proporzione di docenti che non ha partecipato nemmeno al primo incontro arriva quasi al 50%, contro una media compresa tra il 20 e il 27% delle altre regioni. I docenti provenienti da zone montuose, come ipotizzabile, sono più rappresentati in tutti gli stadi di abbandono del corso, sia a quelli imputabili a motivi organizzativi (cadute a Settembre), sia a quelli dovuti invece alla decisione dei docenti di non partecipare (mancata partecipazione anche alla prima lezione e successivo *drop-out*). I docenti provenienti da zone periferiche, quindi, scontano più degli altri il doppio processo di selezione (per la caduta di presidi o per il mancato impegno della scuola nel perfezionare l'iscrizione) ed autoselezione (maggiori abbandoni a formazione avviata). Questo tipo di relazione, invece, non si nota se si guarda all'ampiezza demografica del comune. A livello bivariato sembra dunque che la montuosità del territorio riesca a catturare meglio della semplice ampiezza demografica del comune le difficoltà di partecipazione degli insegnanti.

Si nota inoltre un'interessante relazione tra età<sup>64</sup> e tipo di partecipazione. La partecipazione al corso, infatti, decresce in misura rilevante con l'età: il 72,7 dei docenti "giovani", ottiene qualche tipo di

<sup>64</sup> Il motivo di questa tripartizione della variabile età sta nella sua distribuzione, molto sbilanciata verso destra.



certificazione, contro il 51,5% dei 50-55enni e meno del 40% degli ultra 55enni. Tra chi non partecipa, è particolarmente rilevante la quota di docenti anziani che non si presenta al corso neanche alla prima lezione. Le differenze rispetto al genere, invece, appaiono contenute.

Alla luce delle dell'intreccio esistente tra fattori geografici, come ampiamente emerso nel corso dell'analisi di equivalenza, è possibile spiegare il deludente risultato della Calabria nell'organizzare la formazione in presenza: i docenti delle scuole assegnate al trattamento, in Calabria, si trovano in proporzione decisamente maggiore rispetto a quelle delle altre regioni in territorio montano (41% in Calabria, 17,9% nel totale del campione). Un altro fattore che concorre a spiegare il caso calabrese è l'età media dei docenti. Il campione calabrese è caratterizzato da un corpo docente più anziano rispetto alle altre regioni, avendo una quota di docenti ultra-cinquantacinquenni pari al 50%, contro il valore del 28% registrato sull'intero campione. Un corpo insegnante tendenzialmente meno propenso a terminare la formazione e l'asperità del territorio concorrono quindi alla spiegazione della peculiarità del caso calabrese, come mostrato dal modello multivariato (vedi sezione “*Associazione tra fattori geografici, contestuali e individuali e l'aderenza al protocollo*” più avanti in questo capitolo).

#### *Motivazioni e caratteristiche dei docenti assegnati al trattamento che non partecipano alla formazione*

Grazie a una sezione del questionario post-trattamento dedicata ai docenti che non hanno concluso il percorso di formazione è stato possibile esaminare le principali motivazioni per l'abbandono del corso. Dei 210 docenti assegnati al trattamento che non hanno conseguito il certificato totale, 182 hanno risposto al questionario post-trattamento. La tabella 4.5 riporta la distribuzione delle risposte degli intervistati per tipo di abbandono del corso. Data la varietà di situazioni che caratterizza i docenti che hanno abbandonato il corso prematuramente, abbiamo scelto di concentrare l'attenzione esclusivamente sui docenti a cui è stato assegnato un tutor e che non hanno conseguito nemmeno il certificato in presenza, escludendo coloro che non erano stati iscritti a settembre (di cui conosciamo già il motivo principale di abbandono).

I motivi che maggiormente hanno indotto i docenti ad abbandonare la sperimentazione sono relativi alla strutturazione dei corsi e all'impegno richiesto dalla partecipazione agli incontri in presenza: i docenti abbandonano, infatti, principalmente per lontananza dal presidio (22,3%) e l'incompatibilità degli incontri in presenza con altri impegni (24,8%). Circa un quarto dei rispondenti indica poi come principale un motivo legato alla sfera personale, tra cui motivi di salute e motivi familiari (24,8%).

In tabella sono stati divisi coloro che abbandonato senza nemmeno presentarsi da coloro che invece hanno almeno presenziato almeno ad una lezione. Come rilevato precedentemente, l'organizzazione dei presidi su base territoriale è la causa della maggior parte degli abbandoni precoci: coloro a cui viene assegnato un presidio “scomodo” raramente decidono di presentarsi, mentre i *drop-out* durante la formazione dipendono in massima parte da considerazioni successive: mancanza di interesse nel corso, constatazione che si tratta di un impegno incompatibile con il proprio calendario o che si tratta di un impegno in generale troppo gravoso.

Una nota positiva per il disegno sperimentale riguarda la quasi totale assenza di abbandoni in ragione della randomizzazione delle classi: solo un docente dichiara di aver abbandonato in polemica con l'assegnazione della classe di sperimentazione.

Per mettere in relazione i motivi di non partecipazione con caratteristiche personali e di contesto geografico si è proceduto a ridurre il numero di categorie presentate in tabella 4.5 in tre dimensioni fondamentali: situazioni personali (relative all'insorgere di problemi di salute, necessità di prestare cura

ai familiari o altri tipi di problemi non specificati); mancanza di investimento personale<sup>65</sup> nella formazione (categoria che include mancanza di interesse nel corso, eccessivo impegno richiesto per la sperimentazione e sovrapposizione di M@t.abel+ con altri impegni); problemi organizzativi, relativi alle modalità di iscrizione e al sistema dei presidi. Questa variabile a tre modalità è stata analizzata tramite incroci con le variabili indicanti la regione di appartenenza, il genere, la montuosità del territorio e l'età.

**Tabella 4.5 – Motivazioni addotte per l'abbandono del corso – solo docenti iscritti a settembre che non han conseguito il certificato in presenza**

Motivo per l'abbandono	Presenza almeno al primo incontro		Totale
	No	Sì	
Eccessiva lontananza presidio	38,2	8,1	22,3
La scuola ha deciso di rinunciare all'attività	1,8	4,9	3,5
Non contattati per iniziare	-	1,6	0,8
Docenti che credevano di essere controlli	-	1,6	0,8
Corso chiuso per mancanza di partecipanti	-	1,6	0,8
Protesta verso la randomizzazione delle classi	-	1,6	0,8
<i>Totale "problemi organizzativi"</i>	<i>40,0</i>	<i>19,4</i>	<i>29,0</i>
Incompatibilità incontri in presenza con altri impegni	21,8	27,4	24,8
Eccessivo impegno richiesto per la sperimentazione	5,5	9,7	7,7
Mancanza di interesse nel corso	3,7	12,9	8,6
Non sa usare il pc	-	3,2	1,7
<i>Totale "mancanza di investimento personale"</i>	<i>31,0</i>	<i>53,2</i>	<i>42,8</i>
Motivi di salute	10,9	4,9	7,7
Motivi personali	12,7	11,3	12
Problemi familiari	1,8	8	5,1
<i>Totale "situazioni personali"</i>	<i>25,4</i>	<i>24,2</i>	<i>24,8</i>
Altro	3,6	3,2	3,4
<b>Totale</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
<b>N</b>	<b>55</b>	<b>62</b>	<b>117</b>

Le differenze maggiori si riscontrano rispetto alla dimensione di genere: i maschi riportano più sovente di aver abbandonato il corso a causa di problemi organizzativi (valore maschi: 46,7%; valore femmine: 25,6%). Le femmine, al contrario, dichiarano di abbandonare il corso maggiormente per problemi

<sup>65</sup> L'etichetta "mancanza di investimento" non vuole giudicare in alcun modo, ovviamente, la condotta dei docenti ma solo evidenziare la priorità data ad altre esigenze (sovrapposizione con altri impegni precedentemente presi, mancanza di interesse), rispetto all'obiettivo di terminare la sperimentazione.

legati a situazioni personali, in particolare legate a generici problemi personali (valore maschi: 0%; valore femmine: 10,8%) o di tipo familiare (valore maschi: 0%; valore femmine: 4,5%).

Sono poche le differenze degne di nota su base regionale: coerentemente con quanto visto precedentemente, i corsisti calabresi dichiarano di aver abbandonato soprattutto in ragione della lontananza dal presidio, riportato come motivo principale dal 42,3% dei calabresi contro una media del 20% nelle altre regioni.

Se si guarda alle differenze di età, variabile fortemente associata alla partecipazione al trattamento, notiamo come le differenze siano, tutto sommato, marginali. I docenti della fascia d'età intermedia accusano meno degli altri problemi di tipo personale (valore 50-55enni: 19%; valore altre categorie congiunte: 24,7). In particolare, questa categoria di docenti riporta meno dei docenti più anziani motivazioni legate a non meglio specificati problemi personali (7,7% vs. 17,3%) e meno dei docenti giovani, invece, la presenza di problemi familiari (3,8% vs 12,5%), mentre non si riscontrano differenze rispetto ai problemi di salute (anche per il carattere residuale di questa categoria).

Queste prime elaborazioni bivariate consentono di tracciare già alcune conclusioni in merito all'autoselezione dei docenti nella formazione:

- Il principale canale di diffusione di PON [M@t.abel+](#) è costituito dall'azione del dirigente: meno di un docente su quattro ha proposto l'iscrizione al dirigente scolastico senza prima venirne da lui informato. Per una nutrita minoranza di docenti, tuttavia, questa iscrizione ha quasi l'aspetto di un'iscrizione "coatta" o, piuttosto, d'ufficio: il 2,7% dei docenti ha accettato la proposta di malavoglia, e il 9,3%, addirittura, è stato iscritto senza essere stato nemmeno consultato.
- Esistono tre momenti principali in cui avviene la caduta dei docenti: nella fase di formalizzazione della domanda delle scuole e dell'allocazione ai presidi; al momento della comunicazione effettiva del presidio assegnato prima della prima lezione; durante il corso di formazione. La procedura di allocazione di docenti ai presidi, e quella che prevede la formalizzazione dell'iscrizione da parte della scuola sembra in gran parte responsabile del fatto che il 25% circa dei docenti iscritti non si presenti nemmeno alla prima lezione. Questo iter si inserisce in un contesto in cui l'età anziana del docente medio (poco disponibile a effettuare spostamenti) e la perifericità di alcune sedi scolastiche non agevolano alti livelli di partecipazione.
- Una volta che i docenti si presentano al corso, tuttavia, la maggior parte (48,6% del totale degli assegnati) lo completa interamente: la parte *on-line* non sembra costituire un ostacolo rilevante per terminare la formazione. Questo fatto, a maggior ragione, sembra concorrere a individuare nella gestione della rete dei presidi il principale elemento su cui porre attenzione per garantire in futuro un più efficiente avvio dei corsi.
- A differenza dell'età, il genere dell'insegnante non sembra incidere sulla probabilità di partecipazione al corso, dato che maschi e femmine lo completano in misura simile. Le differenze di genere emergono, però, nel momento in cui si abbandona la formazione: per i docenti maschi, il motivo principale è costituito dalla lontananza del presidio di assegnazione; le donne invece sono maggiormente scoraggiate a partecipare dall'insorgenza di problemi familiari o da altri generi di problemi personali, di cui, è ragionevole presupporre, devono caricarsi il peso.

Il precedente paragrafo si è concentrato prevalentemente sulla partecipazione al corso, per cercare di stabilire in quale momento del processo fossero concentrate le maggiori cadute. Questo paragrafo, invece, cerca di far luce sul processo di autoselezione che ha portato alla formazione di un sottogruppo specifico di docenti partecipanti, ossia i *complier*. L'enfasi sulla *compliance*, piuttosto che sulla partecipazione, è data dal fatto che, all'interno dei docenti che hanno terminato la formazione, esiste un certo grado di eterogeneità circa l'adesione al protocollo di sperimentazione. Quest'ultimo è stato disegnato per garantire un'intensità di trattamento sufficiente e quanto più possibile omogenea tra i docenti assegnati al trattamento. Non tutti i docenti che hanno conseguito la certificazione ANSAS, come descritto precedentemente nella figura 4.1, hanno anche aderito alle indicazioni del protocollo di sperimentazione<sup>66</sup>. Ricordiamo che il protocollo della sperimentazione prevedeva che gli insegnanti non solo ottenessero la certificazione, ma sperimentassero nella classe assegnata in fase di randomizzazione almeno 4 unità, afferenti a nuclei concettuali diversi.

Scopo di questo paragrafo è cercare di arricchire il quadro dei fattori associati all'aderenza al protocollo e le relazioni intercorrenti tra di essi facendo ricorso a tecniche di analisi multivariata. L'analisi della partecipazione, infatti, ha già messo in luce a livello bivariato alcune configurazioni di possibili cause che possono avere inciso sulla probabilità di completare (o anche solo di partecipare) alla formazione: l'età dei docenti e la difficoltà di raggiungere il presidio nelle zone periferiche *in primis*. A differenza dei precedenti capitoli, però, in cui è stato possibile interpretare i risultati in maniera causale tramite il confronto tra i due gruppi statisticamente equivalenti di docenti assegnati e di controllo; infatti, in questo paragrafo l'analisi è tutta interna ai docenti del gruppo degli assegnati al trattamento. Per identificare la relazione tra variabili, pertanto, si utilizza il più cauto termine di "associazione" invece del termine di "effetto".

Per individuare l'associazione netta tra fattori contestuali, geografici e individuali sulla probabilità di essere un docente aderente al protocollo sono stati utilizzati modelli regressione binomiale logistica. La procedura di stima prevede che vengano inserite nel modello man mano le variabili esplicative che potrebbero contribuire all'aderenza o mancata aderenza al trattamento. L'ordine di inserimento nei modelli, parte da elementi geografici e quindi contestuali, per seguire con le caratteristiche individuali dei docenti (genere ed età) e infine con altre caratteristiche più specifiche per l'oggetto di studio, come segue:

- a. Variabili geografiche: regione, montuosità, livello di urbanizzazione e ampiezza del comune di localizzazione della scuola
- b. Variabili relative al contesto scolastico: status socio-economico medio della scuola nell'anno scolastico 2009/2010, media e deviazione standard del punteggio alla prova nazionale in matematica della terza media nell'anno scolastico 2008-09, essere un istituto comprensivo o meno, dimensioni della scuola e proporzione degli immigrati sul totale degli studenti, numero di docenti iscritti dalla scuola alla formazione
- c. Variabili socio-demografiche: genere e età

---

<sup>66</sup> Tre ordini di motivi possono far considerare un docente in possesso del certificato ANSAS: la sperimentazione in una classe diversa rispetto a quella di randomizzazione; la sperimentazione di un numero di unità inferiore a 4; infine, la sperimentazione di 4 unità non afferenti a nuclei tematici diversi. Rimandiamo all'appendice A3.1 per i dettagli.

- d. Altre variabili individuali: motivazione a iscriversi a PON [M@t.abel+](#) e precedenti esperienze di formazione e disciplina di laurea<sup>67</sup>

Le variabili al punto (d) vengono inserite una a una nel modello. Quindi, al punto (d) sono stimati tanti modelli quante variabili di interesse.

Per stimare l'associazione di queste variabili con la *compliance*, il modello completo delle analisi è quindi:

$$\text{logit}(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + e_i$$

dove  $Y_i$  indica la probabilità che il docente  $i$  aderisca effettivamente al protocollo PON [M@t.abel+](#),  $X_1$  è il vettore delle variabili geografiche,  $X_2$  è il vettore delle variabili di contesto scolastico,  $X_3$  è il vettore delle variabili socio-demografiche, e  $X_4$  è la variabile individuale analizzata per l'analisi al punto (d) e, infine,  $e_i$  rappresenta il termine di errore. Come per i modelli relativi all'autoselezione delle scuole, nella presentazione dei risultati si è scelto di non riportare i coefficienti logit ma piuttosto l'effetto marginale medio del contributo di ciascun fattore esplicativo. Questa trasformazione permette di esprimere i risultati direttamente come differenze di probabilità, facilitandone la lettura. Essendoci più insegnanti iscritti a PON [M@t.abel+](#) per ciascuna scuola, gli errori standard dei modelli sono inoltre clusterizzati per scuola di provenienza dell'insegnante. Sono stati esclusi dall'analisi i 52 docenti che non hanno avuto un tutor assegnato a settembre, in quanto la possibilità di partecipare è per definizione diversa da quella dei loro colleghi. Pertanto, i docenti inclusi nei modelli sono 357 e non 409.

Nel precedente paragrafo abbiamo visto come le caratteristiche del territorio di residenza possono inibire o facilitare la partecipazione alla formazione. Accanto a questi, esistono specifiche caratteristiche dei docenti che possono svolgere lo stesso ruolo, prima fra tutte l'età: i docenti anziani, assai numerosi nel nostro campione, potrebbero accusare maggiormente il carico di lavoro richiesto così come, essendo prossimi alla pensione, potrebbero avere minori incentivi nell'impegnarsi. Non esiste motivo (teorico o statistico) per interpretare alcuni fattori come strettamente antecedenti di altri lungo un'ipotetica catena causale. I fattori geografici, infatti, possono essere considerati antecedenti delle caratteristiche individuali per i vincoli oggettivi che pongono alla possibilità di recarsi agli incontri in presenza. D'altra parte, recenti ricerche condotte sulla mobilità geografica dei docenti italiani mostrano che al crescere dei privilegi maturati grazie a meccanismi di *seniority*, i docenti tendano progressivamente a scegliere sedi di lavoro più comode da raggiungere e caratterizzate al contempo da una popolazione studentesca avente *performance* scolastiche migliori<sup>68</sup>. Questo intreccio tra caratteristiche individuali, di scuola e geografiche rende pertanto difficile interpretare i risultati in ottica causale.

Per questo motivo, l'analisi della probabilità di risultare *complier*, è preceduta da una discussione sulle correlazione tra i diversi elementi esplicativi che compongono il modello. Le tabelle seguenti mostrano come si distribuiscono i fattori esplicativi della *compliance* su base regionale (tabella 4.6), un

---

<sup>67</sup> Per quanto riguarda le variabili inserite al punto d), occorre fare un'importante precisazione: come evidenziato precedentemente (cfr § 3.1), la rilevazione condotta a dicembre 2009, utilizzata in queste analisi per variabili individuali relative al percorso lavorativo e al motivo di iscrizione, è stata in realtà effettuata a formazione iniziata. Per questo motivo, non saranno considerati nelle analisi comportamenti e atteggiamenti che possono essere in qualche modo ricondotti all'influenza di PON [M@t.abel+](#).

<sup>68</sup> Barbieri, G., Rossetti, C., Sestito, P. (2010), The determinants of teacher mobility. Evidence from a panel of italian teachers, Bank of Italy Working Papers 761/2010.

approfondimento sui legami tra l'età e variabili di contesto (tabella 4.7) e, infine, le correlazioni tra le variabili di natura continua (tabella 4.8). L'età è la variabile individuale che più di altre sembra incidere sulla partecipazione a PON [M@t.abel+](#) e a mostrare eterogeneità negli effetti del trattamento. La dimensione regionale, invece, è stata scelta non solo per il rilievo in sé della variabile, ma anche alla luce della peculiarità del caso calabrese (come in tabella 4.6).

**Tabella 4.6 – Distribuzione dei docenti iscritti a un corso a settembre per variabili di contesto e regione (base=357), percentuali di colonna**

<b>Variabile</b>	<b>Calabria</b>	<b>Campania</b>	<b>Puglia</b>	<b>Sicilia</b>
<i>Montuosità del territorio</i>				
Zona non montuosa	61,7	95,0	89,1	62,1
Zona montuosa	38,3	5,0	10,9	37,9
<i>Ampiezza del comune</i>				
Fino a 6000 ab.	8,8	5,9	4,0	14,6
Da 6000 a 20000 ab.	35,3	7,6	35,6	20,4
da 20000 a 60000 ab.	26,5	39,6	35,6	40,8
Oltre i 60000 ab.	29,4	47,0	24,7	24,3
<i>Quartili di punteggio medio alla PN di matematica 2008-09</i>				
1	11,8	19,3	18,8	29,1
2	8,8	34,5	14,9	27,2
3	0,0	29,4	39,6	19,4
4	0,0	10,9	26,7	19,4
missing	79,4	5,9	0,0	4,9
<i>Quartili di status socioeconomico medio della scuola*</i>				
1	0,0	40,3	11,9	20,8
2	26,5	23,5	52,5	16,8
3	0,0	27,8	17,8	27,7
4	73,5	8,4	17,8	34,7
<i>Istituto comprensivo</i>				
Sì	85,3	29,4	22,8	81,5
No	14,7	70,6	77,2	18,5
<i>Età dei docenti</i>				
< 50 anni	8,8	34,5	28,7	32,0
50-55 anni	41,2	50,4	36,7	34,0
> 55 anni	50,0	15,1	34,6	34,0
Totale	100	100	100	100
N docenti	34	119	101	103

\* solo due docenti riportano valori mancanti

Le caratteristiche di contesto in cui operano i 357 docenti che a settembre videro assegnato un tutor variano notevolmente da regione a regione, sia nel caso della conformazione geografica del territorio (montuosità e ampiezza demografica del comune), che nel caso della composizione studentesca

(risultati degli studenti alle prove nazionali INVALSI e background socioeconomico) e, infine, nelle modalità organizzative (presenza di istituti comprensivi)<sup>69</sup>.

Senza entrare nel merito di ciascuna differenza, alcuni dati rilevanti rispetto a fattori importanti nel determinare il livello di attivazione dei corsi e la partecipazione sono: ampiezza demografica, montuosità e età dei docenti. All'avvio dei corsi, i docenti di Sicilia e Calabria provenivano da scuole situate più spesso in ambienti montani rispetto ai colleghi pugliesi e campani. I docenti campani, inoltre, provengono in media da centri urbani di maggiori dimensioni. La diversa conformazione del territorio è anche all'origine della distribuzione speculare degli istituti comprensivi tra Campania e Puglia da un lato, e Calabria e Sicilia dall'altro. Come anche segnalato precedentemente, la Calabria si distingue per l'elevata età media dei suoi docenti, a differenza della Campania, che mostra una quota maggioritaria di docenti nella fascia d'età intermedia a discapito dei docenti anziani.

Merita attenzione anche la distribuzione delle caratteristiche del corpo studentesco all'interno delle regioni. Anche in questo caso è la Campania che presenta una distribuzione peculiare: il 40% dei docenti insegna in scuole appartenenti al primo quartile della scala di status socio-economico. La distribuzione di questa variabile in Calabria, invece, risente della bassa numerosità dei docenti del nostro campione. Infine, il dato sulla prova nazionale del 2008-2009 evidenzia l'elevata quota di valori mancanti su questa variabile, concentrati in Calabria. Si è proceduto, quindi, a imputare i valori mancanti utilizzando la media regionale del valore delle variabili relative alla prova nazionale (media e deviazione standard di scuola), generando poi una variabile *dummy* nel modello per identificarle<sup>70</sup>.

La tabella 4.7, invece, mostra la distribuzione per caratteristiche di contesto dell'età dei docenti. Anche l'età dei docenti si conferma una variabile caratterizzata da una distribuzione disomogenea tra i vari fattori di contesto scolastico: i docenti più giovani, infatti, sono sovrarappresentati nelle scuole a basso status socio-economico, nelle scuole con la media voti peggiore alla prova nazionale del 2008-09 e in quelle situate in piccoli centri abitati (che si riflette, di conseguenza, nella loro maggiore presenza in istituti comprensivi).

---

<sup>69</sup> Queste differenze, lo ricordiamo, rispecchiano la distribuzione regionale delle variabili di interesse, al netto del processo di autoselezione delle scuole nel trattamento (che, come abbiamo visto, ha portato ad una leggera sovrarappresentazione delle scuole situate in contesti territoriali non periferici – cfr § 1.2), e del processo di selezione avvenuto in seguito alla mancata attivazione dei corsi per 52 docenti.

<sup>70</sup> La media regionale è stata calcolata sulla base di 581 casi presenti nel campione. È stata scelta la media di regione e non di provincia a causa della grande concentrazione di casi mancanti nelle province di Cosenza e Catanzaro, province in cui i valori mancanti costituivano la quasi totalità delle scuole presenti nel nostro campione.

**Tabella 4.7 – Distribuzione dell'età dei docenti per caratteristiche di contesto, percentuali di colonna**

Variabile	Età <			N
	50	50-55	> 55	
<i>Montuosità del territorio</i>				
Zona non montuosa	82,1	83,6	75,2	288
Zona montuosa	17,9	16,4	24,8	69
<i>Ampiezza del comune</i>				
Fino a 6000 ab.	13,2	6,1	5,7	29
Da 6000 a 20000 ab.	20,8	23,3	21,0	78
da 20000 a 60000 ab.	39,6	37,0	36,2	134
Oltre i 60000 ab.	26,4	33,6	37,1	116
<i>Quartili di punteggio medio alla PN di matematica 2008-09</i>				
1	30,2	17,1	18,1	76
2	18,9	30,8	21	87
3	29,3	23,3	28,6	95
4	17	17,1	16,2	60
missing	4,7	11,6	16,2	39
<i>Quartili di status socioeconomico medio della scuola*</i>				
1	27,6	20,6	21,1	81
2	38,1	27,4	26,0	107
3	25,7	24,0	16,4	79
4	8,6	28,1	36,5	88
<i>Istituto Comprensivo</i>				
No	57,5	52	47,7	186
Sì	42,5	48	52,3	171
Totale	100	100	100	357

\* solo due docenti riportano valori mancanti

Infine, per concludere la discussione sulle relazioni tra le variabili indipendenti, la tabella 4.8 propone la matrice delle correlazioni esistenti tra 5 variabili continue che saranno utilizzate nell'analisi. Rispetto alle tabelle precedenti sono state aggiunte anche deviazione standard alla prova nazionale e percentuale di immigrati partecipanti alla prova SNV del 2009-10<sup>71</sup>.

<sup>71</sup> Nelle tabelle precedenti queste variabili non sono state inserite motivi di parsimonia.



**Tabella 4.8 – Matrice di correlazioni tra fattori esplicativi della *compliance* (base=357)**

Variabili	Dev.std. PN 08- 09*	Punteggio matematica PN 08-09*	Popolazione residente	ESCS	% immigrati
Dev.std.PN 08-09*	1				
Punteggio matematica PN 08-09*	-0,006	1			
Popolazione residente	<u>-0,296</u>	<u>-0,331</u>	1		
ESCS	<u>0,212</u>	<u>0,169</u>	<u>-0,28</u>	1	
% immigrati	0,033	-0,012	-0,045	<u>0,167</u>	1

\*: variabili con valori imputati; nota:  $p < 0,1$ ;  $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$

Come si vede, anche se l'entità delle correlazioni non è alta (inferiore in tutti i casi a 0,35), si osserva un grado moderato di relazioni esistenti tra le variabili, soprattutto per quanto riguarda lo status socio-economico (ESCS) e l'ampiezza demografica del comune. Le scuole caratterizzate da punteggi migliori e da un miglior background socio-economico si situano, abbastanza sorprendentemente, in media al di fuori dei centri urbani più grandi. Si evidenzia anche un segno negativo nella correlazione tra eterogeneità nei punteggi della scuola alla PN 2008-09 (espressa dalla deviazione standard sui risultati della scuola) e ampiezza demografica del comune, a indicare che le scuole situate in centri più piccoli sono anche più omogenee in termini di risultati degli studenti. Per quanto riguarda invece la composizione degli studenti in termini di *background*, questo è positivamente correlato con punteggio e deviazione standard alla PN 08-09, e, con una certa sorpresa, anche alla proporzione di immigrati presenti alla prova SNV 2009-10.

Le numerose relazioni tra variabili evidenziate in queste pagine mettono quindi ancora più in guardia circa un'interpretazione causale delle associazioni che emergeranno dall'analisi multivariata. Questo intreccio evidenziato tra i fattori esplicativi di contesto è plausibile si estendano anche a variabili individuali, data la distribuzione ineguale di docenti sul territorio<sup>72</sup>.

<sup>72</sup> Barbieri, G., Rossetti, C., Sestito, P., opere citate.

**Tabella 4.9 - Effetti marginali medi della probabilità di essere full complier, coefficiente e pvalue, errori clusterizzati per scuola**

VARIABLES	$\beta$	pval	$\beta$	pval	$\beta$	pval	$\beta$	pval	$\beta$	pval	$\beta$	pval	$\beta$	pval	$\beta$
Popolazione (migliaia)	0.00	0.297	-0.00	0.574	0.00	0.585	-0.00	0.666	-0.00	0.491	-0.00	0.667	-0.00	0.785	-0.00
Zona Montana	-0.104	0.312	-0.128	0.201	-0.127	0.161	-0.145	0.131	-0.140	0.126	-0.144	0.124	-0.141	0.144	-0.132
Puglia (ref: Campania)	0.045	0.666	0.044	0.647	0.073	0.413	0.06	0.518	0.053	0.567	0.05	0.600	0.039	0.679	0.05
Calabria	0.02	0.886	-0.125	0.588	-0.085	0.701	-0.037	0.862	-0.057	0.791	-0.026	0.905	-0.024	0.912	-0.059
Sicilia	0.039	0.714	-0.029	0.792	-0.028	0.796	-0.01	0.927	-0.026	0.815	-0.022	0.836	-0.001	0.995	-0.008
# docenti che hanno iniziato la formazione			0.002	0.855	0.006	0.662	0.01	0.579	0.015	0.258	0.008	0.563	0.013	0.349	0.017
Escs scuola, 2* quartile			-0.083	0.472	-0.09	0.406	-0.076	0.501	-0.067	0.544	-0.081	0.471	-0.05	0.654	-0.038
Escs scuola, 3* quartile			-0.127	0.314	-0.127	0.305	-0.119	0.349	-0.068	0.570	-0.108	0.398	-0.063	0.606	-0.054
Escs scuola, 4* quartile			-0.153	0.203	-0.100	0.386	-0.138	0.227	-0.110	0.330	-0.139	0.233	-0.152	0.189	-0.119
Punteggio matematica PN 08-09, 2* quartile			-0.205	0.066	-0.163	0.128	-0.137	0.203	-0.177	0.094	-0.150	0.163	-0.148	0.182	-0.149
Punteggio matematica PN 08-09, 3* quartile			<u>-0.315</u>	0.006	<u>-0.307</u>	0.005	<b>-0.280</b>	0.013	<u>-0.298</u>	0.007	<b>-0.270</b>	0.019	<b>-0.270</b>	0.02	<u>-0.302</u>
Punteggio matematica PN 08-09, 4* quartile			-0.124	0.335	-0.105	0.408	-0.080	0.538	-0.092	0.469	-0.063	0.634	-0.079	0.561	-0.109
Dev. Std PN matematica 08-09			-0.009	0.327	-0.008	0.385	-0.006	0.477	-0.007	0.476	-0.007	0.444	-0.004	0.714	-0.006
Informazione mancante sulla PN 08-09			-0.071	0.700	-0.056	0.784	-0.036	0.861	-0.037	0.866	-0.039	0.852	-0.049	0.800	-0.053
% immigrati alla prova SNV 2009-2010			0.005	0.359	0.004	0.448	0.0046	0.391	0.004	0.531	0.005	0.384	0.006	0.281	0.005
Comprensivo			0.044	0.625	0.062	0.475	0.0512	0.553	0.062	0.472	0.054	0.538	0.046	0.605	0.045
Età=50-55 enni					<u>-0.189</u>	0.00	<u>-0.183</u>	0.002	<u>-0.184</u>	0.002	<u>-0.185</u>	0.003	<b>-0.142</b>	0.021	<b>-0.149</b>
Età=oltre 55 anni					<u>-0.248</u>	0.00	<b>-0.192</b>	0.0101	<u>-0.193</u>	0.008	<u>-0.225</u>	0.002	<b>-0.165</b>	0.023	<b>-0.146</b>
Femmina					0.038	0.571	0.0396	0.548	0.061	0.365	0.0349	0.603	0.078	0.235	0.089
Consigliati dal dirigente, accettano volentieri									<b>-0.140</b>	0.022					<b>-0.126</b>
Iscritti coatti									<b>-0.278</b>	0.015					-0.219
Almeno un corso di formazione negli ultimi due anni							<b>0.132</b>	0.0300							0.105
Laurea in matematica (ref: biologia)											0.044	0.569			0.0131
Altro tipo di laurea											-0.006	0.943			0.001
Indice di familiarità con il pc													<u>0.048</u>	0.002	<b>0.033</b>
N	357		348		348		332		332		332		323		323
Pseudo-R2	0.009		0.057		0.086		0.093		0.1		0.086		0.098		0.118

Nota:  $p < 0,1$ ;  $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$

L'associazione tra i fattori sin qui descritti, anche nelle loro associazioni, e la compliance al trattamento è stata indagata quindi con modelli multivariati. Nella tabella 4.9, si riportano i risultati dei modelli stimati.

Dall'analisi condotta emergono, in sintesi, questi risultati:

- La montuosità si conferma come un fattore influente: i docenti che insegnano in scuole montane hanno una propensione ad essere complier minore dei colleghi ubicati in zone non montane che oscilla tra i 10 e 14 punti percentuali. Sebbene il coefficiente non sia mai significativo, la relazione tra montuosità e *compliance* mantiene intatta la forza del coefficiente anche all'inserimento di variabili di contesto scolastico e individuali. Considerando che sono "sopravvissuti" nel corso i docenti più motivati nei contesti montani, possiamo interpretare questa associazione come un'ulteriore indicazione del fatto che la distribuzione dei docenti su presidi territoriali è un elemento importante per spiegare la partecipazione alla formazione. Parallelamente, la popolosità del comune e la regione d'appartenenza sono fattori che hanno inciso nell'abbandono precoce dell'iniziativa, ma sono solodei deboli predittori della compliance.

Tra le variabili di contesto scolastico, invece, ne emergono due che sono associate alla *compliance*:

- Chi proviene da scuole situate nei quartili di mezzo della distribuzione punteggio medio in matematica per scuola alla prova nazionale 2008-2009 ha una propensione minore a mettere in pratica il trattamento rispetto ai docenti che insegnano in scuole che si collocano nel primo quartile (rispettivamente -20 e -30 punti percentuali). Non c'è differenza invece per quel che concerne i docenti del quartile più alto. Sembra quindi delinearsi una relazione a "U" tra il punteggio medio in matematica della scuola e la probabilità di realizzare il trattamento. L'inserimento dell'età dei docenti tra le variabili esplicative mitiga questa relazione, la quale tuttavia mantiene intatta la struttura a "U" e la significatività del coefficiente relativo al terzo quartile. Sembra quasi che siano motivati a seguire seriamente il percorso di formazione gli insegnanti che provengono dai contesti più deprivati e da quelli più agiati: una possibile interpretazione di questa associazione sta nell'ipotesi che la formazione sia vissuta dagli insegnanti in contesti problematici come emancipativa e da quelli in contesti agiati come opportunità di valorizzazione dell'eccellenza. I docenti nei contesti intermedi risulterebbero quindi privi di queste due leve motivazionali alternative. Evidentemente, si tratta solo di un'ipotesi atta a interpretare un risultato empirico, ma non disponiamo di ulteriori indicazioni a supporto di questa lettura dei dati.
- All'aumentare dello status socio-economico medio della scuola diminuisce l'aderenza al protocollo, sebbene l'associazione sia contrassegnata da notevole incertezza attorno alle stime: in particolare, i docenti situati nel quarto quartile della distribuzione di ESCS delle scuole mostrano una propensione a realizzare il trattamento minore rispetto a quelli situati nel primo quartile (categoria di riferimento) e compresa tra 10 e 15 punti percentuali (a seconda dei modelli). Sembra dunque che PON [M@t.abel](#) sia stato seguito con maggiore impegno e motivazione dai docenti che in esso vedono uno strumento di lavoro per il coinvolgimento di studenti che abitano nelle zone più disagiate.

Altri fattori non mostrano invece alcuna correlazione: si tratta sia di fattori legati all'organizzazione scolastica (appartenenza ad un istituto comprensivo), alla composizione studentesca (deviazione standard alla PN 2008-09 e proporzione di immigrati tra i partecipanti alla prova SNV 2009-10) e, infine legate al corpo docente (numero docenti partecipanti alla formazione, anche non osservati).

Infine, la *dummy* inserita per individuare i casi con valori imputati sulla prova nazionale 2008-09 non appare collegata alla compliance, segnalando così che i docenti provenienti da quelle scuole (situate soprattutto in Calabria), non esibiscono un comportamento differente dagli altri.

Esaminando, inoltre, specifiche caratteristiche individuali di interesse, si osserva un'associazione statisticamente e sostantivamente significativa tra l'aderenza al protocollo e i seguenti fattori:

- All'aumentare dell'età diminuisce la probabilità di risultare aderente: i docenti con età compresa tra 50 e 55 anni mostrano una propensione a terminare il corso di 19 punti percentuali minore rispetto ai docenti con meno di 50 anni. I docenti con età superiore a 55 anni mostrano una propensione ancora minore: 25 punti percentuali in meno rispetto ai docenti più giovani (modelli controllati solo per l'età e le caratteristiche geografiche e di scuola). Anche una volta inserite le altre variabili individuali, la forza dell'associazione rimane significativa al 95%. Il coefficiente della *dummy* che individua i docenti più anziani, tuttavia, viene in parte mediata (pur rimanendo statisticamente significativa), passando da 25 a circa 15 punti percentuali, mentre forza e significatività della *dummy* che individua i docenti tra 50 e 55 anni vengono mediate in misura minore.
- Motivazione a iscriversi: i docenti entrati in PON M@t.abel+ perché consigliati dal dirigente scolastico mostrano una propensione a essere aderenti di 14 punti percentuali minore rispetto a quelli che si sono iscritti su propria iniziativa; coloro che sono stati iscritti dal dirigente senza condividere appieno la scelta (o iscritti senza essere stati consultati) mostrano una propensione ad aderire al protocollo 28 punti percentuali minore rispetto ai docenti che si sono iscritti di propria iniziativa.
- Esperienza precedente di formazione: i docenti che hanno seguito uno o più corsi corso o due o più corsi di formazione negli ultimi due anni hanno una propensione maggiore a realizzare il trattamento (circa 13 punti percentuali). A seguito dell'inserimento delle altre variabili individuali il coefficiente, pur rimanendo sostantivamente rilevante, risulta al margine della significatività statistica.
- Familiarità con l'uso del pc: i docenti con maggiore dimestichezza con il pc (misurata tramite un indice attivo che prende in considerazione il numero di programmi svolti) tendono a essere maggiormente *complier*. Anche se le cadute sono concentrate nella parte iniziale, per il proseguimento del corso di formazione appare importante che i docenti abbiano già dimestichezza con le ICT<sup>73</sup>.

Variabili invece come il genere e il tipo di laurea conseguita non sembrano influire sulla *compliance*.

I risultati presentati mostrano come l'aderenza al protocollo di PON M@t.abel+ sia associata sia a fattori individuali che a fattori di contesto: i docenti più giovani, con precedenti esperienze di formazione risultano più propensi ad aderire al protocollo rispetto ai loro colleghi. Lo stesso discorso vale anche per coloro che provengono da scuole con status socio-economico basso e da coloro che, rispetto al livello medio di matematica della scuola si trovano in posizioni estreme: i docenti delle scuole in cui gli alunni sono più bravi e quelli in cui gli alunni sono meno bravi. Il tipo di iscrizione a PON [M@t.abel+](#) sembra essere un importante fattore associato all'effettivo conseguimento del

---

<sup>73</sup> Le domande della batteria indagavano l'uso frequente del pc per i seguenti utilizzi: word, excel, power point, programmi per l'insegnamento, gestione di siti o blog, partecipazione a corsi di formazione *on-line*, partecipazione a forum/videoconferenze. Le domande circa l'uso del pc erano state condotte nel questionario iniziale, a formazione già iniziata, quindi potenzialmente influenzate dal trattamento. Riteniamo tuttavia improbabile che questo sia avvenuto, in quanto l'utilizzo di programmi specifici non è parte della formazione PON M@t.abel+.

percorso di formazione: i docenti che han chiesto di iscriversi, al netto delle altre variabili inseriti nel modello, mostrano una propensione ben maggiore di essere *complier* sia dei docenti che sono stati iscritti “controvoglia” che di coloro che hanno accettato di buon grado l’inserimento nel programma. Il canale consueto di iscrizione che vuole il dirigente come propositore dei programmi di formazione risulterebbe, quindi, portare a risultati subottimali, almeno per quanto riguarda la partecipazione. Occorre tuttavia ricordare come, grazie al canale di comunicazione costituito dai dirigenti scolastici, sia stato possibile il contatto e l’inclusione della maggior parte dei docenti nel corso, i quali altrimenti si sarebbero probabilmente trovati privati della possibilità di iniziare il corso data la scarsità di iscrizioni. Questo suggerisce che la modalità di reclutamento di PON [M@t.abel+](#), basata sull’indicazione del dirigente scolastico e in collegamento con il piano di offerta formativa (affinché la didattica innovativa proposta da PON [M@t.abel+](#) diventi un valore dell’intera scuola piuttosto che del singolo docente) non è necessariamente poco efficiente. È importante, tuttavia, cercare di disincentivare le iscrizioni “coatte” (che, anche se non molto diffuse sono comunque presenti) da parte dei dirigenti in quanto queste si traducono in elevatissima probabilità di abbandono da parte dei docenti, con conseguente difficoltà di pianificare, per tutor e colleghi, le attività in presenza. Per meglio mirare l’intervento, inoltre, appare utile favorire l’inserimento di docenti più giovani. L’età elevata dei docenti che partecipano alla valutazione (circa 55 anni) è indicativa del fatto che le iniziative di formazione sono generalmente rivolte al personale di ruolo. Per includere i più giovani andrebbero coinvolti anche gli insegnanti a tempo determinato, magari condizionando la loro partecipazione al rimanere nella scuola anche l’anno successivo<sup>74</sup>.

Per quanto attiene alle altre caratteristiche rilevanti, non vi sono particolari sorprese: è infatti comune trovare che chi ha già fruito di formazione si impegna a farne. Non vi sono tuttavia elementi sufficienti per affermare che docenti meno bisognosi di formazione sono anche coloro che più si impegnano in PON [M@t.abel+](#) o viceversa.

Un elemento di riflessione deriva dall’analisi delle caratteristiche di contesto: a parità di altre condizioni, sono più propensi a completare il percorso i docenti delle scuole in cui gli alunni vanno meglio o peggio, oltre a quelli non appartenenti al quartile più alto dello status socio-economico. I due risultati segnalano che i docenti vedono PON [M@t.abel+](#) da un lato come un’opportunità di emancipazione rispetto a scuole con alunni “difficili” e, al contempo, un’opportunità di rafforzamento delle eccellenze nelle scuole dove gli alunni ottengono risultati migliori. Il dato sullo status socioeconomico, che vede una partecipazione più attiva dei docenti provenienti da contesti più disagiati, rafforza l’interpretazione circa la natura “*remedial*” della formazione agli occhi degli insegnanti. Questi due risultati non sono necessariamente in contraddizione l’uno con l’altro: la correlazione tra la misura di abilità degli studenti e lo status socio-economico infatti, benché correlati, non misurano lo stesso fenomeno.

A maggior ragione diventa più difficile stabilire se chi si è impegnato nella formazione l’abbia fatto perché meno bisognoso o viceversa più bisognoso nell’affrontare alunni e contesti scolastici di tipo diverso. A questo proposito, è opportuno notare che la stabilità di questi risultati a seguito dell’inclusione di variabili individuali sembra escludere che si tratti di un effetto composizione dovuto al corpo docente, almeno per quanto riguarda le caratteristiche osservabili rilevanti.

---

<sup>74</sup> Si noti a questo proposito che a partire dall’anno scolastico 2010/2011 (anno base per la “seconda wave” della valutazione di PON [M@t.abel+](#)) le candidature per la formazione sono state espresse all’inizio dell’anno scolastico in settembre facilitando l’indicazione di docenti anche a tempo determinato che prestano servizio nella scuola (prima veniva indicata in luglio, alla fine dell’anno scolastico precedente, rendendo più difficile l’individuazione di docenti non già stabilizzati).

Le analisi mostrate nella prima parte del capitolo indicano che, prima ancora dell'avvio dei corsi, il 25% dei docenti iscritti a luglio (e facente parte del gruppo degli osservati) era già da considerarsi un *drop-out*. Una percentuale elevatissima, che si traduce, nel concreto in un considerevole spreco di tempo sia per le scuole che per l'amministrazione, oltre a tradursi in un'elevata incertezza circa l'avvio dei corsi. L'analisi delle ragioni di chi non si è nemmeno presentato, inoltre, indica l'esistenza di un *trade-off* tra la diffusione dei presidi sul territorio (elemento, questo, che viene in conto alle esigenze dei docenti, mediamente restii a spostarsi) e le modalità ministeriali di attivazione del corso, le quali avevano richiesto, per il 2009-10, il requisito minimo di 10 corsisti. In mancanza di un fenomeno di iscrizioni di massa (che è difficile prevedere per il futuro), è opportuno tenere in conto che l'elevata polverizzazione dei presidi sul territorio va a discapito delle concrete possibilità di attivazione degli stessi. È possibile che parte delle rinunce derivi anche dal fatto che, il meccanismo di ri-allocazione dei docenti sui presidi avvenuto a settembre 2009 abbia scoraggiato una quota di docenti, modificando in corso d'opera la sede di assegnazione.

### ***Conseguimento del certificato e inclusione nell'esperimento***

Nel corso della randomizzazione erano stati esclusi numerosi docenti per mancanza di requisiti fondamentali per la valutazione come la presenza di più di un iscritto per scuola di origine, etc. (per ulteriori approfondimenti si veda il Rapporto sulle attività della valutazione (settembre 2010). Questi docenti, pur non essendo oggetto delle rilevazioni effettuate per la valutazione (*non osservati*), hanno potuto partecipare al percorso di formazione e dalla piattaforma di monitoraggio dell'intervento presso l'ANSAS è noto se hanno o meno ottenuto la certificazione (ossia una forma debole di aderenza al protocollo).

Occorre ricordare che, dopo aver selezionato tramite la randomizzazione quali docenti mandare al trattamento e osservare, sono di fatto venuti meno alcuni presidi per mancanza nel numero minimo di docenti necessario per avviare una classe PON [M@t.abel+](#). I docenti iscritti in tali presidi sono di fatto stati impossibilitati a completare il percorso di formazione, indipendentemente dalla loro volontà. La necessità di perfezionare l'iscrizione a settembre, e la contemporanea riallocazione dei docenti ai presidi, inoltre, ha provocato cadute ulteriori tra gli iscritti. A settembre, risultavano assegnati a un presidio attivo circa il 71% dei docenti non osservati e l'87% dei docenti osservati, come risulta dalla tabella 4.10. Vi è, quindi, una minore quantità di mancate iscrizioni a settembre per i docenti osservati rispetto ai docenti non osservati, come mostrato nella tabella 4.10.

**Tabella 4.10 – Situazione di certificazione e di caduta di presidi per stato del docente**

<b>Stato del docente</b>	<b>N</b>	<b>Non iscritti a settembre</b>	<b>Certificazione totale</b>	<b>% certificati<sup>a</sup></b>	<b>% cf<sup>a</sup>. su tot. presidi attivi</b>
Iscritti non osservati	413	118	159	38,5	53,9
<i>Iscritti osservati</i>					
Assegnati	409	52	199	48,7	55,7
Controlli	172	-	-	-	-
<b>Totale</b>	<b>994</b>	<b>170</b>	<b>358</b>	<b>36</b>	<b>43,4</b>

<sup>a</sup> Certificazione in presenza e on-line

Tra i criteri che hanno guidato la scelta dei docenti osservabili c'era, infatti, anche la minimizzazione della caduta dei presidi ed erano stati esclusi dalla randomizzazione i presidi a rischio o quelli situati in province con un basso numero di iscritti. Escludendo i casi di cadute premature, la proporzione di docenti certificati è molto simile tra osservati e non osservati (valore osservati: 55,7%; valore non osservati: 53,9%).

La maggiore/minore propensione a completare il percorso PON M@t.abel+ a seconda del diverso status dei docenti in termini di inclusione nella valutazione (osservati versus non osservati) è stata esplorata anche tramite l'utilizzo di modelli regressione binomiale logistica sulla probabilità di ricevere la certificazione ANSAS in presenza e on-line con lo scopo di individuare l'eventuale presenza di un effetto Hawthorne.

La stima della differenza tra osservati e non osservati risulta minima e comunque non significativa, anche controllando per possibili effetti di composizione a livello di scuola, di contesto geografico e individuale (le uniche variabili disponibili anche per i docenti non osservati sono il genere e l'età). Non sembrano quindi esservi elementi a supporto del fatto che il mero inserimento nel progetto Valutazione PON M@t.abel+ abbia modificato il comportamento degli insegnanti, almeno per quanto riguarda l'assiduità di partecipazione al percorso di formazione.

## 4.2 L'esperienza PON M@t.abel+ vista dai docenti

In questo paragrafo, si individuano possibili dimensioni di interesse e criticità rispetto alla formazione M@t.abel e al trasferimento degli elementi innovativi proposti dal percorso formativo nell'effettiva pratica didattica in classe, guardando alla descrizione dell'esperienza fornita dai docenti partecipanti alla formazione PON M@t.abel+ nell'a.s. 2009/2010.

Le principali fonti d'informazioni sono: (a) il questionario docenti post-trattamento, somministrato via CATI; (b) i diari di bordo prodotti dai docenti nel corso della sperimentazione sull'implementazione delle attività in classe; e (c) i *focus group* condotti con i tutor della formazione PON M@t.abel+ per l'a.s. 2009/2010.

Le analisi sono relative ai soli 209 docenti che hanno completato la formazione PON M@t.abel e sperimentato le unità didattiche in classe. Sono inclusi quindi anche i docenti che hanno conseguito solo il certificato in presenza, per due motivi: anche i docenti certificati solo in presenza, infatti, hanno partecipato a un segmento importante della formazione e, riteniamo può essere utile analizzare anche la loro esperienza di formazione; secondariamente, la bassa numerosità del campione di docenti rende preferibile l'inclusione di un numero maggiore di casi<sup>75</sup>. Per semplicità di esposizione, vengono presentati i principali risultati emersi nell'analisi delle distribuzioni di frequenza e di correlazione tra le dimensioni indagate dal questionario, poi confermate dalle informazioni provenienti dalle altre fonti. Per ulteriori approfondimenti si vedano il Rapporto sull'analisi dei diari di bordo a.s. 2009/2010 (<http://www.invalsi.it/invalsi/ri/matabel/?settore=documenti>) e i resoconti delle discussioni durante i *focus group* nell'Appendice A5.

I risultati sono organizzati in funzione di due specifiche fasi del programma:

### 1) *Le modalità di iscrizione e partecipazione alla formazione*

L'iscrizione a PON M@t.abel avviene su base volontaria in seguito a un'indicazione dei dirigenti scolastici o alla manifestazione di interesse individuale da parte dei docenti, segnalata ai propri

---

<sup>75</sup> Non saranno mostrate le analisi per sottogruppi (complier/certificati totali/certificati in presenza), in quanto questi differiscono solo marginalmente.

dirigenti oppure su iniziativa di questi ultimi. La formazione prevede per i docenti la possibilità di seguire per l'intero anno scolastico e in maniera continuativa un percorso di formazione e accompagnamento tramite una piattaforma virtuale *on-line* e un tutor appositamente formato disponibile a supportare l'insegnante nella sua sperimentazione del nuovo approccio. La formazione è di tipo *blended*. Inizialmente prevede un corso *face-to-face*, per un totale di otto incontri alla presenza di un tutor (26 ore). Il corso si svolge presso le scuole presidio, in cui vengono organizzate classi composte tra i 10 e i 20 docenti ciascuna. Progressivamente gli insegnanti sono coinvolti anche in classi virtuali (40 ore) dove possono utilizzare strumenti *on-line* (video-conferenza, piattaforma *on-line*, *repository* dei materiali didattici, forum di discussione) e confrontare le proprie esperienze con il tutor e con i colleghi della propria classe di appartenenza o di altre scuole presidio.

## 2) *La sperimentazione in classe con gli studenti*

La sperimentazione prevede l'utilizzo in classe di specifiche unità didattiche tramite cui gli insegnanti sono introdotti alle problematiche oggetto di formazione attraverso esempi concreti. Le unità didattiche rivestono un ruolo centrale nel processo formativo, dal momento che sono gli oggetti attraverso cui gli insegnanti sperimentano concretamente l'approccio M@t.abel in classe; sono inoltre gli elementi su cui si basano le riflessioni e gli scambi tra tutor e insegnanti (e tra insegnanti stessi). Le attività proposte per la scuola secondaria di primo grado nell'a.s. 2009/2010 sono in totale 28, divise in quattro nuclei tematici: numeri, geometria, relazioni e funzioni, dati e previsioni. Gli insegnanti sono chiamati a sperimentare con le proprie classi quattro unità didattiche (una per ciascun nucleo tematico) e a relazionare sulle loro esperienze di sperimentazione attraverso la stesura di un "*diario di bordo*".

### *Le modalità di iscrizione e partecipazione alla formazione*

Un primo risultato emerso grazie all'osservazione dei processi indotta dalla valutazione è stato rilevare che l'effettiva partecipazione degli insegnanti - che pure si erano iscritti a PON [M@t.abel](#) + - è stata piuttosto bassa. Solo il 39% ha svolto la formazione e la sperimentazione in classe secondo il protocollo e la quota sale al 53% se si considerano anche coloro che hanno completato parzialmente il percorso. Come visto nel paragrafo precedente, circa un quarto dei corsisti non inizia nemmeno la formazione, a causa di problemi di ordine burocratico amministrativo o per la lontananza dei presidi. Un altro quarto dei partecipanti, inoltre, abbandona il corso a formazione iniziata, principalmente a causa dell'eccessivo impegno richiesto dalla formazione stessa. La partecipazione completa al percorso formativo è poi favorita da alcuni fattori individuali, che tracciano il profilo di quanti portano più spesso a termine l'esperienza: si tratta dei docenti più giovani, con precedenti esperienze di formazione e che avevano spinto il proprio dirigente a iscriverli a PON M@t.abel+. Nonostante il canale principale attraverso cui i docenti hanno accesso a [M@t.abel](#)+ sia la comunicazione del dirigente, le analisi evidenziano come questi tipo di reclutamento si traduca in minori probabilità di essere complier. Rispetto alle principali criticità riscontrate nella partecipazione al corso, emergono alcuni aspetti relativi alla formazione *on-line*. Circa un terzo dei docenti ha segnalato difficoltà nell'utilizzo della piattaforma, connesse in particolare all'impossibilità di utilizzare *breeze*<sup>76</sup> per le lezioni simultanee (38%), ai problemi di connessione (33%) e alla difficoltà a scaricare i materiali (36%). Queste criticità trovano conferma nei *focus group* con i tutor M@t.abel che hanno segnalato *problematiche di tipo tecnico* rispetto alla formazione erogata, in particolare connesse all'utilizzo della piattaforma, non sempre perfettamente funzionante; alla pesantezza del software utilizzato per la videoconferenza e alla mancata notifica dei nuovi interventi postati nei forum. Tuttavia, i tutor sembrano addurre tali

---

<sup>76</sup> Piattaforma che consente di ricreare un laboratorio sincrono *on-line*, ovvero un ambiente in cui possibile intervenire in audio, comunicare via chat, vedere e modificare i documenti condivisi dal moderatore o dai colleghi.



problematiche anche al *basso di livello di competenze informatiche* dei docenti-corsisti (soprattutto i meno giovani), che ne limiterebbe la capacità di utilizzo dei dispositivi tecnologici e ridurrebbe la dimestichezza a lavorare a distanza. Nonostante le problematiche dichiarate rispetto alla formazione on-line e all'utilizzo della piattaforma, buona parte dei docenti (66%) dichiara di aver contattato i propri compagni di corso PON [M@t.abel+](#) al di fuori dell'orario degli incontri di formazione (on-line e in presenza) per discutere dei materiali e confrontarsi sulla formazione. È quindi probabile che i docenti abbiano privilegiato modalità di contatto diretto (telefono, e-mail) - come emerso nei *focus group* - all'interazione preposta entro la classe virtuale. A tale riguardo, sebbene il giudizio fornito dai docenti sull'operato del tutor risulti nel complesso positivo (media=8,3 e ds=1,9 su una scala da 1 a 10), non sorprende che la dimensione con la valutazione più bassa – seppur in un quadro di sostanziale soddisfazione - sia proprio quella relativa alla *capacità del tutor di dare consigli concreti calati sulla realtà scolastica* (media=7,9 e ds=1,9 su una scala da 1 a 10). Tale funzione tutoriale risulta centrale proprio nella fase di accompagnamento *on-line* dei docenti rispetto alla sperimentazione delle attività effettuate con i propri studenti. Si può ipotizzare, quindi, che lo scarso supporto percepito dai docenti rispetto alla soluzione di problemi concreti riferiti alla propria realtà scolastica, non sia esclusivamente dovuto alla preparazione e professionalità del tutor, ma possa essere spiegato anche dall'inefficienza della classe virtuale, a rinforzare l'ipotesi di un eventuale legame tra valutazione della funzione tutoriale e funzionamento tecnico della piattaforma *on-line*.

Un ulteriore aspetto che ci sembra interessante sottolineare concerne il *carattere collaborativo* dell'esperienza, rispetto alle occasioni di confronto e condivisione di esperienze con altri colleghi che PON [M@t.abel+](#) offre ai docenti nei propri contesti di lavoro. I *focus group* con i tutor segnalano proprio tale aspetto come principale punto di forza di PON [M@t.abel+](#). La quasi totalità dei docenti, infatti, sostiene che vi sono state occasioni di confronto con i colleghi della propria scuola coinvolti nella sperimentazione e che, in circa la metà dei casi (46%), la preparazione dei materiali e delle lezioni è avvenuta congiuntamente. Il 66% dei docenti dichiara di essersi sentito motivato dai colleghi di matematica della propria scuola, e ben il 90% suggerirebbe a un collega di prendere parte alla sperimentazione l'anno successivo, a segnalare il rafforzamento di scambi e proposte didattiche che [M@t.abel](#) sembra in grado di attivare all'interno della stessa scuola. Il dato, data la natura per certi versi "solitaria" dell'insegnamento, è decisamente significativo. Il ricorso al lavoro di gruppo nella preparazione, inoltre, non sembra concludersi con l'esperienza di formazione PON [M@t.abel+](#), come dimostrano gli effetti sulle pratiche didattiche dei docenti rilevate ad oltre 7 mesi dalla conclusione della formazione (cfr. § 3).

Per meglio mirare l'intervento, tuttavia, appare utile favorire l'inserimento di docenti più giovani (anche a tempo determinato) o garantire comunque che gli iscritti abbiano preliminarmente una sufficiente dimestichezza con l'uso del PC. Si ritiene importante, inoltre, rafforzare il carattere *blended* della formazione attraverso la predisposizione di un ambiente virtuale che risulti reale spazio di confronto tra tutor e docenti.

### *La sperimentazione in classe con gli studenti*

Il principale criterio che ha orientato la scelta delle unità didattiche, oggetto della sperimentazione in classe, sembra essere connesso all'esigenza di integrare le unità svolte all'interno della programmazione didattica (55,5%). Ulteriori alternative scelte sono le carenze degli studenti (9,6%), la stima dei tempi necessari per la sperimentazione (9,6% dei docenti) e - in misura minore - i suggerimenti forniti dal tutor (6,2%). Sin da subito emerge, quindi, un quadro di forte adempimento al mandato scolastico che impone lo svolgimento del curriculum, a dispetto delle specifiche esigenze di

apprendimento degli studenti. Infatti, come segnalato anche dall'analisi dei diari di bordo<sup>77</sup>, parte dei docenti tende a considerare la sperimentazione nei suoi aspetti tecnico-procedurali, in quanto mera applicazione di materiali didattici strutturati. Il focus è sulle unità di lavoro, che in alcuni casi sono riproposte scontatamente entro una logica di tipo routinario, senza che venga colto alcun cambiamento circa il proprio atteggiamento verso la disciplina e le modalità di insegnamento abitualmente adottate. In tal senso, la sperimentazione non sembra ancorata a interlocutori e obiettivi; sembra esserci, piuttosto, una scotomizzazione tra la relazione di apprendimento e l'autoreferenzialità della proposta didattica, nell'impossibilità di prefigurare sviluppo e innovazione.

Tra le principali criticità riscontrate nella realizzazione delle attività<sup>78</sup>, circa un terzo dei docenti segnala proprio il basso rendimento scolastico della classe in generale (33%), l'eccessivo divario nei livelli di abilità degli studenti (32%) e la scarsa motivazione degli studenti all'apprendimento (28%). È probabile quindi che la scarsa riflessione sulle carenze degli studenti e sui processi da potenziare, abbia determinato la scelta da parte del docente di unità di lavoro poco rispondenti al livello della classe, quanto piuttosto orientate ai contenuti disciplinari da affrontare in base alla programmazione didattica. A conferma di ciò, ben il 90% dei docenti ha, infatti, introdotto le attività previste dall'unità didattica nella normale lezione e la somministrazione delle prove di verifica è stata proposta agli studenti come strumento per una valutazione scolastica (84%), prevedendo in buona sostanza l'integrazione degli abituali compiti in classe con parti dedicate ai contenuti della sperimentazione (66% dei docenti). La scelta delle unità, inoltre, sembra connessa ai contenuti che risultano più familiari al docente, come suggerito - in fase di implementazione - dalla forte concentrazione solo su alcune unità tra quelle disponibili per la sperimentazione (Tab. 4.5). L'analisi dei diari di bordo, infatti, rileva come uno dei principali limiti sia proprio l'eccessiva centratura sul metodo M@t.abel, senza la costruzione di un ancoraggio significativo alla funzione educativa entro il contesto classe e ad obiettivi di sviluppo per la professionalità docente.

Per quanto concerne l'implementazione delle attività, solo la metà dei docenti dichiara di aver svolto tutte le unità didattiche in maniera completa (49%), mentre uno su dieci dichiara di averlo fatto sempre in maniera parziale (10%). Ciò potrebbe sottolineare proprio la necessità di adattare i materiali di lavoro alle esigenze della programmazione didattica, anche in funzione dello scarso tempo a disposizione per la sperimentazione in classe, dato rilevato come principale criticità dal 71% dei docenti. Ciò si riflette, infatti, anche nella necessità di disporre di prove di verifica che siano appositamente formulate per la sperimentazione dal docente stesso (64%), oltre a quelle già presenti in piattaforma, comunque utilizzate nell'89% dei casi.

Rispetto alle modalità con cui è stata proposta la sperimentazione agli studenti, in un'alta percentuale di casi i docenti hanno cambiato la disposizione dei banchi nell'aula (70%) o hanno portato gli studenti in laboratorio (66%), a segnalare proprio la scarsa propensione a svolgere abitualmente attività di tipo laboratoriale in classe, come evidenziato anche dall'analisi dei diari di bordo. Lo svolgimento delle attività in classe, inoltre, ha solo parzialmente previsto l'utilizzo di *slides* o lucidi proiettati, privilegiati entro un assetto di lezione frontale, a favore di un significativo ricorso - per alcune unità didattiche - all'aula informatica (68% dei docenti) e alla LIM (48%), quali strumenti in grado di coinvolgere gli studenti in una formazione maggiormente laboratoriale. Fondamentali - per tutte le unità didattiche sperimentate - le fotocopie e i materiali scaricati dalla piattaforma (72%), oltre alla presenza di ulteriori materiali a integrazione di quelli presenti in piattaforma (52%), in particolare materiali aggiuntivi predisposti dal tutor (63%), nella necessità di ampliare e adattare le attività alla propria realtà di classe. Tuttavia, si rileva come la presenza di problematiche di tipo tecnico, e forse la scarsa propensione dei

---

<sup>77</sup> Disponibile, ricordiamo, all'indirizzo <http://www.invalsi.it/invalsi/ri/matabel/?settore=documenti>.

<sup>78</sup> La valutazione prevedeva una scala a 4 passi (*Per nulla, Poco, Abbastanza, Molto*). Le percentuali riportate si riferiscono alla somma delle risposte *Abbastanza* e *Molto*.

docenti all'utilizzo dei dispositivi informatici, abbia portato a prolungare i tempi della sperimentazione e a svolgere le unità di lavoro in modo parziale, rendendo quindi la scelta dell'aula informatica un possibile ostacolo piuttosto che una risorsa. Nel complesso circa un docente su due dichiara, infatti, la carenza di computer (45%), software (48%) e assistenza tecnica (46%). L'integrazione della proposta [M@t.abel](#) con la programmazione didattica risulterebbe, quindi, ancora più difficoltosa a causa dell'assetto laboratoriale previsto dalle unità didattiche e alla complessa gestione dei gruppi di lavoro, a cui i docenti sembrano poco abituati nella propria attività di insegnamento con gli studenti. Conferma di ciò verrebbe anche dalla maggior consapevolezza che sembrano mostrare gli insegnanti trattati rispetto alle difficoltà di gestione dei lavori di gruppo, come visto in precedenza (§ 3).

Rispetto alla valutazione dell'esperienza e all'impatto della sperimentazione sulla programmazione didattica abituale, i docenti affermano di aver utilizzato le unità didattiche di [M@t.abel](#) per svolgere in modo diverso alcuni dei contenuti già previsti (87%) e di aver maggiormente approfondito alcuni contenuti previsti dal programma/libri di testo (77%). Una quota minoritaria ha ridotto alcuni contenuti della programmazione iniziale per fare spazio ai contenuti delle unità didattiche [M@t.abel](#) (36%) e ha tralasciato parte del programma didattico/libri di testo per affrontare nuovi contenuti (27%), coerentemente con la preoccupazione associata allo svolgimento del curriculum. Il maggiore utilizzo delle unità didattiche per trattare in modo diverso o approfondire i contenuti già previsti, è associato nel complesso a una tendenza a tralasciare maggiormente parte del programma/libri di testo per affrontare nuovi contenuti (29% vs 14%), ma non necessariamente a una riduzione dei contenuti della programmazione didattica. A conferma di questo, si rileva come l'aver svolto tutte le unità didattiche in maniera completa sia legato maggiormente all'esigenza di approfondire i contenuti didattici previsti dal programma (78% vs 59%) e a una minore riduzione dei contenuti della programmazione didattica iniziale (66% vs 59%). Si può ipotizzare, a tale riguardo, come l'utilizzo parziale delle unità didattiche abbia risentito maggiormente di una applicazione procedurale della sperimentazione da parte dei docenti. Come già evidenziato nell'analisi dei diari di bordo, vi è stata in parte una implementazione superficiale delle unità di lavoro di cui non si è pienamente colta la filosofia sottostante e non si è sufficientemente valorizzata la dimensione innovativa per una reale ridefinizione della propria modalità di insegnamento. I docenti hanno quindi pensato di disporre di materiali didattici strutturati da utilizzare all'occorrenza, anche solo parzialmente, come supporto secondario alle proprie lezioni abituali e a fini per lo più esemplificativi; modalità che si è rilevata disfunzionale allo svolgimento della programmazione didattica ordinaria.

Le reazioni degli studenti alla sperimentazione<sup>79</sup> hanno riguardato più in dettaglio l'interesse per i materiali messi a disposizione, rilevato dall'89% dei docenti, la partecipazione attiva alla lezione (90%), l'entusiasmo per gli stimoli e le proposte presentate (82%) e la maggiore collaborazione tra studenti nello svolgimento delle attività (77%). Complessivamente, i docenti rilevano alcuni effetti di [PON M@t.abel+](#) sui propri studenti (Tabella 4.6), tra cui: l'interesse verso la matematica (54% dei docenti), in particolare degli studenti già bravi (65% dei docenti); un migliore apprendimento in matematica (45% dei docenti), in particolare degli studenti già bravi (48% dei docenti), ma anche di quelli meno bravi (39%); e un miglioramento del rapporto tra insegnante e studenti (39% dei docenti).

La valutazione globale sull'esperienza effettuata risulta sostanzialmente buona (media=7,7 e ds=1,4 su una scala da 1 a 10). In genere, i vantaggi percepiti in merito al metodo [M@t.abel](#) per la professionalità docente hanno riguardato la possibilità di mettere a disposizione degli insegnanti un repertorio di materiali utili (94% dei docenti), rendere più stimolante l'insegnamento della matematica (87% dei docenti) e dotare gli insegnanti di una metodologia didattica adatta alla scuola di oggi (86% dei docenti). Sebbene la proposta [M@t.abel](#) sia consensualmente ritenuta utile e interessante dai docenti,

---

<sup>79</sup> La valutazione prevedeva una scala a 5 modalità (*Nessuno o quasi, Una minoranza, Circa metà, La maggioranza, Tutti o quasi*). Le percentuali riportate si riferiscono alla somma delle risposte *La maggioranza* e *Tutti o quasi*.

tuttavia, questi ultimi non rilevano un significativo cambiamento nel proprio modo di fare didattica in classe. Vi è, infatti, la difficoltà di cogliere la concreta spendibilità di un metodo innovativo nella prassi didattica quotidiana, a segnalare la profonda distanza tra la comprensione di [M@t.abel](#) e la sua implementazione, in altri termini tra teoria e pratica. Tale aspetto si riflette, inoltre, nella percezione di una efficacia delle attività svolte alquanto contenuta rispetto al miglioramento delle competenze matematiche degli studenti, in particolare di quelli che mostrano le maggiori difficoltà. La bassa autoefficacia percepita nella relazione di apprendimento con gli studenti potrebbe, in tal senso, essere dovuta ai vincoli (spaziali, temporali, curricolari) della sperimentazione, che - agli occhi dei docenti - rendono [M@t.abel](#) una proposta alternativa limitata ad affrontare alcuni contenuti, piuttosto che un *modus operandi* estendibile all'insegnamento della disciplina nel suo complesso.

Il problema del tempo sembra essere legato alla percezione del docente, piuttosto che un elemento "oggettivo" esclusivamente legato ad aspetti di tipo logistico-organizzativo. Ne è una conferma il fatto che nelle classi a tempo prolungato i docenti abbiano fatto con minore frequenza tutte le unità didattiche in modo completo (48% vs 52%). Si riscontra, infatti, il tentativo da parte del docente di "normalizzare" la proposta [M@t.abel](#), riconducendola agli usuali ritmi di svolgimento del curriculum in classe, come testimonia l'utilizzo di unità didattiche afferenti a nuclei tematici meno noti (Relazioni e Funzioni; Dati e previsioni), riservate alla fine dell'anno scolastico e il fatto che la motivazione principale che guida alla scelta delle unità è il fatto che queste si inseriscano bene all'interno del programma. Per il 55% dei docenti, infatti, questa è la principale motivazione, mentre le altre opportunità di risposta (ad esempio: carenze degli studenti, il tempo stimato, suggerimento di colleghi e tutor) raccolgono consensi residuali. E' probabile quindi che la preoccupazione associata ai limiti di tempo (come confermato dai diari di bordo), abbia spinto i docenti a fare un utilizzo meno funzionale delle unità di lavoro con i propri studenti - scelte prevalentemente in funzione del programma da portare a termine e di cui sarebbero state utilizzate solo alcune parti da combinare con l'usuale lezione frontale. Tale modalità di utilizzo parziale, tuttavia, si è dimostrata in fase di implementazione particolarmente dispendiosa, portando paradossalmente - come accennato sopra - a una maggiore riduzione dei contenuti del programma.

In base a quanto evidenziato sino ad ora, sembrerebbe che - al di là del supporto fornito dal dirigente scolastico - la formazione [M@t.abel](#) abbia bisogno di alcuni requisiti di base affinché risulti effettivamente funzionale.

**Tab. 4.11 - Dimensioni dell'implementazione rilevate nei diari di bordo dei docenti**

	<i>NUMERI</i>	<i>GEOMETRIA</i>	<i>RELAZIONI E FUNZIONI</i>	<i>DATI E PREVISIONI</i>
<b>SCELTA DELLE UNITA' DIDATTICHE</b>				
Indice di eterogeneità ( $0 \leq G \leq 1$ ) <sup>80</sup>	0,87	0,94	0,96	0,83
Indice di concentrazione ( $0 \leq R \leq 1$ ) <sup>81</sup>	0,54	0,39	0,34	0,62
<b>TEMPI DELLE ATTIVITA'</b>				
Periodo di sperimentazione - Unità didattiche svolte entro Marzo 2010 (percentuali cumulata)	79,31	76,23	33,15	32,97
Giorni di sperimentazione (valori medi)	17,88	16,19	13,19	13,92
Ore di sperimentazione (valori medi)	6,62	6,08	6,29	6,85
Ore di impegno personale (valori medi)	4,77	4,41	4,36	4,79
<b>EFFICACIA DELLE ATTIVITA' NEL GIUDIZIO DEI DOCENTI</b>				
<b>Efficacia per il recupero degli studenti in difficoltà</b>				
Efficace (percentuali)	70,9%	77,7%	82,1%	77,7%
Non efficace (percentuali)	11,3%	8,9%	7,4%	11,2%
Parzialmente efficace (percentuali)	8,4%	7,9%	3,7%	3,7%
Risposta mancante (percentuali)	9,4%	5,5%	6,8%	7,4%
<b>Efficacia per lo stimolo degli studenti più brillanti</b>				
Efficace (percentuali)	89,6%	92,6%	91%	91,5%
Non efficace (percentuali)	2%	2%	2,6%	1,6%
Risposta mancante (percentuali)	8,4%	5,4%	6,3%	6,9%
<b>Cambiamento dell'impostazione didattica precedente</b>				
Cambiamento (percentuali)	24,6%	29,7%	21%	25,5%
Assenza di cambiamento (percentuali)	26,6%	23,8%	26,8%	29,3%
Rafforzamento di metodologie abitualmente adottate (percentuali)	12,8%	14,8%	15,3%	10,1%
Utilità per gli studenti (percentuali)	24,1%	26,7%	26,3%	24,5%
Risposta mancante (percentuali)	11,9%	5%	10,6%	10,6%

<sup>80</sup> G è l'indice di GINI normalizzato, utile per valutare la mutabilità (variabilità) di una serie di dati qualitativi (nel nostro caso le unità didattiche). G varia tra 0=eterogeneità nulla (un solo titolo è stato scelto da tutti) e 1=eterogeneità massima (tutti i titoli sono stati egualmente scelti):  $0 \leq G \leq 1$

<sup>81</sup> R è l'indice di GINI usato per valutare la concentrazione delle scelte su poche o molte unità didattiche. R varia tra 0=concentrazione nulla (tutti i titoli egualmente preferiti e scelti) e 1=concentrazione massima (un solo titolo prescelto da tutti gli insegnanti):  $0 \leq R \leq 1$

**Tab. 4.12 – Soddisfazione e utilità percepita dai docenti della proposta M@t.abel**

<b>Effetti percepiti sugli studenti</b>		
<i>Miglioramento percepito</i>	<i>Frequenza</i>	<i>Percentuale</i>
Interesse verso la matematica	113	54,1
Interesse in particolare di quelli già bravi	135	64,6
Interesse in particolare di quelli meno bravi	103	49,3
Orientamento degli studenti verso la scelta di studi scientifici	46	22
Disciplina in classe degli studenti	41	19,6
Risultati degli studenti in matematica	80	38,3
Apprendimento in matematica degli studenti	94	45
Apprendimento in particolare di quelli già bravi	101	48,3
Apprendimento in particolare di quelli meno bravi	77	36,8
Rapporto insegnante/studenti	82	39,2
<b>Effetti percepiti sugli insegnanti</b>		
<i>Accordo sull'efficacia percepita di M@t.abel</i>	<i>Frequenza</i>	<i>Percentuale</i>
Rendere più stimolante l'insegnamento della matematica	181	86,6
Rendere più proficuo l'insegnamento della matematica	171	81,8
Aumentare la professionalità dell'insegnante	161	77
Creare una rete di contatti tra gli insegnanti	161	77
Mettere a disposizione degli insegnanti un repertorio di materiali	197	94,3
Stimolare gli insegnanti a ripensare criticamente il modo in cui lavorano	181	86,6
Dotare gli insegnanti di una metodologia didattica adatta alla scuola di oggi	180	86,1
<i>Principale criterio di utilità (scelta tra più alternative di risposta)</i>	<i>Frequenza</i>	<i>Percentuale</i>
Migliorare la sua capacità di progettazione didattica	56	26,9
Migliorare la selezione dei contenuti da affrontare	19	9,1
Migliorare la sua capacità di mettere a punto strumenti valutativi	7	3,4
Migliorare la capacità di gestione delle dinamiche di classe	11	5,3
Migliorare in generale la qualità delle sue lezioni	10	4,8
Apprendere un metodo didattico innovativo	58	27,9
Crescere professionalmente	33	15,9
Collaborare attivamente con i colleghi	14	6,7

In sintesi, nell'implementazione di PON M@t.abel + nelle classi scolastiche vi è una serie di nuclei concettuali che possono gettare luce sull'intera esperienza di formazione e fornire spunti utili per la successiva lettura conclusiva delle evidenze emerse in questo rapporto. Sinteticamente:

- *Disponibilità di tempo*

La formazione [M@t.abel](#) si rivela essere un percorso molto impegnativo per i docenti, sia rispetto alla partecipazione al corso in presenza e on-line, sia rispetto all'implementazione concreta delle attività da sperimentare in classe con gli studenti. I docenti che abbandonano più spesso la formazione lo fanno, infatti, nella fase iniziale quando, in ipotesi, acquisiscono maggiori informazioni sul carico di lavoro previsto dal percorso. In tale ottica, anche la distanza della scuola presidio – che risulta essere la principale criticità segnalata in merito alla prosecuzione del percorso – sembra rimandare a una sostanziale indisponibilità di tempo da parte del docente.

- *Utilizzo della piattaforma nella formazione on-line*

Il carattere *blended* della formazione [M@t.abel](#) rappresenta un valore aggiunto riguardo la possibilità di integrare l'aspetto teorico e quello pratico e sperimentare fattivamente il metodo didattico appreso nel corso in presenza, adattandolo progressivamente alla propria realtà scolastica. Tuttavia, le difficoltà riscontrate rispetto all'utilizzo della piattaforma nella formazione on-line sembrano aver reso meno incisiva la funzione del tutor in fase di accompagnamento del docente nella sperimentazione delle attività in classe. Inoltre, tale aspetto sembra aver determinato solo parzialmente la creazione di una comunità di pratiche in cui i docenti potessero condividere le proprie esperienze e confrontarsi con contesti diversi.

- *Sufficiente competenza informatica del docente*

Il carattere *on-line* della formazione ricevuta e l'utilizzo di alcuni dispositivi tecnici e informatici previsti – anche solo in parte - nella sperimentazione delle unità didattiche, richiedono ai docenti una sufficiente dimestichezza con l'utilizzo del PC. [Questa](#) dimestichezza, data l'elevata età media dei docenti italiani, non è affatto scontata.

- *Dotazioni tecniche e logistiche della scuola*

Dato il carattere laboratoriale delle proposte didattiche, la sperimentazione sembra richiedere sufficienti risorse da parte della scuola in termini di dotazioni tecniche (LIM, pc, software specifici, ecc.) e logistiche (presenza di un laboratorio e di un'aula informatica). La presenza di tali dotazioni consente ai docenti di prefigurare un maggiore ventaglio di scelte rispetto alle unità didattiche da utilizzare con gli studenti. Inoltre, si favorisce concretamente un ambiente di apprendimento che valorizzi il lavoro di gruppo in classe, evitando inutili perdite di tempo nel predisporre e riorganizzare l'aula per le attività più laboratoriali.

- *Utilizzo completo delle unità didattiche*

L'utilizzo completo delle unità didattiche sembra favorire l'approfondimento dei contenuti già previsti dal programma e la possibilità di affrontarli in modo nuovo. Al contrario, la tendenza ad attingere solo parzialmente alle unità, viste come materiali didattici strutturati da combinare all'occorrenza alle

lezioni frontali, risulta più dispendioso in termini di tempo e meno funzionale all'integrazione tra sperimentazione e curriculum didattico.

### ***Il ruolo dell'età nell'implementazione***

Come si è visto in precedenza (§ 2.3), un fattore determinante nel differenziare i docenti per quanto riguarda la possibilità di usufruire del programma e la sperimentazione in classe sembra essere l'età. I docenti di età intermedia mostrano una minore propensione a completare la formazione, ma siano anche il gruppo di docenti per il quale il trattamento sembra aver dato un effetto positivo sugli apprendimenti degli studenti. Una possibile spiegazione di queste differenze può essere ricercata nei diversi tipi di difficoltà incontrate in sede di implementazione della sperimentazione da insegnanti di età diversa. Come si è anticipato nel paragrafo 2.3, alcuni elementi vanno nella direzione di gettare luce sui possibili meccanismi sottostanti la diversa efficacia di PON [M@t.abel+](#) a seconda dell'età degli insegnanti che lo implementano.

Per analizzare l'associazione tra l'età e i diversi aspetti dell'implementazione si è fatto ricorso a tabelle a doppia entrata, dicotomizzando le variabili di interesse e, in taluni casi, dicotomizzando la variabile età (ricodificata in tal caso in due categorie: docenti 50-55enni versus docenti con meno di 50 anni oppure ultra 55enni). Il fine di quest'ultima operazione è stato quello di isolare il gruppo di docenti sui quali PON M@t.abel+ ha avuto un effetto positivo rispetto alle altre due. In questo modo si sono ottenute delle tabelle 2x2, che hanno consentito di stimare la significatività delle differenze osservate anche basandosi su piccoli numeri. In particolare si è ricorsi al test esatto di Fisher per stimare la significatività delle associazioni osservate. Anche in questo caso sono stati presi in considerazione tutti i docenti che hanno completato almeno il corso di formazione in presenza<sup>82</sup>.

Come prevedibile, tra i docenti la familiarità con le tecnologie informatiche e la loro frequenza di utilizzo diminuisce al crescere dell'età. L'elemento meno prevedibile è, invece, che questo deficit, potenzialmente rilevante nella parte on-line della sperimentazione, si traduce in svantaggio effettivo solo per i docenti più anziani e non per quelli appartenenti alla fascia d'età intermedia (50-55 anni). I docenti più anziani riportano infatti più frequentemente rispetto ai docenti giovani o di età intermedia difficoltà di connessione (46,3% vs 30,3%), problemi di compatibilità col software (26,8% vs 14,3%), problemi con l'organizzazione del sito (26,8% vs 9,5%) e il riscontro di errori nella predisposizione dei materiali (14,6% vs 6,6%). A conferma di ciò, i docenti più anziani sono anche quelli, nella sperimentazione delle unità, hanno maggiormente utilizzato materiali cartacei, come le fotocopie. Anche l'approccio alle tecnologie informatiche cambia in base all'età: i docenti anziani, fanno più ricorso alla proiezione di slide o lucidi (66,3% vs 33,9%) rispetto all'uso di materiali che richiedono più interazione, come le LIM, usate da 36,6% dei docenti anziani rispetto al 51,2% dei colleghi. Le differenze riscontrate nella fase di implementazione, però, potrebbero essere il riflesso di differenze a monte nella scelta dell'unità: la grande maggioranza dei giovani sceglie le unità in base al fatto che queste si inseriscano bene nel programma (62,2%), rispetto a quote minori dei docenti 50-55enni (56,5%) e ultra cinquantacinquenni (46,4%). Anche se non statisticamente significative, i dati mostrano che i docenti più anziani sembrano seguire una più burocratica della sperimentazione, dato che, mentre quelli di fascia intermedia hanno dato maggior peso alle scelte degli studenti.

La familiarità con l'informatica, tuttavia, aiuta i docenti soprattutto nella possibilità di seguire il corso nella parte on-line e nell'orientarsi sul sito, ma non aiuta i docenti nella sperimentazione in classe. In questo caso, sono i docenti di fascia d'età intermedia che riportano più sovente di non aver incontrato problemi durante la sperimentazione. In particolare, rispetto alle altre fasce d'età, i docenti 50-55enni

---

<sup>82</sup> Tutte le associazioni riportate presentano una significatività al test di Fisher  $< 0,10$  (una coda).

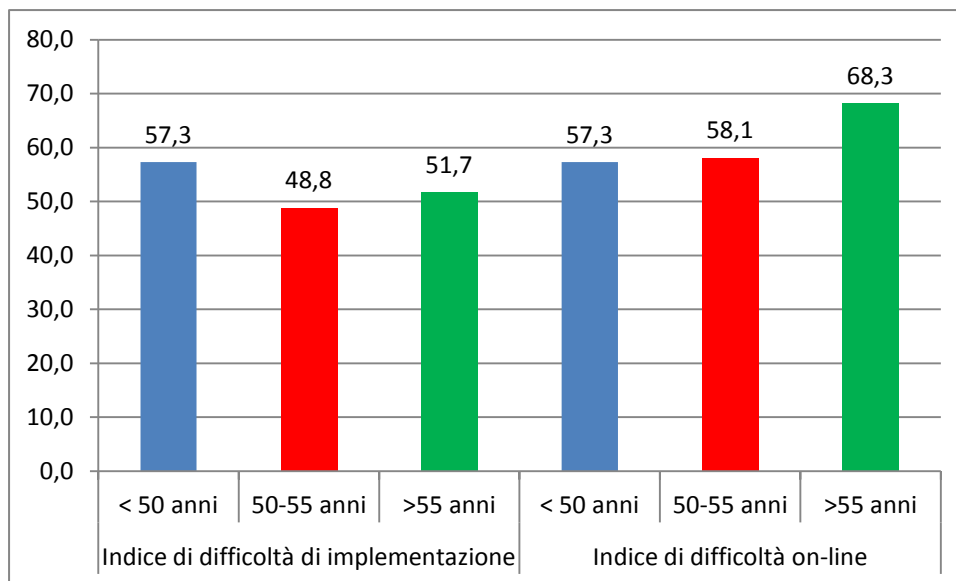


affermano che la sperimentazione non è stata negativamente influenzata da carenza di software (59,3% vs 47,1%), carenza di computer (61,6% vs 49,6%), ma anche da problemi connessi alla disciplina e al comportamento degli studenti in classe (55,9% vs 43,9%). Come evidenziato in precedenza, i corsisti PON [M@t.abel+](#) raramente si sono sentiti ostacolati nella fase di sperimentazione. Benché non risultino differenze di nota rispetto al tipo di interazioni I docenti 50-55enni, però, riportano più degli altri di essersi sentiti motivati dagli altri membri del gruppo di corsisti PON [M@t.abel](#) (82,6% vs 74%), indice, forse di una maggiore integrazione nel gruppo.

Queste differenze sembrano suggerire che l'esperienza di PON [M@t.abel+](#) sia stata meno gravosa per i docenti di età intermedia rispetto agli altri. Per cercare di sintetizzare queste informazioni sono stati costruiti due indici relativi alle maggiori difficoltà incontrate dai docenti: il primo indice "difficoltà di sperimentazione", ha a che fare con gli elementi che, nella percezione dei docenti, hanno influito negativamente sulla sperimentazione in classe. Il secondo "difficoltà *on-line*" riguarda invece le difficoltà riportate dai docenti nel seguire la parte di corso *on-line*<sup>83</sup>.

La figura 4.2 mostra, per semplicità, la quota dei docenti che riportano un valore maggiore di 0 due indici per fascia d'età, ossia coloro che *a*) dichiarano che almeno uno degli elementi proposti ha condizionato molto negativamente la sperimentazione in classe e *b*) dichiarano di avere problemi con la piattaforma<sup>84</sup>.

**Figura 4.2 – Docenti che riportano un valore maggiore di 0 agli indici di difficoltà di implementazione e di difficoltà *on-line*, valori percentuali.**



<sup>83</sup> La costruzione dell'indice di difficoltà di sperimentazione è stato costruito a partire dalla batteria "In quale misura il modo di insegnare la matematica nella classe selezionata per la sperimentazione di PON Matabel+ è stata condizionata negativamente dalle seguenti circostanze?" (12 item). È stato attribuito valore 1 alla modalità "molto" e 0 alle altre (abbastanza, poco, per nulla), e quindi sommando i valori per ogni individuo. L'indice di difficoltà *on-line*, invece, è stato costruito attribuendo valore 1 alle modalità "spesso" e "saltuariamente" alla batteria di domande "Quali difficoltà si ricorda di avere incontrato nell'uso della piattaforma *on-line* [M@t.abel](#)?" (8 item), 0 alla modalità "mai". Per i dettagli sulle singole domande si veda l'appendice A2.1.

<sup>84</sup> Si riportano i risultati come in figura 4.2 solo per immediatezza di interpretazione. I risultati non cambiano dicotomizzando in maniera diversa le variabili costitutive gli indici o usando le medie invece delle percentuali.

I due indici confermano quanto precedentemente osservato: i docenti più giovani mostrano difficoltà nel gestire la classe in misura maggiore dei colleghi, mentre per i docenti più anziani il problema non va cercato in classe, dove fanno valore la maggiore esperienza, ma nel seguire la parte on-line del corso: solo il 31% di loro riporta di non aver mai avuto problemi con i vari aspetti del corso *on-line*, contro una percentuale superiore al 40% nel caso delle altre fasce d'età.

Per quanto riguarda gli effetti percepiti, infine, sono state indagate le relazioni dell'età con due dimensioni: gli effetti percepiti sugli studenti e sulla propria professionalità docente. Nelle percezioni degli insegnanti circa gli effetti sugli studenti, non si osservano differenze degne di nota per quanto riguarda l'età dei docenti. L'unica eccezione è rappresentata dal miglioramento generale dei risultati in matematica, che i docenti più giovani, ossia quelli con meno di 50 anni, considerano maggiore rispetto agli altri colleghi, in special modo di quelli di età intermedia (46,3% vs 31,4%).

Nel caso degli effetti percepiti sulla propria professionalità bisogna segnalare che, all'interno di un quadro di elevata soddisfazione di PON [M@t.abel+](#), sono i docenti più giovani a far registrare gli effetti percepiti più elevati: questi ultimi, infatti, concordano maggiormente rispetto agli insegnanti con più di 50 anni sul fatto che PON [M@t.abel+](#) abbia potuto rendere più stimolante l'insegnamento della matematica (91,5% vs 83,5%) e, al contempo, più agevole la creazione di una rete di contatti tra insegnanti (86,6% vs 70,9%). I docenti di età intermedia invece, pur concordando ampiamente sul fatto che l'esperienza abbia influito positivamente su tutte le dimensioni dell'insegnamento, si distinguono dai colleghi più giovani e più anziani per assegnare a PON [M@t.abel+](#) un minore effetto sulla professionalità dell'insegnante (70,9% vs 81,3%) e sulla possibilità di rendere più proficuo l'insegnamento della matematica (75,6% vs 86,2%). Paradossalmente, quindi, le coorti d'età di insegnanti su cui è stato osservato un effetto della sperimentazione sugli studenti e che, sono anche quelle in cui sono minori i vantaggi percepiti sia in termini di miglioramenti degli studenti, sia in termini di miglioramenti della propria professionalità. Dato le maggiori difficoltà incontrate da questi nella sperimentazione in classe, tuttavia, è plausibile che questa percezione di miglioramento si in realtà per la maggiore inesperienza che questi docenti posseggono.

## CONCLUSIONI E LAVORO FUTURO

### *L'implementazione dell'intervento*

Un primo fattore non trascurabile nel processo di questa valutazione riguarda l'effettiva partecipazione degli insegnanti che si erano iscritti a PON [M@t.abel](#) +. E' stata infatti piuttosto bassa: solo il 39% ha svolto la formazione e la sperimentazione in classe secondo il protocollo e la quota sale al 53% se si considerano anche coloro che hanno completato parzialmente il percorso. Circa un quarto degli abbandoni precede l'inizio della formazione e dipende da elementi quali la mancata formalizzazione della domanda da parte delle scuole e dalla caduta dei presidi, ossia dal mancato raggiungimento del numero minimo di docenti-corsisti per formare una classe al momento stesso dell'avvio della formazione. Le motivazioni addotte dai docenti per la loro mancata partecipazione includono fattori organizzativi, tra cui la lontananza del presidio (22,3%), ma soprattutto la difficoltà di conciliare la formazione in presenza con altri impegni (24,8%). Dato che una volta completata la formazione in presenza quasi tutti i docenti raggiungono il certificato totale (comprendente quindi anche la parte *on-line*), sembra che il vero ostacolo al completamento della formazione sia costituito dal sistema di iscrizione delle scuole e dall'allocazione ai presidi, che risulta responsabile di oltre un quarto delle cadute. La partecipazione completa al percorso formativo è poi favorita da alcuni fattori individuali, che tracciano il profilo di quanti portano più spesso a termine l'esperienza: si tratta dei docenti più giovani, con precedenti esperienze di formazione e che si sono iscritti al programma spontaneamente, senza esserne stati informati dal dirigente. Non sorprendentemente, l'espressione di una motivazione individuale a far parte di PON [M@t.abel](#)+ (i docenti iscritti per propria iniziativa invece che su indicazione del dirigente scolastico) porta a una maggiore probabilità di risultare *complier* al protocollo di sperimentazione sia di coloro che hanno accettato di buon grado l'inserimento nel programma su suggerimento del dirigente, sia di coloro che sono stati iscritti in maniera più coatta. Questi dati suggeriscono che la modalità di reclutamento di PON [M@t.abel](#)+, basata sull'indicazione del dirigente scolastico (affinché la didattica innovativa proposta diventi un valore dell'intera scuola piuttosto che del singolo docente), non è necessariamente poco efficiente. Senza il canale di comunicazione fornito dal dirigente, infatti, sarebbe stato difficile riuscire ad arruolare abbastanza docenti per attivare i presidi. Per meglio mirare l'intervento, infine, appare utile favorire l'inserimento di docenti più giovani (anche a tempo determinato).

L'analisi testuale dei diari di bordo, unitamente alle interviste CATI agli insegnanti trattati, ha permesso di indagare più approfonditamente il passaggio dall'approccio teorico [M@t.abel](#) alla sua concreta implementazione in classe. Il contributo della sperimentazione per l'innovazione della propria impostazione didattica sembra venir colto solo parzialmente dai docenti. Sebbene il metodo laboratoriale sia ritenuto utile nel motivare gli studenti a un apprendimento più operativo, pare esserci una resistenza al cambiamento associata per lo più ai limiti organizzativi (soprattutto connessi ai tempi) e alla difficoltà di ipotizzare una implementazione di tale prassi nella quotidiana esperienza di insegnamento. Si riscontra una tendenza ad applicare in maniera routinaria le unità didattiche e una scarsa autonomia di fronte alle proposte formulate da [M@t.abel](#). Solo pochi insegnanti, per esempio, hanno costruito ulteriori prove di valutazione e prodotto materiale aggiuntivo non previsto esplicitamente dalle unità di lavoro. Inoltre, sembra che la scelta delle unità didattiche da proporre alla classe sia stata solitamente orientata a contenuti "familiari", su cui i docenti possedevano già maggiore

dimestichezza. Si profilerebbe, quindi, un uso cauto e prudentiale dei contenuti di [M@t.abel](#), riducendone il potenziale innovativo.

Tra le criticità espresse da quanti hanno completato la formazione emerge lo scarso tempo disponibile per effettuare la sperimentazione in classe, fino al punto che oltre un terzo dei docenti sostiene di aver dovuto ridurre alcuni contenuti della programmazione iniziale e circa un quarto afferma di aver tralasciato parte del programma didattico e dei libri di testo per dedicarsi attraverso la sperimentazione a contenuti nuovi. Il dato fa riflettere sull'effettiva capacità dei docenti di integrare la proposta innovativa di M@t.abel nella programmazione didattica. Questi elementi dovrebbero indirizzare l'attività dei tutor e suggerire un approccio alla sperimentazione in classe delle unità didattiche maggiormente integrato al rispetto al programma e più attento all'accompagnamento dei docenti nella didattica "ordinaria".

Complessivamente, sembra emergere il tentativo da parte del docente di "normalizzare" la proposta M@t.abel, riconducendola agli usuali ritmi, temi e modalità di svolgimento del curricolo in classe. Questo tentativo sembra però scontrarsi con i vincoli del contesto scolastico, in particolare con le dotazioni tecnologiche, le competenze digitali degli insegnanti, il tempo disponibile in classe e la scarsa esperienza degli insegnanti nel gestire il lavoro di gruppo degli studenti. Si tratta di difficoltà concentrate sugli insegnanti più giovani e su quelli più anziani, mentre paiono impattare meno sulla quota di insegnanti di età intermedia nel nostro campione.

#### *La validità della valutazione condotta*

Il processo di randomizzazione ha prodotto due gruppi - sia di scuole, sia di docenti, sia di studenti - equivalenti per le variabili di stratificazione della randomizzazione ma anche per un insieme molto ampio di altre variabili, relative al contesto geografico, al contesto scolastico, alle caratteristiche individuali degli insegnanti e degli studenti. Le poche differenze riscontrate sono minime e sembrano in larga misura imputabili al fatto di aver controllato l'equivalenza su campioni numerosi per un ampio insieme di caratteristiche osservate. La validità interna dell'esperimento è quindi sostanzialmente garantita. Al fine di verificare la robustezza dei risultati, i modelli di stima degli effetti controllano comunque per le differenze osservate nei vari livelli: dal modello di stima base, che considera solo le variabili di stratificazione del campione, a quello completo, che controlla per tutte le differenze significative emerse nelle verifiche di equivalenza.

Rispetto alla validità esterna dell'esperimento condotto, si è osservato che le scuole oggetto della valutazione, se paragonate a quelle dell'intero territorio delle Regioni del Sud/Obiettivo convergenza, si collocano in contesti urbani più ampi e meno periferici. Al di là di fenomeni strettamente legati a questo aspetto (per esempio la maggior presenza di studenti di cittadinanza non italiana) non emergono differenze significative tra il campione osservato e l'insieme degli studenti della macro-area, nemmeno in termini di *background* socioeconomico o di livelli di apprendimento in matematica e italiano rilevati in precedenza. Per altro, la maggiore propensione a iscriversi a PON [M@t.abel+](#) da parte delle scuole più grandi e situate in comuni più ampi deriva in parte dalla costruzione dell'intervento. Alla luce dei dati disponibili, i risultati dell'esperimento possono comunque essere ragionevolmente estesi all'insieme delle scuole secondarie inferiori delle Regioni del Sud/Obiettivo Convergenza.

#### *Gli effetti dell'intervento sugli studenti*

Sulla base delle evidenze raccolte, nel primo anno dell'esperimento, PON [M@t.abel](#)+ non ha prodotto effetti consistenti o significativi sul livello di apprendimento in matematica degli studenti complessivamente coinvolti, né in termini di media, né in termini di distribuzione. Trattandosi dello stesso anno in cui gli insegnanti hanno frequentato la formazione, la mancanza di effetto è compatibile con il fatto che la didattica innovativa richiede tempi di assorbimento e pratica da parte degli insegnanti.

L'assenza di un impatto della formazione sulle capacità e conoscenze matematiche degli studenti non implica che non vi sia alcun esito diretto dell'intervento sugli studenti. Vengono infatti individuati diversi effetti sulle loro disposizioni psicologiche e sulle scelte di compilazione delle prove cognitive, tra cui una maggiore propensione dei trattati a non rispondere a tutte le domande. Il trattamento ha un modesto effetto in termini di propensione a non completare il test e un più deciso effetto sulla propensione degli studenti a non rispondere a tutte le domande incontrate nel corso della compilazione del test. Tali effetti dovranno essere ulteriormente indagati: se confermati, infatti, andrebbero in una direzione opposta al miglioramento dei livelli di apprendimento - perlomeno nel breve periodo - poiché le mancate risposte pesano negativamente in termini di punteggio.

Allo stesso tempo, PON [M@t.abel](#)+ ha sostanzialmente migliorato l'atteggiamento degli studenti verso la matematica, favorendo in particolare un il coinvolgimento per la disciplina e promuovendo un maggiore protagonismo nel processo di apprendimento, inclusa una minore tendenza ad attribuire i propri insuccessi scolastici alla sfortuna o al caso. Questi effetti, ancorché di magnitudine a volte contenute, sono significativi in tutti i modelli analizzati. Emerge come significativa anche la presenza, per gli studenti trattati, di una maggiore ansia da test al momento dello svolgimento della prova. Il combinato disposto tra ansia e tendenza a sentirsi più responsabili dei propri fallimenti, può aver generato un atteggiamento perfezionista e una preferenza per le mancate risposte rispetto al rischio di rispondere in modo errato. Non sembrano esservi invece elementi a supporto del fatto che il mero inserimento nell'esperimento abbia modificato il comportamento degli insegnanti e indotto una maggiore pressione sulla *performance* degli studenti nelle prove. Un ulteriore elemento interpretativo deriva dall'osservazione che gli eventuali mutamenti dell'abituale lezione di matematica hanno alimentato negli studenti trattati la sensazione di non aver avuto sufficiente tempo affinché tutti i compagni assimilassero i contenuti del programma didattico.

Un altro risultato importante è quello che, in termini tecnici, viene chiamato eterogeneità degli effetti. Malgrado l'assenza di effetti sul livello di apprendimenti degli studenti complessivamente considerati, si osserva infatti una variabilità della situazione a seconda dei contesti definiti dalle caratteristiche delle scuole, degli insegnanti e degli studenti. Risulta però difficile identificare in modo sufficientemente fondato i meccanismi sottostanti queste differenze.

L'unico segnale solido e persistente è l'associazione tra l'efficacia di PON [M@t.abel](#)+ e l'età degli insegnanti, che delinea una relazione a "U rovesciata": l'effetto dell'intervento sull'apprendimento degli studenti sarebbe negativo per i docenti più giovani e più anziani, ma positivo e rilevante per gli studenti i cui insegnanti sono compresi nella fascia centrale di età, quella tra i 50 e i 55 anni. Per questi studenti l'ITT stimato è pari a 15 punti, che si traduce in un guadagno di apprendimento pari addirittura a 30-45 punti (nel caso che si consideri trattato anche chi ha ricevuto il trattamento parzialmente o completamente). L'assenza di effetto nel campione complessivo potrebbe quindi essere originata dal fatto che, per alcuni insegnanti PON [M@t.abel](#)+ ha portato a effetti negativi sugli studenti, per altri invece a effetti positivi. Si tratta inoltre degli insegnanti per i quali è stato più agevole realizzare la formazione, come si è avuto modo di vedere nell'analisi dell'implementazione del progetto.

In sintesi, avrebbero maggiormente beneficiato della formazione gli insegnanti con un ampio bagaglio di esperienza e con una prospettiva di continuità didattica (essendo già in ruolo da tempo), ma non quelli più anziani. Secondo quanto emerge dai diari di bordo e dal questionario post-trattamento, gli insegnanti della fascia di età intermedia sono anche coloro che meglio hanno saputo gestire la sperimentazione dei materiali didattici innovativi, utilizzando in maniera più creativa le unità didattiche in classe invece di limitarsi a replicare le sceneggiature presentate nei materiali forniti. Si tratta, inoltre, dei soggetti che hanno dichiarato un uso più frequente dei supporti digitali e lamento meno difficoltà a utilizzarli nel corso della formazione. Il risultato di efficacia di PON [M@t.abel+](#) sull'apprendimento in matematica degli studenti di docenti in età intermedia merita ulteriori approfondimenti (dato che l'analisi per sottogruppi di scuole riduce notevolmente il numero di casi perfettamente equivalenti da confrontare) e necessita di ulteriori conferme nel proseguimento dell'esperimento. Ciononostante, questo risultato individua piste interpretative interessanti per capire più a fondo come funziona l'azione formativa e come potenziarla.

#### *Gli effetti dell'intervento sugli insegnanti*

Sebbene non siano stati riscontrati effetti complessivi sul livello di apprendimento degli studenti, [PON M@t.abel+](#) avrebbe inciso su numerose dimensioni relative agli insegnanti, a partire dalle modalità di lavoro in classe, al modo di vedere e di vivere la professione, ai rapporti con i colleghi.

Sono stati individuati risultati positivi su varie misure rispetto alla pratica didattica dichiarata dagli insegnanti. Si tratta di effetti che suggeriscono un rafforzamento dei principi sottesi alla filosofia di [PON M@t.abel+](#), come la maggiore attenzione rivolta agli studenti, tramite un insegnamento più personalizzato, e l'interazione con gli altri docenti. Tra i più evidenti, il maggiore ricorso a esercizi eseguiti in gruppo in classe e la preparazione con i colleghi di materiali per l'insegnamento. L'analisi sulle disposizioni degli insegnanti completa il quadro delineato, confermando un atteggiamento meno tradizionalista accompagnato da un'augmentata sensibilità rispetto ai problemi della scuola e alle realistiche possibilità di azione con il proprio lavoro. L'analisi per sottogruppi condotta escludendo le scuole agli estremi della distribuzione

#### *Alcune indicazioni operative preliminari*

La valutazione di [PON M@t.abel+](#) ha messo in luce problematiche tipiche dei percorsi di formazione, in particolare per quanto riguarda il tasso effettivo di partecipazione. Dopo un anno di percorso, non emergono effetti significativi o rilevanti sul livello di apprendimento in matematica complessivo degli studenti. Nonostante questo quadro, ci sono segnali incoraggianti in termini di migliore atteggiamento verso la matematica da parte degli studenti e di effetti sulle pratiche didattiche degli insegnanti, nonché sul livello medio di apprendimento in matematica degli studenti degli insegnanti di età intermedia. Questi sono gli insegnanti che hanno una buona dose di esperienza e non scontano difficoltà nell'uso dell'ICT e del PC dei più anziani. Facendo leva su questi fattori, se persistenti e rafforzati nel tempo, ci si potrebbe aspettare di trovare negli anni successivi effetti più rilevanti anche sugli apprendimenti.

Sulla base degli elementi sin qui emersi, si forniscono alcune indicazioni preliminari per valorizzare il potenziale di efficacia di [PON M@t.abel+](#).

[PON M@t.abel+](#) è un percorso di formazione impegnativo con alcuni requisiti di base. Per essere realizzato in modo completo, sembra indispensabile: a) una dimestichezza pregressa delle ICT e una buona capacità di utilizzo delle stesse; b) la disponibilità di tempo da dedicare alla formazione e alla

sperimentazione in classe dei materiali; c) esperienza didattica e radicamento nella scuola sufficienti per sapere integrare la sperimentazione nella programmazione didattica e non farne una semplice applicazione dei materiali previsti.

Sulla base di queste considerazioni, appare innanzitutto opportuno identificare con maggiore precisione a quali insegnanti rivolgere la formazione [PON M@t.abel+](mailto:PON.M@t.abel+). Gli insegnanti di età più avanzata rischiano di non concludere il percorso e comunque di applicarlo in maniera meno innovativa. Occorre favorire la partecipazione di insegnanti più giovani e non di ruolo (con appropriati incentivi), che avendo maggiore competenza digitale e un atteggiamento più positivo verso le possibili ricadute di PON M@t.abel+, potrebbero beneficiare maggiormente dell'intervento. Al contempo, vista la minore capacità di integrazione della didattica innovativa nella programmazione ordinaria che i più giovani sembrano scontare, serve un maggiore accompagnamento del tutor lungo l'anno scolastico.

Appare utile anche riflettere sul carattere "generalista" della formazione. Nella scelta delle unità didattiche e nella programmazione delle attività non emergono segnali di una focalizzazione su quali siano i punti di forza o di debolezza degli studenti. Una maggiore attività di diagnosi sulle carenze e sulle potenzialità individuali potrebbe aiutare gli insegnanti a capire come mirare la didattica innovativa in maniera differenziata a seconda delle esigenze e così sostenere, oltre a un maggiore interesse e coinvolgimento per la disciplina, un più visibile progresso negli apprendimenti.

### *I prossimi passi nella valutazione*

Sono previsti futuri approfondimenti, volti a consolidare i risultati emersi sin qui con affinamenti metodologici e ulteriori evidenze. Innanzitutto, si vogliono analizzare più a fondo due risultati parzialmente inattesi per la valutazione: a. gli effetti sulle disposizioni psicologiche e sui modi in cui queste si associano agli stili di risposta ai diversi *item* del test; b. la differenza marcata negli effetti osservati per sottogruppi di studenti, in particolare quella relativa all'età degli insegnanti, che ha dimostrato di essere una pista di analisi promettente. In particolare, su quest'ultimo fronte, appare necessario cercare di cogliere la rilevanza delle singole scuole di provenienza, soprattutto alla luce dei processi di autosegregazione degli insegnanti nelle scuole italiane.

In secondo luogo, si vogliono rafforzare le attuali analisi provvedendo a realizzare: a. una maggiore pulizia dei dati, attraverso la riduzione dei dati mancanti su alcune variabili (*multiple imputation*); b. analisi che tengano conto della presenza di più variabili dipendenti simultaneamente (*multiple comparison*), in particolare nella parte di analisi relativa agli effetti sugli insegnanti e sulle disposizioni psicologiche degli studenti.

Un'ulteriore approfondimento che si intende realizzare è relativo alle sottoscale di competenza: si vuole vedere se PON [M@t.abel+](mailto:M@t.abel+) abbia prodotto impatti diversi per nuclei tematici differenti. Si è realizzata una prima esplorazione degli effetti *item per item*, che non ha però sinora messo in luce differenze sistematiche degne di nota.

Inoltre, un promettente sviluppo del disegno sperimentale è dato dalla possibilità di seguire per alcuni anni gli stessi studenti tramite una rilevazione di stampo longitudinale. Questo consentirà di stimare con maggiore precisione gli eventuali effetti di PON [M@t.abel+](mailto:M@t.abel+) nel secondo anno, quando dovrebbe essersi prodotta una maggiore familiarità dei docenti nell'applicazione dei materiali didattici sperimentali e di verificare la persistenza nel tempo degli effetti sin qui osservati.