

# Tra italiano e matematica: il ruolo della formulazione sintattica nella comprensione del testo matematico

Laura Branchetti

Università di Palermo

Matteo Viale

Università di Bologna

## 1. Tra italiano e matematica

### 1.1. La componente linguistica nell'apprendimento della matematica

Da diversi decenni, ricerche ed esperienze svolte nell'ottica di un rinnovamento dell'educazione linguistica hanno messo in luce la necessità di un lavoro comune tra insegnanti di lettere e insegnanti di materie scientifiche. In Italia, questa consapevolezza si ritrova ad esempio nelle *Dieci tesi per un'educazione linguistica democratica* del Gisel, le quali già nel 1975 sottolineavano che

La pedagogia linguistica tradizionale pretende di operare settorialmente, nell'ora detta "di Italiano". Essa ignora la portata generale dei processi di maturazione linguistica e quindi la necessità di coinvolgere nei fini dello sviluppo delle capacità linguistiche non una, ma tutte le materie, non uno, ma tutti gli insegnanti (Tesi VII)

In tempi recenti, testi programmatici ufficiali hanno ribadito questo principio. Per la scuola primaria e secondaria di primo grado, le *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione* (2012) hanno ad esempio messo in evidenza che

Un ruolo strategico essenziale svolge l'acquisizione di efficaci competenze comunicative nella lingua italiana che non è responsabilità del solo insegnante di italiano ma è compito condiviso da tutti gli insegnanti, ciascuno per la propria area o disciplina (p. 12).

Da ciò consegue la necessità

che l'apprendimento della lingua sia oggetto di specifiche attenzioni da parte di tutti i docenti, che in questa prospettiva coordineranno le loro attività (p. 28).

Per quanto riguarda la scuola secondaria di secondo grado, pur con peso diverso, anche le *Indicazioni nazionali per i licei* (2010) pongono tra i propri "criteri costitutivi"

La competenza linguistica nell'uso dell'italiano come responsabilità condivisa e obiettivo trasversale comune a tutte le discipline, senza esclusione alcuna. La padronanza dei lessici specifici, la comprensione di testi a livello crescente di complessità, la capacità di esprimersi ed argomentare in forma corretta e in modo efficace sono infatti competenze che le Indicazioni propongono come obiettivo di tutti (p. 10).

Da ciò consegue il fatto che "la trasversalità dell'insegnamento della Lingua italiana impone che la collaborazione con le altre discipline sia effettiva e programmata", come le *Indicazioni* ribadiscono più volte nel susseguirsi della programmazione annuale.

In ottica interdisciplinare, una particolare attenzione è stata rivolta alla matematica, nell'apprendimento della quale la componente linguistica svolge un ruolo fondamentale, documentato da una ormai ricca bibliografia scientifica che ha messo in evidenza da diversi punti di vista il rapporto tra linguaggio e matematica (tra gli altri, Ferrari, 2004; Lavinio, 2007).

Proposte ed esperienze di lavoro comune tra italiano e matematica in ambito scolastico si sono registrate già in passato (ad esempio Altieri Biagi, Pasquini & Speranza, 1979; Altieri Biagi

& Speranza, 1981; Altieri Biagi, Frasnedi, Pasquini & Speranza, 1982). Più di recente, esperienze di lavoro comune a partire dal lessico nella scuola primaria sono state documentate da ricerche della Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (Fornara & Sbaragli, 2013; in stampa). Numerosi insegnanti di italiano e matematica di diversi cicli scolastici sono stati coinvolti in una formazione comune nell'ambito delle attività del Polo dell'Emilia-Romagna del progetto nazionale "I Lincei per una nuova didattica nella scuola", promosso dall'Accademia dei Lincei e gestito a Bologna dalla Fondazione M. Golinelli (Bolondi & Viale, in stampa).

Con poche eccezioni, dal punto di vista della ricerca, il lavoro comune tra esperti di didattica dell'italiano e didattica della matematica si è però finora concentrato soprattutto sulla scuola primaria e sui problemi in particolare (D'Amore 2014); l'attenzione è stata inoltre rivolta quasi esclusivamente ad aspetti quali, ad esempio, il ruolo della componente lessicale, la relazione tra domanda e contesto, il rapporto tra lingua e altri registri di rappresentazione, il ruolo della narrazione (Zan, 2007; 2012).

Un aspetto che non sembra risultare particolarmente approfondito negli studi di ambito didattico, sia matematico, sia linguistico-educativo, è la dimensione sintattica del testo matematico, descritta dal punto di vista linguistico da Lavinio, 2007. In quest'ottica, il contributo si propone di fornire evidenze per mettere in evidenza come, in ambito scolastico, la formulazione macro e microsintattica influisca sulla comprensione a vari livelli del testo matematico – in particolare di esercizi e problemi legati alla valutazione – e sulle prestazioni rispetto all'esercizio o al test somministrato. Scopo della ricerca proposta è fornire degli strumenti utili a distinguere tra difficoltà sintattiche didatticamente motivate da altre non motivate, nell'ottica di un lavoro comune tra insegnante di lettere e insegnante di matematica a partire dal testo disciplinare.

## **1.2. Gli studi in ambito matematico**

Nell'ambito della didattica della matematica sono state condotte numerose ricerche volte ad esplorare la componente linguistica nell'insegnamento-apprendimento della matematica.

Il tema è stato trattato fin dagli anni '80 ed è di grande interesse ancora oggi. Anche se la letteratura di ricerca è molto ricca, restano numerosi problemi aperti e ambiti parzialmente inesplorati. In particolare, è stata dedicata più attenzione alla scuola primaria, mentre le ricerche sulla scuola secondaria necessitano di essere ulteriormente approfondite in diverse direzioni. Inoltre, la letteratura di ricerca sul tema è costituita in larga misura da articoli di ricercatori in didattica della matematica o di esperti dell'apprendimento di formazione psicologica o pedagogica, mentre le ricerche condotte in collaborazione con linguisti si rintracciano con frequenza molto minore.

Per orientarsi nella vasta letteratura di ricerca in didattica della matematica è necessario operare una netta distinzione tra gli studi sulla matematica intesa come lingua e gli approcci linguistici allo studio dei suoi processi di insegnamento. Nel primo caso la matematica è analizzata da un punto di vista semiotico, cioè la si descrive come disciplina che necessita di registri semiotici di rappresentazione degli oggetti matematici, ognuno dei quali possiede proprie regole interne di costruzione e manipolazione delle rappresentazioni. In questo contesto si può affermare che in ogni registro semiotico, sia esso la lingua naturale o un qualsiasi altro registro semiotico usato in matematica (ad esempio il registro algebrico), si possono individuare un lessico (segni utilizzati), una sintassi (regole di composizione dei segni per costruire costrutti complessi) e una semantica (significati) (D'Amore, 2000). Il linguaggio è perciò un mediatore semiotico e le funzioni superiori del pensiero si sviluppano solo in interazione con l'esterno e in attività mediate dal linguaggio (Vygotskij, 1978).

Nel caso degli approcci linguistici allo studio dei processi di insegnamento-apprendimento della matematica ci si focalizza invece sulla produzione e sull'interpretazione di un testo matematico

(problema, esercizio, spiegazione, descrizione, ecc.), prevalentemente inteso come testo in lingua naturale. I grandi filoni di ricerca in questo secondo caso sono:

- il ruolo della comunicazione nell'insegnamento-apprendimento della matematica (Sfard, 2008; D'Amore & Fandiño Pinilla, 2007; OCSE-PISA, 2012);
- le difficoltà di interpretazione del testo matematico da parte degli studenti in fase di risoluzione di problemi (Ferrari, 1998; Ferrari, 2004; Zan, 2007; D'Amore, 2014);
- l'influenza delle variabili redazionali del testo (lessicali, sintattiche, testuali) sul processo risolutivo di un problema da parte degli studenti (Laborde, 1995; Fornara & Sbaragli, 2013; D'Amore 2014);
- la relazione tra testo, contesto e domanda (Zan, 2012);
- gli effetti del contratto didattico sull'interpretazione e la produzione di testi di matematica (D'Amore, 2014);
- la differenza tra le produzioni di testi matematici da parte degli studenti con destinatario diverso dall'insegnante e le produzioni scolastiche (D'Amore & Maier, 2002).

In ognuno di questi casi, l'analisi della relazione tra lingua e matematica ha sempre avuto come punto di vista prevalente quello matematico. Questo fa sì che, fatta eccezione per il lavoro citato di Laborde (1995), l'osservazione dello studente che interpreta o produce testi matematici si focalizzi sugli aspetti semantici o testuali e non su quelli micro e macrosintattici, ancora in gran parte inesplorati. Questi riguardano infatti una lettura del testo che, per l'appunto, non si focalizza solo sul contenuto matematico, ma anche sulla struttura delle frasi. Anche nei lavori di Laborde, che pur tiene conto delle variabili redazionali del testo, l'attenzione è rivolta all'influenza di tali variabili sul processo risolutivo e non alle difficoltà dello studente nella lettura di un testo in sé.

## 2. La complessità sintattica del testo matematico

### 2.1. La sintassi nei testi didattici

In ambito didattico, la complessità sintattica del testo matematico è legata ad alcuni fenomeni ricorrenti. Alcuni esempi tratti da libri di testo realmente in uso nei bienni della scuola secondaria di secondo grado aiutano a inquadrare meglio la questione:

- (1) Dato il trapezio rettangolo ABCD (con AB base maggiore e lato obliquo) circoscritto a un cerchio di raggio che misura  $r$  e centro O, determina l'angolo BOH (dove H è il punto di tangenza del lato obliquo BC con la circonferenza) in modo che sia minima la superficie laterale del solido che si ottiene con una rotazione completa del trapezio rettangolo intorno alla sua base maggiore.
- (2) Sapendo che l'ipotenusa CB di un triangolo rettangolo isoscele misura  $12\sqrt{2}a$ , si determini sul cateto AC un punto D tale che sia 8 il rapporto tra l'area del quadrilatero ABED e l'area del triangolo CDE, dove E è il punto di incontro della perpendicolare a CB condotta da D e l'ipotenusa del triangolo in E.

Come si può notare, l'esempio (1) consta di un unico periodo di 66 parole con una sintassi complessa, in cui spiccano una subordinata implicita retta da participio passato (*dato il trapezio...*) e ben due parentetiche ricche di informazioni importanti per la comprensione di quanto richiesto. Il modulo *in modo che* + congiuntivo rientra nello stile tipico del testo matematico di impronta tradizionale.

Anche il testo (2) è un unico periodo di 55 parole aperto da una subordinata implicita retta dal gerundio, un modo verbale molto frequente nei testi matematici. Tipico dello stile tradizionale della matematica è anche l'uso del *si* impersonale (*si determini*) e l'alta frequenza di incisi che aumenta la densità informativa della frase.

È interessante notare come alcuni libri di testo riproducano moduli sintattici tipici della tradizione italiana del testo matematico di questo genere anche nella versione in inglese di alcuni esercizi, come l'esempio seguente, realmente tratto dalla sezione in inglese "Test your skill" di un libro di testo in uso in un biennio di un istituto tecnico:

- (3) Each day a company can produce a maximum of 300 tons of a certain product. For each ton produced the cost of manufacturing and raw materials is € 1.6 and the standing daily expenses are € 36. Find the maximum profit and the minimum amount so as not to be in deficit knowing that each ton is sold at € 4.

L'effetto complessivo del testo (3) è di una assoluta inverosimiglianza, dal momento che una struttura come *knowing that* (traduzione letterale dell'italiano *sapendo che*) risulterebbe del tutto estranea a testi matematici di ambito anglosassone, così come l'astrattezza complessiva del contesto.

È inoltre singolare che gli studenti, indipendentemente dal loro livello di competenza matematica, tendano ad interiorizzare strutture sintattiche stereotipate e complesse di questo genere e a riprodurle nella loro scrittura in matematica, come si vede dal seguente esempio tratto dalla risposta a un quesito dell'esame di stato per il Liceo scientifico (Bolondi, Branchetti & Ferretti, in stampa):

- (4) derivando n volte la funzione si elimineranno progressivamente tutte le x, riducendo la funzione ad un numero composto da n volte il numero di partenza (n) per il coefficiente della x.

Nell'esempio (4) si può notare l'uso insistito del gerundio in due subordinate implicite a distanza ravvicinata e il ricorso alla forma impersonale (*si elimineranno*).

La riproduzione di questi moduli tipici del "matematiche" si ritrova anche – e forse soprattutto (D'Amore, 2001, 94-95) – in quegli studenti con scarse competenze matematiche.

## 2.2. La sintassi di alcune domande INVALSI

Nella ricerca sperimentale di cui si darà conto in 3.2., sono state sottoposte a studenti di scuola secondaria di primo grado versioni sintatticamente complicate dei seguenti quattro esercizi della prova somministrata dall'Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema di Istruzione (INVALSI) al termine della scuola secondaria di primo grado dell'anno scolastico 2009/2010, allo scopo di verificare con strumenti di tipo statistico le diverse prestazioni.

Come si può notare dal prospetto che segue, a partire da livelli diversi di complessità sintattica dei testi originali (abbastanza semplice la sintassi di D1, D13 e D23, più complessa quella di D10) nelle riformulazioni è stata aumentata la lunghezza delle frasi, sono stati introdotti incisi, forme impersonali, subordinate al gerundio, participi presenti che aumentano la densità sintattica dei testi.

### Testo originale

D1

Su una confezione di succo di frutta da 250 ml trovi le seguenti informazioni nutrizionali:

[...]

Quante kcal assumi se bevi tutto il succo di frutta della confezione?

### Riformulazione complessa

Si indichi quante kcal vengono assunte bevendo tutto il succo di frutta di una confezione sulla quale sono indicate le informazioni nutrizionali seguenti:

[...]

D10

Un aereo parte alle 14.15 (ora di Roma) dall'aeroporto di Roma-Fiumicino e arriva all'aeroporto JFK di New York alle 18.00 (ora di New York). Sapendo che fra Roma e New York vi sono 6 ore di differenza di fuso orario (cioè, se a New York è mezzanotte, a Roma sono le 6 del mattino seguente), quante ore dura il volo?

D13

Filippo si prepara per una gara di triathlon. Si allena nel nuoto ogni 3 giorni, nella corsa a piedi ogni 6 giorni e nella corsa in bicicletta ogni 8 giorni. Se oggi si è allenato in tutti e tre gli sport, tra quanti giorni gli accadrà di nuovo di allenarsi nei tre sport nella stessa giornata?

D23

La circonferenza in figura ha il raggio di 4 cm. ABCD è un rettangolo.

[...]

a. Qual è la lunghezza (in cm) del segmento AC?

b. Giustifica la tua risposta:

Sapendo che fra Roma e New York vi sono 6 ore di differenza di fuso orario – cioè, se a New York è mezzanotte, a Roma sono le 6 del mattino seguente – si indichi la durata in ore del volo di un aereo, il quale parte alle 14.15, ora di Roma, dall'aeroporto di Roma-Fiumicino e arriva all'aeroporto JFK di New York alle 18.00, ora di New York.

Filippo, dovendosi preparare per una gara di triathlon e allenandosi ogni 3 giorni nel nuoto, ogni 6 giorni nella corsa e ogni 8 giorni in bicicletta, tra quanti giorni si allenerà nuovamente in tutti e tre gli sport, posto che oggi ha praticato tutti gli sport nella stessa giornata?

Sapendo che ABCD è un rettangolo, si indichi qual è la lunghezza in cm del segmento AC della circonferenza in figura, avente il raggio di 4 cm, e si giustifichi la risposta.

[...]

### 3. Spunti da una ricerca sperimentale

#### 3.1. Presupposti teorici e obiettivi

Nella convinzione che la formulazione sintattica delle frasi dei problemi di matematica possa avere un peso significativo nel processo di risoluzione del compito assegnato da parte dello studente, abbiamo progettato una ricerca prevalentemente qualitativa volta a valutare l'efficacia di strumenti analitici che riteniamo siano potenzialmente in grado di individuare la componente linguistica della difficoltà complessiva dello studente.

La sperimentazione è stata condotta con circa 200 studenti italiani di scuola secondaria di primo grado (livello 7-8).

Le domande di ricerca alle quali questa sperimentazione cerca di fornire delle risposte sono:

1. Con quali strumenti si può misurare l'impatto della complessità sintattica sul processo risolutivo di un problema per uno studente?
2. Si incontrano casi in cui, se si complica la struttura sintattica delle frasi del testo del problema, la complessità sintattica diventa una difficoltà addirittura prevalente rispetto a quella matematica?

Per rispondere alla prima domanda di ricerca, abbiamo innanzitutto cercato strumenti di in-

dagine tali da consentire una valutazione non del tutto arbitraria della difficoltà del problema. La difficoltà è in generale strettamente dipendente dal percorso scolastico dello studente e della sua classe e dalle sue caratteristiche ontogenetiche. La prova INVALSI, svolta da tutti gli studenti italiani al termine della scuola secondaria di primo grado (livello 8), può fornire buone indicazioni sulla difficoltà della domanda, dal momento che INVALSI elabora in modo statisticamente significativo i dati raccolti su un campione nazionale rappresentativo (per l'anno 2009-2010, 5.895 scuole, 27.210 classi, 595.732 studenti).

Per ogni domanda della prova vengono inoltre resi noti i valori di alcuni parametri statistici. Le indagini internazionali (OCSE-PISA; TIMMS) per l'analisi statistica si focalizzano sui singoli item (IRT). INVALSI adotta sia questo approccio, sia quello cosiddetto della "teoria classica dei test" (CTT), che si focalizza invece sul test nel suo insieme (*Rasch Analysis*). Si attribuisce un valore di difficoltà a una domanda, relativo alla prova e un livello di competenza allo studente, relativo alle sue risposte a questa prova (per una descrizione puntuale e approfondita dell'analisi statistica v. INVALSI, 2014).

Il posizionamento relativo (*placement*) permette di osservare contemporaneamente la difficoltà delle singole domande e le abilità che gli studenti hanno mostrato nella prova. La *Rasch Analysis* consente di stimare il livello di difficoltà delle domande oltre il quale uno studente ha massima probabilità di sbagliare: se una domanda ha punteggio superiore a quello dello studente, questo ha alta probabilità di sbagliare quella domanda; viceversa, se una domanda ha punteggio inferiore a quello dello studente, questo dovrebbe saper rispondere correttamente alla domanda.

Tale difficoltà è relativa e si basa solo sui risultati del campione ottenuti nella prova. Non è per questo possibile attribuire un valore assoluto a questa difficoltà, ma solo un valore relativo che descrive da un punto di vista fenomenologico i risultati di una prova. Perciò per poter fare uso degli indici di difficoltà è necessario far svolgere per intero la stessa prova agli studenti coinvolti nella sperimentazione.

Abbiamo perciò scelto all'interno della prova nazionale 2009-2010 quattro domande con difficoltà diverse (-1,54; -0,06; 0,11; 0,58) e abbiamo complicato le domande da un punto di vista sintattico (v. 2.2.). Gli studenti hanno svolto per intero, negli stessi tempi previsti per la prova nazionale, la prova INVALSI modificata, cioè con quattro domande modificate e il resto delle domande uguali (per un totale di 25 domande).

Sulla base della *performance* degli studenti nella risposta a domande non modificate, abbiamo calcolato il loro punteggio relativo seguendo un metodo basato sulla *Rasch Analysis*; abbiamo confrontato il punteggio dello studente così calcolato e quello assegnato alla domanda sulla base dell'analisi del campione e li abbiamo posizionati su una stessa scala di *placement* (da -3 a +3).

Successivamente abbiamo individuato tra le quattro domande modificate quelle a cui lo studente avrebbe dovuto rispondere correttamente se non fossero state modificate: se il punteggio dello studente è superiore a questa soglia, ci si aspetta che risponda bene.

A questo punto abbiamo valutato l'effettiva risposta dello studente nelle domande modificate, in cui, a parità di contenuto matematico, la formulazione presentava delle complessità sintattiche non presenti nella formulazione INVALSI originale.

Questa prima fase della sperimentazione ha come scopo l'identificazione di categorie emergenti di comportamenti di studenti nel caso di testi di domande con complicazione sintattica.

## **3.2. I dati ottenuti e la loro interpretazione**

### *3.2.1. I risultati complessivi della prova*

La prova complessiva è risultata difficile per molti studenti e le percentuali di risposta corretta alle domande non modificate sono risultate al di sotto dei valori percentuali misurati sul campione:

la percentuale media di risposte corrette del campione nazionale è stata 50,9 %, mentre quelle degli studenti esaminati 43,2%.

Dal momento che un vincolo della nostra metodologia è quello di confrontare la *performance* globale degli studenti con quella delle domande modificate solo nel caso in cui il punteggio dello studente sia uguale o superiore a quello della domanda, la scelta di modificare una domanda di livello basso (D1: - 1,54) ha reso possibile il confronto tra le *performance* della maggior parte degli studenti nella domanda modificata e nella prova generale. Questo ci ha consentito di avere informazioni sul trend generale da un punto di vista quantitativo, dal momento che mediamente solo 3 studenti per classe non hanno raggiunto nemmeno il punteggio minimo di - 1,54.

L'effetto della difficoltà sintattica sulle risposte a D10, D13, D23 si è potuto osservare invece solo su alcuni studenti per ogni classe: in media 10 casi per ogni classe per la D10 e meno casi per le altre di difficoltà superiore, considerando mediamente classi di 23 studenti. Questo ha consentito di analizzare, almeno da un punto di vista qualitativo, anche i comportamenti degli 83 studenti che mostrano una preparazione medio-alta in matematica per quel che riguarda la domanda D10 modificata, dei 52 studenti che hanno un punteggio superiore a 0,11 per quel che riguarda la domanda D13 modificata e, infine, dei 31 studenti con punteggio superiore a 0,58 in riferimento alla domanda D23 modificata.

È stato così possibile ampliare la casistica osservata ed esplorare anche casi di studenti per i quali la complicazione sintattica potrebbe "oscurare" parzialmente una preparazione in matematica migliore rispetto a quella che emerge da una prova sintatticamente difficile da affrontare.

### 3.2.2. I risultati per domanda

D1 è l'unica domanda per cui il valore percentuale è calcolato sulla quasi totalità degli studenti osservati. Le risposte alle domande successive non forniscono invece informazioni complessive, ma solo relative agli studenti con punteggi maggiori della media; per queste ultime domande, inoltre, la varianza delle percentuali calcolate classe per classe rispetto al valore medio è abbastanza alta, soprattutto per quel che riguarda la domanda D13.

- Per quanto riguarda D1, circa il 28% degli studenti con punteggio superiore a - 1,54 non risponde correttamente alla domanda modificata.
- Per D10, circa il 42% degli studenti con punteggio superiore a - 0,06 non risponde correttamente alla domanda modificata.
- Per D13, circa il 25% degli studenti con punteggio superiore a 0,11 non risponde correttamente alla domanda modificata.
- Infine, per D23, circa l'83% degli studenti con punteggio superiore a 0,58 non risponde correttamente alla domanda modificata

### 3.2.3. Casi significativi e categorie emergenti

Di seguito sono stati esemplificati alcuni casi particolarmente significativi:

- In ogni classe ci sono studenti che risentono degli effetti della complicazione sintattica.
- Alcuni degli studenti che non riescono a rispondere correttamente sono sul limite del punteggio (ad esempio - 1,35 contro - 1,54 della domanda). Ciò che risulta più interessante è che per questi studenti la complicazione sintattica sembra risultare decisiva per passare dalla risposta corretta all'errore.
- Per alcuni studenti la complicazione sembra avere un peso maggiore: ad esempio, uno studente ha punteggio - 1,12 ma sbaglia D1, ma ci sono anche casi più eclatanti di studenti con punteggio 2 che sbagliano D4, o addirittura studenti con punteggio 1 che sbagliano 3 risposte sulle 4 osservate. Per alcuni studenti con buona preparazione la complicazione sintattica risulta molto significativa.

- Il comportamento di alcuni studenti è di particolare interesse perché, da un certo valore di difficoltà in poi, se aumenta anche la complessità sintattica, non riescono più a rispondere a domande che dovrebbero essere invece alla loro portata: probabilmente per questi studenti le difficoltà linguistiche inficiano l'interpretazione del testo e il processo risolutivo. Quantitativamente questo accade in modo significativo: mediamente circa metà degli studenti segue un andamento regolare di questo tipo; in alcuni casi anche più del 60% degli studenti segue questo andamento.
- Nel caso particolare di D13 si sono osservati comportamenti molto diversi tra classe e classe; una leggera variazione si è osservata anche nel caso della domanda D10, mentre la domanda D23 è risultata più stabile rispetto al valore medio. Tali dati fanno supporre che ci siano aumenti di difficoltà specifici legati al tipo di complicazione sintattica inserita e che questo possa dipendere non solo da fattori personali, ma anche da caratteristiche peculiari comuni a molti studenti di una stessa classe dal punto di vista della padronanza linguistica.

In sintesi, dall'analisi dei dati emergono globalmente i primi risultati di ricerca, che mettono in luce i seguenti fenomeni ricorrenti:

- si osservano casi in cui la complicazione non ha effetti e spesso in questi casi il punteggio complessivo dello studente è molto superiore a quello della domanda;
- si osservano casi in cui, anche se il loro punteggio è molto superiore a quello della domanda, gli studenti non rispondono correttamente alle domande sintatticamente modificate;
- ci sono casi di studenti che, da un certo punto in poi, quando la difficoltà matematica è crescente, se ad essa viene sommata la difficoltà linguistica, sbagliano tutte le risposte;
- si osservano casi di studenti che, se le domande sono di poco inferiori al loro livello, spesso commettono errori nelle stesse domande complicate sintatticamente.

#### 4. Conclusioni e prospettive di ricerca

I risultati qui presentati forniscono un primo inquadramento del fenomeno che per essere approfondito necessita di ulteriori sforzi di ricerca.

Al momento, la sperimentazione proposta si è limitata a verificare la diversa prestazione di studenti di fronte a test con complessità sintattiche di vario tipo – gerundi, frasi lunghe, incisi, ecc. – considerate indistintamente. Future sperimentazioni dovranno cercare di chiarire qual è il peso dei diversi fenomeni sintattici, così da consentire interventi specifici e una programmazione didattica che tenga conto di questa progressione di difficoltà nel rapporto col testo matematico.

Dati più ampi potranno inoltre individuare regolarità nelle difficoltà degli studenti di fronte a complessità sintattiche, così da consentire di prevedere quali studenti richiedono cure particolari dal punto di vista del rapporto col testo disciplinare.

Più in generale, è opportuno riflettere sulle possibili ricadute didattiche di quanto rilevato. Innanzitutto, occorreranno sforzi specifici per evitare inutili complessità sintattiche nei testi matematici usati a scuola nei vari cicli scolastici, specie per quelli legati alla valutazione delle competenze matematiche.

D'altra parte, non si vuole neppure suggerire l'idea che la sintassi dei testi usati in matematica debba essere sempre semplice e priva di complessità. I dati proposti dovrebbero rendere consapevoli ad esempio che è necessaria una revisione linguistica dei materiali usati a scuola – in primo luogo i libri di testo – tesa a rendere progressive le complicazioni sintattiche e a eliminare quelle non pertinenti rispetto agli obiettivi formativi.

Più in generale, quanto emerso spinge a riportare al centro dell'attenzione il testo matematico e a sviluppare a partire da questo attività specifiche che coinvolgano nelle rispettive competenze

sia l'insegnante di matematica sia quello di italiano. Quest'ultimo dovrebbe assumere un ruolo significativo e trovare occasioni propizie per rendere il testo matematico oggetto di riflessione linguistica da parte dello studente: con attività mirate si potrà ad esempio riflettere sul lessico matematico in rapporto alla lingua comune e sulle peculiarità del testo matematico legate alla storia della matematica in Italia; potranno inoltre essere concepite attività di lavoro e manipolazione del testo in linea con gli obiettivi formativi.

Le istituzioni, del resto, sono invitate a riflettere sul fatto che un reale lavoro interdisciplinare ha bisogno di momenti laboratoriali specifici, quasi impossibili da realizzare in Italia con l'attuale organizzazione scolastica e con la cronica carenza di risorse.

Infine, occorre studiare iniziative per far sì che la formazione degli insegnanti possa tenere conto delle evidenze empiriche emerse nella ricerca. La riflessione sulla lingua dovrebbe trovare spazio nella formazione dell'insegnante di matematica; l'insegnante di italiano dovrebbe a sua volta ricevere una formazione specifica che lo renda in grado di interagire a vari livelli con il testo matematico inteso come esempio di lingua speciale.

Come si può vedere, si tratta di sfide complesse, ma non per questo meno stimolanti, se si vuole che la formazione linguistica dei cittadini di domani sia solida e capace di affrontare la complessità del mondo contemporaneo e le nuove sfide linguistiche con le quali dovrà confrontarsi.

## Riferimenti bibliografici

- Altieri Biagi, M. L., Pasquini, E. & Speranza, F. (a cura di) (1979). *Per una didattica interdisciplinare nella scuola media*. Bologna: il Mulino.
- Altieri Biagi, M. L., Frasnedi, F., Pasquini E. & Speranza, F. (a cura di) (1982). *Per una didattica interdisciplinare nella scuola media*. Bologna: il Mulino.
- Altieri Biagi, M. L. & Speranza, F. (1981). *Oggetto, parola, numero. Itinerario didattico per gli insegnanti del primo ciclo*. Bologna: Nicola Milano.
- Bolondi, G. & Viale, M. (in stampa). Abilità linguistiche e discipline scientifiche: un'esperienza di formazione del corpo insegnante nel Polo dell'Emilia-Romagna del progetto «I Lincei per una nuova didattica nella scuola». Atti del XVIII Convegno nazionale GISCEL *Educazione linguistica e apprendimento/insegnamento delle discipline matematico-scientifiche* (Roma, 27-29 marzo 2014).
- Bolondi, G., Branchetti, L. & Ferretti F. (in stampa). Correlazioni tra competenza linguistica e capacità di lavoro su un testo matematico: gli studenti del Liceo Scientifico alle prese con le prove dell'Esame di Stato. Atti del XVIII Convegno nazionale GISCEL *Educazione linguistica e apprendimento/insegnamento delle discipline matematico-scientifiche* (Roma, 27-29 marzo 2014).
- D'Amore, B. (2000). *Lingua, Matematica e Didattica. La matematica e la sua didattica*, 1, 28-47.
- D'Amore, B. (2001). *Didattica della matematica*. Bologna: Pitagora.
- D'Amore, B. (2014). *Il problema di matematica nella pratica didattica*, Modena: Digital Index.
- D'Amore, B. & Fandiño Pinilla, M. I. (2007). Modi di comunicare. *La Vita Scolastica*, 61(16), 20-22.
- D'Amore, B. & Maier, H. (2002). Produzioni scritte degli studenti su argomenti di matematica (TEPs) e loro utilizzazione didattica. *La matematica e la sua didattica*, 2, 144-189.
- Ferrari, P.L. (2004). *Matematica e linguaggio. Quadro teorico e idee per la didattica*. Bologna: Pitagora.
- Ferreri, S. (1998). Il problema di matematica: un problema linguistico. In A. R. Guerriero (a cura di), *L'educazione linguistica e i linguaggi delle scienze*, Scandicci (Firenze): La Nuova Italia, p. 317-329.

- Fornara S., & Sbaragli S. (2013). Italmatica. Riflessioni per un insegnamento/apprendimento combinato di italiano e matematica. In B. D'Amore & S. Sbaragli (a cura di), *La didattica della matematica come chiave di lettura delle situazioni d'aula*, Bologna: Pitagora, p. 33-38.
- Fornara S., & Sbaragli S. (in stampa). Italmatica. L'importanza del dizionario nella risoluzione di problemi matematici. Atti del XVIII Convegno nazionale GISCEL *Educazione linguistica e apprendimento/insegnamento delle discipline matematico-scientifiche* (Roma, 27-29 marzo 2014).
- INVALSI (2014), *Rilevazioni nazionali degli apprendimenti 2013-2014. Rapporto tecnico*. Consultato il 20 novembre 2014 all'indirizzo [http://www.istruzione.it/allegati/2014/Sintesi\\_Rilevazioni\\_Nazionali\\_2014.pdf](http://www.istruzione.it/allegati/2014/Sintesi_Rilevazioni_Nazionali_2014.pdf)
- Laborde, C. (1995). *Occorre imparare a leggere e scrivere in matematica?* La matematica e la sua didattica, 2, 121-135.
- Lavinio, C. (2007). Difficoltà linguistiche in matematica. In R. Imperiale, B. Piochi & P. Sandri (a cura di), *Matematica e difficoltà: i nodi dei linguaggi*, Bologna: Pitagora, p. 15-25.
- OCSE-PISA (2012), *Mathematics framework*. Consultato il 20 novembre 2014 all'indirizzo <http://www.oecd.org/dataoecd/8/38/46961598.pdf>
- Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating: Human development, the growth of discourses, and mathematizing*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press [Edited by M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman].
- Zan, R. (2007). La comprensione del problema scolastico da parte degli allievi: alcune riflessioni. *L'insegnamento della matematica e delle scienze integrate*, 30 A-B(6), A-B, 741-762.
- Zan, R. (2012). La dimensione narrativa di un problema: il modello C&D per l'analisi e la (ri)formulazione del testo. *L'insegnamento della matematica e delle scienze integrate*, I parte: 35 A, 2, 107-126; II parte: 35 A, 5, 437-467.

Il contributo è frutto del lavoro comune dei due autori. Laura Branchetti ha curato la redazione dei paragrafi 1.2. e 3., Matteo Viale dei paragrafi 1.1., 2. e 4.