Silvia Demartini – Simone Fornara – Silvia Sbaragli*

SE LA SINTESI DIVENTA UN PROBLEMA. ALCUNE CARATTERISTICHE DEL LINGUAGGIO SPECIALISTICO DELLA MATEMATICA IN PROSPETTIVA DIDATTICA

1. Il progetto *Italmatica*

Il presente contributo si colloca nel contesto della ricerca *Italmatica. Comprendere la matematica a scuola tra lingua comune e linguaggio specialistico* (progetto 176339 del Fondo Nazionale Svizzero per la Ricerca Scientifica), ideata e condotta da due centri di competenza[1] del Dipartimento Formazione e Apprendimento (DFA) della Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI). Il progetto, il cui svolgimento è previsto su tre anni accademici (2018-2021), è il naturale proseguimento di studi precedenti, che hanno confermato la necessità di indagare la comprensione del linguaggio della matematica[2], a partire da constatazioni note e frequenti in letteratura: infatti, «non occorre frequentare convegni di didattica e leggere riviste specialistiche per sapere che una notevole parte delle difficoltà d'insegnamento e d'apprendimento della matematica si genera nell'atto stesso del comunicare questa scienza, attraverso il principale mezzo d'interazione tra esseri umani, cioè il linguaggio naturale» (D'Aprile *et al*. 2004: 32).

Scopo generale del progetto è di analizzare il linguaggio della matematica a vari livelli, attraverso una ricerca-intervento che coinvolge gli ordini di scolarità primaria e secondaria di primo grado. Gli obiettivi specifici riguardano tre aspetti: analizzare le caratteristiche dei testi scolastici e dei materiali didattici in lingua

* Dipartimento Formazione e Apprendimento della SUPSI.

[1] Si tratta dei Centri competenze Didattica della Matematica (DdM) e Didattica dell'italiano lingua di scolarizzazione (DILS).

[2] Gli esiti delle indagini preliminari sono illustrati in una serie di pubblicazioni scientifiche e scientifico-didattiche, come Demartini – Fornara – Sbaragli 2017, 2018; Demartini – Sbaragli 2015a, 2015b, 2019; Fornara – Sbaragli 2013, 2016 e 2017.

italiana; esaminare la comprensione di una selezione di parti di testi da parte degli allievi per individuare dove si annidano le difficoltà più frequenti; fornire linee guida per la progettazione di materiali didattici.

Per il raggiungimento degli obiettivi previsti, si esaminerà un corpus di testi scolastici individuati sulla base delle adozioni dell'a.s. 2017-2018, completato da una selezione di schede e materiali didattici; ciò anche per non escludere nessuno dei contesti presi in considerazione (la ricerca coinvolge il contesto italiano e quello della Svizzera italiana, nel quale l'adozione dei testi scolastici, in particolare per la scuola primaria, non è una prassi prevista). Il corpus sarà analizzato da più punti di vista, prediligendo i criteri definiti dalla linguistica testuale (Ferrari 2014, 2019), secondo la quale «il testo, l'unità fondamentale della comunicazione linguistica, si definisce per la sua natura funzionale (persegue uno scopo comunicativo globale) e semantica (il suo significato è unitario e strutturato)» (Ferrari 2010: 1485). Se si considera, poi, che «unità e strutturazione semantica si riflettono tipicamente sulla superficie linguistica» (*ibid*.) del testo, è possibile individuare almeno due piani di analisi: un piano *macro*, che considera i destinatari del testo (docente e allievo) e la sua natura ibrida (può contenere quasi tutte le differenti tipologie: l'espositiva, la descrittiva, la regolativa, più di rado anche la narrativa); un piano *micro*, che indaga in modo specifico gli elementi di complessità linguistica (considerando anche i tratti tipici del discorso specialistico) e il rapporto tra i diversi sistemi di rappresentazione in testi misti (che combinano figure, immagini, parole, tabelle e formule).

Per fornire un'esemplificazione delle specificità del testo matematico e del tipo di analisi che caratterizza il progetto, ripercorreremo dapprima alcuni tratti linguistici tipici dell'ambito matematico, per poi soffermarci in particolare sulla caratteristica della sintesi.

2. Le caratteristiche del linguaggio della matematica e le possibili difficoltà degli allievi

La matematica ha sviluppato nel tempo un linguaggio specialistico che è diventato sempre più universale, preciso, conciso ed efficace. Tale linguaggio è dotato di un proprio codice semiologico, che si realizza in testi in cui convivono termini tecnici, figure e grafici, ed espressioni simboliche (equazioni, formule, espressioni algebriche ecc.); queste ultime, a volte, sono inserite in frasi che, per il resto, appartengono alla lingua comune (ne è un semplice esempio «Trovare le soluzioni dell'equazione $x^2 - 2 = 0$»). Numerosi autori in ambito di didattica della matematica hanno evidenziato come tra le cause delle difficoltà di apprendimento della disciplina da parte degli studenti vi sia proprio l'acquisizione del linguaggio "speciale" della matematica, spesso in contrasto con la lingua utilizzata fuori dal contesto scolastico (Bernardi 2000; D'Amore 1999, 2000; Ferrari 2003; Laborde 1995; Maier 1993,

1995; Demartini – Fornara – Sbaragli 2018); a ciò si aggiungono alcuni problemi di comunicazione e di comprensione legati alla mancata padronanza della lingua comune (D'Aprile *et al.* 2004; Ferrari 2004).

Individuate tanto dai matematici quanto dai linguisti (cfr. Gualdo – Telve 2011: 217-282), sono in particolare le caratteristiche di precisione, concisione[3] e universalità ad amplificare le difficoltà di apprendimento disciplinare. Come hanno rilevato Laborde (1995) e D'Amore (2000), la concisione e la precisione rendono l'enunciazione "densa", perché in poche battute si forniscono numerose informazioni[4]. Tale densità si manifesta ad esempio nella presenza di gruppi nominali complessi, caratterizzati dall'«annidamento» (Duval 1995) di sintagmi preposizionali. Ad esempio, come mostra Laborde (1995), l'espressione «Il piede *della* perpendicolare condotta *da* A *alla* retta (BC)» ha una struttura così articolata:

Il piede [*della* perpendicolare [(condotta) *da* A *alla* retta *d*]].

Per gestire espressioni di questo genere occorrono notevoli competenze matematiche e linguistiche: risultano infatti pienamente comprensibili solo a chi conosce il significato dei termini che vi appaiono, ha padronanza dei concetti matematici coinvolti e ha dimestichezza con certi costrutti linguistici. Come scrive Halliday (2004: 125-126), «scientific discourse is typically constructed out of sequences of connected steps, such that at any juncture a whole battery of previous steps may be marshalled as grounds for the next».

Inoltre, l'ambizione all'universalità porta a deagentivizzare e ad atemporalizzare il discorso, mediante il ricorso a frequenti nominalizzazioni e a una riduzione dei verbi (spesso, tra l'altro, impersonali o passivi). Nei linguaggi scientifici la «nominalizzazione» si realizza utilizzando nomi per esprimere processi o qualità; ad esempio, in geometria, il 'sovrapporre figure piane in modo che coincidano punto per punto' viene sostituito con il termine "congruenza". Halliday (2004) chiama «impacchettamento» del testo il fenomeno che nasce da frequenti nominalizzazioni, e «spacchettamento» il processo richiesto per la comprensione. Il costo cognitivo di tale operazione rischia di essere molto alto per gli allievi, specie per i più giovani, che tendono a servirsi della lingua in modo narrativo, personalizzato, ricco di verbi, e di una deissi ancorata al tempo e al luogo della comunicazione.

[3] Consideriamo la *concisione* come una caratteristica del linguaggio matematico e non dei suoi sistemi di notazione simbolica (cfr. Ferrari 2012).

[4] Anche Cortelazzo (2011: 1281), parlando di «precisione, concatenazione, condensazione, deagentivizzazione», sottolinea come la brevità matematica sia densa e non corrisponda a semplicità.

3. Questione di sintesi: prime osservazioni sulle definizioni dei libri di testo

Ci soffermiamo ora su una caratteristica del linguaggio della matematica: la sintesi (o concisione), che, come si è visto, è in realtà una brevità densa d'informazione. In particolare analizzeremo il concetto di definizione, caratteristico dell'ambito matematico e in particolare dei libri scolastici, in cui la sintesi trova l'espressione massima, mostrando alcune prime considerazioni. Il concetto di "definizione", dalla sua origine aristotelica in avanti, è diventato patrimonio di diversi ambiti del sapere e della loro sistemazione. È, inoltre, appannaggio del senso comune, per il quale la definizione è una sorta di spiegazione: lo conferma il *GRADIT*, in cui al lemma "definizione" si legge proprio la parola "spiegazione" «delle qualità, della natura, delle caratteristiche» di qualcosa.

In matematica la definizione presenta tratti peculiari. D'Amore – Fandiño Pinilla (2012) illustrano la prossimità della definizione con altre operazioni come la denotazione o la descrizione, e la varietà delle funzioni dell'atto di definire: «una definizione serve a identificare, a circoscrivere, a indicare, a scegliere, a designare, a denominare, a denotare, perfino a connotare» (ivi: 36). Ciò che però è meno evidente ai non specialisti è il valore strumentale che assume la definizione in matematica: «la compattezza della definizione fornisca uno strumento, laddove un elenco completo è o impossibile (come nel caso dei numeri primi che sono notoriamente infiniti) o troppo complesso quando l'elenco sarebbe improponibile» (*ibid.*).

Questa compattezza non implica solo una selezione delle informazioni, ma anche una loro formulazione in forma sintetica e generale (cosa che distingue la definizione da un elenco di caratteristiche). Sono questi tratti a rendere estremamente complesse le seguenti definizioni, nonostante la brevità: "Un numero naturale si dice primo quando ha esattamente due divisori" o "Un poligono è la parte di piano delimitata da una spezzata chiusa e semplice"; in esse, infatti, ciò che viene definito ("numero primo" e "poligono"), per essere compreso, richiede numerose conoscenze concettuali e lessicali precedenti (che cos'è un numero naturale? E un divisore? E una parte di piano? E una spezzata? ecc.), e ciò può essere fonte di difficoltà.

L'analisi delle definizioni dovrebbe contemplare sia le caratteristiche interne, sia la collocazione rispetto al testo (dove sono inserite, come si situano rispetto alla costruzione di un concetto, quale sapere precedente richiedono e come lo richiamano, e così via). Non possiamo in questa sede tenere conto di tutti questi aspetti, che saranno approfonditi nel corso della ricerca, quindi ci limitiamo a un esame specifico delle definizioni di *quadrilatero* tratte da alcuni manuali[5]:

[5] Le definizioni sono tratte da manuali in adozione dell'a.s. 2017/2018. Le sigle SP e SSPS identificano la Scuola Primaria (testi per IV e V) e la Scuola Secondaria di Primo Grado.

(1) I poligoni con 4 lati, 4 angoli, 4 vertici, 4 altezze e 2 diagonali sono i quadrilateri. (SP)
(2) I quadrilateri sono poligoni con 4 lati e 4 angoli. (SP)
(3) Tutti i poligoni che hanno 4 lati si chiamano quadrilateri. (SP)
(4) Un quadrilatero è un poligono che ha 4 lati. (SP)
(5) Un quadrilatero è un poligono che ha 4 lati e 4 angoli. (SSPG)
(6) Il quadrilatero è un poligono con 4 lati e 4 angoli. (SSPG)
(7) Ogni poligono con quattro lati si dice quadrilatero. (SSPG)
(8) Un quadrilatero è un poligono con quattro lati. (SSPG)

Sebbene il campione sia molto circoscritto, simili definizioni rappresentano adeguatamente quelle circolanti nei testi destinati ai due ordini scolastici, fra i quali non si riscontrano differenze rilevanti.

Sul piano lessicale, vi è, come prevedibile, un'altissima densità di termini specialistici (nella 1, su dodici parole sei sono tecnicismi, e la proporzione è analoga nelle altre). Su quello strutturale, le definizioni seguono lo schema classico (*definiendum*-copula-*definiens*), con minime alternanze fra singolare e plurale, e fra articoli determinativi e indeterminativi (Il/Un quadrilatero, I quadrilateri). Il *definiendum*, però, non si trova sempre in prima posizione: tre esempi su otto iniziano con "poligono" (il *definiens*, il dato), cioè con la macro-categoria di riferimento di cui il quadrilatero rappresenta un tipo. Presentano, cioè, un ordine informativo che parte dall'iperonimo *poligono* richiamandosi così al "noto" per il lettore; seguono le caratteristiche specifiche, per poi arrivare all'etichetta *quadrilatero* (il *nuovo*), che è presentato come un nome da attribuire (non a caso compaiono verbi come "si dice" e "si chiamano"). Non mancano poi varianti il cui impatto non è privo di significato, come l'alternanza di articolo determinativo (I poligoni) e di aggettivi indefiniti (Tutti i poligoni, Ogni poligono); questi ultimi in matematica vengono solitamente considerati impliciti, dato che con la dicitura "i poligoni" si considerano tutti gli infiniti elementi geometrici rientranti in questo insieme.

Queste definizioni, pur apparendo sintetiche, in realtà non lo sono a sufficienza dal punto di vista matematico. In effetti una definizione viene considerata elegante in questo ambito se non contiene enti e caratteristiche di ridondanza, e uno degli scopi dell'educazione matematica consiste proprio nel far cogliere agli allievi gli enti/le caratteristiche necessarie e sufficienti per definire un concetto.

Per quanto concerne gli esempi di definizioni di quadrilatero proposti, il primo (1) contiene un elenco di enti che caratterizzano l'essere un quadrilatero: 4 lati, 4 angoli, 4 vertici, 4 altezze e 2 diagonali; enti interessanti per *descrivere* un concetto matematico, ma non per *definirlo*. Infatti basterebbe un solo tipo di questi enti per definire un quadrilatero: i poligoni con 4 lati sono quadrilateri, così come i poligoni con 4 angoli e così via. Si nota come ben quattro definizioni su otto (la 1, la 2, la 5 e la 6), due per ordine scolastico, risultano ridondanti, allontanando così il lettore dal cogliere quali sono le condizioni necessarie e sufficienti per definire

un quadrilatero, esigenza che è forte nel mondo matematico, ma che è distante dalla prassi degli studenti, abituati a descrivere la realtà che li circonda tramite aggettivi, sostantivi, descrizioni anche ridondanti che rafforzano ciò che si vuole far percepire all'interlocutore. La sintesi può quindi risultare un problema per l'apprendimento della matematica, se non si lavora con gli allievi in modo esplicito e consapevole su questi aspetti, sia dal punto di vista della disciplina oggetto di insegnamento – la matematica, appunto –, sia dal punto di vista linguistico.

4. Conclusioni

Come confermano questi primi e circoscritti rilievi, lo studio del linguaggio della matematica rappresenta un terreno fertile d'indagine per fare luce sulle difficoltà che incontrano gli allievi nell'acquisirlo, comprenderlo e gestirlo. Non a caso, è anche una priorità sottolineata dagli studi internazionali più recenti in didattica della matematica: è dunque più che mai opportuno avviare progetti interdisciplinari con un'impostazione analoga a quella da noi intrapresa, soprattutto in contesti in cui la collaborazione tra le due discipline e i contatti con le scuole sono saldi e consolidati. Infatti, solo una sinergia profonda tra la matematica e le competenze della linguistica renderà possibile avviare un effettivo cambiamento della ricerca e delle sue ricadute nella didattica e nella manualistica, che abbracci quella prospettiva di educazione linguistica trasversale prospettata ad esempio in Lavinio (2004) e in Colombo – Pallotti (2014). La riposta dei docenti, sempre molto interessati ed entusiasti quando si trovano coinvolti in iniziative che mettono in contatto questi due ambiti del sapere, è un'ulteriore prova dell'urgenza di giungere a proposte concrete, che non si fermino al livello teorico, ma che si traducano in suggerimenti didattici immediatamente applicabili.

Bibliografia

Bernardi 2000 = Claudio Bernardi, *Linguaggio naturale e linguaggio logico: parliamo della 'e'*, in «Progetto Alice», I, 1, pp. 11-21.

Colombo – Pallotti 2014 = Adriano Colombo – Gabriele Pallotti (a c. di), *L'italiano per capire*, Roma, Aracne.

Cortelazzo 2011 = *"scienza, lingua della"*, in Raffaele Simone (a c. di), *Enciclopedia dell'Italiano*, Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana, II, pp. 1281-1283.

D'Amore 1999 = Bruno D'Amore, *Elementi di didattica della matematica*, Bologna, Pitagora.

D'Amore 2000 = Bruno D'Amore, *Lingua, Matematica e Didattica*, in «La matematica e la sua didattica», 1, pp. 28-47.

D'Amore – Fandiño Pinilla 2012 = Bruno D'Amore – Martha Isabel Fandiño Pinilla, *Su alcune D in didattica della matematica: designazione, denotazione, denominazione, descrizione, definizione, dimostrazione. Riflessioni matematiche e didattiche che possono portare lontano*, in «Bollettino dei docenti di matematica», 64, pp. 33-46.

D'Aprile *et al.* 2004 = Margherita D'Aprile – Anastasia Squillace – Paola Armentano – Pasquale Cozza – Rossana D'Alessandro – Caterina Lazzaro – Geltrude Rossi – Anna Luisa Scarnati – Gianfranco Scarpino – Grazia Servi – Rosa Sicilia, *Dillo con parole tue*, in «L'insegnamento della matematica e delle scienze integrate», 27B, 1, pp. 31-51.

Demartini – Fornara – Sbaragli 2017 = Silvia Demartini – Simone Fornara – Silvia Sbaragli, *Numeri e parole. Percorsi di lingua e matematica*, supplemento a «Scuola dell'infanzia», 4-5 (dicembre 2017-gennaio 2018).

Demartini – Fornara – Sbaragli 2018 = Silvia Demartini – Simone Fornara – Silvia Sbaragli, *Dalla parola al termine. Il cammino verso l'apprendimento del lessico specialistico della matematica nelle definizioni dei bambini*, in Loredana Corrà (a c. di), *La lingua di scolarizzazione nell'apprendimento delle discipline non linguistiche*, Roma, Aracne, pp. 79-101.

Demartini – Sbaragli 2015a = Silvia Demartini – Silvia Sbaragli, *Geometria e narrazione alla scuola dell'infanzia: un "binomio fantastico"*, in Bruno D'Amore – Silvia Sbaragli (a c. di), *La didattica della matematica, disciplina per l'apprendimento*, Bologna, Pitagora, pp. 67-72.

Demartini – Sbaragli 2015b = Silvia Demartini – Silvia Sbaragli, *Storie di figure*, in «Scuola dell'infanzia» 16, 4, pp. 17-18.

Demartini - Sbaragli 2019 = Silvia Demartini - Silvia Sbaragli, *Le parole che "ingannano". La componente lessicale nell'insegnamento e nell'apprendimento della matematica*, in «Quaderni di Ricerca in Didattica», 2, n.o speciale 5, G.R.I.M. (Dipartimento di Matematica e Informatica, Università degli Studi di Palermo), pp. 19-25 (http://math.unipa.it/~grim/quaderno2_suppl_5_2019.pdf).

Duval 1995 = Raymond Duval, *Sémiosis et pensée humaine*, Bern, Peter Lang.

Ferrari 2010 = Angela Ferrari, *struttura del testo*, in Raffaele Simone (a c. di), *Enciclopedia dell'italiano*, Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana, I, pp. 1485-1490.

Ferrari 2014 = Angela Ferrari, *Linguistica del testo. Principi, fenomeni, strutture*, Roma, Carocci.

Ferrari 2019 = Angela Ferrari, *Che cos'è un testo*, Roma, Carocci.

Ferrari 2003 = Pier Luigi Ferrari, *Costruzione di competenze linguistiche appropriate per la matematica a partire dalla media inferiore*, in «L'insegnamento della matematica e delle scienze integrate» 26A, 4, pp. 469-496.

Ferrari 2004 = Pier Luigi Ferrari, *Matematica e linguaggio. Quadro teorico e idee per la didattica*, Bologna, Pitagora.

Ferrari 2012 = Pier Luigi Ferrari, *Linguaggio, formalismo e costruzione del significato in matematica*, in Giangiacomo Gerla – Tiziana Pacelli – Cristina Coppola (a c. di), *Logica, linguaggio e didattica della matematica*, CXXXV, Milano, FrancoAngeli.

Fornara – Sbaragli 2013 = Simone Fornara – Silvia Sbaragli, *Italmatica. Riflessioni per un insegnamento/apprendimento combinato di italiano e matematica*, in Bruno D'Amore – Silvia Sbaragli (a c. di), *La didattica della matematica come chiave di lettura delle situazioni d'aula*, Bologna, Pitagora, pp. 33-38.

Fornara – Sbaragli 2016 = Simone Fornara – Silvia Sbaragli, *Che problema, queste parole!*, in «La vita scolastica» 2, pp. 16-18.

Fornara – Sbaragli 2017 = Simone Fornara – Silvia Sbaragli, *Italmatica. L'importanza del dizionario nella risoluzione di problemi matematici*, in Francesco De Renzo – Maria E. Piemontese (a c. di), *Educazione linguistica e apprendimento/insegnamento delle discipline matematico-scientifiche*, Roma, Aracne, pp. 211-224.

GRADIT = Tullio De Mauro, *Grande dizionario italiano dell'uso*, Torino, UTET, 1999-2000.

Gualdo – Telve 2011 = Riccardo Gualdo – Stefano Telve, *Linguaggi specialistici dell'italiano*, Roma, Carocci.

Halliday 2004 = Michael Alexander Kirkwood Halliday, *The Language of Science*, Londra, Continuum.

Houdebine – Laborde 1998 = Jean Houdebine – Colette Laborde, *Variations sur des énoncés de problèmes de géométrie au collège*, in «Repères-IREM», 33, pp. 37-58.

Laborde 1995 = Colette Laborde, *Occorre apprendere a leggere e scrivere in matematica?*, in «La matematica e la sua didattica», 2, pp. 121-135.

Lavinio 2004 = Cristina Lavinio, *Comunicazione e linguaggi disciplinari. Per un'educazione linguistica trasversale*, Roma, Carocci.

Maier 1993 = Hermann Maier, *Problemi di lingua e di comunicazione durante le lezioni di matematica*, in «La matematica e la sua didattica», 1, pp. 69-80.

Maier 1995 = Hermann Maier, *Il conflitto tra lingua matematica e lingua quotidiana per gli allievi*, in «La matematica e la sua didattica», 3, pp. 298-305.