



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

Corso di laurea Magistrale in Psicologia Clinica

Tesi di laurea Magistrale

**Testo confutazionale e standard
nell'apprendimento di concetti scientifici e nella calibrazione:
una ricerca nella scuola secondaria di I grado**

**Refutation and standard texts in science concepts learning
and calibration: a research in secondary school**

Relatrice

Prof.ssa Barbara Carretti

Correlatrice esterna

Dott.ssa Alessandra Zagato

Laureanda: Roberta Campani

Matricola: 2022880

Anno Accademico 2022/2023

La conoscenza è un diritto universale.

Agli insegnanti e agli studenti

costruttori di libertà e civiltà.

INDICE

INTRODUZIONE	7
CAPITOLO 1: La comprensione del testo scritto	9
1.1. Le abilità e le componenti della comprensione	9
1.1.1. La decodifica.....	9
1.1.2. Il ruolo della comprensione orale	11
1.1.3. Il vocabolario	12
1.1.4. La memoria di lavoro.....	13
1.1.5. Il ruolo delle conoscenze pregresse e l'attività di integrazione	14
1.1.6. Le inferenze	15
1.1.7. La metacognizione	16
1.2. I modelli teorici per la comprensione del testo	18
1.2.1. <i>Construction-Integration Model (CI)</i>	20
1.2.2. <i>Structure-Building Framework</i>	21
1.2.3. <i>Landscape Model</i>	23
1.3. Aspetti emotivo-motivazionali coinvolti nell'apprendimento	24
1.3.1. La motivazione.....	24
1.3.2. Le emozioni	25
CAPITOLO 2: L'apprendimento di concetti scientifici a scuola: il ruolo dei generi testuali e della metacognizione.....	27
2.1. Premessa.....	27
2.2. Il ruolo delle misconcezioni nel cambiamento concettuale.....	28
2.3. Testo espositivo confutazionale e standard nell'apprendimento delle scienze	30
2.4. Il ruolo dell'inibizione nel cambiamento concettuale	34
2.5. L'influenza del cambiamento concettuale sul giudizio metacognitivo	36
2.5.1. Metacognizione.....	36
2.5.2. Monitoraggio.....	37
2.5.3. Calibrazione	39
2.5.3.1 Indici di calibrazione	40

INTRODUZIONE

La ricerca si propone di analizzare il processo di apprendimento di concetti scientifici attraverso testi espositivi, genere testuale comune nella maggior parte delle discipline scolastiche.

Si è partiti dalle ipotesi presenti in letteratura in base alle quali nell'apprendimento di concetti scientifici si osserva spesso la presenza di *misconcezioni*, ovvero idee sbagliate su argomenti scientifici frutto dell'esperienza. Tali concezioni errate sono molto resistenti al cambiamento e costituiscono un filtro per le nuove informazioni, rendendo difficile il processo denominato *cambiamento concettuale*, che è il presupposto dell'apprendimento di conoscenze scientifiche valide.

Tra i testi espositivi utilizzati nell'apprendimento scientifico, quello confutazionale apparirebbe superiore rispetto a quello standard nel riconoscere le idee sbagliate sui fenomeni oggetto di studio, poi nel confutarle esplicitamente per fornire successivamente la spiegazione scientifica corretta.

A partire da queste premesse, gli obiettivi della ricerca sono stati quelli di verificare quanto la lettura di un testo espositivo confutazionale migliori l'apprendimento. Inoltre, in maniera innovativa, si è voluto esaminare quanto il testo confutazionale migliori la capacità di autovalutazione degli studenti sulla propria prestazione, vale a dire la calibrazione metacognitiva.

Questo lavoro è stato svolto su un campione di 51 studenti e studentesse di una scuola secondaria di primo grado, ai quali sono state somministrate delle prove in tre sessioni collettive e una individuale.

Si è scelto il fenomeno dell'aria e la sua pressione e si è proceduto, attraverso un questionario, a verificare le preconoscenze sull'argomento (fase pre-test). Inoltre, sono state somministrate tre prove (comprensione del testo, ragionamento non verbale e decodifica) al fine di controllare le caratteristiche individuali degli studenti. Dopo una settimana (fase post-test immediato) è stato distribuito in modo casuale il testo sul fenomeno scelto, nella versione confutazionale e standard, seguito dal medesimo questionario della fase precedente a cui si è aggiunta la richiesta di misurare la propria prestazione rispetto alla conoscenza del fenomeno letto. A distanza di 15 giorni gli studenti hanno risposto alle stesse domande del questionario senza rileggere il testo (fase post-test differito).

Alle sessioni collettive sono seguite le sessioni individuali, in cui sono state somministrate due prove con lo scopo di misurare la capacità degli studenti di controllare la risposta automatica (Stroop e CAF).

I risultati, tuttavia, non hanno confermato le premesse teoriche, non evidenziando alcuna differenza tra le due tipologie testuali.

Il presente lavoro è articolato in quattro capitoli: due di inquadramento teorico, due specifici sulla ricerca, sui limiti e sulle prospettive per future ricerche.

Nel primo capitolo si descriverà la comprensione del testo scritto, attraverso i processi cognitivi coinvolti nella costruzione del significato; si prenderanno in esame tre modelli teorici che spiegano questi processi; infine si prenderanno in esame gli aspetti emotivo-motivazionali che possono influenzare positivamente l'apprendimento.

Nel secondo capitolo saranno indagate alcune variabili che possono avere un ruolo nell'apprendimento di concetti scientifici a scuola. In particolare saranno approfonditi il concetto di *misconcezioni*; il processo di *cambiamento concettuale*; il genere testuale confrontando i testi confutazionale e standard; il contributo dell'abilità di inibizione nel processo di apprendimento. A conclusione del capitolo si prenderà in esame quanto il cambiamento concettuale possa influire sull'accuratezza del giudizio metacognitivo, descrivendo la capacità metacognitiva, la capacità di monitoraggio e la calibrazione con i suoi indici.

Nel terzo capitolo saranno presentati gli obiettivi e il metodo di questo progetto. A seguire saranno descritte le analisi e i risultati ottenuti rispetto agli obiettivi di ricerca.

Infine nel quarto e ultimo capitolo saranno discussi i risultati di questo studio, seguiti da una riflessione su alcuni limiti e prospettive per future ricerche.

CAPITOLO 1

La comprensione del testo scritto

1.1 Le abilità e le componenti della comprensione

Comprendere un testo scritto è un processo attivo e costruttivo in cui si integrano le informazioni contenute nel testo con le preconoscenze già possedute dal lettore. Il risultato di tale processo è la costruzione di un significato che si traduce in una rappresentazione mentale coerente e globale (Johnson-Laird, 1983; Kintsch e Van Dijk, 1978).

Comprendere un testo implica abilità non solo di natura linguistica ma anche aspetti più trasversali legati a componenti di natura cognitiva e metacognitiva (Ravagnolo, Mirandola, Capodieci, Cornoldi e Carretti, 2022).

La costruzione del significato coinvolge numerosi processi cognitivi; alcuni di livello inferiore, come la decodifica e la consapevolezza fonologica; altri di livello superiore e predittori della stessa abilità di comprensione, quali la memoria di lavoro, la capacità di fare inferenze e le abilità metacognitive (Oakhill, Cain e Bryant, 2003).

1.1.1 La decodifica

L'apprendimento della lettura implica due componenti: decodifica e comprensione, due competenze con prerequisiti differenti, ma intrecciate e in relazione fra loro.

Saper decodificare un testo significa essere in grado di leggere parole isolate velocemente, accuratamente e silenziosamente. Il processo di decodifica non è, tuttavia, equiparabile al semplice riconoscimento di parole: la decodifica si esprime attraverso l'uso delle regole di corrispondenza grafema-fonema (Gough e Tunmer, 1986).

La comprensione, colonna portante di ogni forma di conoscenza, è il processo di elaborazione delle informazioni necessarie per accedere al significato (MacNamara e Magliano, 2009).

La lettura come decodifica secondo il modello a due vie può avvenire a livello più superficiale tramite la via fonologica, che prevede l'applicazione di regole di conversione dei grafemi nei corrispondenti fonemici, e a livello più profondo, tramite una via diretta

che permette il riconoscimento dell'intera parola scritta e il recupero del suo significato (Coltheart, Curtis, Atkins e Haller, 1993).

La relazione tra queste diverse variabili introduce un altro tema relativo alla corrispondenza tra segno e suono, che si definisce *trasparenza della lingua*, ovvero coerenza fra scritto e parlato, ed è legato alla specificità delle lingue (Toffalini, Provazza, Tressoldi e Cornoldi, 2019). Le differenze linguistiche possono modulare la relazione tra le dimensioni di decodifica, comprensione del testo scritto e testo orale. L'italiano e il tedesco sono lingue ad ortografia trasparente, le eccezioni alle regole rispetto alla modalità con cui le parole sono lette è molto bassa; al contrario, altre lingue, come l'inglese, sono definite lingue opache poiché la coerenza della lettura di singoli grafemi o tra loro combinati può cambiare a seconda del contesto in cui sono inseriti. Ciò significa che, pur apprendendo una regola, esistono molte eccezioni nella decodifica grafema-fonema: grafemi e stringhe grafemiche possono essere letti in modo diverso a seconda della posizione in cui sono inseriti, tanto da diminuire il grado di corrispondenza e di trasparenza e aumentare il grado di opacità linguistica. Pertanto sono maggiori le eccezioni della lettura, rispetto alle regole che guidano il riconoscimento di parole (Frith, Wimmer e Landerl, 1998).

Le caratteristiche della lingua incidono nell'abilità di decodifica: nelle lingue trasparenti, come l'italiano, i lettori utilizzano la via fonologica e solo in seguito la via lessicale, accedendo al riconoscimento della parola intera; al contrario, nelle lingue opache i lettori prediligono la via lessicale (Schmalz, Beyersmann, Cavalli e Marinus, 2016). Questa differenza comporta, per i lettori di lingue ortograficamente trasparenti, maggiore lentezza di lettura ma migliore accuratezza (Marinelli, Romani, Burani, McGowan e Zoccolotti, 2016); tuttavia, la lentezza non è sempre predittore di scarsa comprensione del testo: l'accesso al significato può avvenire grazie all'utilizzo di un approccio strategico al testo (Carretti, De Beni e Cornoldi, 2023).

Decodificare non è sufficiente per capire, capire non assicura accuratezza e velocità; il processo di automatizzazione della lettura, invece, permette di passare dal riconoscimento delle singole unità, al riconoscimento della parola nella sua interezza. Questo processo facilita la formazione di un vocabolario, componente importante della comprensione. Ci sono elementi di sovrapposizione fra decodifica e comprensione del testo, ma le abilità sono specifiche e differenti: è il loro intreccio che conduce il lettore ad

essere veloce ed accurato (Gough, Hoover e Peterson, 1996; Fuchs, Fuchs, Hosp e Jenkins, 2001).

1.1.2 Il ruolo della comprensione orale

Accedere al significato di un testo scritto è un compito complesso, che necessita di competenze di base, in particolar modo, la capacità di “decodificare” il testo (come descritto nel precedente paragrafo) e un’adeguata abilità di comprensione linguistica.

Secondo il modello *Simple View of Reading* proposto da Gough e collaboratori (1986) la comprensione del testo è il risultato di un’interazione fra due dimensioni: l’abilità di decodifica e l’abilità di comprensione del linguaggio orale, dove la comprensione del testo è data dal prodotto delle due componenti. Nelle fasi iniziali di apprendimento, la comprensione del testo è maggiormente influenzata dall’efficienza nella lettura ad alta voce, al contrario, la comprensione linguistica non incide su quella testuale (Gough et al., 1996). Con il passare degli anni scolastici, la lettura ad alta voce si automatizza, il lettore investe maggiori risorse cognitive nella comprensione del testo, maggiormente deducibile dal livello di comprensione del linguaggio. Il lettore esperto, poi, riuscirà ad accedere al significato testuale e a raggiungere una comprensione più profonda grazie ad una migliore padronanza linguistica, soprattutto in termini di elaborazione sintattica della frase e di ricchezza lessicale (Perfetti, Landi e Oakhill, 2005).

Questo sembra valere quando si prendono in considerazione le lingue opache come l’inglese. Gli studi sulla lingua inglese hanno mostrato, infatti, che le competenze di decodifica sono più predittive nei primi anni di scolarità, poiché, rispetto alle lingue trasparenti, il processo di apprendimento della lettura è più lungo e difficoltoso a causa delle caratteristiche ortografiche (Gough et al., 1996). Al contrario, quando il lettore acquisisce un buon livello in termini di rapidità e accuratezza di lettura, è la comprensione orale ad essere maggiormente predittiva. Questi risultati non possono essere estesi ad ortografie con caratteristiche differenti, come ad esempio quella italiana. Studi più recenti dimostrano che, nelle lingue con ortografia trasparente, la comprensione linguistica orale incide maggiormente sul processo di comprensione del testo rispetto all’abilità di decodifica, anche nelle fasi iniziali di apprendimento della lettura (Carretti e Zamperlin, 2010).

Il Simple View of Reading e, nello specifico, il ruolo della comprensione orale, dell'accuratezza e della velocità di lettura come predittori che agiscono singolarmente sull'abilità di comprensione del testo scritto, è stato recentemente analizzato in uno studio che coinvolge quasi duemila bambini italiani della scuola primaria (Tobia, Bonifacci, 2015). Dai risultati si evince che la comprensione linguistica sia il miglior predittore che agisce sulla comprensione del testo scritto in tutte e cinque le classi della scuola primaria. L'accuratezza in lettura ha un ruolo significativo, ma non così rilevante. La velocità di lettura, poi, contrariamente alle previsioni, non è un processo che influisce sulla comprensione del testo in modo significativo.

In conclusione, è possibile affermare che il linguaggio orale, l'elaborazione semantica del linguaggio e la comprensione sintattica delle strutture testuali siano misure che influenzano la comprensione del testo scritto in modo significativo.

Esistono, tuttavia, altri aspetti rilevanti come il buon funzionamento della memoria di lavoro e la capacità di ragionare sulle informazioni (ossia la capacità di fare inferenze), che guidano e definiscono il processo di comprensione di un testo. Tali competenze saranno analizzate nel corso del capitolo.

1.1.3 Il vocabolario

Il processo di comprensione della lettura è determinato dall'attivazione di componenti e meccanismi di elaborazione via via sempre più complessi, che vanno dall'iniziale elaborazione delle unità ortografiche e fonologiche che costituiscono le parole (processo di decodifica), alla codifica del loro significato, rilevante nella costruzione della rappresentazione mentale, attraverso l'integrazione di processi linguistici, inferenziali e cognitivi. La comprensione della lettura non può essere efficace senza l'identificazione delle parole e il recupero del loro significato nel magazzino lessicale (Perfetti et al., 2005).

Il vocabolario è l'insieme di tutte le parole conosciute dal lettore: una buona conoscenza lessicale promuove e facilita la comprensione del testo. L'ampiezza e la profondità del vocabolario crescono con l'età e la scolarizzazione. Maggiore è la ricchezza del vocabolario del lettore, maggiore è la sua possibilità di dedurre il significato di parole, anche sconosciute, inserite in un testo (Perfetti et al., 2005). È stato dimostrato che bambini con maggiori difficoltà di comprensione presentano povertà lessicale e fragilità nell'elaborazione semantica; inoltre, tali conoscenze consolidano il legame tra la

capacità di identificare parole specifiche e la loro comprensione, soprattutto per parole appartenenti a lingue ad ortografia opaca, per le quali il lettore deve affidarsi maggiormente alla via semantica rispetto a quella fonologica (Nation e Snowling, 1998).

La conoscenza del significato delle parole ha un ruolo cardine nell'identificazione e nella comprensione delle parole stesse. Questo duplice ruolo del significato delle parole pone la semantica lessicale in una posizione centrale all'interno del processo di comprensione della lettura (Perfetti et al., 2005). In altri studi, infine, è emerso che i lettori meno abili hanno maggiore accesso alle parole con significati più concreti, rispetto ai lettori più abili, maggiormente sensibili alle relazioni semantiche astratte (Nation e Snowling, 1999). A livello di elaborazione della parola, gli stessi autori hanno dimostrato che i cattivi lettori sono più lenti nella lettura di parole irregolari e non sono agevolati dal contesto testuale nella lettura di parole a bassa frequenza (Nation e Snowling, 1998; 1999). Ciò potrebbe avvalorare l'ipotesi che difficoltà emerse nella comprensione del testo siano correlate alle difficoltà nel vocabolario recettivo ed espressivo. Tuttavia, è necessario sottolineare che basse prestazioni a carico del vocabolario non sono sempre motivate da eventuali disturbi e difficoltà di comprensione.

1.1.4 La memoria di lavoro

La memoria di lavoro è un sistema cognitivo implicato in diverse abilità dell'apprendimento e gioca un ruolo cruciale nella comprensione del testo.

Secondo l'ipotesi proposta da Baddeley (1986), la memoria di lavoro consente il mantenimento momentaneo e l'elaborazione di più informazioni e, nello specifico, durante la lettura e il processo di comprensione del testo, quelle contenute nel testo (Baddeley e Hitch, 1974). Nel corso dell'apprendimento della lettura, in particolar modo durante le prime fasi, è coinvolta la componente fonologica della memoria di lavoro, la cui 'consapevolezza' determina "la comprensione della struttura linguistica interna delle parole" e il successo nella lettura. (Lieberman, 1984).

La memoria di lavoro fonologica ha un legame forte con il processo di decodifica poiché consente al lettore di mantenere attivo il contenuto della frase che si sta leggendo fino alla fine della stessa. Il sistema di memoria fonologica influisce direttamente sulla comprensione della lingua sia scritta che parlata (Perfetti et al., 2005). Gli studi

suggeriscono che tale sistema di memoria supporti la comprensione dell'ascolto e, indirettamente, la comprensione della lettura (Dufva, Niemi e Voeten, 2001).

La memoria di lavoro è strettamente correlata alle differenze individuali espresse dai lettori durante i compiti di comprensione del testo. Essa, infatti, costituisce un sistema con risorse limitate ma, nonostante questo, i limiti possono essere superati grazie alla conoscenza e all'esperienza del singolo. In questa direzione il ruolo della memoria di lavoro diventa centrale nello sviluppo dell'abilità di comprensione (Perfetti et al., 2005).

Inoltre, la memoria di lavoro, così come la ricchezza lessicale, è coinvolta nell'apprendimento del significato di parole non note dal contesto (Perfetti et al., 2005). Il lettore, tuttavia, può dedurre il significato di parole sconosciute dal testo solo se conosce la maggior parte delle parole presenti e se riesce ad accedere approssimativamente al significato del brano.

Infine, tale sistema di memoria interviene anche a livelli più elevati, sostenendo la capacità di fare inferenze, di mantenere le informazioni rilevanti e di inibire quelle irrilevanti e di aggiornare la comprensione con i nuovi elementi che possono emergere dal testo (Carretti, Cornoldi, De Beni e Romanò, 2005).

1.1.5 Il ruolo delle conoscenze pregresse e l'attività di integrazione

La comprensione del testo scritto, secondo i modelli cognitivi, è un processo complesso attraverso cui il significato globale del testo si costruisce mediante l'integrazione delle informazioni presenti nel testo e le conoscenze già possedute dal lettore (Johnson-Laird, 1983; Kintsch e Van Dijk, 1978). Grazie a questa integrazione il lettore è attivo nel costruire una rappresentazione mentale coerente e complessiva del significato del testo che supera quello superficiale delle singole parole. (Bransford e Johnson, 1972).

I buoni lettori collegano le nuove conoscenze a quelle già acquisite usando queste ultime per interpretare le nuove informazioni. Alcuni studi condotti sull'argomento sostengono che i collegamenti alle conoscenze pregresse siano addirittura necessari per l'apprendimento (Bransford e Johnson, 1972). Attraverso il processo di integrazione, la costruzione efficace di nuove conoscenze riesce a sfruttare quelle pregresse in misura diversa, a seconda della loro natura e di come esse siano richiamate alla memoria. Preconoscenze insufficienti o inappropriate al contesto di apprendimento, infatti, possono

distorcere la comprensione di nuovi contenuti. In ambito scolastico, i docenti, attraverso il materiale didattico scelto, possono attivare le conoscenze pregresse appropriate al contesto, consentendone un utilizzo più efficace. Un contenuto di apprendimento è tanto più significativo, quanto più profonda ed articolata è la relazione che lo lega alla *struttura cognitiva* del soggetto, dove per struttura cognitiva si intende l'insieme di tutte le conoscenze possedute in uno specifico momento (Cornoldi e Meazzini, 2004).

1.1.6 Le inferenze

La strada era gelata. Il camion correva veloce. Molte persone rimasero ferite (Lumbelli, 2006). Il lettore che si trova a scorrere il testo appena presentato, per accedere al suo significato, è indotto a collegarne le parti e a ricavare una conoscenza non direttamente esplicitata.

Un elemento complesso, da tenere in considerazione quando si parla di costruzione del significato e di comprensione del testo, è la capacità di fare inferenze. Fare inferenze significa ragionare sulle informazioni verbali presenti o implicite, operare collegamenti, dedurre significati di parole a seconda del contesto in cui sono inserite. Pertanto, tale capacità permette al lettore di mantenere la coerenza della rappresentazione mentale che costruisce durante la comprensione di un testo (Gernsbacher, 1990; 1997).

Numerose sono le classificazioni formulate in merito alle tipologie di inferenze che devono essere fatte durante il processo di lettura. Tra quelle che appaiono più importanti per la comprensione del testo vi sono le inferenze di coerenza e quelle elaborative.

Le *inferenze di coerenza* supportano la creazione di un sistema mentale coerente, poiché promuovono il collegamento tra le informazioni presenti nel testo anche quando sono disgiunte (*inferenze ponte*) oppure favoriscono la creazione di connessioni tra le informazioni testuali e le conoscenze pregresse del lettore.

Le *inferenze elaborative* consentono, invece, un'elaborazione e un approfondimento del contenuto del testo, tali da permettere al lettore una comprensione più profonda.

Nella comprensione del testo le inferenze di coerenza appaiono centrali e necessarie, al contrario quelle elaborative più marginali (Carretti et al., 2023). Le prime, poi, sembrano essere fatte dal lettore senza un dispendio di energia troppo elevato; le inferenze elaborative, invece, sembrano richiedere una quantità di risorse maggiore. Per questo

motivo è più probabile che vengano fatte inferenze che supportano la coerenza testuale, rispetto a quelle che ne consentono l'elaborazione (Perfetti et al., 2005).

Non meno importanti, tuttavia, sono le *inferenze causali*, spesso formulate per dare senso alle azioni all'interno di un testo narrativo. Esse sono generalmente fatte da lettori esperti (Perfetti et al., 2005).

Alcuni studi suggeriscono che la capacità di fare inferenze sia poi strettamente correlata alla memoria di lavoro. Come spiegato in precedenza, tale sistema di memoria è in grado di mantenere attive e aggiornate le informazioni rilevanti del testo, dando la possibilità alla persona che sta leggendo di averle a disposizione per fare i collegamenti necessari e per sciogliere le ambiguità o incoerenze. Allo stesso tempo, inibendo le informazioni non utili, il carico della memoria di lavoro si riduce, rendendo il lettore maggiormente abile nel processo di integrazione delle informazioni stesse (Cain, Oakhill, Barnes e Bryant, 2001).

La capacità inferenziale, pertanto, è fondamentale per mantenere stabile e coerente la rappresentazione mentale del significato del testo e rendere maggiormente esperto il lettore nel processo di integrazione delle informazioni. Esistono tre principali possibilità per spiegare la differenza nell'esercitare la capacità inferenziale tra un lettore abile e uno meno abile: una limitata conoscenza generale, non sapere come e quando trarre conclusioni e una limitata capacità di elaborazione, che ostacola il processo di integrazione tra le informazioni contestuali e le conoscenze pregresse possedute (Perfetti et al., 2005), a prescindere dalle caratteristiche del testo. Da ciò è possibile dedurre che quanto più viene aiutato il lettore ad aumentare la consapevolezza relativa alle proprie abilità, conoscenze e competenze, tanto più saranno migliorate le sue capacità inferenziali, strategiche e il conseguente livello di comprensione.

1.1.7 La metacognizione

Con il termine *metacognizione* ci si riferisce all'insieme delle conoscenze o delle attività cognitive che regolano tutti gli aspetti relativi agli stati mentali dell'individuo (Flavell, 1979; 1981). Mason (2019) vede la metacognizione come “un pensiero sul proprio pensiero che ha per oggetto processi e strategie cognitive, ad esempio di memorizzazione, comprensione, ragionamento e *problem-solving*”. La metacognizione è

l'insieme di tutte le “conoscenze che un soggetto ha sui propri processi mentali e al controllo che è in grado di esercitarvi” (Carretti et al., 2023).

Nel corso degli anni e a seconda degli studi condotti, il concetto di metacognizione ha inevitabilmente assunto connotazioni differenti; in particolar modo, l'ambito della metacognizione può essere suddiviso in due settori rappresentati dalla *conoscenza metacognitiva* (chiamata anche metaconoscenza) e dai *processi metacognitivi di controllo* (Cornoldi, 1995). Per conoscenza metacognitiva si intendono le idee che un individuo ha sviluppato sul funzionamento mentale. Essa si riferisce alla conoscenza che un soggetto ha del proprio funzionamento cognitivo, è la consapevolezza rispetto ai propri processi cognitivi. Esistono diverse tipologie di metaconoscenza: informazioni, associazioni, regole, esperienze. L'oggetto della conoscenza metacognitiva è il funzionamento mentale, non si identifica nel comportamento cognitivo; al contrario, essa si sviluppa e si esplicita in interrelazione con tale comportamento. Essa è ancorata alla conoscenza del mondo, all'esperienza: la metaconoscenza è più di un semplice insieme di conoscenze. Cornoldi (1995), infatti, utilizza il termine “atteggiamento metacognitivo” per definire come l'aspetto conoscitivo sia strettamente legato a quello emotivo, con forti conseguenze sul comportamento dell'individuo. Sarà oggetto dell'ultimo paragrafo di questo elaborato l'importanza del ruolo degli aspetti emotivi-motivazionali coinvolti nell'apprendimento.

I processi metacognitivi di controllo sono definiti come veri e propri meccanismi di controllo del funzionamento cognitivo, in quanto guidano l'attività di regolazione e di apprendimento. Essi hanno il ruolo di attivare, mantenere o interrompere un'attività in corso (Flavell, 1981). Flavell (1981) sostiene che l'individuo sia in grado di controllare e regolare un certo numero di compiti cognitivi durante l'attività mentale, a seconda dei propri obiettivi, della propria metaconoscenza, delle sensazioni attivate durante l'esperienza e degli atti cognitivi compiuti per il raggiungimento degli obiettivi stessi. Brown e collaboratori (1986), nel corso delle loro ricerche, affermano l'importanza delle attività di controllo sui processi cognitivi e ne evidenziano soprattutto alcune: rendersi conto dell'esistenza di un problema, essere in grado di predire la propria prestazione, pianificare l'attività cognitiva e registrare e guidare l'attività cognitiva relativamente all'obiettivo prescelto. I processi di controllo possono precedere e/o accompagnare l'attività cognitiva, ma sono sempre interconnessi alla conoscenza metacognitiva. In

particolar modo, sono i processi che precedono lo svolgimento del compito ad occupare un ruolo rilevante: il riconoscimento dell'esistenza di un problema, la capacità di metterlo in relazione con altri già risolti, il recupero di informazioni dalla memoria a lungo termine e la loro integrazione. Queste sono le attività necessarie alla comprensione e alla risoluzione del compito stesso.

Le *strategie*, facilmente confondibili con i processi di controllo, sono, tuttavia, riconducibili alle sequenze di decisioni relative all'acquisizione, al mantenimento e all'utilizzo delle informazioni per il conseguimento dello scopo (Bruner, 1956). La strategia è il percorso che l'individuo ha intenzione di seguire per affrontare e svolgere un compito cognitivo (Cornoldi, 1995).

Per quanto concerne la relazione tra metacognizione e comprensione del testo, i modelli metacognitivi proposti da Jacobs e Paris (1987) e da Brown e collaboratori (1983) mettono in luce quanto le conoscenze che il lettore ha dello scopo della lettura, le strategie utilizzate per affrontare il testo e il controllo esercitato per monitorare la propria comprensione rendano intrecciate e interrelate le due attività. Lettori meno abili risultano essere meno consapevoli del corretto accesso al significato e faticano ad adottare strategie di lettura più sofisticate; al contrario, il buon lettore è più consapevole delle proprie abilità ed è maggiormente in grado di stimare la propria prestazione, applicando giuste strategie in modo flessibile (Mirandola, Ciriello, Gigli e Cornoldi, 2018).

Garner e Reis (1981) hanno rilevato che i buoni lettori, rispetto ai cattivi lettori, sono efficaci nel monitorare la comprensione del testo, poiché si accorgono di eventuali anomalie presenti nel testo come incongruenze, errori o omissioni; lettori esperti sono in grado di mantenere stabile il proprio *standard di coerenza* che “rappresenta da una parte la sensibilità del lettore all'incoerenza del contenuto del testo e dall'altra lo sforzo che il lettore mette per fare inferenze, monitorare la comprensione e mantenere la coerenza” (Perfetti et al., 2005).

1.2 I modelli teorici per la comprensione del testo

Numerosi sono i modelli che indagano l'attività cognitiva sottesa alla comprensione del testo scritto. McNamara e Magliano (2009), nel descrivere i modelli che prendono in considerazione, mettono in luce alcune dimensioni centrali e comuni: la connessione tra informazioni provenienti dal testo e le conoscenze precedenti; l'attivazione di concetti

correlati a seconda delle informazioni disponibili in memoria a lungo termine; l'elaborazione automatica e inconscia delle informazioni; il focus di attenzione che si modifica nel tempo e a seconda degli input linguistici; il processo di mappatura che fornisce continuità tra input linguistici attuali e precedenti e che permette una coerenza referenziale e situazionale. I due autori sostengono che, in mancanza di tale coerenza, interviene il processo inferenziale: in particolar modo, il lettore trae inferenze di collegamento che ripristinano le relazioni tra i costituenti del discorso (McNamara e Magliano 2009).

Le teorie sulla comprensione del testo hanno cambiato, nel tempo, il loro focus passando da una descrizione basata sulla relazione con il contenuto esplicito a una comprensione più profonda, dove la rappresentazione mentale è guidata dal processo inferenziale, fondamentale per la comprensione delle informazioni implicite. I modelli vedono, quindi, il lettore come partecipante attivo nella costruzione del significato grazie all'utilizzo simultaneo delle capacità cognitive, delle conoscenze e delle abilità metacognitive.

Infine, è possibile riconoscere due principali tipologie di modelli che descrivono il processo di comprensione del testo scritto: quelli incentrati sulla descrizione del processo di comprensione (cioè della dinamica mentale che permette di costruire rappresentazioni del testo durante la lettura) e quelli che focalizzano l'attenzione sulle componenti del processo (le abilità). Alla prima tipologia appartengono i modelli descrittivi che giustificano il mantenimento della coerenza locale e globale, dell'integrazione di informazioni tra unità a breve o più ampia distanza, del recupero e dell'integrazione di informazioni dalla conoscenza generale o di un particolare argomento da parte del lettore. Essi mostrano come alcuni processi siano relativamente automatici (il mantenimento della coerenza locale tramite l'attivazione della memoria di lavoro di informazioni facilmente desunte dalle parti di testo appena lette e di informazioni tratte dalla propria conoscenza del mondo) e altri invece, richiedano maggior sforzo da parte del lettore (l'integrazione di informazioni date da ampie unità di testo, specie se nuove, come nella lettura per lo studio). Diversamente, i modelli componenziali individuano le abilità che costituiscono il processo e ne valutano l'effetto come fattori di variabilità individuale nello sviluppo del processo di comprensione, come il sopraindicato modello di *Simple View of Reading*, centrato sull'attività di decodifica (par. 1.1.2).

Di seguito si prenderanno in esame tre dei modelli teorici, appartenenti alla prima tipologia e incentrati sui processi alla base della costruzione di una rappresentazione mentale nel processo di comprensione del testo scritto: il *Construction-Integration Model* (Kintsch, 1988, 1998), lo *Structure-Building Framework* (Gernsbacher, 1990; 1997) e il *Landscape Model* (Van den Broek et al., 1999; 2005). Tali modelli saranno utili per spiegare come avviene la comprensione nell'ambito dell'apprendimento attraverso i testi comunemente utilizzati nella scuola per trasmettere nozioni, come il testo espositivo informativo (Mason, 2019).

1.2.1 *Construction-Integration Model (CI)*

Il modello CI proposto da Walter Kintsch nel 1998 deriva da una serie di modelli di comprensione del testo elaborati dallo stesso studioso in collaborazione con il linguista Teun van Dijk nel 1978 e nel 1983, fondamentali e innovativi nella descrizione dei processi che guidano la comprensione del testo scritto. Il modello ha un'architettura di tipo connessionista, il cui nome introduce due aspetti rilevanti per il processo di comprensione: la costruzione e l'integrazione delle informazioni. La *costruzione* si riferisce all'attivazione delle informazioni che il lettore trova nel testo e le sue conoscenze pregresse. All'inizio si attivano tutte le conoscenze recuperate automaticamente in memoria, sia quelle rilevanti che quelle irrilevanti. Durante la fase di costruzione, esistono quattro potenziali fonti di attivazione: la frase o proposizione che si sta leggendo, quella precedente, la conoscenza pregressa relativa e le reintegrazioni dal testo appena letto. Nel processo di *integrazione* queste attivazioni si diffondono e si modificano attraverso cicli in cui è maggiore il recupero dei concetti collegati alla rappresentazione mentale, rispetto a quello dei concetti periferici. Il risultato di tale processo è la formazione di una rete di connessione tra i pochi concetti rimasti, ipotesi coerente con il presupposto che le risorse della memoria di lavoro sono limitate (McNamara e Magliano, 2009). I significati del testo prendono corpo nella mente del lettore quando, nel procedere della lettura, quest'ultimo riconosce l'informazione testuale estratta e se la rappresenta, procedendo ad un'assimilazione del dato nella sua memoria.

Secondo questo modello, quando il lettore legge una frase si attivano tre livelli principali di rappresentazione mentale: “la struttura superficiale, la base del testo proposizionale e il modello situazionale”. Il primo livello è la struttura superficiale,

rappresentata dalle “parole nel testo e le loro relazioni sintattiche”. Questo livello è poco influente ai fini di una comprensione profonda. Il secondo livello, la base testuale, è dato dalla combinazione delle parole in proposizioni, le quali costituiscono l’unità fondamentale di elaborazione, ossia il predicato e i relativi argomenti. Nella rappresentazione mentale del lettore, i collegamenti sono veicolati dai predicati e dalla sovrapposizione dei relativi argomenti: ciò mantiene stabile la coesione testuale. Il terzo livello è il modello situazionale, che include tutte le inferenze che vengono tratte dal lettore che vanno oltre i concetti esplicitamente presenti nel testo. Differenti sono le inferenze che si traggono durante il livello situazionale, a seconda che esse siano attivate automaticamente dal contesto oppure in modo intenzionale, che siano recuperate dal contesto o che si generino oltre di esso. La produzione di inferenze colma le lacune informative e permette la costruzione di una rappresentazione mentale coerente con il testo elaborato. Per Kintsch le vere inferenze sono quelle intenzionali e generate, che attivano maggiormente le conoscenze pregresse del lettore promuovendo una comprensione più coerente e profonda del testo. Il modello situazionale influenza la comprensione globale: lettori con maggiori conoscenze pregresse attivano maggiori inferenze per colmare le lacune derivanti da un testo non coeso. Al contrario, i lettori con poche conoscenze non sono in grado di generare inferenze, riuscendo a trarre vantaggio solamente dai testi molto coesi. Le conoscenze pregresse e le forti connessioni nella rappresentazione mentale contribuiscono ad una comprensione più profonda e stabile, in quanto la rappresentazione stessa depositata in memoria a lungo termine è più forte (McNamara e Magliano, 2009).

1.2.2 *Structure-Building Framework*

All’interno del filone di ricerche che vedono la comprensione del testo come un processo attivo di costruzione mentale coerente, si inserisce il modello *Structure Building Framework* elaborato da Gernsbacher (1991). Alla base di tale modello strutturale partecipano due meccanismi fondamentali, uno di *attivazione* di informazioni rilevanti mantenute in memoria e uno di *soppressione* attraverso il quale le informazioni non rilevanti sono scartate dalla memoria, evitando la loro interferenza e permettendo l’aggiornamento delle informazioni durante la comprensione del testo. La costruzione della rappresentazione mentale è descritta dall’autrice con una metafora: la costruzione

della struttura mentale è paragonabile alla costruzione di un edificio. Secondo questo modello, sono tre i processi primari attraverso i quali avviene la comprensione. Il primo processo, denominato *laying the foundation* (letteralmente “gettare le fondamenta”), avviene quando il lettore affronta per la prima volta un testo o quando cambia l’argomento del testo, confrontandosi con elementi nuovi, come titolo o immagini. È la fase che richiede l’utilizzo di un numero maggiore di risorse: ciò è dimostrato dal fatto che i lettori, in tale processo, sono più lenti (McNamara e Magliano, 2009). Durante la prima fase, inoltre, si attivano in memoria le preconcoscenze possedute dal lettore che supportano la costruzione del primo piano dell’edificio.

Il secondo processo, denominato *mapping*, promuove la mappatura delle informazioni presenti nel testo e il relativo confronto con le proprie conoscenze. Se le informazioni attivate in memoria e quelle del testo sono coerenti, si prosegue con la costruzione dei piani dell’edificio, sono acquisite nuove informazioni che miglioreranno la rappresentazione mentale; al contrario, se questa coerenza viene a mancare, interviene un meccanismo di controllo che attiva il terzo processo denominato *shifting*, “spostamento” (McNamara e Magliano, 2009).

Il terzo processo effettua un eventuale aggiornamento, attraverso il quale il lettore attiva altre informazioni in memoria, dando il via ad un nuovo processo di costruzione (Carretti et al., 2023). I meccanismi di controllo di soppressione e di attivazione permettono ai piani dell’edificio di restare stabili e spiegano le differenze individuali nella comprensione. I lettori più efficienti sono più veloci a inibire le informazioni irrilevanti che si attivano in memoria, costruendo meno sottostrutture che interferiscono nella costruzione di significato. Nel caso di un testo narrativo, i meccanismi di attivazione e soppressione permettono di seguire e aggiornare le azioni del protagonista, mantenendo il filo della storia anche quando intervengono altri personaggi o cambi di scena narrativi (Carretti et al., 2023; McNamara e Magliano, 2009).

Secondo McNamara e Magliano (2009), il modello ha posto l’attenzione sul testo narrativo, che richiede buona capacità di lettura e una comprensione più superficiale, mentre non considera testi più complessi come quelli espositivi, in cui sono richieste abilità strategiche e metacognitive che permettono di monitorare le informazioni incoerenti rispetto al testo e di aggiornare la propria rappresentazione mentale.

1.2.3 *Landscape Model*

L'ultimo modello preso in esame in questa tesi è quello formulato da Van den Broek e colleghi (1999, 2005), denominato *Landscape Model*. Tale modello riprende alcuni concetti basilari esposti nei modelli che prevedono la costruzione di una rappresentazione mentale durante il processo di comprensione del testo. In particolar modo, analogamente al modello di Costruzione-Integrazione di Kintsch, l'architettura del Landscape Model presuppone che, mentre un lettore procede attraverso un testo in cicli di lettura (per ciclo si intende approssimativamente la lettura di una nuova frase o proposizione), i concetti si attivano in funzione di quattro fonti di informazione: il ciclo di elaborazione corrente, il ciclo precedente, la rappresentazione episodica corrente del testo e la conoscenza di base del lettore (McNamara e Magliano, 2009). Con la lettura di ogni ciclo, particolari concetti vengono attivati e aggiunti come nodi alla rappresentazione della memoria episodica del testo. Se un concetto fa già parte della rappresentazione del testo e viene riattivato, la sua traccia viene rafforzata.

Il Landscape Model supporta la tesi secondo la quale esistono due tipi di meccanismi nel recupero e nell'attivazione delle conoscenze precedenti: la *cohort activation* e la *coherence-based retrieval*. La funzione essenziale del primo meccanismo è quella di mappare tutti i concetti collegati alla rappresentazione mentale del testo: il lettore, durante il compito di decodifica e comprensione, connette passivamente un concetto con tutti gli altri concetti correlati, generando una *coorte*. Ogni coorte è formata dall'insieme di tracce di memoria associativa o di interconnessioni testuali grazie alle quali ogni volta che si attiva un concetto appartenente ad una coorte, si attivano anche tutti gli altri concetti in quella coorte. Il lettore, così, impiega risorse di memoria di lavoro limitate (McNamara e Magliano, 2009). Il secondo tipo di meccanismo è basato sugli standard di coerenza del lettore. A differenza delle attivazioni connesse alla memoria che dipendono, per esempio, dalla sovrapposizione di caratteristiche, il *recupero basato sulla coerenza* è un meccanismo strategico attraverso il quale l'informazione viene recuperata al fine di soddisfare gli obiettivi di lettura del lettore. Tale recupero può derivare da una rappresentazione del testo, dalle conoscenze pregresse, o dagli elementi testuali. Questo meccanismo opera in presenza di un numero limitato di attivazioni distribuite sui concetti e, a differenza dell'attivazione della coorte, può essere dispendioso. Pertanto, il recupero

basato sulla coerenza simula i meccanismi di "ricerca/sforzo dopo il significato" descritti dalla visione costruzionista della lettura.

L'architettura del modello consente l'adozione di diversi tipi di standard di coerenza che il lettore potrebbe stabilire: per esempio, connessioni referenziali, causali, temporali e spaziali. Gli standard di coerenza possono cambiare in funzione delle caratteristiche individuali, delle tipologie testuali o degli scopi di lettura; tuttavia, per il testo narrativo, gli standard di coerenza referenziale e causale sono spesso centrali (McNamara e Magliano, 2009). In conclusione, è possibile sostenere che il modello appena descritto supporti una forte interazione tra processi basati sulla memoria e processi costruttivi.

1.3 Aspetti emotivo-motivazionali coinvolti nell'apprendimento

Le emozioni e la motivazione possono avere effetti potenti sull'apprendimento. Degli aspetti emozionali si prenderanno in esame solo le emozioni piacevoli che facilitano il processo di apprendimento, così come della motivazione si descriveranno gli aspetti che possono influenzare positivamente le emozioni e il raggiungimento degli obiettivi.

1.3.1 La motivazione

La motivazione è strettamente connessa all'apprendimento (Mason, 2019). L'individuo costruisce attivamente la propria motivazione ad apprendere, agendo nel proprio ambiente, valutando le proprie capacità, i mezzi di cui dispone e le strategie adeguate per raggiungere i propri obiettivi formativi. Inoltre, la motivazione è legata alla capacità dell'individuo di percepirsi rispetto al compito da svolgere e al risultato atteso. Si tratta di un senso di autoefficacia che deriva dal rapporto di interazione tra prestazione e competenza avvertita dalla persona. Le aspettative che nascono in situazioni come quella scolastica, in cui l'obiettivo è quello di riuscire, sono perciò influenzate dalla percezione di competenza, dalla difficoltà del compito e dalle aspettative altrui e possono influire sul risultato scolastico.

Altra dimensione della motivazione riguarda tutti quegli "strumenti" che la persona utilizza per conseguire i propri obiettivi, obiettivi che si possono riassumere nelle modalità di autoregolazione che l'individuo adotta per pianificare, organizzare e monitorare la sua attività, ad esempio l'attività di studio per uno studente.

L'autoregolazione implica uno sforzo volitivo per adeguare lo studio ai risultati che si ottengono nelle diverse fasi di apprendimento (Mason, 2019).

È possibile dedurre che la motivazione sia un insieme di esperienze soggettive, di origine intrinseca o estrinseca, quali obiettivi, aspettative, valori, curiosità, necessità di sentirsi competenti, attribuzioni formulate nelle situazioni di successo e insuccesso, che conducono l'individuo ad apprendere.

1.3.2 Le emozioni

Un'altra componente importante nell'apprendimento scolastico, e strettamente connessa alla motivazione e agli obiettivi di riuscita, è quella legata all'insieme di emozioni che vive lo studente nel suo percorso formativo (Mason, 2019). Emozioni positive, come il piacere dell'imparare, possono aumentare la motivazione ad apprendere; al contrario quelle negative possono diminuirla.

Nella teoria controllo-valore, Pekrun (2006) sostiene l'esistenza di due costrutti cognitivi antecedenti alle emozioni: la percezione di controllo e il valore. Dal punto di vista emotivo, *percepire il controllo* significa sentire di essere capace, avere consapevolezza di come fare e riconoscere che il conseguimento di un buon risultato dipende dall'individuo stesso; il *valore* si riferisce all'importanza attribuita al compito o alla situazione. Tali dimensioni si accrescono vicendevolmente, l'una aumenta all'aumentare dell'altra. Alti livelli di percezione di controllo e di valore danno come risultato "uno stato emotivo piacevole e attivante che favorisce un approccio positivo al compito" (Cornoldi, Meneghetti, Moè, e Zamperlin, 2018).

Le emozioni hanno principalmente lo scopo di comunicare all'altro le nostre sensazioni e i nostri obiettivi. Tuttavia, esse assumono un altro ruolo non secondario, ossia quello di comunicare a noi stessi cosa ci interessa e di offrire un'interpretazione della realtà (Cornoldi et al., 2018). Perché questo avvenga, però, occorre avere una conoscenza, anche parziale, di un argomento (Mason, 2019); non si può provare desiderio di apprendere e interesse per un oggetto o un'attività di cui non si conosce nulla. L'interesse può portare ad un coinvolgimento che facilita il raggiungimento degli obiettivi, restituendo gratificazione e soddisfazione; soddisfazione che, a sua volta, "rimotiva per affrontare [...] ulteriori compiti" (Cornoldi et al., 2018). La soddisfazione fa parte delle emozioni piacevoli, come la gioia, l'entusiasmo e il piacere, che secondo

Fredrickson (2001) favoriscono l'apprendimento, la carica motivazionale e rendono più fluida e ampia l'elaborazione delle informazioni. Secondo l'autore, è proprio a scuola che le emozioni piacevoli sostengono l'apprendimento: provare emozioni piacevoli rende l'individuo più pronto a vivere esperienze e a comprendere al meglio le situazioni in cui si trova, attivando emozioni sempre più piacevoli. Stati emotivi piacevoli, infatti, hanno effetti additivi.

L'incremento di tali emozioni può determinare, così, l'aumento della soddisfazione, della gratificazione e della motivazione a perseguire i propri obiettivi, “favorendo la gioia di imparare” (Cornoldi et al., 2018).

In conclusione, si può affermare che sono molteplici gli aspetti che influenzano la comprensione del testo: a partire dalle abilità linguistiche, cognitive e metacognitive si è giunti ad includere anche le componenti emotivo-motivazionali che concorrono insieme alle altre a descrivere il processo della comprensione.

CAPITOLO 2

L'apprendimento di concetti scientifici a scuola: il ruolo dei generi testuali e della metacognizione

2.1 Premessa

Come già anticipato nel primo capitolo di questa tesi, è possibile sostenere che la comprensione del testo scritto e il successivo apprendimento siano processi complessi di costruzione del significato, dipendenti dalle abilità del lettore di integrare le conoscenze depositate in memoria a lungo termine con quelle presenti nel testo, per dare vita a una rappresentazione mentale coerente di ciò che si sta leggendo (McNamara e Magliano, 2009).

Dalle precedenti riflessioni è emerso, inoltre, che il lettore deve inferire le informazioni non esplicitate nel testo per integrare o modificare la propria conoscenza al fine di costruire un significato coerente. Nel caso di testi espositivi, come quelli utilizzati nelle scuole per trasmettere un sapere, l'inferenza diventa più complessa in quanto i lettori potrebbero non avere una conoscenza adeguata per supportare questo processo di costruzione coerente.

Quando si affronta un testo espositivo scientifico, le preconoscenze potrebbero essere incompatibili o sbagliate, ostacolare l'integrazione o portare a deduzioni errate (Diakidoy, Mouscounti, Fella e Ioannides, 2016). Il testo scientifico è un testo espositivo che contiene molte informazioni non familiari: la mancanza di conoscenze pregresse o il possesso di conoscenze incompatibili possono essere fattori di influenza negativa sull'apprendimento di concetti scientifici (Diakidoy, Kendeou e Ioannides, 2003).

In questo capitolo l'attenzione sarà focalizzata sull'interazione tra la tipologia del testo proposto e le caratteristiche del lettore nel predire l'apprendimento di concetti scientifici in ambito didattico. Si analizzeranno, poi, le variabili che determinano il cambiamento concettuale che necessita la ristrutturazione delle idee sbagliate possedute dallo studente in campo scientifico. Si dimostrerà che questo cambiamento concettuale è favorito dalla capacità dello studente di monitorare il proprio apprendimento e di inibire le conoscenze sbagliate.

2.2 Il ruolo delle misconcezioni nel cambiamento concettuale

Le persone costruiscono attivamente i propri sistemi di conoscenze scientifiche nel tentativo di dare un senso al mondo. Queste convinzioni nascono dalla propria esperienza e sono spesso in conflitto con il sapere disciplinare accettato.

Il termine *misconcezioni* si riferisce alle idee sbagliate, alle concezioni alternative, ingenua e intuitive che lo studente può avere su argomenti scientifici. Tali concezioni vengono utilizzate per dare una spiegazione ai fenomeni con i quali entrano in contatto e, pertanto, frutto dell'esperienza; sono, tuttavia, scorrette da un punto di vista concettuale. Essendo concezioni di tipo esperienziale sono molto resistenti al cambiamento: le misconoscenze fungono da filtro per le nuove informazioni, come quelle trasmesse a scuola, ma possono essere trasformate durante un processo che prende il nome di *cambiamento concettuale* (Tippett, 2010).

Le principali teorie sull'apprendimento, che nascono dall'approccio costruttivista, presuppongono che la conoscenza non sia trasmessa ma costruita attivamente dagli studenti. Come teorizzato da Piaget (1977), gli studenti sviluppano delle strutture di conoscenza, definite *schemi*, grazie alle quali interpretano e danno senso al mondo. Tali conoscenze vengono adattate attraverso i processi di assimilazione e i processi di accomodamento. Durante l'assimilazione nuove informazioni vengono aggiunte e implementate senza che lo schema esistente si modifichi: questo processo promuove una crescita concettuale. L'accomodamento si verifica quando lo schema subisce una variazione al fine di inglobare nuove informazioni: grazie a tale processo si attua il cambiamento concettuale.

Dall'approccio piagetiano, che riconosce l'importanza delle conoscenze precedenti, nasce il modello di cambiamento concettuale in campo di educazione scientifica promosso da Posner e colleghi (1982). Secondo tale modello, il cambiamento concettuale si attua solo quando la nuova informazione non è controintuitiva. In caso contrario, la nuova informazione potrebbe essere rifiutata oppure essere memorizzata in una nuova struttura di conoscenza non collegata a quelle precedenti. Una terza possibilità che può verificarsi è quella in cui il cambiamento concettuale si attui attraverso la ristrutturazione delle conoscenze precedenti per accoglierne di nuove. Il modello di Posner et al. (1982) prosegue definendo le condizioni da soddisfare per ottenere il cambiamento concettuale: se la conoscenza precedente non è idonea a risolvere il problema (Tippett, 2010), si genera

nello studente insoddisfazione e volontà di modificare quelle idee ritenute ormai inadeguate (Mason, 2019). Le nuove concezioni devono avere le seguenti caratteristiche: essere intelligibili, ovvero comprensibili per lo studente; essere plausibili, cioè credibili, non in forte contrasto con le sue concezioni, ma utili a risolvere il problema attuale; essere vantaggiose, utili a risolvere problemi sospesi o problemi futuri e a promuovere nuove interpretazioni (Mason, 2019).

Tale modello ha gettato le basi per la promozione di una didattica di stampo costruttivista per l'educazione scientifica che abbia come obiettivi quelli di esplicitare, riconoscere, esaminare e rielaborare le concezioni alternative degli studenti. L'interazione tra informazioni nuove e informazioni preesistenti sostiene e genera l'apprendimento degli studenti (Mason, 2019). Il modello di Posner et al. (1982) ha, inoltre, fornito il quadro teorico per l'avvio delle ricerche sul testo confutazionale come strumento di promozione del cambiamento concettuale in studenti che presentano misconcezioni in ambito scientifico (Tippett, 2010).

Strike e Posner (1992) rielaborano il modello precedente e introducono, in riferimento alle concezioni, i concetti di *status* ed *ecologia concettuale* al fine di illustrare le cause della resistenza al cambiamento. Lo *status* alto di una concezione colloca la concezione stessa in una condizione di comprensione, accettazione e utilità per la persona: il contatto con una nuova proposta non riesce a ristrutturare quella esistente. L'insoddisfazione, al contrario, causa la diminuzione di *status* della precedente concezione a favore di quella nuova, promuovendo il processo di cambiamento concettuale. La nozione di ecologia proposta dagli autori vede il *network* delle conoscenze dell'individuo come un insieme interrelato di concetti, costituito da credenze sul mondo che forniscono spiegazioni scientifiche valide e che prevede una competizione fra concezioni attinenti allo stesso ambito ecologico, dove le concezioni più potenti sono quelle più utili a risolvere i problemi (Mason, 2019). Questo modello interpreta le misconcezioni come un insieme di rappresentazioni connesse e coerenti fra loro.

Al contrario di Sessa (1988) le vede come concezioni frammentate, per quello che riguarda la fisica, date da diversi elementi intuitivi che nascono da operazioni di astrazione delle esperienze quotidiane. Pertanto di Sessa non crede che l'attuazione del processo di revisione avvenga attraverso l'acquisizione della consapevolezza dei limiti di queste credenze, ma attraverso un'istruzione che colleghi coerentemente e correttamente

fra loro questi elementi intuitivi e li integri con i concetti trasmessi durante il percorso scolastico.

Il processo di cambiamento concettuale può essere spiegato sia in una prospettiva epistemologica, come proposto nel modello di Posner et al. (1982), determinato dall'evoluzione dei concetti emersi dall'esperienza, sia in una prospettiva ontologica, come suggeriscono Chi, Slotta e De Leeuw (1994), in cui la natura delle categorie ontologiche e delle misconcezioni influenzano l'apprendimento (Tippet, 2010; Mason, 2019).

Pintrich, Marx e Boyle (1993) invitano ad andare oltre l'idea di cambiamento concettuale a "freddo" e propongono il cambiamento concettuale "a caldo": nel processo di revisione, oltre ai fattori cognitivi, assumono un ruolo rilevante anche i fattori motivazionali come valori, obiettivi e interessi personali. L'investimento motivazionale promuove nello studente l'interesse a conoscere e ad apprendere un nuovo argomento: l'interesse individuale relativo all'orientamento stabile verso determinate tematiche predispone ad impegnarsi verso di esse; l'interesse situazionale che si genera da stimoli ambientali (ad esempio le caratteristiche di un testo) incentiva il coinvolgimento verso un argomento. Infine, anche i fattori affettivi possono aumentare l'interesse verso un argomento, influenzando positivamente l'apprendimento (Mason, Gava e Boldrin, 2008; Tippet, 2010; Mason, 2019).

Come illustrato in precedenza, la comprensione profonda di un testo scritto implica l'integrazione delle nuove conoscenze con quelle già presenti in memoria; quando, però, le conoscenze precedenti sono errate, il processo di comprensione si complica.

Per tale motivo, in questo progetto di ricerca è stato proposto agli studenti, come tipologia di testo, quello confutazionale. Il testo confutazionale illustra le misconcezioni, mettendo in evidenza i punti deboli delle concezioni errate e, allo stesso tempo, presenta le concezioni scientifiche come alternative plausibili. Le caratteristiche di tale tipologia di testo saranno descritte nel dettaglio nei prossimi paragrafi.

2.3 Testo espositivo confutazionale e standard nell'apprendimento delle scienze

Il testo scritto continua ad essere il principale mezzo con cui gli studenti acquisiscono le conoscenze negli ambiti disciplinari (Mason et al., 2008). La capacità di acquisire informazioni dal testo influenza l'impegno degli studenti (Diakidoy et al., 2003). Le

ricerche sulla lettura dimostrano che la comprensione, intesa come costruzione attiva del significato, richiede l'organizzazione di idee derivanti dal testo e la loro integrazione con la conoscenza precedente (Diakidoy et al., 2003). I testi scientifici, utilizzati a scuola per favorire l'apprendimento delle scienze, risultano difficili per gli studenti rendendo impegnativo il processo di costruzione di una rappresentazione mentale coerente del loro contenuto (Mason et al., 2020).

Questa difficoltà è ancora maggiore poiché, come già anticipato in precedenza, la conoscenza degli studenti è basata sull'esperienza e, spesso, è in contrasto con la conoscenza scientifica da apprendere. Il ruolo del testo diventa una variabile importante per promuovere il cambiamento concettuale.

I testi scientifici sono testi espositivi che forniscono spiegazioni sui fenomeni attraverso la descrizione di una serie di fatti. Nell'ambito di questa tipologia di testi, quelli standard conducono ad una elaborazione superficiale (Mason et al., 2008). La funzione primaria del testo scientifico è quella di "dare forma" e, pertanto, è più probabile che contenga molte informazioni non familiari (Diakidoy et al., 2003). Per questo motivo, è possibile dedurre che un primo ostacolo che uno studente deve affrontare durante la lettura di tale testo sia quello di non avere sufficienti conoscenze pregresse; un secondo ostacolo è quello di avere conoscenze incompatibili. Entrambi sono fattori che interferiscono con la comprensione (Diakidoy et al., 2003). Inoltre, come già descritto nelle righe precedenti, i testi scientifici presentano le informazioni come una serie di fatti: una serie di argomenti correlati ma discreti, una sorta di elenco con poche informazioni di supporto per gli studenti, che può ostacolare l'organizzazione e il collegamento delle idee contenute nel testo. (Broughton, Sinatra e Reynolds, 2010; Diakidoy et al., 2003). Questi tre fattori, mancanza di conoscenza, conoscenza incompatibile e struttura del testo, determinano un'elaborazione superficiale del testo scientifico che non favorisce un apprendimento significativo (Diakidoy et al., 2003).

Molti studi sostengono che il testo confutazionale sia uno strumento didattico efficace nel favorire la comprensione di concetti scientifici controintuitivi e nel promuovere il cambiamento concettuale (Mason, Zaccoletti, Carretti, Scrimin e Diakidoy, 2019). Il testo confutazionale, a differenza di quello standard, è progettato per affermare un malinteso comune, confutarlo e solo successivamente mostrare la concezione scientificamente accettata. I testi confutazionali sono testi espositivi che prima riconoscono le idee

sbagliate del lettore su un fenomeno, poi le confutano esplicitamente per fornire la spiegazione scientifica corretta (Sinatra e Broughton, 2011; Tippett, 2010; Mason et al., 2019).

Tutti questi elementi favoriscono il cambiamento concettuale e rendono il testo confutazionale uno strumento utile per tale fine. In primo luogo perché provoca insoddisfazione verso le concezioni del lettore, spiega il concetto scientifico in modo chiaro, rendendolo plausibile attraverso esempi credibili, e mostra l'utilità della nuova concezione (già Posner et al. 1982; Hynd, 2003). In secondo luogo il testo confutazionale ha la capacità di smantellare le miscredenze divenendo altamente credibile; inoltre è in grado di attivare un'elaborazione del contenuto del testo maggiormente profonda, intenzionale e strategica; da ultimo può aumentare l'interesse situazionale sostenendo l'attenzione (Hynd, 2003; Mason et al., 2008).

Più recentemente, nell'ambito dello studio sui processi coinvolti nella revisione delle conoscenze scientifiche durante la lettura dei testi, Kendeou e O'Brien (2014) hanno formulato il *Knowledge Revision Components framework* (KReC), che spiega il processo di elaborazione che porta alla comprensione concettuale mediante cinque principi.

Il primo è quello della *codifica*, che presuppone che un'informazione codificata nella memoria a lungo termine possa essere soggetta a interferenza e decadimento, ma non possa essere cancellata e sostituita definitivamente con un'altra. Anche quando il lettore è consapevole della sua non correttezza, essa può essere riattivata e continua a produrre la sua interferenza durante il processo di apprendimento dal testo.

Il secondo principio è quello dell'*attivazione passiva*, secondo il quale le informazioni inattive della memoria a lungo termine possono essere riattivate in risposta allo stimolo di informazioni correnti e collegate alla memoria di lavoro, indipendentemente dal ruolo che possono avere nel favorire o interferire con la comprensione del testo.

Il terzo principio è quello della *co-attivazione*, che riguarda il conflitto tra due concezioni che si attivano simultaneamente nella memoria di lavoro: la nuova informazione appena elaborata e le informazioni non corrette acquisite in precedenza (misconcezioni), depositate in memoria a lungo termine e riattivate passivamente. Il contatto di queste due informazioni durante il processo di co-attivazione viene percepito dal lettore come conflitto tra le due informazioni: questa è la condizione essenziale perché

avvenga la revisione di conoscenze attraverso l'integrazione della nuova informazione con quella precedente.

Il quarto principio è quello dell'*integrazione*, che presuppone la ristrutturazione della conoscenza errata in memoria a lungo termine al fine di tenere conto della nuova concezione. In mancanza di contatto e integrazione con le conoscenze preesistenti non è possibile alcuna revisione concettuale.

L'ultimo principio è quello dell'*attivazione concorrente*, che presuppone che l'attivazione dell'informazione corretta possa attivare quella scorretta anche dopo l'integrazione, considerato che le misconcezioni e le nuove informazioni sono incluse nella stessa rete della memoria a lungo termine. Con l'aumentare delle nuove informazioni corrette, la traccia di memoria viene rafforzata fino a dominare la rete integrata di conoscenze, aumentando la loro attivazione e diminuendo l'attivazione di quelle inadeguate, con la conseguenza di ridurre l'interferenza della conoscenza preesistente.

Nel quadro interpretativo di Kendeou e O'Brian (2014), il testo confutazionale, mediante la co-attivazione di misconcezione e concezione scientifica corretta, favorisce quel conflitto tra rappresentazioni che è condizione essenziale per il cambiamento. Con il testo standard, invece, è meno probabile che questo avvenga.

Uno degli obiettivi nell'utilizzo dei testi confutazionali in ambito scientifico è quello di facilitare il cambiamento concettuale attraverso i processi descritti in precedenza. Un modello di comprensione del testo che può aiutare a spiegare meglio l'effetto del testo confutazionale è il modello Landscape, descritto nel primo capitolo, secondo il quale c'è un equilibrio tra le limitate risorse di attenzione del lettore e gli standard di coerenza (Broughton et al., 2010). Van den Broek e Kendeou (2008) hanno spiegato che si avvia una fluttuazione nell'attivazione di concetti durante la lettura di un testo, dando origine a cicli che attivano o diminuiscono l'attivazione di concetti. Queste fluttuazioni, secondo gli autori, sono il risultato delle informazioni testuali attuali, delle informazioni residue precedenti, delle rappresentazioni depositate in memoria e delle preconoscenze del lettore, comprese quelle errate.

Per produrre il cambiamento concettuale il modello Landscape postula che l'idea scorretta venga co-attivata con le informazioni scientifiche corrette. I due autori hanno

ipotizzato che questo contatto sia determinante affinché il lettore si impegni nei processi cognitivi più profondi al fine della revisione concettuale. Questo maggiore coinvolgimento del lettore può essere determinato dal testo confutazionale (Broughton et al., 2010) quando condivide l'idea sbagliata citata dal testo; il lettore può essere stimolato a valutare in modo ponderato e critico la frase di confutazione che respinge l'idea sbagliata. Infatti alcune ricerche come quella di Mason et al., (2008) sostengono l'efficacia del testo confutazionale in quanto capace di coinvolgere in modo profondo e stimolare il pensiero critico innescato dal conflitto di concezioni errate e nuove informazioni (Broughton et al., 2010): in questo modo si assegnano maggiori risorse cognitive al testo con il risultato di un maggiore apprendimento.

Hynd (2001) sostiene, invece, che questi testi favoriscono l'apprendimento proprio perché non richiedono maggiore attenzione, in quanto le informazioni sono presentate in modo concreto ed esplicito facilitando la memorizzazione.

Un'ulteriore spiegazione è quella di Reynolds (1992), il quale afferma che l'allocatione di attenzione non è l'unico modo per migliorare apprendimento e ricordo di informazioni importanti ma, come mostrato da Shirey e Reynolds (1988) con lettori adulti, sarebbero i materiali testuali interessanti a migliorarlo. Reynolds (1992) ipotizza che i testi confutazionali catturino maggiormente l'attenzione del lettore e abbiano una struttura retorica per cui "possono essere percepiti come salienti" (Broughton et al., 2010). "Retoricamente, il segnale "Potremmo avere un'idea" - o dichiarazioni simili - "può inviare un messaggio che ciò che seguirà è significativo" (Broughton et al., 2010).

2.4 Il ruolo dell'inibizione nel cambiamento concettuale

Le misconcezioni devono essere modificate e superate per poter apprendere le conoscenze disciplinari accreditate in vari domini scientifici. I modelli di cambiamento concettuale, presentati fin qui, potrebbero far dedurre che la concezione sbagliata venga cancellata dal sistema di rappresentazione di una persona una volta perfezionato il processo di revisione. Come illustrato nel primo capitolo, l'informazione è, invece, codificata nella memoria a lungo termine e può essere riattivata in qualsiasi momento, interferendo così durante il processo di apprendimento. Infatti, secondo Kendeou e

O'Brien (2014), una misconcezione non viene mai eliminata o sostituita, di essa è possibile solamente ridurre l'interferenza.

L'apprendimento di concetti scientifici sembra richiedere l'attivazione di alcune funzioni esecutive, in particolar modo l'*inibizione cognitiva*, necessaria a sopprimere misconcezioni prepotenti a favore della concezione scientifica corretta (Mason, Borella, Diakidoy, Butterfuss, Kendeou e Carretti, 2020).

Secondo Miyake e colleghi (2000), le principali funzioni esecutive sono: il controllo inibitorio, l'aggiornamento della memoria di lavoro e la flessibilità cognitiva. Esse permettono di scegliere, pianificare, agire intenzionalmente e controllare un comportamento al fine di raggiungere un obiettivo. Nello specifico, con *inibizione* si intende la capacità di bloccare la risposta dominante, ma inappropriata, durante lo svolgimento di un compito o un'attività. L'aggiornamento della memoria di lavoro è un'abilità che permette di aggiornare continuamente l'informazione al fine di manipolarla in vista di uno scopo preciso. La flessibilità cognitiva è l'abilità di spostarsi da un'operazione all'altra per risolvere un determinato compito (Mason, 2019).

Alcuni autori suppongono che i testi confutazionali richiedano maggiormente l'inibizione della risposta automatica non corretta rispetto ai testi standard, soprattutto quando gli studenti affrontano per la prima volta un argomento scientifico (Mason et al. 2020). Anche se il ruolo dell'inibizione nella lettura dei testi confutazionali è stato poco studiato, alcuni studi dimostrano che questa tipologia testuale richiede l'inibizione (ad esempio Mason et al. 2019).

L'inibizione tuttavia è una famiglia di funzioni, Friedman e Miyake (2004) hanno distinto fra 3 funzioni: la prima è quella di sopprimere la risposta cognitiva dominante attivata automaticamente da uno stimolo. Questa funzione è misurata tipicamente da prove tipo *Stroop test* in cui i partecipanti devono inibire la lettura delle parole per fornire la risposta corretta, ovvero il colore con cui è scritta la parola. Un'altra funzione inibitoria è quella di resistere all'interferenza dello stimolo distrattore: in tal modo gli studenti si possono concentrare sugli elementi rilevanti ed ignorare quelli irrilevanti quando sono presentati contemporaneamente. La terza funzione inibitoria è la resistenza all'interferenza proattiva, vale a dire la capacità di limitare l'attivazione di elementi non più rilevanti.

Mason e colleghi (2020) hanno ad esempio dimostrato che l'apprendimento dal testo confutazionale comporta la soppressione di conoscenze precedenti inadeguate (inibizione della risposta prepotente) e di informazioni irrilevanti (resistenza all'interferenza proattiva).

2.5 L'influenza del cambiamento concettuale sul giudizio metacognitivo

Nel primo capitolo sono state descritte le principali abilità cognitive e metacognitive coinvolte nella comprensione del testo oltre agli aspetti emotivi e motivazionali. Successivamente è stato esaminato il ruolo della tipologia del testo espositivo standard e confutazionale nel processo di apprendimento di concetti scientifici.

Un altro aspetto importante per questo studio è il giudizio metacognitivo, vale a dire il monitoraggio durante la comprensione del testo e la calibrazione, oggetto di misurazione durante la ricerca. Prima di descrivere i processi di monitoraggio e calibrazione, è necessario riprendere alcuni concetti relativi alla metacognizione.

2.5.1 Metacognizione

Secondo la concezione costruttivista, l'apprendimento è un'attività complessa di elaborazione e organizzazione delle conoscenze che vede il ruolo attivo dello studente nell'imparare a imparare rendendo le proprie conoscenze automatiche (Mason, 2019).

La metacognizione può essere vista come un costrutto in cui si possono distinguere una componente conoscitiva e una regolatoria. Cornoldi (1995) distingue tale costrutto in alcuni aspetti fondamentali: la *conoscenza metacognitiva*, che si riferisce alle idee che un individuo ha sviluppato sul proprio funzionamento mentale e ne fanno parte impressioni, percezioni, nozioni, sentimenti e intuizioni; i *processi metacognitivi di controllo*, che sono i meccanismi che hanno la funzione di supervisionare l'attività mentale durante il compito e ne guidano l'apprendimento; le *strategie*, che rappresentano il percorso che l'individuo decide di seguire per affrontare il compito. Queste componenti della metacognizione sono in stretta relazione fra loro.

La conoscenza metacognitiva acquisita e immagazzinata nella memoria a lungo termine dell'individuo diventa parte del suo patrimonio ed è disponibile in modo stabile. I processi metacognitivi di controllo dipendono invece da altri fattori, come la difficoltà

del compito, l'attenzione e la motivazione del soggetto, per questo motivo non sono stabili (Mason, 2019).

Il modello di Jacobs e Paris (1987) distingue la metacognizione in tre tipi di conoscenza: *conoscenza dichiarativa* (sapere cosa), rispetto alla struttura del compito, alla consegna e alle capacità come lettore; *conoscenza procedurale* (sapere come), relativa all'esecuzione delle azioni; *conoscenza condizionale* (sapere quando e perché), che modula le altre conoscenze in modo strategico rispetto al compito.

Brown (1978) individua quattro processi metacognitivi: la *predizione*, che esprime la capacità di fare previsioni sul livello di prestazione in un compito, stimandone difficoltà e adeguatezza della strategia applicata. In questa fase occorre stimare un'attività cognitiva che non si è ancora verificata e può risultare difficile per i soggetti più giovani, che tendono a sovrastimare la propria prestazione (Mason 2019).

La *pianificazione* che è la capacità di organizzare le azioni, definendo un piano, al fine di raggiungere un obiettivo; il *monitoraggio* cioè la capacità di controllare l'attività cognitiva *on-line*, ossia durante il suo svolgimento; la *valutazione*, che si effettua a conclusione dell'attività, esprime la capacità di fornire un giudizio globale sull'adeguatezza della strategia adottata.

Riassumendo, il termine metacognizione è riferito alla conoscenza della cognizione, dei processi cognitivi e delle strategie applicate. Il monitoraggio durante la comprensione del testo è una componente importante della metacognizione (Mirandola et al., 2018).

2.5.2 Monitoraggio

Gli aspetti metacognitivi fin qui descritti, relativi a conoscenza, processi di controllo e strategie utilizzati durante la lettura del testo, aiutano lo studente a monitorare e a valutare il livello della propria comprensione. Secondo Nelson e Narens (1990), il monitoraggio è una componente della metacognizione procedurale ed è un processo *on-line* che permette alla persona di supervisionare e controllare l'elaborazione delle informazioni durante l'attività che sta svolgendo rispetto alla propria capacità di memoria, attenzione e *problem solving*.

Il monitoraggio nella comprensione del testo esprime la capacità dello studente di giudicare la propria comprensione ed è efficace, ad esempio, quando lo studente si rende

conto di non aver capito un passaggio del testo. La verifica di non aver compreso può spingere lo studente a mettere in atto dei processi di controllo efficienti, altra componente della metacognizione procedurale, per esempio decidendo di tornare indietro a rileggere il passaggio non compreso (Mirandola et al., 2018). Il monitoraggio risulta fondamentale nell'apprendimento a partire dalla fase di studio fino alla fase di autovalutazione della propria comprensione.

Uno studio di Roebers, Schmid e Roderer (2009), sui processi di monitoraggio e controllo metacognitivo per valutare l'apprendimento di bambini della scuola primaria attraverso dei test, ha evidenziato che già i bambini di 9 anni hanno sviluppato una buona capacità di monitoraggio, essendo in grado di distinguere in modo affidabile tra risposte corrette e non corrette. Inoltre i risultati dello studio hanno mostrato che i bambini di 11 e 12 anni hanno una migliore capacità di controllo rispetto ai bambini di 9 e 10 anni, dimostrando di essere in grado di migliorare la loro prestazione al test ritirando in modo selettivo le risposte che in seguito si sarebbero rivelate errate. Ciò suggerisce che i processi di controllo si sviluppino più tardi rispetto ai processi di monitoraggio.

I primi studi hanno indagato il monitoraggio della comprensione attraverso il paradigma del rilevamento dell'errore: incoerenza del testo, errori ortografici, grammaticali o frasi contraddittorie (Winograd e Johnston, 1982). Altri studi hanno indagato la comprensione attraverso diverse richieste e diverse modalità per valutarla. Studi più recenti ritengono più adeguato indagare questa componente utilizzando domande a risposta multipla, in quanto la prestazione richiede al lettore di elaborare le informazioni contenute nel testo e le informazioni già in suo possesso. Inoltre sono prove simili a quelle utilizzate in ambito scolastico (Mirandola et al., 2018; Rovagnolo et al., 2022).

Utilizzando questa modalità è possibile valutare la comprensione del testo attraverso il punteggio ottenuto nella prova e indagare la capacità di monitoraggio durante il compito di comprensione attraverso i giudizi metacognitivi postdittivi, che rilevano la capacità di giudicare l'accuratezza delle risposte date in precedenza (Mirandola et al., 2018).

Quest'ultimo passaggio introduce l'ultimo aspetto del monitoraggio che verrà descritto, la calibrazione, che misura quanto gli individui impegnati nella comprensione siano in grado di stimare l'accuratezza della loro prestazione rispetto al compito eseguito.

2.5.3 Calibrazione

È stata descritta in questi paragrafi l'importanza degli aspetti metacognitivi per monitorare e regolare il processo di apprendimento da parte degli studenti. Un aspetto importante del monitoraggio è la calibrazione, che riflette il grado in cui i giudizi espressi dagli studenti sulla correttezza della loro prestazione corrispondono alla prestazione effettiva, quest'ultima determinata sulla base di una misura oggettiva (García, Rodríguez, González-Castro, González-Pianda, e Torrance, 2016).

Il grado di corrispondenza tra giudizio percepito e prestazione effettiva definisce il segno della calibrazione, che può andare da buona a scarsa (Alexander, 2013). Questi giudizi possono essere espressi come previsioni, quando sono fatti prima della prestazione, o come postdizioni, quando sono fatti dopo la prestazione. I giudizi espressi dopo la prestazione sono rappresentativi dei processi di monitoraggio applicati durante l'esecuzione del compito e probabilmente, grazie a questo riscontro, si sono dimostrati più accurati delle previsioni (García et al. 2016).

Una scarsa calibrazione può anche indicare una scarsa o un'eccessiva fiducia da parte dello studente nel sovrastimare o sottostimare la propria prestazione in un compito (Alexander, 2013). In letteratura è stato dimostrato che gli studenti tendono ad essere poco accurati quando viene loro chiesto di stimare il risultato della propria prestazione (Mirandola et al. 2018), mostrando una tendenza verso un'eccessiva fiducia o sicurezza (García et al. 2016). Pur non essendo facile rispondere alle domande che misurano la calibrazione, la capacità di prevedere con precisione la propria prestazione è un aspetto importante da indagare, in quanto è strumentale allo sviluppo della capacità di autoregolamentazione e alla capacità di usare strategie efficaci.

È una competenza che influisce sull'impegno e ha implicazioni importanti sul risultato dell'apprendimento e sul rendimento scolastico (García et al. 2016; Alexander, 2013). Gli studenti continuano a monitorare la loro prestazione o ad essere motivati nell'impiego di strategie solo se riconoscono la discrepanza tra la loro preparazione attuale e quella richiesta dal compito (Alexander, 2013).

Com'è stato descritto in precedenza, la possibilità che si verifichi un cambiamento concettuale è basata sul fatto che gli studenti siano in grado di valutare la propria comprensione rispetto ai concetti scientifici presentati, riconoscendo le proprie idee

sbagliate o percependo un conflitto con esse oppure riconoscendo nello studio le prove contrarie alle proprie convinzioni (Alexander, 2013).

2.5.3.1 Indici di calibrazione

Il termine calibrazione utilizzato nel presente studio si riferisce all'accuratezza assoluta o al grado di corrispondenza tra il livello di prestazione giudicato e la prestazione effettiva. Agli studenti è stata chiesta una valutazione dicotomica (SI/NO) rispetto a quanto pensavano di aver risposto in modo corretto alla domanda appena completata (postdizione) e successivamente è stato chiesto di esprimere il grado di sicurezza con cui pensavano di aver risposto correttamente, su una scala Likert a 5 punti dove 1 corrisponde a “per niente sicuro” e 5 corrisponde a “assolutamente sicuro” della risposta scelta. Questi giudizi sono stati confrontati con la misura oggettiva di apprendimento del fenomeno scientifico (prestazione effettiva) data dal punteggio ottenuto al questionario. Quanto più il giudizio di uno studente sulla sua prestazione corrisponde alla prestazione effettiva, tanto migliore sarà la sua calibrazione.

Schraw (2009) ha descritto i principali indici per misurare la calibrazione dei giudizi espressi dagli individui rispetto alla propria prestazione effettiva. Tali indici sono: l'*Absolute Accuracy*, il *Relative Accuracy*, il *Bias*, lo *Scatter* e il *Discrimination*. Nel presente studio prenderemo in considerazione solo tre indici dei cinque citati ovvero *Absolute Accuracy Index*, *Bias Index* e *Discrimination Index*, ma per completezza saranno di seguito descritti tutti e cinque gli indici.

L' *Absolute Accuracy Index* misura la discrepanza tra il giudizio di sicurezza circa la correttezza di ciascuna risposta e il punteggio effettivo ottenuto nel compito. Il grado di sicurezza viene misurato su una scala continua, che nello studio di Schraw va da 1% a 100% oppure ordinale con intervallo di 10 punti, che va dal 10% al 100%. Il punteggio per ciascuna domanda è valutato 0% se la risposta data è scorretta e 100% se la risposta è giusta. Considerando la differenza tra grado di sicurezza circa l'accuratezza e il punteggio ottenuto per ogni domanda, si ottiene un punteggio di deviazione che varia da 0 a 1. Un punteggio pari a 0 corrisponderà a una calibrazione perfetta e un punteggio pari a 1 corrisponderà a non precisione nella stima della prestazione. La somma di queste deviazioni al quadrato rappresenta la misura della stima di accuratezza per ciascun item

di ciascun studente. Se si divide la somma per il numero delle domande, si ottiene il punteggio medio di accuratezza assoluta.

Il *Relative Accuracy Index* misura la relazione fra due tipi di discrepanza: giudizio di confidenza (ovvero quanto lo studente è sicuro del suo monitoraggio) e confidenza media (differenza tra la prestazione effettiva in una domanda e la prestazione media del questionario). Una relazione positiva indica che i punteggi della deviazione vanno nella stessa direzione, mentre una relazione negativa indica che i punteggi della deviazione vanno nella direzione opposta.

Il *Bias Index* valuta il grado di sovrastima o sottostima della prestazione. La discrepanza tra grado di confidenza e prestazione, a differenza del primo indice, non è elevata al quadrato, pertanto il Bias Index varia da -1 a 1. Valori negativi indicano una scarsa sicurezza, e ciò indicherebbe che lo studente ha sottovalutato la sua prestazione, mentre valori positivi indicano un eccesso di sicurezza, ossia che lo studente ha sopravvalutato la sua prestazione. Inoltre, questo indice fornisce informazioni anche sull'entità della discrepanza, ovvero la distanza da zero, che rappresenta la misura dell'errore di valutazione.

Lo *Scatter Index* valuta la differenza della variabilità dei giudizi di fiducia per ogni risposta corretta o non corretta. Quando il valore di questo indice è vicino allo 0 significa che i giudizi di fiducia hanno la stessa variabilità per le risposte corrette e per quelle non corrette.

Il *Discrimination Index* rileva il grado con cui un soggetto riesce a distinguere le risposte corrette e quelle non corrette. Valori positivi di discriminazione si hanno quando il soggetto è più sicuro delle risposte corrette, mentre valori negativi indicano che lo studente è più sicuro delle risposte errate.

Alcuni ricercatori hanno introdotto degli indici ibridi in cui sono stati incorporati nella stessa misura più aspetti che misurano il monitoraggio come quelli descritti in precedenza per ogni indice. Il problema è che ci sono pochi studi in letteratura che hanno utilizzato i punteggi ibridi, di conseguenza non è ancora evidente la loro utilità. Secondo Schraw (2009) sarebbe preferibile misurare i punteggi di monitoraggio su singoli aspetti come accuratezza assoluta e bias, in quanto richiedono maggiore precisione nell'interpretazione dei processi metacognitivi. Tuttavia non esclude l'utilità di utilizzare in alcune situazioni il punteggio ibrido in aggiunta ai punteggi su singoli aspetti.

Riassumendo, gli indici per valutare i giudizi metacognitivi utilizzati in questo studio sono: l'*Absolute Accuracy Index*, che misura la discrepanza tra il giudizio di confidenza e la prestazione effettiva; il *Bias Index*, che misura il grado di sicurezza eccessivo o insufficiente e può rappresentare la direzione dell'errore di giudizio; il *Discrimination Index*, che valuta la capacità di un individuo di distinguere i giudizi di fiducia in base alle risposte corrette e risposte errate.

È stato descritto come il testo confutazionale sembri più efficace nel favorire il processo di cambiamento concettuale rispetto all'apprendimento di concetti scientifici; inoltre, sembrerebbe aumentare la capacità degli studenti di esprimere giudizi metacognitivi più accurati sulla propria prestazione. La capacità del testo confutazionale di migliorare l'apprendimento e la calibrazione della propria prestazione rispetto al testo espositivo standard saranno oggetto di questa ricerca e verranno prese in esame nel prossimo capitolo.

CAPITOLO 3

La ricerca

3.1 Obiettivi

Lo scopo della ricerca è quello di valutare il ruolo della struttura del testo espositivo standard e confutazionale nell'apprendimento di concetti scientifici e il suo effetto sulle abilità metacognitive di comprensione di tali concetti negli studenti della scuola secondaria di primo grado. Nello specifico, lo studio ha verificato se esistesse la superiorità del testo confutazionale rispetto al testo espositivo standard nel migliorare l'acquisizione della conoscenza concettuale del fenomeno scientifico dell'aria e la sua pressione. Inoltre si è indagato se tale superiorità si riflettesse anche in una maggiore capacità da parte degli studenti di monitorare la propria comprensione delle informazioni contenute nel testo attraverso un'autovalutazione accurata della propria prestazione.

Gli obiettivi che hanno guidato lo studio sono stati i seguenti:

- 1) quanto un testo espositivo di tipo confutazionale migliora l'apprendimento in ambito scientifico di studenti della scuola secondaria di primo grado rispetto a un testo standard;
- 2) quanto la lettura di un testo espositivo di tipo confutazionale migliora la calibrazione della propria prestazione rispetto a un testo standard.

Il primo obiettivo è stato indagato confrontando il livello di apprendimento del testo in tre sessioni: nella prima sono state verificate le preconcoscenze sul contenuto del testo; nella seconda, dopo aver letto il testo, i partecipanti hanno risposto alle stesse domande della prima sessione; nell'ultima – a distanza di 15 giorni – hanno risposto alle stesse domande senza leggere nuovamente il testo.

Il secondo obiettivo è stato esaminato chiedendo agli studenti quanto a loro avviso avessero risposto in modo corretto e quanto si sentissero sicuri di aver dato la risposta corretta.

Per valutare questi obiettivi sono state considerate delle misure di controllo che valutano l'influenza di fattori individuali nel processo di apprendimento dai testi, quali l'abilità di comprensione di un testo informativo, di riconoscimento di parole e non

parole, di ragionamento non verbale. Sono state considerate anche variabili associate alla comprensione del testo che misurano la capacità di inibizione della risposta prepotente e che tengono sotto controllo l'interferenza delle idee sbagliate durante il processo di cambiamento concettuale. Tale capacità infatti inibisce le risposte errate collegate alle preconcoscenze e favorisce le risposte corrette che si attivano durante la lettura del testo.

3.2 Ipotesi

Per quanto riguarda il primo obiettivo, una parte della letteratura scientifica ha messo in evidenza che la struttura del testo confutazionale è più efficace rispetto al testo espositivo standard nel sostenere la revisione di preconcoscenze errate e nel migliorare l'apprendimento concettuale di fenomeni scientifici (ad esempio Diakidoy et al., 2003; Schroeder e Kucera, 2022). La superiorità del testo confutazionale rispetto al testo espositivo standard nel favorire il cambiamento concettuale è stata documentata con studenti di diversi gradi di istruzione, ad esempio con studenti di scuole secondarie di primo grado (Mason & Gava 2007). Tuttavia altri studi non hanno rilevato questa superiorità del testo confutazionale rispetto al testo espositivo standard nel migliorare l'apprendimento di concetti scientifici, come documentato nella ricerca con studenti delle scuole primarie (Mason et al. 2019 e Mason et al. 2020).

A partire tuttavia dalla meta-analisi di Schroeder e Kucera (2022), ci si aspettava un miglioramento della conoscenza del fenomeno scientifico da parte degli studenti che hanno letto il testo confutazionale rispetto agli studenti che hanno letto il testo espositivo standard e che tale miglioramento si riflettesse in un aumento delle risposte corrette date a una serie di domande a scelta multipla sul fenomeno, dal pre-test al post-test immediato, e si mantenesse nella fase del post-test differito.

In relazione al fatto che la calibrazione è un aspetto importante per indagare il cambiamento concettuale (Alexander 2013), ci si aspettava anche che gli studenti che hanno affrontato il testo confutazionale esprimessero una migliore predittività rispetto alla valutazione e alla fiducia nella propria prestazione. Tale ipotesi si fonda sulla capacità del testo confutazionale di mettere a confronto la concezione scorretta e quella scientifica da apprendere, favorendo la consapevolezza metacognitiva dello studente sul proprio percorso di comprensione concettuale del fenomeno scientifico (Mason, 2019).

3.3 Metodo

3.3.1 Partecipanti

Il presente lavoro di ricerca è stato svolto presso l'Istituto Comprensivo Statale "Marco Emilio Lepido" di Reggio Emilia, durante il secondo quadrimestre 2023 e ha visto coinvolti 71 studenti e studentesse, frequentanti il secondo anno di scuola secondaria di primo grado. La seguente tabella (Tabella 1) mostra la distribuzione iniziale dei partecipanti.

Tabella 1 Distribuzione iniziale dei partecipanti in base alla classe

CLASSE	NUMERO PARTECIPANTI
2°A	24
2°C	22
2°D	25
Totale	71

Dal campione iniziale sono stati esclusi 10 studenti, che, assenti al momento della somministrazione collettiva, non hanno svolto le tre prove necessarie al corretto svolgimento della ricerca.

In un secondo momento si è deciso di escludere i dati di altri 10 studenti con caratteristiche particolari segnalate dagli insegnanti: 4 studenti con Disturbo Specifico dell'Apprendimento (DSA), 2 studenti con Bisogni Educativi Speciali (BES) e 4 studenti con Disabilità Intellettive che beneficiano della legge 104. Tali studenti, tuttavia, hanno partecipato attivamente alle attività proposte sia a livello collettivo che individuale. Il motivo di tale esclusione dalla raccolta dei dati sottoposti ad analisi è dovuto al fatto che la comprensione del testo è un processo cognitivo complesso che può risentire della presenza di difficoltà certificate.

Pertanto, le analisi statistiche sono state svolte su un campione definitivo composto da 51 studenti totali, 31 maschi e 20 femmine, come mostrato in Tabella 2.

Tabella 2 Numero e distribuzione finale degli studenti che hanno partecipato al progetto, suddivisi per classe e genere

CLASSE	NUMERO PARTECIPANTI	MASCHI	FEMMINE
2°A	14	8	6
2°C	17	11	6
2°D	20	12	8
TOTALE	51	31	20

L'età media dei partecipanti è 12.82 per i maschi, 12.93 per le femmine.

I partecipanti sono stati suddivisi in due gruppi di studio ed è stato assegnato loro, in modo casuale, una delle due tipologie testuali: al gruppo 1 il *testo confutazionale* e al gruppo 2 il *testo standard*. La Tabella 3 presenta la distribuzione dei partecipanti nei due gruppi di studio per genere.

Tabella 3 Distribuzione dei partecipanti nei due gruppi di studio (standard e confutazionale) per genere.

GENERE	TESTO STANDARD	TESTO CONFUTAZIONALE	TOTALE
MASCHIO	15	16	31
FEMMINA	11	9	20
TOTALE	26	25	51

L'avvio della ricerca e della somministrazione delle prove è avvenuto solo dopo aver preso contatti con l'Istituto di riferimento e aver ricevuto il consenso da parte del Dirigente Scolastico e la collaborazione del Vicepreside, referente del progetto. In occasione dell'incontro con quest'ultimo e con due insegnanti, coinvolte nel progetto, sono stati presentati gli obiettivi della ricerca, i materiali da somministrare agli studenti, il piano di

lavoro e le tempistiche richieste. Successivamente a ciascun ragazzo è stato consegnato il consenso informato, accompagnato da una lettera indirizzata ai genitori: grazie a tali documenti è stato possibile presentare loro il progetto di ricerca e precisare che i dati ricavati dalla ricerca non sarebbero stati oggetto di valutazione scolastica o diagnostica, tanto meno di indagine delle caratteristiche dei singoli partecipanti.

I moduli sono stati consegnati con la richiesta di essere restituiti compilati e sottoscritti da entrambi i genitori. Una volta ottenuti i consensi informati, è stato possibile procedere con il progetto, condotto nel pieno rispetto del Codice Etico per la ricerca psicologica. È stato specificato, inoltre, che il trattamento dei dati, raccolti in forma anonima ed aggregata nel rispetto della privacy, avrebbe avuto come unico fine quello della ricerca.

3.3.2 Materiale

In questo studio, sono state somministrate numerose prove, articolate in quattro sessioni, tre collettive e una individuale. A tutti i partecipanti sono stati proposti gli stessi compiti, nello stesso ordine e con le medesime istruzioni prima di ogni prova. Ogni studente ha partecipato quindi a quattro incontri per un totale di circa 180 minuti.

Di seguito sono descritte le prove utilizzate per la realizzazione del progetto di ricerca.

Questionario sulle conoscenze di un fenomeno fisico

Il questionario, somministrato in tutte le tre sessioni collettive, è stato costruito *ad hoc* dal gruppo di ricerca per valutare le conoscenze già possedute dagli studenti relativamente all'argomento scientifico "L'aria e la sua pressione". Tale argomento, trattato nel testo espositivo consegnato e letto durante la seconda sessione collettiva, è stato scelto in quanto parte della programmazione didattica di scienze della scuola secondaria di I grado e, nello specifico, affrontato nel corso del primo anno. Il questionario è composto da 16 domande a scelta multipla, con quattro alternative di risposta. Agli studenti è stato chiesto di rispondere alle domande facendo una crocetta su quella che per loro era la risposta giusta senza preoccuparsi di sbagliare. Tutte le domande prevedono una sola opzione corretta di risposta. Per ogni risposta corretta si assegna 1 punto, per ogni risposta non corretta, omessa o doppia, si assegnano 0 punti. Il punteggio massimo che lo studente può ottenere è di 16 punti. Tale punteggio rappresenta la valutazione delle preconcoscenze dello studente sull'argomento scientifico nella fase di pre-test. Il questionario è stato somministrato una prima volta durante la prima sessione collettiva, di nuovo nella

seconda sessione collettiva, subito dopo la prova di comprensione del testo espositivo (standard o confutazionale), nella fase di post-test immediato, e ancora nella terza sessione collettiva, a distanza di due settimane dalla lettura del testo, nella fase di post-test differito.

Prova di comprensione del testo

Al fine di verificare che le abilità di lettura e di comprensione del testo degli studenti coinvolti raggiungessero una prestazione sufficiente, è stata somministrata una prova standardizzata, tratta dalla batteria delle *Prove MT-3 Clinica* (Cornoldi e Carretti, 2016), costruita per la fascia scolastica della classe seconda della scuola secondaria di I grado. Il brano selezionato si intitola “Le scimmie dell’isola di Koshima”: esso costituisce una tipologia di testo informativo che presenta una struttura simile ai testi usati per descrivere il fenomeno scientifico inerente all’aria. La prova richiede agli studenti di leggere il brano e, successivamente, di rispondere alle 12 domande previste, indicando con una crocetta la risposta ritenuta corretta tra le quattro alternative presenti. Durante tale compito è possibile avere a disposizione il testo per l’eventuale consultazione. La correzione della prova prevede l’assegnazione di 1 punto per ogni risposta corretta e 0 punti per ogni risposta errata, omessa o doppia. Il punteggio massimo conseguibile è di 12 punti.

Prove di ragionamento non verbale

Per valutare le abilità cognitive generali è stato somministrato, ad ogni partecipante, il Culture Fair Intelligence Test (CFIT) (Cattell, 1940; Russel et al., 2001), messo a punto da Raymond Cattell con l’intento di costruire un test di intelligenza non verbale libero da influenze socio-culturali, linguistiche e ambientali. Il test prevede due forme disponibili, una forma A ed una forma B; tuttavia, ai fini della ricerca, è stato scelto di somministrare solo la scala 2 della Forma A. Essa è composta da 4 subtest: prima dello svolgimento, per ognuno di essi, sono state impartite le istruzioni da seguire e presentati gli esempi disponibili nel manuale. Il *primo subtest*, denominato “Serie”, è composto da 12 item; il compito richiesto è quello di completare una serie progressiva di figure scegliendo, tra le cinque disponibili, quella corretta. Il tempo stabilito per l’esecuzione del subtest è di tre minuti. Il *secondo subtest*, denominato “Classificazioni”, è composto da 14 item; il compito per il partecipante è quello di individuare la figura estranea all’interno di una serie di 5 figure, di cui quattro uguali e una diversa. Il tempo di esecuzione è di quattro

minuti. Il *terzo subtest*, denominato “Matrici”, è composto da 12 item; la richiesta prevista è quella di selezionare la figura, tra 5 possibilità, che completa correttamente la matrice. Il tempo di esecuzione è di tre minuti. Il *quarto subtest*, denominato “Analogie”, è composto da 8 item; in tale prova si chiede di individuare la figura in cui poter inserire un punto secondo le stesse modalità della figura di riferimento. Il tempo stabilito per la prova è di 2 minuti e ½. Per ogni risposta corretta si assegna 1 punto, per ogni risposta errata, omessa o doppia 0 punti; il punteggio massimo è di 46 punti.

Prova di decodifica di parole e non parole

Al fine di misurare l’abilità di lettura strumentale (decodifica), ai partecipanti è stata somministrata la Prova di decisione lessicale collettiva (DLC) (Caldarola et al., 2012): tale prova consente di ottenere un indicatore dell’abilità di riconoscimento rapido di parole e di fluidità della lettura. Essa è composta da una lista di 60 parole e una di 60 non parole (stringhe grafemiche prive di valore lessicale), il cui scopo è quello di indagare la velocità di lettura e la capacità di riconoscere le non parole, discriminando gli stimoli privi di valore lessicale da quelli lessicali esistenti. Le liste di parole sono bilanciate per numero di lettere e numero di sillabe; il numero medio di parole ad alta frequenza è uguale a quello delle parole a bassa frequenza. In seguito alla lettura della consegna e dell’esempio, scritti nella prima pagina della prova, si richiede ai partecipanti di riconoscere il maggior numero di parole inventate all’interno della lista proposta e di indicarle con una crocetta, limitando al massimo gli errori. Il tempo di esecuzione stabilito è di 2 minuti. L’assegnazione dei punteggi è la seguente:

- per le risposte corrette che si riferiscono all’esatto riconoscimento delle non parole, il punteggio si calcola attribuendo 1 punto per ogni risposta corretta;
- ai falsi positivi che si riferiscono alle parole di senso compiuto segnate erroneamente da parte dello studente, il punteggio si calcola attribuendo un punto per ogni risposta sbagliata.

Il punteggio finale della prova è dato dalla differenza tra la somma delle risposte corrette e la somma dei falsi positivi.

Prova di comprensione di un brano espositivo su un fenomeno fisico

In occasione della seconda sessione collettiva, a ciascun partecipante è stato consegnato, con la richiesta di leggerlo, un testo informativo scientifico realizzato *ad hoc*

dal gruppo di ricerca, dal titolo “*L’aria e la sua pressione*”. Il brano è stato creato appositamente in due versioni: una prima versione, con una struttura standard e una seconda versione, con la struttura confutazionale. La tipologia di testo è stata assegnata in modo casuale ai partecipanti, facendo in modo, tuttavia, che in ciascuna classe metà degli studenti ricevesse il brano standard, mentre l’altra metà quello confutazionale. Al termine della lettura sono seguite le domande a scelta multipla sul contenuto del testo. Le domande previste dalla prova sono sempre le stesse e sono proposte nella fase di pre-test, nella fase di post-test immediato e nella fase di post-test differito. Le domande sono contenute nel questionario esplicito nella sezione dedicata alla descrizione del questionario sulle conoscenze di un fenomeno fisico.

Prova di calibrazione della propria prestazione

Per valutare l’abilità di monitoraggio della propria prestazione, per ogni domanda a scelta multipla contenuta nella prova di comprensione del testo “*L’aria e la sua pressione*”, è stato chiesto a ciascun partecipante di esprimere un’autovalutazione in merito alla correttezza delle risposte date. Il primo quesito chiede di esprimere, attraverso una risposta a scelta dicotomica con opzioni Sì o No, la propria convinzione relativamente alla correttezza della risposta data alla domanda appena letta. Il secondo quesito chiede di esprimere il grado di sicurezza con cui si risponde al primo quesito, scegliendo un valore rappresentato su una scala da 1 a 5, in cui il valore minimo (1) corrisponde ad una completa insicurezza mentre il valore massimo (5) corrisponde ad una massima sicurezza.

Prove di inibizione

Le prove di inibizione sono utilizzate per valutare la capacità dell’individuo di controllare la risposta automatica, una misura che può indicare la capacità dello studente di controllare eventuali concezioni sbagliate.

Durante la sessione individuale, ogni partecipante ha svolto il Test di Stroop (Stroop, 1935) e il Test di Completamento Alternativo di Frasi (CAF), tratto dalla Batteria Italiana per l’ADHD (Marzocchi et al., 2010).

Il *Test di Stroop*, prima prova presentata tra quelle di inibizione, è stata eseguita al computer. Dopo una breve spiegazione relativamente alla tipologia di test e alle istruzioni del compito da svolgere, allo studente è stato chiesto, una volta pronto, di premere il pulsante start al fine di attivare la schermata; sul monitor apparivano i nomi di quattro

colori: verde, giallo, rosso e blu, ognuno dei quali colorato con uno di questi colori. Il colore della scritta poteva o meno coincidere con la scritta apparsa sullo schermo. Quando la scritta e il colore corrispondevano (ad esempio la parola verde scritta con il colore verde), la situazione era congruente; al contrario, quando la scritta e il colore non avevano medesima corrispondenza (ad esempio la parola verde scritta con il colore blu), allora la condizione era di incongruenza. La consegna data ai partecipanti era quella di rispondere al colore della scritta e premere il tasto associato (ad esempio il tasto “r” se la risposta al colore della scritta è “rosso”).

Nella condizione di incongruenza, a differenza di quella di congruenza, i tempi di reazione sono più lunghi e aumentano gli errori e viceversa. La differenza dei tempi di risposta tra condizione congruente e incongruente indica il cosiddetto “effetto Stroop”, ovvero l’abilità di inibire la risposta automatica, cioè scegliere il colore con cui la parola era scritta. Maggiore è l’effetto Stroop, minore è la capacità di inibizione.

Il *Test di Completamento Alternativo di Frasi (CAF)*, utilizzato per la valutazione dei processi di inibizione della risposta verbale, è stato il secondo e ultimo test somministrato nella sessione individuale. Il test è composto da 20 frasi da completare poiché mancanti della parola finale; tali frasi sono diverse per caratteristiche e sono presentate in modo alternato: 10 frasi da completare con una parola congruente (A-L) e 10 frasi da completare con una parola non congruente (1-10). Prima di iniziare è stata letta la consegna della prova, concordato il gesto con cui segnalare la frase da completare in modo non congruente e fornito degli esempi necessari alla perfetta comprensione della consegna da parte degli studenti. Le frasi sono state lette ad un ritmo sostenuto e le risposte date sono state segnate sull’apposita scheda, utilizzata anche in seguito per il calcolo del punteggio.

Al termine della prova, è stato chiesto agli studenti se e quali strategie avessero usato per completare le frasi non congruenti, in quanto sono quelle che richiedono di inibire la risposta automatica e di completare la frase con una parola non semanticamente collegata.

Le risposte sono state riportate nel foglio di registrazione allegato alla prova. Il calcolo del punteggio ha seguito la seguente modalità: nelle frasi del gruppo A-L, in cui andava fornita la risposta corretta, è stato considerato il numero di risposte corrette per un massimo di 10 parole; il punteggio è stato ritenuto valido solo se l’alunno aveva risposto

correttamente ad almeno 8 parole su 10. Per le frasi della sezione 1-10, sono stati considerati diversi tipi di risposta e di punteggio:

- risposte C, sono parole complementari alla frase, 3 punti assegnati, ossia il massimo punteggio in quanto non hanno rispettato la consegna;
- risposte S, sono parole semanticamente collegate, 2 punti assegnati;
- risposte U, sono parole non semanticamente collegate ma non strategiche, 1 punto assegnato;
- risposte US, sono parole non semanticamente collegate in cui è stata utilizzata una strategia, 0 punti assegnati.

Un alto punteggio di errore ottenuto dal calcolo è indice di una minore abilità inibitoria.

3.3.3 Procedura

La somministrazione delle prove collettive è stata pianificata in tre giornate differenti e sono state svolte rispettivamente nelle seguenti date: la prima prova il 13 aprile 2023, la seconda prova il 20 aprile 2023 e la terza prova a distanza di 15 giorni, il 5 maggio. La prova individuale è stata somministrata in quattro giornate 10-12-17 e 19 maggio, secondo la disponibilità data dai docenti. Le tre sessioni collettive hanno avuto luogo durante le ore di insegnamento dei tre professori che hanno collaborato alla ricerca e si sono svolte nella stessa aula dove normalmente gli studenti frequentano le attività didattiche. La sessione individuale, della durata di circa 15 minuti, si è svolta in due stanze, una è quella della psicologa della scuola, non in servizio in quelle giornate, e l'altra è un'aula messa a disposizione dalla scuola per svolgere attività alternative alle lezioni.

Entrambe le stanze erano silenziose ed illuminate; ogni studente è stato accompagnato per eseguire la prova. Nel rispetto della privacy e dell'anonimato dei partecipanti, abbiamo dato istruzioni agli studenti di scrivere il loro codice identificativo su ogni prova formato nel seguente modo: numero del registro della classe, iniziale del cognome e del nome, genere ed età.

Sessione 1. Le prove somministrate durante la prima sessione hanno avuto lo scopo di valutare le preconoscenze possedute dai partecipanti in merito all'argomento scientifico oggetto di ricerca; inoltre hanno permesso di raccogliere informazioni e caratteristiche individuali che possono influenzare la comprensione dei testi espositivi e il miglioramento dell'apprendimento di concetti scientifici. Le quattro prove hanno seguito

un ordine di esecuzione prestabilito. La prima prova è stata il *Questionario sulle conoscenze di un fenomeno fisico* contenente 16 domande relativo al fenomeno scientifico dell'aria e della sua pressione (fase di pre-test). Successivamente è stato consegnato il testo informativo "Le scimmie dell'isola di Koshima", tratto dalla batteria delle Prove MT-3 Clinica (Cornoldi e Carretti 2016) per la valutazione della comprensione del testo in rispetto del loro grado scolastico. Al termine delle prove, alle quali non è stato dato un limite di tempo per l'esecuzione, è stata proposta la prova di ragionamento non verbale, la Scala 2 della forma A del Culture Fair Intelligence Test (CFIT) (Cattell, 1940; Russel et al., 2001). L'ultima prova della sessione è stata la prova di decisione lessicale (DLC) (Caldarola et al., 2012), somministrata in modalità collettiva con lo scopo di valutare le abilità di lettura. Questa prima sessione ha avuto una durata di circa 90 minuti.

Sessione 2. Dopo una settimana dalla somministrazione delle prime prove, ha avuto luogo la seconda sessione collettiva. Ad ogni partecipante è stato consegnato un testo espositivo scientifico inerente all'argomento "L'aria e la sua pressione"; in modo casuale, è stata distribuita a metà classe la versione standard del testo e all'altra metà la versione confutazionale. Questo ha permesso di controllare le differenze legate alla modalità di insegnamento. Al termine della lettura, sono state somministrate le medesime 16 domande a scelta multipla del questionario precedentemente consegnato (fase di post-test immediato), integrate dalla prova di calibrazione in cui ogni studente ha valutato la correttezza delle proprie risposte e il grado di sicurezza di tale valutazione. La durata della seconda sessione collettiva è stata di circa 45 minuti.

Sessione 3. A distanza di 15 giorni dalla precedente, ad ogni studente è stato chiesto nuovamente di rispondere alle 16 domande del questionario sulle conoscenze del fenomeno fisico (fase di post-test differito). La durata di tale sessione è stata di circa 30 minuti.

Sessione individuale. terminate le prove collettive, nel mese di maggio 2023, è stata completata la sessione individuale nel corso della quale ogni alunno è stato accompagnato nell'aula dedicata alla prova e accompagnato nuovamente in classe al termine della stessa. Gli studenti sono stati invitati a sedersi davanti al computer per eseguire la prima prova di inibizione: il Test di Stroop (Stroop, 1935). Al termine di quest'ultima, è stata somministrata la seconda prova di inibizione, il Test di

Completamento Alternativo di Frasi (CAF), tratto dalla Batteria Italiana per l'ADHD (Marzocchi et al., 2010), durante il quale le risposte fornite dallo studente sono state riportate sul modulo dato in dotazione, utilizzato in seguito per la codifica delle risposte e il calcolo del punteggio.

In questi primi paragrafi del capitolo terzo, sono stati illustrati gli obiettivi, il campione, i materiali e il metodo con cui è stato condotto il progetto di ricerca. Nel paragrafo successivo verranno descritti i risultati ottenuti.

3.4 Risultati

3.4.1 Analisi preliminari

Prima delle elaborazioni dedicate agli obiettivi della tesi, sono state fatte alcune analisi preliminari sui dati raccolti: innanzitutto, è stata verificata la presenza di eventuali differenze tra i partecipanti rispetto al genere per le due tipologie di testo (standard e confutazionale) attraverso un'analisi non parametrica del X^2 , da cui non risultano differenze significative, $X^2 = 0.21$, $p = 0.65$.

Alla luce di questi risultati preliminari e ricordando che l'età media degli studenti dei due gruppi è pressoché la stessa (si faccia riferimento al capitolo 3, paragrafo 3.3.1), si può affermare che i due gruppi siano bilanciati, per cui eventuali differenze nelle analisi successive non sono dovute a disuguaglianze tra di essi.

3.4.1.1 Confronto nelle abilità di controllo tra le due condizioni di testo

È stato effettuato un confronto tra le due condizioni (studenti che hanno letto il testo standard o confutazionale) nelle variabili di controllo, con lo scopo di verificare che non ci fossero differenze nelle abilità di base tra i due gruppi. Questo è stato fatto attraverso un test-t di Student per campioni indipendenti, considerando le variabili di controllo: Cattell, DCL, MT, CAF e Stroop (Tabella 4).

Tabella 4 Confronto tra le due condizioni nelle variabili di controllo: media e deviazione standard (SD) dei punteggi e risultati del test-t di Student per campioni indipendenti

	Condizione	Media	SD	t	df	p	Cohen's d
Prova di ragionamento non verbale (CATTELL)	Testo standard	31.92	5.50	0.22	49	0.82	0.06
	Testo confutazionale	31.60	4.80				
Prova di decisione lessicale collettiva (DLC)	Testo standard	37.04	14.94	0.88	49	0.38	0.25
	Testo confutazionale	33.24	15.84				
Prova di comprensione del testo (MT)	Testo standard	9.31	2.22	-0.48	49	0.64	-0.13
	Testo confutazionale	9.60	2.16				
Completamento alternativo di frasi (CAF)	Testo standard	14.92	4.23	1.40	49	0.17	0.39
	Testo confutazionale	13.08	5.16				
Stroop test	Testo standard	1366.48	326.96	-0.94	49	0.36	-0.26
	Testo confutazionale	1457.34	366.78				

*Livelli di significatività: $p < 0.05 = *$, $p < 0.01 = **$, $p < 0.001 = ***$*

Come riportato in tabella, dai confronti non emergono differenze: le prestazioni dei due gruppi (standard o confutazionale) risultano simili, in quanto non sono presenti differenze statisticamente significative nelle variabili di controllo. Per tale ragione, eventuali differenze nei risultati successivi non dipendono dal fatto che le abilità di base dei due gruppi non siano bilanciate.

3.4.2 Obiettivo 1: effetto del testo confutazionale sull'apprendimento

Entrando nel cuore dei risultati di questo progetto, per rispondere al primo obiettivo è stata effettuata un'analisi della varianza (ANOVA) a misure ripetute con disegno misto, la cui variabile indipendente è rappresentata dal tipo di testo letto e le variabili dipendenti dalle conoscenze nelle tre sessioni: pre-test, post-test immediato e post-test differito.

Nella Tabella 5 sono riportati i punteggi medi delle risposte date dagli studenti nella condizione testo standard o confutazionale nelle tre sessioni, ciascuno corredato dalla relativa deviazione standard (SD). Gli stessi punteggi medi sono stati elaborati anche in forma grafica nella Figura 1.

Tabella 5 Media e deviazione standard (SD) dei punteggi sulle conoscenze nei tre tempi della ricerca (pre-test, post-test immediato e post-test differito) in base alla condizione (testo standard o confutazionale)

<i>Sessione</i>	<i>Condizione</i>	<i>Media</i>	<i>SD</i>	<i>N</i>
<i>Pre-test</i>	Standard	8.73	2.51	26
	Confutazionale	8.68	2.63	25
<i>Post-test immediato</i>	Standard	12.27	2.38	26
	Confutazionale	11.72	2.32	25
<i>Post-test differito</i>	Standard	11.19	2.80	26
	Confutazionale	10.24	2.79	25

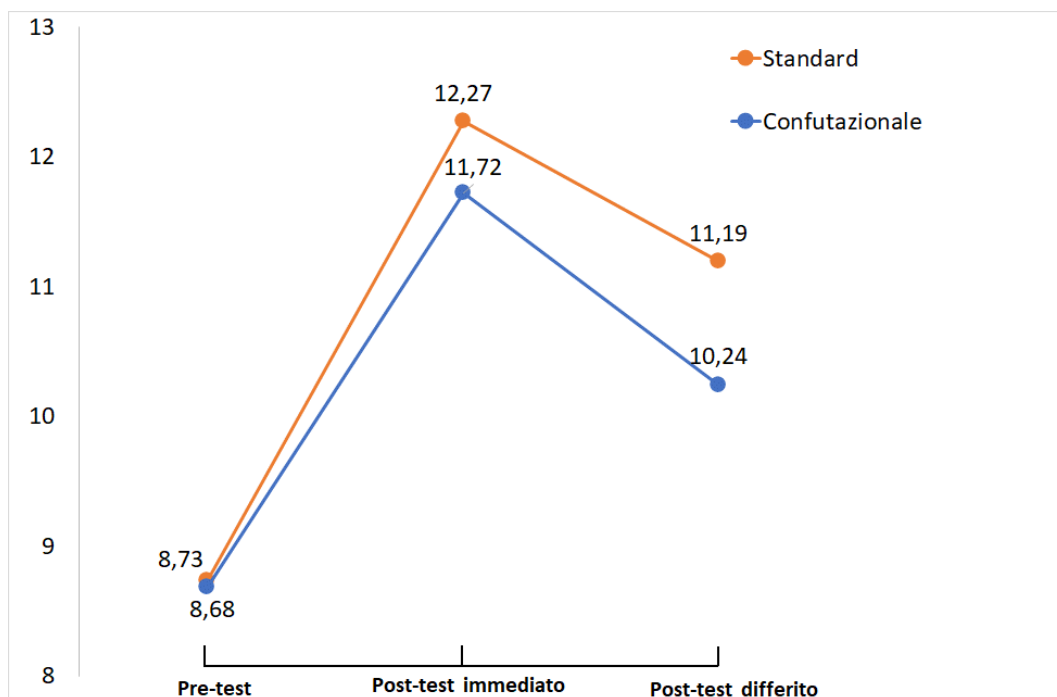


Figura 1 Punteggi medi delle risposte al questionario somministrato nelle tre sessioni (pre-test, post-test immediato, post-test differito) in base alla tipologia di testo (standard e confutazionale)

Nella Figura 1, la media dei punteggi ottenuti nel questionario somministrato nelle tre sessioni mostra un miglioramento dell'apprendimento passando dalla prima alla seconda sessione per entrambe le tipologie di testo, con un successivo peggioramento nella terza sessione, sebbene anche le prestazioni di quest'ultima si posizionino ad un livello migliore di quelle della prima sessione. Per tutte e tre le sessioni si osserva, inoltre, un andamento simile tra le due tipologie di testo, facendo supporre che non ci siano differenze rilevanti tra i due.

Questa ipotesi viene confermata dai risultati dell'ANOVA: l'analisi tra i soggetti (*between*) ha mostrato che non ci sono differenze significative tra le due tipologie di testo, $F(1, 49) = 0.67$, $p = 0.42$. È presente invece una differenza significativa tra le tre sessioni, $F(2, 98) = 60.41$, $p < 0.001$, in particolare i confronti post hoc mostrano che vi è un punteggio maggiore nella sessione 2 e 3 rispetto alla sessione 1 ($p < 0.001$); il punteggio alla sessione 3 è invece inferiore alla sessione 2 ($p < 0.001$).

L'interazione tra la sessione e la tipologia di testo non è significativa, $F(2,98) = 1.12$, $p = 0.33$.

Il primo obiettivo di questo progetto di tesi si chiedeva se, al passaggio dal pre- al post-test il testo confutazionale migliorasse l'apprendimento più del testo standard: i risultati

dell'ANOVA mostrano che non c'è un effetto significativo del tipo di testo, in quanto entrambi migliorano l'apprendimento nello stesso modo.

3.4.3 Obiettivo 2: effetto del testo confutazionale sulla calibrazione

Passando al secondo obiettivo, il cui scopo era quello di verificare la capacità del testo confutazionale di migliorare la capacità degli studenti nel valutare la propria prestazione, è stato fatto un test-t di Student sui valori medi di tre indici di monitoraggio metacognitivo, misurati in ciascuna delle due condizioni (standard e confutazionale), i cui risultati vengono riportati nella Tabella 6.

Tabella 6 Statistica descrittiva e test-t di Student per campioni indipendenti effettuato su tre indici di calibrazione per ciascuna delle due condizioni

	Condizione	N	Media	SD	t	df	p	Cohen's d
Accuracy index	Standard	22	0.16	0.09	-0.53	45	0.60	-0.15
	Confutazionale	25	0.17	0.09				
Bias index	Standard	22	0.02	0.15	-0.74	45	0.46	-0.22
	Confutazionale	25	0.06	0.17				
Discrimination index	Standard	22	0.53	0.23	1.28	45	0.21	0.37
	Confutazionale	25	0.45	0.24				

Livelli di significatività: $p < 0.05 = *$, $p < 0.01 = **$, $p < 0.001 = ***$

Anche in questo caso non emergono differenze statisticamente significative tra le due tipologie di testo per ciascuno dei tre indici considerati.

Quindi, anche dal punto di vista di giudizio metacognitivo, le due condizioni non cambiano.

3.4.4 Correlazioni tra le variabili di controllo e prova di comprensione nella condizione standard e confutazionale

Infine si riporta la tabella di correlazione tra le variabili di controllo e i punteggi medi ottenuti nel questionario somministrato nelle tre sessioni (Tabella 7).

Tabella 7 Matrice di correlazione tra le variabili di controllo (CAF, MT, CATTELL, DLC, STROOP) e i punteggi nelle domande sul fenomeno scientifico ottenuti nelle tre sessioni collettive (pre1, post1, post2)

<i>Variabile</i>	CATTELL	DLC	MT	CAF	STROOP	Pre	Post1	Post2
CATTELL	—							
DLC	-0.14	—						
MT	0.36**	-0.14	—					
CAF	0.06	0.16	-0.03	—				
STROOP	-0.47***	0.11	-0.26	0.17	—			
Pre	0.28*	-0.07	0.39**	-0.10	-0.23	—		
Post1	0.35*	-0.15	0.31*	-0.01	-0.46***	0.52***	—	
Post2	0.36**	-0.10	0.45**	-0.08	-0.35*	0.63***	0.80***	—

Livelli di significatività: $p < 0.05 = *$, $p < 0.01 = **$, $p < 0.001 = ***$

Legenda: CATTELL = prova di ragionamento non verbale; DLC= prova di decisione lessicale collettiva; MT= prova di comprensione del testo; CAF= completamento alternativo di frasi

A conferma del fatto che la somministrazione di test standard o confutazionali è comunque associata alla comprensione del testo, si può notare una correlazione positiva significativa, di media intensità, tra la variabile di controllo MT e i punteggi ottenuti nelle tre sessioni. La stessa osservazione di direzione positiva e significatività può essere fatta con la variabile Cattell, dimostrando che chi ha una maggiore capacità di ragionamento non verbale ottiene punteggi migliori nelle risposte al questionario somministrato nelle sessioni collettive. In modo coerente anche la forza della correlazione risulta debole con i punteggi ottenuti nel pre-test mentre diventa media con i punteggi ottenuti nelle due sessioni successive.

Non si osservano invece correlazioni significative tra la DLC e i punteggi ottenuti nelle domande sul fenomeno scientifico. Questo è probabilmente dovuto al fatto che la prova di decisione lessicale misura un aspetto strumentale della comprensione del testo. Inoltre, la correlazione con i punteggi delle tre sessioni ha una direzione negativa e un'intensità debole.

Passando ad analizzare le correlazioni tra le prove di inibizione, CAF e Stroop, e i punteggi ottenuti nelle tre sessioni, si può osservare una direzione negativa per entrambe le variabili, evidenziando come al diminuire del controllo dell'interferenza corrisponda una migliore prestazione. Più nello specifico, la correlazione tra il CAF e risultati ottenuti nelle tre prove presenta una bassa intensità e nessuna significatività. Una spiegazione plausibile si può trovare nel fatto che il CAF misuri le funzioni esecutive e, pur essendo associato ad alcuni aspetti della comprensione, potrebbe contenere una componente linguistica che va ad influire sulla misurazione.

Lo Stroop, invece, presenta correlazioni molto diverse con i punteggi ottenuti nelle tre sessioni: nel pre-test non si osserva alcuna correlazione significativa e l'intensità è debole; nel post1 e post2 si rileva un'intensità media, tuttavia la significatività è nettamente maggiore nel post1 rispetto al post2. Ciò dimostra che lo Stroop è una misura più rappresentativa della capacità di inibire le risposte prepotenti rispetto al CAF.

CAPITOLO 4

Discussione

L'apprendimento di concetti scientifici attraverso la lettura di testi espositivi può essere ostacolato dalle preconoscenze insufficienti o sbagliate che gli studenti possiedono e dalla struttura del testo.

Il testo confutazionale può essere superiore nel riconoscere e confutare queste idee sbagliate rispetto a un testo standard, pertanto il primo obiettivo di questa ricerca è stato quello di verificare la sua superiorità rispetto a un testo standard nel migliorare la conoscenza in ambito scientifico. Per indagare questo obiettivo, un campione di 51 studenti della seconda classe della scuola secondaria di primo grado, ha letto un testo sul fenomeno dell'aria e la sua pressione, sia nella versione standard che confutazionale. La misura del miglioramento dell'apprendimento è stata indagata somministrando un questionario sull'argomento scientifico in tre sessioni: al pre-test, prima di somministrare il testo, al post-test immediato, subito dopo la lettura del testo, e al post-test differito, dopo 15 giorni dalla lettura del testo.

Un'ulteriore ipotesi sosteneva che la revisione concettuale facilitata dal testo confutazionale potesse favorire un giudizio metacognitivo più accurato da parte degli studenti sulla loro prestazione, rispetto a un testo standard. Per verificare tale ipotesi, secondo obiettivo di ricerca, nella fase di post-test immediato è stato chiesto agli studenti di esprimere un'autovalutazione sulla correttezza e sicurezza della risposta data rispetto alle domande della prova di comprensione. Dall'esito dell'autovalutazione è stato possibile verificare se aver letto un testo confutazionale, rispetto a uno standard, abbia favorito una migliore calibrazione sulla stima della propria prestazione.

In questo capitolo saranno discussi i risultati emersi dalla ricerca, saranno presentati i limiti dello studio e alcune considerazioni utili per ricerche future.

4.1 Discussione dei risultati

Per quanto riguarda il primo obiettivo di ricerca, i risultati dell'ANOVA mostrano che il testo standard e quello confutazionale migliorano l'apprendimento in modo equiparabile, infatti non è emersa una differenza statisticamente significativa tra le due

condizioni (si faccia riferimento al paragrafo 3.4.2). Dai risultati emerge che gli studenti hanno appreso le informazioni sul fenomeno scientifico (post-test immediato) e le hanno conservate (post-test differito), indipendentemente dal tipo di testo somministrato.

Alla luce di questi risultati il primo obiettivo di tesi non viene confermato e ciò contrasta con alcuni studi che documentano la superiorità del testo confutazionale nel favorire l'apprendimento di concetti scientifici (Diakidoy et al. 2003; Mason et al, 2008; Schroeder e Kucera, 2022; Tippett, 2010;), anche con studenti della stessa età del campione di questo studio (Mason & Gava 2007).

D'altra parte in letteratura sono presenti anche risultati in linea con questo studio che dimostrano che il testo confutazionale non è sempre più efficace di quello standard nel migliorare l'apprendimento di concetti scientifici, come documentato ad esempio nelle ricerche con studenti delle scuole primarie (Diakidoy et al. 2016; Mason et al. 2019; Mason et al. 2020).

Una spiegazione possibile al mancato effetto del testo confutazionale potrebbe risiedere nel fatto che alcune domande del questionario riguardavano conoscenze che gli studenti già possedevano. Infatti dalle risposte rilevate in fase di pre-test, emerge che il 73% degli studenti hanno risposto correttamente a metà del questionario, di cui le domande 4-6-11 raggiungono più dell'85% delle risposte corrette e le domande 2-7-9-12-13 il 61%. Le restanti 8 domande raggiungono una media di risposte corrette intorno al 36%.

A sostegno di questa ipotesi, la scuola ha confermato che l'argomento dell'aria e la sua pressione era già stato trattato nell'anno scolastico precedente. Di conseguenza, probabilmente, le preconoscenze già possedute dagli studenti hanno portato a un "effetto soffitto" in cui non è stato più possibile discriminare la superiorità del testo confutazionale rispetto a quello standard.

Un altro fattore da considerare è il fatto che domande troppo facili o troppo difficili non siano buoni item per discriminare le performance degli studenti e l'effetto delle due condizioni di testo.

Al fine di indagare questa ipotesi è stata fatta un'analisi delle risposte date al questionario nella fase di post-test immediato, da cui emerge che la prova non è difficile, dal momento che a quasi metà del questionario hanno risposto correttamente più dell'85% degli studenti. Nello specifico le domande 1-2-3-4-6-10-11 risultano troppo semplici

visto l'elevato numero di risposte corrette. Al contrario alla domanda n. 8 ha risposto correttamente solo il 27% degli studenti facendo supporre che il quesito in questione fosse troppo difficile o mal formulato.

Un'altra spiegazione della mancata superiorità del testo confutazionale potrebbe dipendere dalla leggibilità del testo. Per verificare questa ipotesi sono stati sottoposti ad analisi della leggibilità sia il testo confutazionale che il testo standard, utilizzando lo strumento sviluppato presso l'Istituto di Linguistica Computazionale "Antonio Zampolli" (ILC-CNR), "READ-IT" (Dell'Orletta, Montemagni e Venturi 2011). Tale metodo definisce la leggibilità del testo in base a parametri linguistici complessi e ne combina diversi livelli di descrizione linguistica: lessicale, morfo-sintattico e sintattico. La valutazione globale della leggibilità del testo tiene conto di diversi modelli di analisi. I risultati del modello di analisi base, che considera la lunghezza della frase e della parola, evidenziano che il testo confutazionale ha raggiunto un livello di difficoltà pari al 37.6% mentre il testo standard il 45.8%.

I dati emersi dal modello di analisi lessicale rilevano una bassa difficoltà per entrambi i testi (0% confutazionale vs 0.08% testo standard). L'analisi sintattica rileva invece una maggiore difficoltà per il testo standard (31.4% testo standard; 21.2% testo confutazionale). L'analisi a livello globale evidenzia una maggiore difficoltà del testo standard (5.4%) rispetto al testo confutazionale (1.3%). Questa analisi dimostra che il testo standard è lievemente più difficile del testo confutazionale ma, in generale, ogni livello di analisi resta sotto il livello di difficoltà media. Infatti l'indice di leggibilità Gulpease riporta un livello di semplicità pari al 54.6% per il testo standard contro un 55.6% per il testo confutazionale.

Si può ipotizzare, quindi, che un alto livello di preconcoscenze sul fenomeno scientifico e un basso livello di difficoltà nella formulazione del testo e delle domande siano fattori che hanno diminuito l'effetto del testo confutazionale, che ha lo scopo di riconoscere idee sbagliate, confutarle e fornire la spiegazione corretta. In aggiunta a ciò, è possibile che il testo standard utilizzato in questo studio fosse sufficientemente esplicativo da favorire un miglioramento dell'apprendimento, come ipotizzato nello studio di Mason et al. 2020.

Per quanto riguarda il secondo obiettivo i risultati emersi dal t-test di Student hanno dimostrato che non esistono differenze statisticamente significative tra le due tipologie di

testo anche per quanto riguarda la capacità degli studenti di autovalutare la propria prestazione rispetto alla comprensione del fenomeno scientifico.

Di seguito si discutono gli indici di calibrazione (Schraw, 2009) descritti nel paragrafo 2.5.3.1 del capitolo 2 della presente tesi.

L'Absolute Accuracy Index, che varia tra 0 e 1, dove 0 corrisponde alla precisione perfetta e 1 alla non precisione, risulta pari a 0.16 per il testo standard e 0.17 per il confutazionale, dimostrando che gli studenti hanno avuto una buona capacità di giudicare la loro prestazione rispetto alle risposte date, indipendentemente dal genere testuale.

Il Bias Index nelle due condizioni di testo è risultato positivo e di poco discostato dallo 0 (0.02 standard; 0.06 confutazionale): quando l'indice è positivo significa che gli studenti sopravvalutano la loro prestazione; tuttavia, in questo caso il valore è molto vicino a 0 dimostrando che gli studenti sono stati molto precisi nell'esprimere il grado di fiducia sulla loro prestazione, sia che abbiano affrontato il testo espositivo standard, sia che abbiano letto il testo confutazionale.

Infine, il Discrimination Index è risultato pari a 0.53 nella condizione di testo standard e 0.45 in quella confutazione. La direzione positiva di questo indice dimostra che gli studenti sono stati maggiormente sicuri delle loro risposte esatte rispetto a quelle sbagliate, manifestando una buona consapevolezza metacognitiva della prestazione corretta in entrambi i generi testuali.

In generale, i risultati evidenziano in entrambe le condizioni una buona calibrazione e ciò sembra essere dovuto ad una buona conoscenza del fenomeno scientifico trattato e non tanto dalle differenze tra il testo espositivo standard e il testo espositivo confutazionale.

L'ultimo risultato che si riporta in discussione riguarda la correlazione tra le variabili di controllo e i punteggi nelle domande sul fenomeno scientifico ottenuti nelle tre sessioni collettive (Tabella 7, paragrafo 3.4.4, capitolo 3). In particolare, si approfondiscono le correlazioni tra la prova di inibizione Stroop e le 3 sessioni. Per interpretare la forza della correlazione sono stati utilizzati i cut-off proposti da Cohen (Gignac e Szodorai, 2016): 0.10 piccola, 0.30 media e 0.50 grande.

La capacità di inibire la risposta prepotente è associata all'apprendimento di concetti scientifici: nella fase di pre-conoscenze (pre-test) la correlazione è negativa e di bassa intensità (-0.23); nella fase di post-test immediato (post 1), dove le medie delle risposte

raggiungono i valori massimi (Tabella 5), si osserva una correlazione negativa molto significativa (-0.46); mentre nella fase di post-test differito (post 2) la correlazione, pur rimanendo negativa, perde di forza e significatività (-0.35). Questi risultati sono stati confrontati con i dati emersi nello studio di Mason et al. 2020, che ha indagato le correlazioni tra i punteggi dell'apprendimento del concetto scientifico nella fase post-test immediato e post-test differito e i tempi di risposta al compito di Stroop nella condizione confutazionale e standard. Sebbene non sia possibile fare una comparazione precisa, in quanto nel presente studio la distinzione di condizione non è stata effettuata, è interessante notare come anche nello studio di Mason et al. 2020 sia risultata una correlazione negativa significativa per il testo confutazionale, sia in fase di post-test immediato (-0.27) che differito (-0.24), mentre non si riscontra alcuna correlazione con il testo standard. I risultati ottenuti nella condizione di testo confutazionale sono quindi coerenti con quelli rilevati nel presente studio, anche se l'intensità della correlazione è maggiore rispetto ai risultati dello studio di Mason et al. 2020, dimostrando come i tempi di reazione alla risposta dominante diminuiscano coerentemente all'aumentare della prestazione.

Entrambi gli studi hanno evidenziato come la capacità di resistere all'interferenza di risposte prepotenti non adeguate sia associata al miglioramento dell'apprendimento e che questa associazione si mantenga anche nel lungo periodo (fase post-test differito). In definitiva è interessante notare come i due risultati relativi al ruolo dell'inibizione siano confrontabili, nonostante nello studio di Mason et al. 2020 l'inibizione abbia contribuito solo all'apprendimento dei lettori del testo confutazionale.

Riassumendo, i risultati della presente ricerca evidenziano che in entrambe le condizioni di testo ci sono stati miglioramenti nell'apprendimento, maggiore accuratezza nel giudizio metacognitivo e un aumento della capacità inibitoria.

4.2 Limiti e prospettive future

Il presente studio presenta alcuni limiti che dovrebbero essere considerati nelle prossime ricerche. Un primo limite è rappresentato dal numero modesto dei partecipanti in ciascuna condizione di testo. Inoltre in questa ricerca sono stati coinvolti soltanto gli studenti della seconda classe della scuola secondaria di primo grado e questo limita la possibilità di generalizzare i risultati a studenti con età e livello scolastico diverso. Per questo motivo potrebbe essere utile in ricerche future utilizzare campioni più ampi e maggiormente rappresentativi al fine di ottenere risultati più solidi.

Un limite significativo è quello di non avere riscontrato differenze tra le due tipologie di testo nel migliorare l'apprendimento e la calibrazione di concetti scientifici da parte degli studenti. Questo risultato, pur non essendo incompatibile con la letteratura (Mason et al. 2019 e Mason et al. 2020), potrebbe essere dovuto a un limite metodologico relativo alla qualità dei testi. Infatti, dall'analisi effettuata, è emerso che entrambi i testi utilizzati in questo studio fossero di facile leggibilità. Un ulteriore limite metodologico potrebbe essere legato alla formulazione delle domande che, dai dati rilevati dopo la lettura dei testi, sono risultate spesso molto facili e in pochi casi molto difficili. Una possibile soluzione a questi limiti potrebbe essere quella di sottoporre a una misurazione psicometrica sia i testi che le domande che si andranno a somministrare, allo scopo di costruire strumenti che permettano di valutare la comprensione dei testi utilizzati e il ruolo del testo confutazionale e standard.

Un altro possibile limite del mancato effetto del testo confutazionale potrebbe essere dovuto alle preconcoscenze degli studenti sull'argomento scientifico dell'aria e la sua pressione, scelto in quanto generalmente non trattato a questo livello scolastico. Nel presente studio, invece, si è appurato che l'argomento era già stato trattato a scuola l'anno precedente e questo ha portato ad un alto livello di preconcoscenze, che potrebbe avere reso vano l'effetto del testo confutazionale. Questo aspetto problematico potrebbe richiedere di valutare il livello delle preconcoscenze come possibile fattore di esclusione dalla ricerca, diventando una variabile così influente da rendere marginale il ruolo del genere testuale.

Da questo studio emerge l'importanza del ruolo delle preconcoscenze per la comprensione del testo espositivo, superando quello del genere testuale.

In conclusione, i risultati di questa ricerca, pur non avendo confermato le ipotesi teoriche di partenza, hanno fornito possibili spunti per future ricerche, come quello di valutare le variabili che possono depotenziare l'effetto benefico del testo confutazionale nell'apprendimento di concetti scientifici: il livello di preconoscenze, la qualità dei testi e delle domande da somministrare.

APPENDICE

Appendice A

Testi

TESTO CONFUTAZIONALE L'ARIA E LA SUA PRESSIONE

Questo testo parla dell'aria. Conosci di sicuro l'aria perché ne hai sentito parlare e fai sempre esperienza dell'aria. Cos'è l'aria?

Molti bambini pensano che l'aria non è niente perché non la vediamo, non la tocchiamo e non la sentiamo. Pensi anche tu questo? Beh, questa idea è scientificamente sbagliata perché l'aria è qualcosa.

L'aria è una sostanza anche se è trasparente, incolore, inodore e invisibile; quindi l'aria è come il legno, l'acqua, la sabbia e il metano proprio perché è una sostanza.

Precisamente, l'aria è un miscuglio di gas, tra cui azoto, ossigeno e anidride carbonica.

L'aria ha però caratteristiche diverse dalle altre sostanze. L'aria, a differenza di un pezzo di legno, ad esempio, non ha una sua forma propria, ma occupa qualsiasi spazio.

Infatti, anche gli spazi che ci sembrano vuoti, contengono invece aria.

Abbiamo detto che l'aria è una sostanza, quindi, se è una sostanza, ha anche un peso.

Avendo un peso l'aria esercita su di noi e sulle cose una forza, chiamata "pressione dell'aria" o "pressione atmosferica". Noi, però, non ci accorgiamo del peso dell'aria in cui siamo immersi perché siamo abituati a stare in questa condizione. Certamente ci accorgiamo molto meglio del vento perché è una massa d'aria in movimento. Tutti i giorni noi compiamo delle azioni che sono possibili proprio perché esiste la pressione dell'aria. Oggetti e giocattoli di uso quotidiano funzionano, infatti, in base alla pressione dell'aria. Ad esempio, le piccole ventose dei giocattoli che usano i bambini, o le ventose più grandi che usano gli adulti per far andare giù l'acqua di un lavandino intasato, rimangono bene attaccate alle superfici per effetto della pressione dell'aria. Perché le ventose rimangono attaccate?

Molti bambini pensano che una ventosa rimanga attaccata alla superficie di un vetro, per esempio, perché c'è dell'aria dentro alla base della ventosa che la fa tenere ben attaccata. Pensi anche tu questo? Beh, questa idea è scientificamente sbagliata. Spieghiamo il perché.

Una ventosa premuta contro una superficie liscia vi aderisce perfettamente a causa della pressione dell'aria circostante, ossia dell'aria esterna. Quando premiamo la ventosa contro una superficie, completamente liscia e pulita, l'aria che si trova all'interno della concavità alla base della ventosa viene spinta fuori e si crea una depressione, cioè una specie di vuoto o assenza di aria nella concavità della ventosa. In questo modo rimane solo la pressione dell'aria circostante ad agire sulla ventosa, che fa aderire completamente la sua gomma alla superficie e la mantiene attaccata saldamente, impedendo all'aria esterna di ritornare dentro alla concavità. Se proviamo a staccare la ventosa, percepiamo che si fa un po' di fatica proprio perché dobbiamo andare contro la pressione dell'aria circostante che la tiene attaccata.

Basta però bucare una ventosa per osservare che essa si stacca subito. Anche quando la superficie liscia non è perfettamente pulita, la ventosa rimane attaccata per poco tempo. Questo succede perché l'aria circostante può passare tra la concavità della ventosa e la superficie su cui è attaccata. La pressione dell'aria che entra all'interno della ventosa fa così diminuire l'effetto della pressione dell'aria esterna sopra la ventosa e questa si stacca dalla superficie.

TESTO STANDARD

L'ARIA E LA SUA PRESSIONE

Questo testo parla dell'aria. Conosci di sicuro l'aria perché ne hai sentito parlare e fai sempre esperienza dell'aria. Cos'è l'aria?

Si tratta di un argomento molto importante da capire. In questo testo spieghiamo cos'è l'aria tenendo presente quello che ci dicono gli scienziati, i quali sono i più grandi esperti su questo argomento.

L'aria è una sostanza anche se è trasparente, incolore, inodore e invisibile; quindi l'aria è come il legno, l'acqua, la sabbia e il metano proprio perché è una sostanza.

Precisamente, l'aria è un miscuglio di gas, tra cui azoto, ossigeno e anidride carbonica.

L'aria ha però caratteristiche diverse dalle altre sostanze. L'aria, a differenza di un pezzo di legno, ad esempio, non ha una sua forma propria, ma occupa qualsiasi spazio.

Infatti, anche gli spazi che ci sembrano vuoti, contengono invece aria.

Abbiamo detto che l'aria è una sostanza, quindi, se è una sostanza, ha anche un peso.

Avendo un peso l'aria esercita su di noi e sulle cose una forza, chiamata "pressione dell'aria" o "pressione atmosferica". Noi, però, non ci accorgiamo del peso dell'aria in cui siamo immersi perché siamo abituati a stare in questa condizione. Certamente ci accorgiamo molto meglio del vento perché è una massa d'aria in movimento. Tutti i giorni noi compiamo delle azioni che sono possibili proprio perché esiste la pressione dell'aria. Oggetti e giocattoli di uso quotidiano funzionano, infatti, in base alla pressione dell'aria. Ad esempio, le piccole ventose dei giocattoli che usano i bambini, o le ventose più grandi che usano gli adulti per far andare giù l'acqua di un lavandino intasato, rimangono bene attaccate alle superfici per effetto della pressione dell'aria. Perché le ventose rimangono attaccate?

Avrai sicuramente giocato anche tu con delle piccole ventose e le avrai fatte attaccare in posti diversi. Hai visto che non cadevano giù, ma stavano sempre attaccate alle superfici fino a quando non eri tu che le staccavi. Bisogna capire perché succede questo.

Una ventosa premuta contro una superficie liscia vi aderisce perfettamente a causa della pressione dell'aria circostante, ossia dell'aria esterna. Quando premiamo la ventosa contro una superficie completamente liscia e pulita, l'aria che si trova all'interno della

concavità alla base della ventosa viene spinta fuori e si crea una depressione, cioè una specie di vuoto o assenza di aria nella concavità della ventosa. In questo modo rimane solo la pressione dell'aria circostante ad agire sulla ventosa, che fa aderire completamente la sua gomma alla superficie e la mantiene attaccata saldamente, impedendo all'aria esterna di ritornare dentro alla concavità. Se proviamo a staccare la ventosa, percepiamo che si fa un po' di fatica proprio perché dobbiamo andare contro la pressione dell'aria circostante che la tiene attaccata.

Basta però bucare una ventosa per osservare che essa si stacca subito. Anche quando la superficie liscia non è perfettamente pulita, la ventosa rimane attaccata per poco tempo. Questo succede perché l'aria circostante può passare tra la concavità della ventosa e la superficie su cui è attaccata. La pressione dell'aria che entra all'interno della ventosa fa così diminuire l'effetto della pressione dell'aria esterna sopra la ventosa e questa si stacca dalla superficie.

Appendice B

Questionario sulle conoscenze di un fenomeno scientifico e prova di calibrazione della propria prestazione

Questionario prima e terza sessione (pre-test e post-test differito)

RISPONDI A QUESTE DOMANDE PENSANDO AL TESTO CHE HAI LETTO

1. L'aria è

- Un tipo di energia
- Un tipo di movimento
- Un tipo di sostanza
- Un tipo di velocità

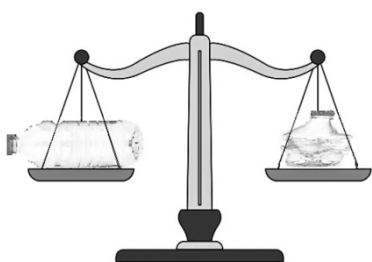
2. L'aria è

- Un miscuglio di liquidi e gas
- Un miscuglio di gas e solidi
- Un miscuglio di liquidi, solidi e gas
- Un miscuglio di solo gas



3. L'aria pesa?

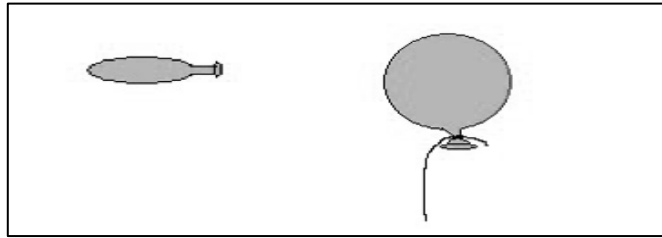
- Sì, sempre
- No, solo se c'è il vento
- Sì, in inverno quando fa freddo
- No, solo quando c'è la pioggia



4. Quale di queste sostanze non è un componente dell'aria?

- Alluminio
- Azoto
- Ossigeno
- Anidride carbonica

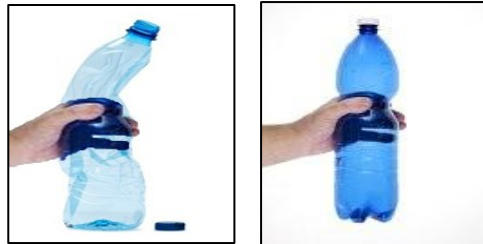
5. Guarda la figura: prendiamo un palloncino vuoto (disegnato a sinistra) e lo pesiamo: scopriamo che pesa 10 grammi. Poi, con una pompa da biciclette immettiamo dell'aria nel palloncino e lo chiudiamo con dello spago (disegnato a destra).



Secondo te, il palloncino con l'aria pompata dentro

- pesa meno di 10 grammi
- pesa sempre 10 grammi
- pesa più di 10 grammi
- pesa appena un po' meno di 10 grammi

6. Guarda la figura: Marco e Luca devono schiacciare le loro bottigliette d'acqua vuote per buttarle nel contenitore della raccolta differenziata della plastica. Marco (a sinistra) toglie il tappo alla sua bottiglietta e la schiaccia senza problemi. invece, chiude con il tappo la non riesce a schiacciarla. perché Marco riesce a sua bottiglia, mentre Luca non



bottiglietta e la Luca (a destra), sua bottiglia ma Secondo te, schiacciare la ce la fa?

- Perché Luca non ha mai avuto tanta forza nelle mani, mentre Marco ne ha molta e la schiaccia
- Perché la bottiglia di Luca con il tappo contiene ancora un po' di acqua e non si può schiacciare completamente
- Perché la bottiglia di Marco è aperta, così l'aria che c'è dentro può uscire e la bottiglia si schiaccia
- Perché la bottiglia di Marco è di plastica più leggera di quella di Luca e si fa presto a schiacciarla

7. I palloncini colorati gonfiati che si comperano alle sagre o alle feste dimostrano che

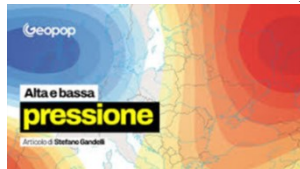
- l'aria occupa uno spazio
- l'aria è leggera
- l'aria va in alto
- l'aria non pesa

8. Se mettiamo due di questi palloncini colorati, uno bello gonfio e l'altro invece molto sgonfio, su una bilancia con due piatti, succede che

- i due piatti della bilancia rimangono alla stessa altezza perché i palloncini non pesano
- un piatto della bilancia si alza perché il palloncino sgonfio pesa di meno
- un piatto della bilancia si abbassa perché il palloncino gonfio pesa di più
- i due piatti della bilancia si abbassano alla stessa altezza perché i palloncini pesano uguale.

9. La pressione atmosferica è

- la forza che esercita l'aria quando è in movimento
- la forza che esercita l'aria su di noi e gli oggetti
- la forza che esercita l'aria quando ci sono poche nuvole
- la forza che esercita l'aria quando ci sono tante nuvole



10. La ventosa di un giocattolo sta attaccata bene a una superficie perché

- c'è aria nella ventosa che preme in giù e la tiene attaccata
- la mano ha premuto forte la ventosa e così è rimasta attaccata
- non c'è aria dentro alla ventosa ma la mano l'ha premuta forte
- non c'è aria nella ventosa ma c'è l'aria esterna che preme contro



11. Perché ci accorgiamo del vento?

- Perché di solito è freddo
- Perché può dare fastidio
- Perché è una massa di aria in movimento
- Perché rimane per parecchio tempo

12. Federica sta giocando con dei giocattolini trovati nelle merendine. Questi giocattolini hanno anche delle piccole ventose. Federica riesce a far aderire bene le ventose sull'armadio della sua cameretta. Solo una ventosa non rimane mai attaccata: da cosa può dipendere?

- La ventosa non è di plastica buona
- La ventosa deve avere un buco
- La ventosa è stata usata tanto

La ventosa non è grande abbastanza

13. Forse ti sarà capitato di giocare con il tappo di una penna sulle labbra. Il tappo può aderire ad un labbro e attaccarsi ad esso, senza bisogno di tenerlo su con una mano. Perché succede questo curioso fenomeno?

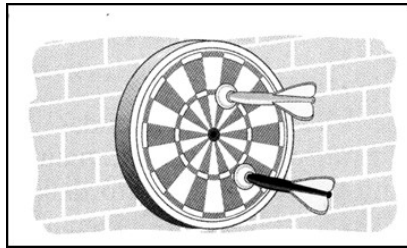
Perché si aspira tutta l'aria dal tappo della penna e la pressione dell'aria attorno preme contro il tappo lo tiene attaccato al labbro

Perché dentro al tappo della penna c'è quel po' di aria che basta a tenerlo ben attaccato al labbro senza farlo cadere

Perché si è diventati tanto bravi a tenere il tappo della penna in equilibrio sul labbro senza farlo cadere

Perché è la saliva del labbro che come una colla tiene attaccato il tappo della penna al labbro senza farlo cadere

14. Immagina di lanciare delle freccette a ventosa su un bersaglio appeso a una parete. Le freccette si attaccano al bersaglio e non cadono. Perché?



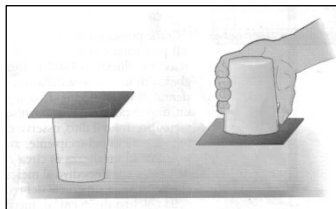
Perché l'aria nella ventosa delle freccette preme in giù e le tiene attaccate bene senza farle cadere

Perché hai lanciato le freccette con così tanta forza che si attaccano saldamente e non cadono giù

Perché le freccette sono fatte in modo da rimanere attaccate e non cadere quando vengono lanciate

Perché non c'è aria sotto alle ventose delle freccette ma c'è l'aria esterna che preme contro e le tiene attaccate

15. Guarda la figura: immagina di riempire un bicchiere con dell'acqua e di appoggiarci sopra un rettangolo di cartoncino (come a sinistra). Pensa di capovolgere il bicchiere tenendo con una mano il cartoncino bene appoggiato al bordo e poi di togliere la mano dal cartoncino, lasciando solo quella sul bicchiere (come a destra). Che cosa ti aspetti che succeda al cartoncino e all'acqua nel bicchiere e perché?



Il cartoncino si stacca subito perché la pressione dell'acqua nel bicchiere lo fa cadere e l'acqua scende tutta giù

- Il cartoncino si stacca subito perché la pressione della mano non è sufficiente a tenerlo attaccato e così l'acqua scende tutta giù
- Il cartoncino non si stacca perché la pressione dell'aria esterna preme contro il cartoncino e l'acqua rimane nel bicchiere
- Il cartoncino non si stacca perché la pressione dell'acqua lo fa tenere attaccato e così l'acqua rimane nel bicchiere

16. Immagina di riempire di acqua un bicchiere e di immergere una cannuccia: l'acqua sale nella cannuccia. Immagina di tappare con un dito il buco superiore della cannuccia e di tirarla fuori dal bicchiere in posizione verticale, così tappata. Succede che l'acqua rimane dentro alla cannuccia e non scende. Perché?

- Perché anche l'acqua nella cannuccia non ha la pressione sufficiente per scendere giù e rimane bloccata
- Perché il dito fa molta pressione contro il buco in alto della cannuccia e così l'acqua non può scendere
- Perché la pressione dell'aria spinge contro il buco in basso della cannuccia e l'acqua non scende
- Perché il dito sul buco in alto della cannuccia riesce a trattenere l'acqua che c'è dentro e così non scende

Questionario seconda sessione (post-test immediato) e prova di calibrazione

RISPONDI A QUESTE DOMANDE PENSANDO AL TESTO CHE HAI LETTO

1. L'aria è

- Un tipo di energia
- Un tipo di movimento
- Un tipo di sostanza
- Un tipo di velocità

Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

2. L'aria è

- Un miscuglio di liquidi e gas
- Un miscuglio di gas e solidi
- Un miscuglio di liquidi, solidi e gas
- Un miscuglio di solo gas



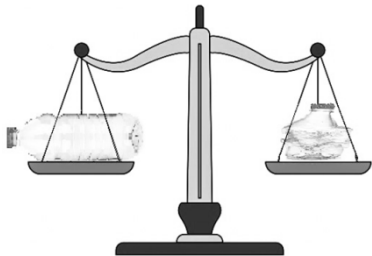
Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

3. L'aria pesa?

- Sì, sempre
- No, solo se c'è il vento
- Sì, in inverno quando fa freddo
- No, solo quando c'è la pioggia



Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

4. Quale di queste sostanze non è un componente dell'aria?

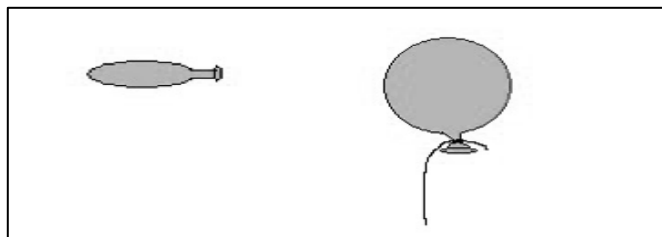
- Alluminio
- Azoto
- Ossigeno
- Anidride carbonica

Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

5. Guarda la figura: prendiamo un palloncino vuoto (disegnato a sinistra) e lo pesiamo: scopriamo che pesa 10 grammi. Poi, con una pompa da biciclette immettiamo dell'aria nel palloncino e lo chiudiamo con dello spago (disegnato a destra).



Secondo te, il palloncino con l'aria pompata dentro

- pesa meno di 10 grammi
- pesa sempre 10 grammi
- pesa più di 10 grammi
- pesa appena un po' meno di 10 grammi

Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

6. Guarda la figura: Marco e Luca devono schiacciare le loro bottigliette d'acqua vuote per buttarle nel contenitore della raccolta differenziata della plastica. Marco (a sinistra) toglie il tappo alla sua bottiglietta e la schiaccia senza problemi. Luca (a destra), invece, chiude con il tappo la sua bottiglia ma non riesce a schiacciarla. Secondo te, perché riesce a schiacciare la sua bottiglia, Luca non ce la fa?



non
Marco
mentre

- Perché Luca non ha mai avuto tanta forza nelle mani, mentre Marco ne ha molta e la schiaccia
- Perché la bottiglia di Luca con il tappo contiene ancora un po' di acqua e non si può schiacciare completamente
- Perché la bottiglia di Marco è aperta, così l'aria che c'è dentro può uscire e la bottiglia si schiaccia
- Perché la bottiglia di Marco è di plastica più leggera di quella di Luca e si fa presto a schiacciarla

Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

7. I palloncini colorati gonfiati che si comperano alle sagre o alle feste dimostrano che

- l'aria occupa uno spazio
- l'aria è leggera
- l'aria va in alto
- l'aria non pesa

Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

8. Se mettiamo due di questi palloncini colorati, uno bello gonfio e l'altro invece molto sgonfio, su una bilancia con due piatti, succede che

- i due piatti della bilancia rimangono alla stessa altezza perché i palloncini non pesano
- un piatto della bilancia si alza perché il palloncino sgonfio pesa di meno
- un piatto della bilancia si abbassa perché il palloncino gonfio pesa di più
- i due piatti della bilancia si abbassano alla stessa altezza perché i palloncini pesano uguale.

Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

9. La pressione atmosferica è

- la forza che esercita l'aria quando è in movimento
- la forza che esercita l'aria su di noi e gli oggetti
- la forza che esercita l'aria quando ci sono poche nuvole
- la forza che esercita l'aria quando ci sono tante nuvole



Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

10. La ventosa di un giocattolo sta attaccata bene a una superficie perché

- c'è aria nella ventosa che preme in giù e la tiene attaccata
- la mano ha premuto forte la ventosa e così è rimasta attaccata
- non c'è aria dentro alla ventosa ma la mano l'ha premuta forte
- non c'è aria nella ventosa ma c'è l'aria esterna che preme contro



Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

11. Perché ci accorgiamo del vento?

- Perché di solito è freddo
- Perché può dare fastidio
- Perché è una massa di aria in movimento
- Perché rimane per parecchio tempo

Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

12. Federica sta giocando con dei giocattolini trovati nelle merendine. Questi giocattolini hanno anche delle piccole ventose. Federica riesce a far aderire bene le ventose sull'armadio della sua cameretta. Solo una ventosa non rimane mai attaccata: da cosa può dipendere?

- La ventosa non è di plastica buona
- La ventosa deve avere un buco
- La ventosa è stata usata tanto
- La ventosa non è grande abbastanza

Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

13. Forse ti sarà capitato di giocare con il tappo di una penna sulle labbra. Il tappo può aderire ad un labbro e attaccarsi ad esso, senza bisogno di tenerlo su con una mano. Perché succede questo curioso fenomeno?

Perché si aspira tutta l'aria dal tappo della penna e la pressione dell'aria attorno preme contro il tappo lo tiene attaccato al labbro

Perché dentro al tappo della penna c'è quel po' di aria che basta a tenerlo ben attaccato al labbro senza farlo cadere

Perché si è diventati tanto bravi a tenere il tappo della penna in equilibrio sul labbro senza farlo cadere

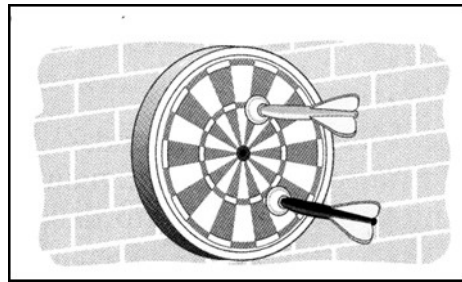
Perché è la saliva del labbro che come una colla tiene attaccato il tappo della penna al labbro senza farlo cadere

Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

14. Immagina di lanciare delle freccette a ventosa su un bersaglio appeso a una parete. Le freccette si attaccano al bersaglio e non cadono. Perché?



Perché l'aria nella ventosa delle freccette preme in giù e le tiene attaccate bene senza farle cadere

Perché hai lanciato le freccette con così tanta forza che si attaccano saldamente e non cadono giù

Perché le freccette sono fatte in modo da rimanere attaccate e non cadere quando vengono lanciate

Perché non c'è aria sotto alle ventose delle freccette ma c'è l'aria esterna che preme contro e le tiene attaccate

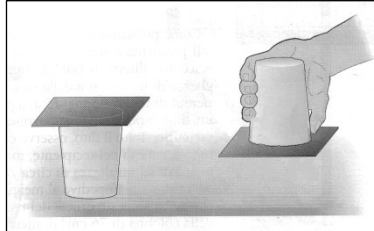
Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

15. Guarda la figura: immagina di riempire un bicchiere con dell'acqua e di appoggiarci sopra un rettangolo di cartoncino (come a sinistra). Pensa di capovolgere il bicchiere tenendo con una mano il cartoncino bene appoggiato al bordo e poi di togliere la mano

dal cartoncino, lasciando solo quella sul bicchiere (come a destra). Che cosa ti aspetti che succeda al cartoncino e all'acqua nel bicchiere e perché?



- Il cartoncino si stacca subito perché la pressione dell'acqua scende tutta giù
- Il cartoncino si stacca subito perché la pressione della mano non è sufficiente a tenerlo attaccato e così l'acqua scende tutta giù
- Il cartoncino non si stacca perché la pressione dell'aria esterna preme contro il cartoncino e l'acqua rimane nel bicchiere
- Il cartoncino non si stacca perché la pressione dell'acqua lo fa tenere attaccato e così l'acqua rimane nel bicchiere

stacca subito perché la pressione dell'aria esterna preme contro il cartoncino e l'acqua rimane nel bicchiere

Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

16. Immagina di riempire di acqua un bicchiere e di immergere una cannuccia: l'acqua sale nella cannuccia. Immagina di tappare con un dito il buco superiore della cannuccia e di tirarla fuori dal bicchiere in posizione verticale, così tappata. Succede che l'acqua rimane dentro alla cannuccia e non scende. Perché?

- Perché anche l'acqua nella cannuccia non ha la pressione sufficiente per scendere giù e rimane bloccata
- Perché il dito fa molta pressione contro il buco in alto della cannuccia e così l'acqua non può scendere
- Perché la pressione dell'aria spinge contro il buco in basso della cannuccia e l'acqua non scende
- Perché il dito sul buco in alto della cannuccia riesce a trattenere l'acqua che c'è dentro e così non scende

Pensi di aver risposto giusto a questa domanda? SI' NO

Se SI, quanto sei sicuro di aver risposto giusto? 1 2 3 4 5

Se NO, quanto sei sicuro di aver risposto sbagliato? 1 2 3 4 5

BIBLIOGRAFIA

- Alexander, P. A. (2013). Calibration: What is it and why it matters? An introduction to the special issue on calibrating calibration. *Learning and Instruction, 24*, 1-3.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.10.003>
- *Baddeley, A.D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Clarendon Press.
- *Baddeley, A. D., e Hitch, G. (1974). Working memory. G.H. Bower (a cura di), *The Psychology of learning and motivation, vol. 8* (pp. 47-89). New York: Academic Press.
- *Bransford, J.D., e Johnson, M.K. (1972). Contextual prerequisites for understanding: Some investigations of comprehension and recall. *Journal of verbal learning and verbal behavior, 11*(6), 717-726. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(72\)80006-9](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(72)80006-9)
- Broughton, S. H., Sinatra, G. M., e Reynolds, R. E. (2010). The nature of the refutation text effect: An investigation of attention allocation. *The Journal of Educational Research, 103* (6), 407-423. <https://doi.org/10.1080/00220670903383101>
- *Brown, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition, in R. Glaser (a cura di), *Advances in instructional psychology*, vol. I (pp. 77-165). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- *Brown, A.L., Armbruster, B., e Baker, L. (1986). The role of metacognition in reading and studying. In J. Orasanu (a cura di), *Reading comprehension: From research to practice* (pp. 49-75). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- *Brown, A.L., Bransford, J.D., Ferrara, R.A., e Campione, J.C. (1983). Learning, remembering and understanding. In J.H. Flavell e E.M. Markman (a cura di), *Handbook of child psychology: vol. 3, Cognitive development* (pp. 77-166). New York: Wiley.

- *Bruner, J.S., Goodnow, J.J., e Austin, G.A. (1956). *A study of thinking*. New York: John Wiley & Sons.
- Cain, K., Oakhill, J. V., Barnes, M. A., e Bryant, P. E. (2001). Comprehension skill, inference-making ability, and their relation to knowledge. *Memory and Cognition*, 29, 850–859. <https://doi.org/10.3758/BF03196414>
- Caldarola, N., Perini, N., e Cornoldi, C. (2012). DLC. Una prova di decisione lessicale per la valutazione collettiva delle abilità di lettura. *Dislessia*, 9 (1) 89-104. Trento: Edizioni Erickson.
- Carretti, B., Cornoldi, C., De Beni, R., e Romanò, M. (2005). Updating in working memory: A comparison of good and poor comprehenders. *Journal of experimental child psychology*, 91(1), 45-66. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.01.005>
- Carretti, B., De Beni, R., e Cornoldi, C. (2023). Disturbi della comprensione del testo. In Cornoldi C. (a cura di) *I disturbi dell'apprendimento*, (pp. 205-226). Bologna: il Mulino.
- Carretti, B., e Zamperlin, C. (2010). La relazione fra lettura strumentale, comprensione da ascolto e comprensione del testo in studenti italiani in *Ricerche di Psicologia*, 3, 361-373.
- Cattell, R.B. (1940). A culture-free intelligence test. I. *Journal of Educational Psychology*, 31 (3), 161-179. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0059043>
- *Chi, M. T., Slotta, J. D., e De Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and instruction*, 4 (1), 27-43. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90017-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90017-5)

- *Coltheart M., Curtis, B., Atkins, P., e Haller, M. (1993). Models of reading aloud: Dual-route and parallel-distributed-processing approaches. *Psychological Review*, 100(4), 589-608. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.100.4.589>
- Cornoldi, C. (1995). *Metacognizione e apprendimento*. Bologna: il Mulino.
- Cornoldi, C. e Carretti, B. (2016). *Prove MT-3 clinica: la valutazione delle abilità di lettura e comprensione per la scuola primaria e secondaria di I grado*. Giunti Edu.
- Cornoldi, C., e Meazzini, P. (2004). Introduzione: Apprendimento cognitivo e psicopedagogia: il contributo di Ausubel. In Ausubel D.P. (a cura di), *Educazione e processi cognitivi. Guida psicologica per gli insegnanti* (pp. 15-44). Edizione italiana a cura di Daniela Costamagna. Milano: FrancoAngeli Editore.
- Cornoldi, C., Meneghetti, C., Moè, A., e Zamperlin, C. (2018), *Processi cognitivi, motivazione e apprendimento*. Bologna: il Mulino.
- Dell'Orletta, F., Montemagni, S., & Venturi, G. (2011). READ-IT: Assessing readability of Italian texts with a view to text simplification. In *Proceedings of the second workshop on speech and language processing for assistive technologies* (pp. 73 – 83). PA, USA: Association for Computational Linguistics Stroudsburg.
- Diakidoy, I.A.N., Kendeou, P., e Ioannides, C. (2003). Reading about energy: The effects of text structure in science learning and conceptual change. *Contemporary Educational Psychology*, 28(3), 335-356.
[https://doi.org/10.1016/S0361-476X\(02\)00039-5](https://doi.org/10.1016/S0361-476X(02)00039-5)
- Diakidoy, I.A.N., Mouskounti, T., Fella, A., e Ioannides, C. (2016). Comprehension processes and outcomes with refutation and expository texts and their contribution to learning. *Learning and Instruction*, 41, 60-69.
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.10.002>

- *diSessa, A. A. (1988). Knowledge in pieces. In G. Forman e P. B. Pufall (a cura di), *Constructivism in the computer age* (PP. 49-70). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- *Dufva, M. I. A., Niemi, P., e Voeten, M. J. (2001). The role of phonological memory, word recognition, and comprehension skills in reading development: from preschool to grade 2. *Reading and Writing*, 14, 91-117.
<https://doi.org/10.1023/A:1008186801932>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American psychologist*, 34(10), 906-911.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- *Flavell, J.H. (1981). Cognitive monitoring. In Dickson W.P. (a cura di), *Children’s oral communication skills* (pp. 35-60). New York: Academic Press.
- Fredrickson, B.L. (2001). The role of positive emotions in positive psychology: The broaden-and-build theory of positive emotions. *American Psychologist*, 56(3), 218-226. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.56.3.218>
- *Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: a latent-variable analysis. *Journal of experimental psychology: General*, 133(1), 101-135. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.1.101>
- Frith, U., Wimmer, H., & Landerl, K. (1998). Differences in phonological recoding in German-and English-speaking children. *Scientific Studies of reading*, 2(1), 31-54.
https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0201_2
- *Fuchs, L.S., Fuchs, D., Hosp, M.K., e Jenkins, J.R. (2001). Oral Reading Fluency as an Indicator of Reading Competence: A Theoretical, Empirical, and Historical Analysis. *Scientific Studies of Reading*, 5(3), 239-256.
https://doi.org/10.1207/S1532799XSSR0503_3

- García, T., Rodríguez, C., González-Castro, P., González-Pianda, J. A., & Torrance, M. (2016). Elementary students' metacognitive processes and post-performance calibration on mathematical problem-solving tasks. *Metacognition and Learning*, 11, 139-170. <https://doi.org/10.1007/s11409-015-9139-1>
- *Garner, R., e Reis, R. (1981). Monitoring and resolving comprehension obstacles: An investigation of spontaneous text lookbacks among upper-grade good and poor comprehenders. *Reading Research Quarterly*, 569-582. <https://doi.org/10.2307/747316>
- *Gernsbacher, M. A. (1990). *Language comprehension as structure building*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- *Gernsbacher, M. A. (1991). Cognitive processes and mechanisms in language comprehension: The structure building framework. In G.H. Bower (a cura di), *In Psychology of learning and motivation* (pp. 217-263). New York: Academic Press.
- *Gernsbacher, M. A. (1997). Two decades of structure building. *Discourse Processes*, 23 (3), 265–304. <https://doi.org/10.1080/01638539709544994>
- Gignac, G. E., & Szodorai, E. T. (2016). Effect size guidelines for individual differences researchers. *Personality and individual differences*, 102, 74-78. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2016.06.069>
- *Gough, P. B., Hoover, W. A., e Peterson, C. L. (1996). Some observations on a simple view of reading, in C. Cornoldi e J. Oakhill (a cura di), *Reading Comprehension Difficulties: Processes and Intervention* (pp. 1-14). Mahway, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Gough, P. B., e Tunmer, W. E. (1986). Decoding, reading, and reading disability. *Remedial and special education*, 7(1), 6-10.
<https://doi.org/10.1177/074193258600700104>
- Hynd, C. R. (2001). Refutational texts and the change process. *International Journal of Educational Research*, 35(7-8), 699-714.
[https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(02\)00010-1](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(02)00010-1)
- *Hynd, C. R. (2003). Conceptual change in response to persuasive messages. In G. M. Sinatra & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 291-315). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- *Jacobs, J.E., e Paris, S.G. (1987). Children's metacognition about reading: Issues in definition, measurement, and instruction. *Educational psychologist*, 22, 255-278.
<https://doi.org/10.1080/00461520.1987.9653052>
- *Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Harvard University Press.
- *Kendeou, P., e O'Brien, E. J. (2014). The knowledge Revision Components (KReC) framework: Processes and mechanisms. In D.N. Rapp, e J.L.G. Braasch (a cura di), *Processing inaccurate information: Theoretical and applied perspectives from cognitive science and the educational sciences* (pp. 353-377). Cambridge MA: The MIT Press.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: a construction-integration model. *Psychological Review*, 95(2), 163-182.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.95.2.163>
- *Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. New York: Cambridge University Press.

Kintsch, W., & van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85(5), 363–394.

<https://doi.org/10.1037/0033-295X.85.5.363>

*Lieberman, I.Y. (1984). A language-oriented view of reading and its disabilities, in *Thalamus*, 4, (pp. 1-41).

Lumbelli, L. (2006). Costruzione dell'ipotesi e astrazione nella pedagogia sperimentale. In Bondioli A., *Fare ricerca in pedagogia*. (pp. 25-60). Milano: FrancoAngeli Editore.

Marinelli, C. V., Romani, C., Burani, C., McGowan, V. A., e Zoccolotti, P. (2016).

Costs and benefits of orthographic inconsistency in reading: Evidence from a cross-linguistic comparison. *PLoS One*, 11(6), e0157457.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157457>

Marzocchi, G. M., Re, A. M., e Cornoldi, C. (2010). *BIA - Batteria Italiana per l'ADHD per la valutazione dei bambini con deficit di attenzione/iperattività*. Trento: Erickson Edizioni.

Mason, L. (2019), *Psicologia dell'apprendimento e dell'istruzione*. Terza edizione. Bologna: il Mulino.

Mason, L., Borella, E., Diakidoy, I. A. N., Butterfuss, R., Kendeou, P., e Carretti, B. (2020). Learning from refutation and standard expository science texts: The contribution of inhibitory functions in relation to text type. *Discourse Processes*, 57 (10), 921-939. <https://doi.org/10.1080/0163853X.2020.1826248>

*Mason, L., e Gava, M. (2007). Effects of epistemological beliefs and learning text structure on conceptual change. In S. Vosniadou, A. Baltas, & X. Vamvakoussi (a

cura di), *Reframing the conceptual change approach in learning and instruction* (pp.165-196). Elsevier Science.

Mason, L., Gava, M. e Boldrin, A. (2008). On warm conceptual change: The interplay of text, epistemological beliefs, and topic interest. *Journal of Educational Psychology*, 100(2), 291-309. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.100.2.291>

Mason, L., Zaccoletti, S., Carretti, B., Scrimin, S. e Diakidoy, I. A. N. (2019). The role of inhibition in conceptual learning from refutation and standard expository texts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17, 483-501. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9874-7>

McNamara, D. S., e Magliano J. (2009). Toward a Comprehensive Model of Comprehension. *Psychology of Learning and motivation*, 51, 297-384. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(09\)51009-2](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(09)51009-2)

Mirandola, C., Ciriello, A., Gigli, M. e Cornoldi C. (2018). Metacognitive monitoring of text comprehension: an investigation on postdictive judgments in typically developing children and children with reading comprehension difficulties. *Frontiers in Psychology*, 9, 2253. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02253>

*Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>

Nation, K., & Snowling, M. J. (1998). Semantic processing and the development of word-recognition skills: Evidence from children with reading comprehension difficulties. *Journal of memory and language*, 39(1), 85-101. <https://doi.org/10.1006/jmla.1998.2564>

Nation, K., & Snowling, M. J. (1999). Developmental differences in sensitivity to semantic relations among good and poor comprehenders: Evidence from semantic priming. *Cognition*, Vol. 70(1), B1-B13.

[https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(99\)00004-9](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(99)00004-9)

*Nelson, T. O. e Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. In G. Bower (a cura di), *The Psychology of learning and motivation*, Vol. 26 (pp. 125-173). New York: Academic Press.

*Oakhill, J. V., Cain, K., & Bryant, P. E. (2003). The dissociation of word reading and text comprehension: Evidence from component skills. *Language and cognitive processes*, 18(4), 443-468. <https://doi.org/10.1080/01690960344000008>

Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational psychology review* 18, 315-341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>

Perfetti, C. A., Landi, N., e Oakhill, J. (2005). The Acquisition of Reading Comprehension Skill. In M. J. Snowling, & C. Hulme (Eds.), *The Science of Reading: A Handbook* (pp. 227–247). Blackwell Publishing Ltd.

*Piaget, J. (1977). *The development of thought: Equilibration of cognitive structures*. (Traduzione a cura di A. Rosin). New York: Viking.

*Pintrich, P. R., Marx, R. W. e Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational research*, 63(2), 167-199.

<https://doi.org/10.3102/00346543063002167>

*Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., e Gertzog, W. A. (1982). Toward a theory of conceptual change. *Science education*, 66, 211-227.

- Ravagnolo, M., Mirandola, C., Capodieci, A., Cornoldi, C., e Carretti, B. (2022). Monitoraggio durante la comprensione del testo: il ruolo del genere testuale e del tipo di domanda. *Logopedia e Comunicazione, Vol. 18, (2)*, 167-182. <https://doi.org/doi:10.14605/LOG1822202>
- Reynolds, R. E. (1992). Selective attention and prose learning: Theoretical and empirical research. *Educational psychology review, 4*, 345-391. <https://doi.org/10.1007/BF01332144>
- Roebbers, C. M., Schmid, C., & Roderer, T. (2009). Metacognitive monitoring and control processes involved in primary school children's test performance. *British Journal of Educational Psychology, 79(4)*, 749-767. <https://doi.org/10.1348/978185409X429842>
- Russell, M. T., Karol, D. L., Sirigatti, S., & Stefanile, C. (2001). *16PF-5 di Raymond B. Cattell, A. Karen S. Cattell e Heather EP Cattell: manuale*. Firenze: Organizzazioni Speciali.
- *Schmalz, X., Beyersmann, E., Cavalli, E., e Marinus, E. (2016). Unpredictability and complexity of print-to-speech correspondences increase reliance on lexical processes: More evidence for the orthographic depth hypothesis. *Journal of Cognitive Psychology, 28*, 658-672. <https://doi.org/10.1080/20445911.2016.1182172>
- Schraw, G. (2009). A conceptual analysis of five measures of metacognitive monitoring. *Metacognition and learning, 4*, 33-45. <https://doi.org/10.1007/s11409-008-9031-3>
- Schroeder, N. L., e Kucera, A. C. (2022). Refutation text facilitates learning: A meta-analysis of between-subjects experiments. *Educational Psychology Review, 34(2)*, 957-987. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09656-z>

- *Shirey, L. L., & Reynolds, R. E. (1988). Effect of interest on attention and learning. *Journal of Educational Psychology*, 80 (2), 159-166.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.80.2.159>
- *Sinatra, G. M., e Broughton, S. H. (2011). Bridging reading comprehension and conceptual change in science education: The promise of refutation text. *Reading Research Quarterly*, 46, 374-393. <https://doi.org/10.1002/RRQ.005>
- *Strike, K. A., e Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change, in Duschl, R. A., e Hamilton, R. J. (a cura di), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice* (pp. 147-176). Albany, NY: SUNY Press.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology: General*, 18, 643-662.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0096-3445.121.1.15>
- Tippett, C. D. (2010). Refutation text in science education: A review of two decades of research. *International journal of science and mathematics education*, 8, 951-970.
<https://doi.org/10.1007/s10763-010-9203-x>
- Tobia, V., e Bonifacci, P. (2015). The simple view of reading in a transparent orthography: The stronger role of oral comprehension. *Reading and Writing*, 28, 939-957. <https://doi.org/10.1007/s11145-015-9556-1>
- Toffalini, E., Provazza, S., Tressoldi, P., e Cornoldi, C. (2019). La dislessia evolutiva. In Cornoldi C. (a cura di) *I disturbi dell'apprendimento* (pp. 107-131). Bologna: il Mulino.
- Van Den Broek, P., & Kendeou, P. (2008). Cognitive processes in comprehension of science texts: The role of co-activation in confronting misconceptions. *Applied*

Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition, 22(3), 335-351. <https://doi.org/10.1002/acp.1418>

Van den Broek, P., Rapp, D.N., e Kendeou, P. (2005). Integrating memory-based and constructionist processes in accounts of reading comprehension. *Discourse processes*, 39 (2-3), 299-316. <https://doi.org/10.1080/0163853X.2005.9651685>

Van den Broek, P., Young, M., Tzeng, Y., & Linderholm, T. (1999). The landscape model of reading: Inferences and the online construction of a memory representation. In H. Van Oostendorp, H., & Goldman, S. R. (Eds.), *The construction of mental representations during reading* (pp. 71-98). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Winograd, P., & Johnston, P. (1982). Comprehension monitoring and the error detection paradigm. *Journal of reading behavior*, 14(1), 61-76.
<https://doi.org/10.1080/10862968209547435>

*=opere non direttamente consultate

RINGRAZIAMENTI

La realizzazione di questa ricerca è stata possibile grazie all'aiuto di tutte le persone che in questi anni mi hanno sostenuta e hanno condiviso con me emozioni e saperi, a cui va tutta la mia gratitudine.

Rivolgo il mio ringraziamento alla Prof.ssa Barbara Carretti, relatrice della tesi, per avermi trasmesso conoscenza e passione, per avermi sostenuta e rassicurata, per essere stata sempre disponibile a dissipare dubbi e tempestiva nelle risposte, per avermi stimolata in ogni confronto e avermi fornito spunti importanti per la realizzazione della tesi.

Ringrazio la Dott.ssa Alessandra Zagato, correlatrice della tesi, per avermi fornito il materiale e la preparazione necessaria per realizzare al meglio la ricerca presso la scuola. La ringrazio per la sua disponibilità, per i chiarimenti e le idee che hanno contribuito alla realizzazione del mio lavoro.

Un ringraziamento particolare all'Istituto Comprensivo Marco Emilio Lepido di Reggio Emilia, alla Dirigente scolastica Silvia Ovi, al Prof. Francesco Buccolo coordinatore del progetto, alla Prof.ssa Alessandra Romolotti e alla Prof.ssa Maurizia Canovi che hanno collaborato con grande disponibilità e collaborazione, permettendo la realizzazione del mio progetto di ricerca. Grazie a tutti gli studenti delle classi seconde per l'impegno, la curiosità, l'accoglienza e il coinvolgimento che mi hanno dimostrato.

Un ringraziamento alle amiche che mi sono state accanto costantemente, in particolare Marinella, Annalisa ed Enrica.

Un ringraziamento di cuore alle mie 'guide' Emanuele e Laura che mi hanno allenata verso la meta.

Un ringraziamento ai colleghi di lavoro che in questi anni hanno condiviso emozioni e mi hanno supportata perché arrivassi alla fine del percorso, soprattutto Alessandra ed Elisa, alle quali sono particolarmente grata.

Un ringraziamento pieno di affetto alla mia famiglia per avermi dato il sostegno necessario per realizzare il mio sogno. Un grazie speciale a Giulia per avere condiviso con me questo percorso donandomi saperi e stimoli.