

Lorenzo Ciaurelli

Il linguaggio nel decadimento cognitivo: marker linguistici e automazione della diagnosi

Tutor:

Proff. Fabio Tamburini; Amedeo De Dominicis; Mauro Falcone



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Indice

1. Introduzione	1
1.1. Struttura della tesi.....	6
2. Il linguaggio nel decadimento cognitivo	7
2.1. Aspetti clinici, valutazione e diagnosi.....	8
2.2. Disturbi linguistici.....	12
2.2.1. Alzheimer	13
2.2.2. Decadimento cognitivo lieve (MCI).....	16
2.2.3. Altre demenze.....	18
2.2.3.1. Variante comportamentale della FTD	18
2.2.3.2. Variante Semantica della PPA.....	18
2.2.3.3. Variante non fluente della PPA	19
2.2.4. Invecchiamento.....	20
2.3. Implicazioni per questo studio	21
2.3.1. Diagnosi della demenza basata sull'analisi automatica del parlato spontaneo	22
3. Disfluenze e fenomeni di esitazione	25
3.1. Descrizione e definizione	27
3.1.1. Tipi di disfluenze	28
3.1.1.1. Descrizione formale.....	28
3.1.1.2. Descrizione funzionale	30
3.1.1.2.1. Struttura delle disfluenze	33
3.1.2. Fenomeni di esitazione	34
3.1.2.1. Pause vuote	34
3.1.2.2. Pause piene	36
3.1.2.3. Prolungamenti sillabici.....	38
3.1.2.4. Ripetizioni	39

3.2. Correlati acustici delle disfluenze	41
3.3. Correlati neurali della produzione orale	44
3.3.1. Fenomeni di esitazione	45
4. Il corpus OPLON	47
4.1. Campione selezionato.....	48
4.2. Raccolta dati	51
4.3. Test neuropsicologici	51
4.3.1. MMSE	52
4.3.2. MoCA.....	53
4.3.3. Test di fluenza verbale.....	54
4.3.4. Clock Drawing Test.....	55
4.3.5. General Practitioners Assessment of Cognition	56
5. Metodologia	57
5.1. Annotazione di disfluenze e fenomeni di esitazione	58
5.1.1. Tagset annotazione	59
5.1.1.1. Annotazione formale	60
5.1.1.2. Annotazione funzionale.....	62
5.1.1.2.1. Disfluenze.....	63
5.1.1.2.2. Ripetizioni	65
5.1.1.3. Divisione in enunciati.....	66
5.2. Automazione dell’analisi.....	68
5.3. Parametri studiati.....	69
5.4. Risultati attesi.....	74
6. Risultati	79
6.1. Descrizione della produzione orale dei soggetti.....	80
6.1.1. Discussione.....	83
6.2. Disfluenze: approccio formale	87
6.2.1. Discussione.....	91
6.3. Disfluenze: approccio funzionale.....	93

INDICE

6.3.1. Discussione.....	103
6.4. Fenomeni di esitazione.....	108
6.4.1. Discussione.....	117
6.5. Classificazione automatica dei soggetti	123
7. Conclusioni	128
7.1. Limitazioni dello studio e sviluppi futuri	137
Bibliografia.....	140
Appendice A Tagset di annotazione	161
Appendice B Esempi di script	165

Indice delle figure

Figura 1.1. Stima dei costi (in miliardi di dollari) della demenza su scala mondiale.....	2
Figura 1.2. Schematizzazione dei sotto-processi di un sistema automatico per la diagnosi della demenza.	3
Figura 3.3. Lo schema rappresenta i diversi processi attivi nella produzione e nella percezione del linguaggio.....	26
Figura 3.2. Struttura interna delle disfluenze	33
Figura 3.3. Struttura delle ripetizioni retrospettive e prospettive	41
Figura 3.4. Struttura delle <i>covert repair repetition</i>	42
Figura 5.4. Esempio di TextGrid nel software Praat	58
Figura 5.5. Ripetizione retrospettiva (RER) annotata nel TextGrid di Praat	66
Figura 5.6. Parte del compito di descrizione della figura di un soggetto affetto da decadimento cognitivo lieve.....	67
Figura 6.7. Valori medi della durata effettiva della produzione e il rapporto (in percentuale) tra la durata dei compiti e la durata effettiva della produzione	84
Figura 6.2. La media delle parole prodotte per ogni frase e la durata (in secondi) della parte monologica della produzione.....	85
Figura 6.3. Il rapporto (in percentuale) tra parole vuote e hapax	85
Figura 6.4. Valori relativi al numero di parole calcolato in parole per secondo, lo speech rate e l'articulation rate.....	86
Figura 6.5. Numero di cancellazioni e ripetizioni normalizzato per lo speechrate	91
Figura 6.6. Numero di cancellazioni ogni 100 parole nel compito "lavoro".....	92
Figura 6.7. Numero di errori lessicali (ELR) ogni 100 parole in entrambi compiti.....	103
Figura 6.8. Durata dell'editing phase (in secondi) normalizzata per la durata dell'enunciato nelle disfluenze di tipo ELR in entrambi compiti.....	104
Figura 6.9. Distanza (in secondi) tra reparandum e alteration nelle disfluenze di tipo elr nel compito "figura"	104
Figura 10. Il numero di cancellazioni ogni cento parole e il numero di cancellazioni normalizzato per i valori di speechrate nel compito "lavoro"	105

Figura 6.11. Durata dell’editing phase (in secondi) normalizzata per la durata dell’enunciato nelle disfluenze di tipo RER in entrambi compiti106

Figura 6.12. Distanza (in secondi) tra reparandum e alteration nelle disfluenze di tipo elr nel compito “lavoro”106

Figura 6.13. Numero di pause vuote normalizzato per il totale delle parole prodotte in entrambi compiti.....117

Figura 6.14. Durata media delle pause vuote e delle durate aggregate di pause vuote e piene in entrambi compiti118

Figura 6.15. Numero di pause vuote grammaticali normalizzato per il totale delle parole prodotte in entrambi compiti119

Figura 6.16. Numero di pause vuote non grammaticali e di pause vuote e piene grammaticali aggregate in entrambi compiti119

Figura 6.17. Durata media delle pause vuote grammaticali in entrambi compiti.....120

Figura 6.18. Valori aggregati di durata delle pause vuote e piene grammaticali in entrambi compiti121

Figura 6.19. Durata media delle pause vuote non grammaticali e delle pause vuote e piene non grammaticali aggregate nel compito lavoro122

Figura 6.21. Schema del classificatore automatico realizzato con il software Orange Data Mining125

Figura 6.22. Percentuali del classificatore addestrato con il modello del Neural Network127

Indice delle tabelle

Tabella 4.1. Statistiche descrittive della composizione del corpus di 96 soggetti.....	49
Tabella 4.2. Statistiche descrittive relative alla composizione dei sottogruppi del campione.....	49
Tabella 4.3. Statistiche descrittive relative alla composizione del sotto-campione di 48 soggetti	50
Tabella 4.4. Statistiche descrittive relative alla composizione dei sottogruppi del sotto-campione di 48 soggetti.....	50
Tabella 5.1. Elenco dei livelli di annotazione nel TextGrid di Praat.....	60
Tabella 5.2. Elenco delle etichette relative all'annotazione formale di fenomeni di esitazione e disfluenze	61
Tabella 5.3. Elenco delle etichette relative all'annotazione funzionale delle disfluenze.....	62
Tabella 5.4. Etichette utilizzate nel tier FUN-ANN-L1	64
Tabella 5.5. Etichette utilizzate nel tier FUN-ANN-L2	64
Tabella 5.6. Etichette relative all'annotazione delle ripetizioni	65
Tabella 5.7. Esempio dell'organizzazione in matrici delle annotazione contenute nel TextGrid di Praat	68
Tabella 5.8. Valori attesi per i parametri di descrizione del parlato nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo	75
Tabella 5.9. Valori attesi per le disfluenze (trascrizione formale e funzionale) nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo	77
Tabella 5.10. Valori attesi per i parametri delle componenti delle disfluenze (funzionali) nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo.....	77
Tabella 5.11. Valori attesi per i parametri relativi ai fenomeni di esitazione (P, F) nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo.....	78
Tabella 6.1. Statistiche descrittive relative a parametri di durate nella produzione dei soggetti in entrambi compiti.....	80
Tabella 6.2. Statistiche descrittive della produzione dei soggetti in entrambi compiti	82
Tabella 6.3. Statistiche descrittive della produzione dei soggetti in entrambi compiti	83

Tabella 6.4. Numero di disfluenze per tipo e compito	87
Tabella 6.5. Numero di disfluenze per tipo, compito e gruppo	87
Tabella 6.6. Numero di disfluenze per 100 parole in entrambi compiti	88
Tabella 6.7. Numero di disfluenze per tipo, normalizzate per lo speechnate in entrambi compiti	89
Tabella 6.8. Numero totale delle disfluenze (ripetizioni comprese) e valori normalizzati per 100 parole e per speechnate	90
Tabella 6.9. Conteggio e percentuale sul totale delle disfluenze di tipo funzionale divise per compito	93
Tabella 6.10. Statistiche descrittive riguardanti il numero di disfluenze prodotte dai soggetti nell'esecuzione dei due compiti	94
Tabella 6.11. Numero di disfluenze per 100 parole in entrambi compiti	95
Tabella 6.12. Numero di disfluenze normalizzato per i valori di speechnate in entrambi compiti	96
Tabella 6.13. Rapporto tra numero di disfluenze e numero di disfluenze che presentano un'editing phase in entrambi compiti	97
Tabella 6.14. Durate dell'editing phase nei differenti tipi di disfluenze per i due compiti	98
Tabella 6.15a. Porzione di EP occupata da pause piene o pause vuote per ogni tipo di disfluenza nel compito "figura"	99
Tabella 6.15b. Porzione di EP occupata da pause piene o pause vuote per ogni tipo di disfluenza nel compito "lavoro"	100
Tabella 6.16. Distanza (in secondi) tra la fine del reparandum (RP) e l'inizio dell'alteration (AL) in entrambi compiti	102
Tabella 6.17. Statistiche relative al numero di pause vuote, pause piene e totale in entrambi compiti	109
Tabella 6.18. Statistiche relative al numero di pause vuote, pause piene e totale, sia grammaticali sia non grammaticali in entrambi compiti	110
Tabella 6.19. Statistiche relative al numero di pause vuote, pause piene e totale normalizzato per il numero di parole prodotte in entrambi compiti	111
Tabella 6.20. Statistiche relative alla durata di pause vuote, piene e totali normalizzato per la durata della produzione in entrambi i compiti	112

Tabella 6.21. Statistiche relative al numero di pause vuote, piene e totali, grammaticali e non, normalizzato per il numero di parole prodotto in entrambi i compiti	114
Tabella 6.22. Statistiche relative alla durata di pause vuote, piene e totali, grammaticali e non, normalizzato per la durata della produzione in entrambi i compiti.....	115
Tabella 6.23. Elenco dei parametri utilizzati come input per il classificatore automatico	124
Tabella 6.24. Risultati del testi di classificazione con i classificatori addestrati con i tre differenti modelli	126
Tabella 7.6. Valori attesi e risultati ottenuti per i parametri di descrizione della produzione orale nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo.....	130
Tabella 7.7. Valori attesi e risultati ottenuti per i parametri estratti a partire dall’annotazione formale delle disfluenze nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo.....	131
Tabella 7.3. Valori attesi e risultati ottenuti per i parametri relativi al numero di disfluenze (funzionale) nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo	132
Tabella 7.4. Indici di correlazione di Pearson tra i punteggi dei test neuropsicologici dell’intero campione di soggetti e i valori dei parametri relativi alle disfluenze	133
Tabella 7.5. Valori attesi e risultati ottenuti per i parametri relativi ad alcune sottocomponenti delle disfluenze (funzionale) nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo.....	134
Tabella 7.6. Valori attesi e risultati ottenuti per i parametri relativi ai fenomeni di esitazione nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo.....	135

1. Introduzione

La demenza può essere definitiva come una sindrome caratterizzata dal declino delle facoltà mentali, grave abbastanza da interferire con la vita quotidiana. La demenza non è quindi da considerarsi una malattia, ma un termine generico attraverso il quale si fa riferimento ad un complesso di sintomi che affliggono memoria, attenzione, linguaggio, comportamento ed emozioni.

Secondo il *World Alzheimer Report 2015* dell'*Alzheimer's Disease International* (ADI) sono circa 46.8 milioni le persone affette da demenza su scala mondiale e si stima che questi numeri siano destinati a raddoppiare circa ogni 20 anni, raggiungendo i 74.7 milioni nel 2030 e i 131.5 milioni nel 2050. Solo in Italia al 2015 si contavano più di un milione di soggetti affetti da demenza (600mila dei quali malati di Alzheimer) ed entro il 2020 si attendono circa 584 mila nuovi casi di demenza.

Questa tendenza non è distribuita in modo omogeneo su base regionale e ad essere maggiormente colpite sono le aree con livelli bassi e medi di reddito pro capite, che nel 2050 faranno registrare il 68% della popolazione affetta da demenza. Inoltre, come mostra la Figura 1.1, anche i costi per la sanità sono destinati a raddoppiare e passeranno dai mille miliardi di dollari del 2018 ai duemila miliardi di dollari del 2030.

L'aumento dell'aspettativa di vita ha avuto certamente un ruolo determinante nell'aumento della popolazione affetta da demenza. Infatti, se i fattori di rischio sono molteplici (età, stile di vita, ereditarietà, storia familiare ecc.), l'età è certamente il più

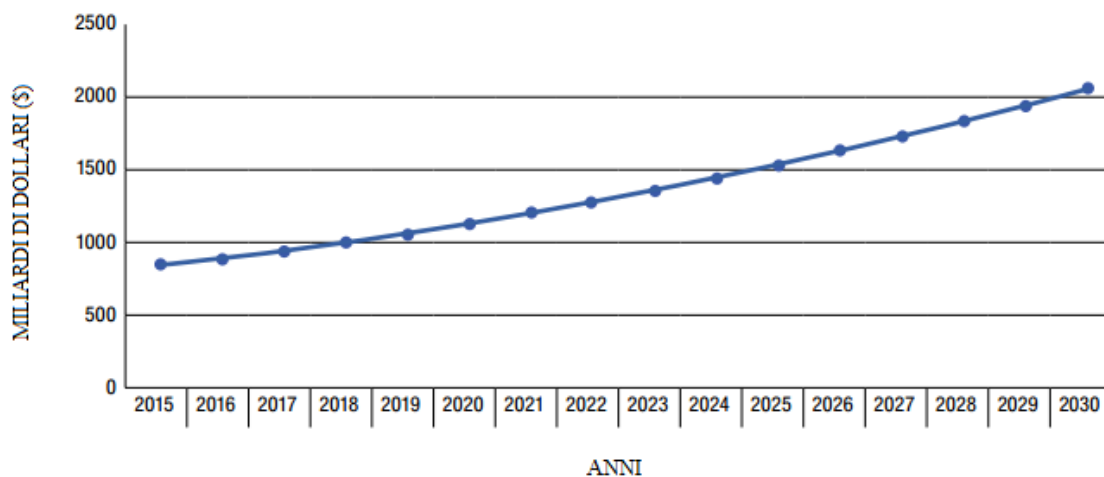


Figura 1.1. Stima dei costi (in miliardi di dollari) della demenza su scala mondiale. Dal World Alzheimer Report 2015.

importante. La prevalenza della demenza cresce esponenzialmente nel corso della vita, raddoppiando, ad esempio, ogni 5.5 anni in Nord America e ogni 6.5 anni in Europa (World Alzheimer Report 2015). È tuttavia possibile intervenire anche sull'incidenza della demenza in età avanzata riducendo l'esposizione ad altri fattori di rischio. Alcuni modelli di proiezione (Norton et al., 2014) hanno sottolineato come circa un terzo della prevalenza di demenza sia imputabile a condizioni quali il diabete, l'ipertensione, l'obesità e un basso livello di istruzione. Una diminuzione dal 10% al 20% di ciascuno di questi fattori di rischio avrebbe come risultato una diminuzione dall'8% al 15% della prevalenza di demenza attesa.

Se la prevenzione ha un ruolo importante nella diminuzione di nuovi casi, la diagnosi precoce mira ad un miglioramento delle condizioni di vita dei malati e dei familiari, nonché delle strategie adottate dai sistemi sanitari nazionali.

La demenza è uno dei più grandi problemi del ventunesimo secolo e, dato il suo carattere neurodegenerativo, è una delle prime cause di invalidità nel mondo. Una diagnosi precoce offrirebbe a malati e familiari la possibilità di pianificare anticipatamente il futuro e di ricevere un supporto adeguato, mitigando l'impatto individuale e sociale della malattia. Inoltre, un intervento tempestivo può risultare determinante nel trattare il decadimento delle abilità cognitive e i possibili comorbilità quali la depressione. Tuttavia, si stima che solamente il 20-50% dei casi di demenza viene riconosciuto e documentato a livello di assistenza sanitaria di base nei paesi ad alto

reddito. Nei paesi a basso e medio reddito circa il 90% dei casi rimane non diagnosticato (World Alzheimer Report 2011).

L'obiettivo di una diagnosi precoce può essere raggiunto: a) introducendo dei programmi di formazione per medici e operatori a livello di assistenza sanitaria di base; b) rendendo più accessibile la diagnosi e istituendo degli appositi servizi di assistenza per la demenza incipiente; c) promuovendo l'interazione tra le diverse componenti dei sistemi sanitari nazionali (World Alzheimer Report 2011).

Gli sforzi della ricerca, nel tentativo di dare delle risposte ai punti sollevati dal World Alzheimer Report, dovrebbero quindi essere in parte volti a predisporre strumenti affidabili e di facile somministrazione per la diagnosi precoce della demenza e delle possibili fasi prodromiche, quali il decadimento cognitivo lieve (*mild cognitive*

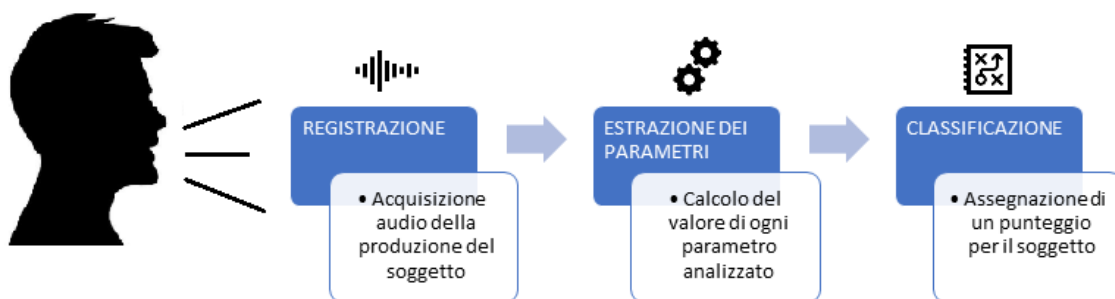


Figura 1.2. Schematizzazione dei sotto-processi di un sistema automatico per la diagnosi della demenza.

impairment – MCI), in modo tale da rendere possibile uno *screening* sistematico e su larga scala della popolazione potenzialmente.

In questo senso, il presente lavoro di ricerca si situa nel percorso già tracciato in Italia dal progetto OPLON (“OPportunities for active and healthy LONgevity”, Smart Cities and Communities – DD 391/RIC), il quale porta avanti l’ambizioso obiettivo di studiare la fattibilità di un sistema di diagnosi della demenza basato sull’analisi automatica del parlato spontaneo (Beltrami et al., 2016). Nello specifico, l’obiettivo è quello di elaborare tecniche di raccolta dati e utilizzare gli strumenti del *Natural Language Processing* e del *Machine Learning* per creare un sistema che sia in grado di analizzare e classificare campioni di linguaggio spontaneo in maniera automatica.

Così come mostra la Figura 1.2, un sistema del genere è il risultato dell’interazione di tre macro-componenti. La prima svolge la funzione di acquisire la produzione del

soggetto e di elaborare il relativo audio in modo tale da renderlo più facilmente analizzabile; la seconda estrarre i parametri oggetto di analisi e crea un vettore le cui componenti sono i valori assunti da ogni parametro; infine, un modello precedentemente addestrato sulla produzione di soggetti sani e affetti da decadimento cognitivo classifica la produzione del soggetto come appartenente a uno dei due gruppi.

Se lingue come l'inglese e, in parte, lo spagnolo hanno visto in questi anni aumentare studi di questo tipo (Jarrold et al., 2010; Roark et al., 2011; Satt et al., 2012; López-de-Ipiña et al., 2013, 2015), per l'italiano il progetto OPLON rappresenta il primo e, al momento, unico lavoro di ricerca impegnato in questa direzione. Tali sistemi appartengono al recente passato della ricerca di ambito neurologico, psicologico, informatico e linguistico e, nonostante debbano essere considerati ancora come strumenti sperimentali e in quanto tali lontani da una standardizzazione e da un possibile impiego clinico, la loro percentuale di accuratezza si può stimare intorno al 70-85%.

L'obiettivo ultimo del presente lavoro di ricerca è quindi quello di migliorare ulteriormente le performance di un sistema di diagnosi automatica della demenza, come quello sviluppato all'interno del progetto OPLON per l'italiano, studiando nuovi parametri e algoritmi da utilizzarsi nello schema di Figura 1.2.

A tal fine, si è scelto di analizzare la produzione di disfluenze e fenomeni di esitazione¹ nel parlato spontaneo dei soggetti sani e affetti da decadimento cognitivo. Fenomeni già ampiamente studiati nell'inglese (Croisile et al., 1996; Davis & Maclagan, 2009; De Lira et al., 2011; Pistono et al., 2016; Salehi et al., 2018) e che in molti casi sono stati già utilizzati come parametri nei sistemi automatici di diagnosi della demenza (Roark et al., 2011; Satt et al., 2012; Jarrold et al., 2014), ma tuttora quasi completamente inesplorati per l'italiano.

Le motivazioni che hanno portato alla scelta di questi fenomeni come oggetto di indagine sono sostanzialmente tre: 1) analizzare le disfluenze nei soggetti affetti da decadimento cognitivo permette da una parte di avere una fotografia sufficientemente

¹ Per una definizione ragionata di tali fenomeni si rimanda al Capitolo 3. Per ora basti dire che la differenza intrinseca tra disfluenze e fenomeni di esitazione è la componente temporale. I fenomeni di esitazione, come ad esempio pause piene e vuote, sono infatti anche misurabili quantitativamente in funzione della loro durata, mentre le disfluenze si caratterizzano in relazione al problema avvenuto durante la produzione, come ad esempio nel caso di errori, false partenze ecc. (Lickley, 2015).

diretta di quali siano i livelli linguistici compromessi, dall'altra permette di comprendere indirettamente la natura dei processi che soggiacciono alla produzione di disfluenze e quindi il ruolo che esse svolgono nel parlato; 2) è possibile automatizzare l'estrazione e l'analisi dei fenomeni di esitazione; 3) come mostrano gli studi appena citati, i fenomeni di esitazione sono tra i parametri più affidabili nella differenziazione dei soggetti sani e dei soggetti affetti da decadimento cognitivo.

La ricerca si muove quindi su due binari paralleli, ovvero quello dell'analisi qualitativa che ha interessato principalmente le disfluenze e quello dell'analisi quantitativa con la quale ci si è concentrati sui fenomeni di esitazione e il loro impiego come parametri utili per differenziare i soggetti sani dai soggetti affetti da decadimento cognitivo nei sistemi automatici per la diagnosi basati sull'analisi del parlato spontaneo.

- È possibile differenziare i soggetti affetti da decadimento cognitivo dai soggetti sani sulla base dell'analisi delle disfluenze e dei fenomeni di esitazione presenti nel parlato?
- Quali sono i livelli linguistici più colpiti nel decadimento cognitivo?
- Qual è l'affidabilità di un sistema di classificazione automatico della demenza basato sull'analisi dei fenomeni di esitazione contenuti nel parlato?

Le domande a cui si è cercato di dare una risposta sfruttano quindi le possibilità offerte da disfluenze e fenomeni di esitazione di agire da interfaccia tra il parlato e i processi attivi durante la pianificazione (Levelt, 1983, 1989).

A tal fine, dopo il lavoro di annotazione sono stati estratti una serie di parametri facenti riferimento appunto ai due macro-gruppi, ovvero quello delle disfluenze e quello dei fenomeni di esitazione. Attraverso l'analisi delle disfluenze si è cercato di rispondere alle prime due domande, mentre, al fine di rispondere all'ultima domanda, si è invece voluto studiare la fattibilità, per l'italiano, di un sistema automatico per la diagnosi del decadimento cognitivo, utilizzando parametri relativi ai fenomeni di esitazione naturalmente presenti nel parlato spontaneo e già ampiamente studiati e valutati per lingue quali l'inglese. Questo tipo di studio prevede dapprima l'estrazione dei parametri oggetto di analisi dal corpus annotato e successivamente il loro utilizzo come input in un sistema di classificazione avente il compito di differenziare i diversi gruppi di indagine.

1.1 Struttura della tesi

Nel Capitolo 2 sono trattati gli aspetti clinici e linguistici che caratterizzano le più frequenti malattie alla base del decadimento cognitivo, nonché quelli presenti durante il naturale processo di invecchiamento. Inoltre, è stato dedicato dello spazio anche a una panoramica dei sistemi allo stato dell'arte per la diagnosi del decadimento cognitivo basata sull'analisi del parlato spontaneo.

Il Capitolo 3 ospita invece un'approfondita discussione dei concetti di disfluenza e di fenomeno di esitazione, ripercorrendo la storia delle teorie che hanno cercato di darne una spiegazione linguistica e cognitiva e che hanno tentato di fornire gli strumenti di analisi per la loro individuazione nel flusso del parlato.

Il Capitolo 4 presenta la descrizione del corpus utilizzato per l'analisi, ovvero delle modalità di acquisizione del materiale e della descrizione dei materiali e dei dati in esso contenuti.

Nel Capitolo 5 è esposta la metodologia utilizzata nell'analisi dei dati: dall'annotazione del corpus, all'estrazione automatica dei parametri, fino alla discussione dei risultati attesi.

Nel Capitolo 6 sono presentati separatamente i risultati e la discussione dei dati relativi alle disfluenze e dei fenomeni di esitazione. Inoltre, un paragrafo è dedicato alla presentazione di un esperimento di classificazione dei soggetti utilizzando le tecniche del *machine learning*.

Infine, il Capitolo 7 ospita le conclusioni in cui vengono riassunti gli esiti del lavoro di ricerca e di analisi e del quale vengono messi in luce i limiti e discussi i possibili sviluppi futuri.

2. Il linguaggio nel decadimento cognitivo

Come già accennato nel capitolo introduttivo, la demenza è un termine generico con cui si fa riferimento a una serie di sintomi che affligge le abilità cognitive di un individuo. Esistono, quindi, diversi tipi di demenza caratterizzati da sintomatologie specifiche, ma che tuttavia presentano molti punti di sovrapposizione. Tra i più diffusi ci sono la malattia di Alzheimer (che da sola rappresenta il 60-80% dei casi), la demenza vascolare, la demenza dei corpi di Lewy e la demenza frontotemporale (World Alzheimer Report 2015).

Inoltre, verso la fine degli anni '80 del secolo scorso è stato introdotto il concetto di decadimento cognitivo lieve (*mild cognitive impairment – MCI*) per descrivere uno stadio caratterizzato da cambiamenti cognitivi abbastanza gravi da essere notati dal soggetto che ne è affetto o dalle persone che interagiscono con il soggetto, ma non sufficientemente seri da interferire con l'attività quotidiana o rientrare in una diagnosi di demenza (Reisberg et al., 1988). Tuttavia, è solo nel 1999 che vengono stabiliti dei criteri precisi per la diagnosi (Petersen, 1999).

Nella prospettiva di una diagnosi precoce della demenza, il decadimento cognitivo lieve ha suscitato notevole interesse negli ultimi anni, in quanto la percentuale di persone affette da MCI che contraggono l'Alzheimer è più alta rispetto a quella dei soggetti cognitivamente normali (Petersen & Morris, 2003). Il decadimento cognitivo lieve rappresenta quindi un importante fattore di rischio e la percentuale di soggetti che

annualmente riceve una diagnosi di demenza è di circa il 10-15%, mentre l'incidenza calcolata sull'intera popolazione è di circa l'1-2% (Petersen et al., 2014).

Nei paragrafi successivi verrà fornita una panoramica sugli aspetti clinici della demenza (§2.2) e sui disturbi che affliggono in modo specifico la sfera del linguaggio nelle forme più comuni di demenza (§2.3): in particolar modo la malattia di Alzheimer e il decadimento cognitivo lieve. Il §2.4 riassumerà le implicazioni che lo studio dei disturbi del linguaggio nel decadimento cognitivo ha in questo lavoro; con particolare riguardo alla diagnosi della demenza e del MCI a partire dall'analisi automatica del parlato spontaneo (§2.4.1), vero nucleo di questo lavoro.

2.1 Aspetti clinici, diagnosi e valutazione

Data l'eterogeneità delle cause, la prassi medica si è dotata di criteri diagnostici validi per qualsiasi tipo di demenza (McKhann et al., 2011). Per arrivare a una diagnosi di demenza è necessario quindi che siano presenti sintomi a livello cognitivo o comportamentale che:

- Interferiscono con l'attività quotidiana o lavorativa;
- Rappresentano un declino rispetto a un precedente livello funzionale;
- Non sono dovuti a delirium o a sindrome psichiatrica.

Il decadimento cognitivo è individuato e diagnosticato grazie a:

- Colloquio con il paziente o con un informatore adeguato.
- Esame cognitivo *bedside* o test neuropsicologici.

Il decadimento cognitivo o comportamentale coinvolge almeno due delle seguenti funzioni cognitive:

- Difficoltà nell'acquisire e ricordare nuove informazioni.
- Difficoltà nel ragionamento e nello svolgere compiti complessi, nonché scarsa capacità di giudizio.
- Abilità visuo-spaziali deteriorate.
- Declino delle facoltà linguistiche.
- Cambiamenti della personalità e del comportamento.

Una prima diagnosi della demenza è importante in quanto permette di escludere possibili condizioni di comorbidità, come quelle causate, ad esempio, da delirium o depressione. Inoltre, un esito negativo della diagnosi, in presenza di sintomi a livello cognitivo, è condizione necessaria (ma non sufficiente) per la diagnosi del decadimento cognitivo lieve.

Per quanto riguarda la malattia d'Alzheimer (McKhann et al., 1984), i primi criteri per la diagnosi vengono elaborati nel 1984 dal *National Institute of Neurological and Communicative Disorders and Stroke* e l'*Alzheimer's Disease and Related Disorders Association* (ora *Alzheimer Association*) (NINCDS-ADRDA). Aggiornati successivamente nel 2011 (McKhann et al., 2011), si basano essenzialmente su tre principi: (i) la diagnosi dell'Alzheimer ha bisogno di una verifica post-mortem per essere certificata; (ii) per tale motivo la diagnosi dell'Alzheimer può solamente essere “probabile”; (iii) la diagnosi può essere fatta esclusivamente durante lo stadio conclamato della malattia. Rispetto ai criteri diagnostici elaborati nel 1984, quelli del 2011 si sono avvalsi di un'accresciuta conoscenza delle altre forme di demenza, degli studi condotti attraverso la tomografia a emissione di positroni (PET) e l'analisi del fluido cefalorachidiano (CFS), nonché dell'evidenze della ricerca la quale ha dimostrato che il deterioramento della memoria non sempre è il principale deficit nei soggetti affetti da Alzheimer (McKhann et al., 2011).

Ad oggi le linee guida del NINCDS-ADRDA (McKhann et al., 2011) ammettono che possa essere diagnosticata la (probabile) demenza di tipo Alzheimer quando:

- Sia stata diagnosticata la demenza (seguendo le linee guida esposte in precedenza).
- La comparsa dei sintomi è graduale (nell'arco di mesi e anni) e non improvvisa.
- Esiste una chiara storia di peggioramento delle abilità cognitive.
- L'iniziale e più prominente deficit osservabile ricade in una delle seguenti categorie:
 - Tipo amnestico. Include problemi relativi all'apprendimento e alla capacità di ricordare informazioni apprese di recente.
 - Tipo non-amnestico. Comprende il deterioramento della facoltà del linguaggio, delle abilità visuo-spaziali e delle funzioni esecutive.

- La diagnosi dell'Alzheimer non può essere formulata quando sono presenti in concomitanza sintomatologie tipiche di altri disturbi quali: disturbi cerebrovascolari, demenza dei corpi di Lewy, demenza frontotemporale, afasia progressiva primaria o qualsiasi altra comorbilità avente un sostanziale effetto sulla cognizione.

Negli ultimi anni si è cercato inoltre di studiare i processi fisiopatologici già attivi nella fase preclinica della malattia, in modo tale da poter approntare degli interventi in grado di rallentare il processo degenerativo (Sperling et al., 2011). Gli indicatori che correlano meglio con la comparsa della malattia sono la presenza e la produzione anomala di ammassi neurofibrillari e proteine beta-amiloide nella corteccia cerebrale e nell'ippocampo. Tali biomarcatori potrebbero aumentare la certezza della diagnosi, tuttavia il loro utilizzo non rientra nelle linee guida NINCDS-ADRDA in quanto parametri non ancora standardizzati e sufficientemente studiati per poter entrare nella routine diagnostica.

Con NINCDS-ADRDA 2011, anche il decadimento cognitivo lieve, che con NINCDS-ADRDA 1984 rientrava nell'eterogeneo gruppo di "possibile" demenza di tipo Alzheimer, viene dotato di criteri formali e linee guida per la diagnosi (Albert et al., 2011). Tuttavia, la mancanza di una demarcazione netta tra MCI e una condizione cognitiva normale e tra MCI e demenza lascia un margine maggiore di discrezionalità nella diagnosi.

Condizione necessaria perché possa essere diagnosticato il decadimento cognitivo lieve è che il soggetto non sia affetto da demenza, ovvero che i cambiamenti a livello cognitivo registrati siano sufficientemente leggeri da non interferire con la vita sociale e lavorativa dell'individuo. Tali cambiamenti devono tuttavia:

- Essere evidenti rispetto a un livello precedente;
- Riguardare una o più facoltà cognitive ed essere più severi rispetto a quanto ci si aspetti per l'età e il livello di istruzione del soggetto. Questi cambiamenti possono includere memoria, funzioni esecutive, attenzione, linguaggio, e abilità visuo-spaziali.
- I soggetti hanno generalmente difficoltà a compiere e risolvere compiti complessi (preparare il pranzo, pagare le bollette ecc.). Tuttavia, nonostante nello svolgere questi compiti siano meno efficienti e commettano più errori rispetto a un livello

precedente, mantengono la piena indipendenza nello svolgere le attività quotidiane.

Se la diagnosi dell'Alzheimer (o della demenza in generale) è possibile solamente nello stadio conclamato della malattia, diventa fondamentale poter disporre di strumenti con i quali cogliere tutti quei mutamenti associati a una fase preclinica della malattia. In questo senso, nello studio della genesi e delle caratteristiche del decadimento cognitivo lieve, grande interesse suscita la condizione nota come decadimento cognitivo lieve dovuto all'Alzheimer. In questa categoria rientrano i soggetti il cui decadimento cognitivo presenta una fisiopatologia tipica della malattia d'Alzheimer, pur in assenza di demenza. Evidenze tratte dalla ricerca e dalla prassi clinica hanno evidenziato come il deterioramento della memoria episodica sia tipico nei soggetti affetti da MCI che in una fase successiva contraggono l'Alzheimer (Albert et al., 2011). Inoltre, coerenti con un processo fisiopatologico tipico dell'Alzheimer sono:

- L'esclusione di cause di origine cardiovascolare, traumatica o medica nel decadimento cognitivo.
- L'evidenza di un deterioramento progressivo e duraturo delle abilità cognitive.
- La presenza di fattori genetici legati alla malattia d'Alzheimer.

Anche nella valutazione del decadimento cognitivo dovuto ad Alzheimer i biomarcatori non rientrano nei principali criteri clinici, ma vengono utilizzati (soprattutto nell'ambito della ricerca) per fornire diversi gradi di probabilità della diagnosi.

La demenza frontotemporale (FTD), infine, rappresenta la seconda o terza causa più comune di demenza nella popolazione al di sotto dei 65 anni, con una prevalenza che va dal 3% al 26% (Bang et al., 2015). Con FTD ci si riferisce a un gruppo di malattie neurodegenerative che colpiscono selettivamente la corteccia temporale e frontale del cervello e i cui sintomi principali riguardano il comportamento, le funzioni esecutive e il linguaggio. Tra le più studiate e frequenti ci sono la variante comportamentale della demenza frontotemporale (bv-FTD) e l'afasia progressiva primaria (PPA) con le sue varianti semantica (sv-PPA) e non fluente (nfv-PPA).

Come per gli altri tipi di demenza, i criteri per la diagnosi della FTD prevedono: 1) una comparsa dei sintomi non improvvisa; e 2) un processo neurodegenerativo graduale. La variante comportamentale della FTD annovera tra i propri sintomi più prominenti cambiamenti di personalità, disinibizione e apatia. Inoltre, i pazienti presentano difficoltà

nell'eseguire compiti complessi, anche se le loro abilità visuo-spaziali sono perlopiù intatte (almeno nelle fasi iniziali della malattia) (Young et al., 2018). Per quanto riguarda l'afasia progressiva primaria, le abilità linguistiche sono le prime a essere colpite e i sintomi più frequenti riguardano la produzione orale, la sintassi e l'incapacità di nominare oggetti o comprendere le parole. Nello specifico, nella variante semantica a essere particolarmente danneggiato è il lobo temporale sinistro, con conseguenze quali l'anomia per persone, oggetti e luoghi e l'agnosia associativa, ovvero l'incapacità di categorizzare semanticamente un oggetto. Almeno nelle fasi iniziali del disturbo, la fluenza non è compromessa, cosa che invece è presente nella variante non fluente della PPA. Quest'ultima, infatti, è caratterizzata da una produzione orale lenta ed esitante, costantemente interrotta da sostituzioni, inserzioni e cancellazioni di parole. Inoltre, anche la capacità di comprendere costruzioni sintattiche complesse è compromessa. Tuttavia, i pazienti sono in grado di comprendere singole parole e conservano la conoscenza semantica di oggetti, persone e luoghi (Bang et al., 2015).

2.2 Disturbi linguistici

Al momento delle prime manifestazioni cliniche delle patologie a carattere neurodegenerativo, alcuni sintomi di deficit cognitivo sono già presenti, ad esempio, al livello delle facoltà linguistiche (Caramelli, 1998). Tali sintomi riguardano differenti aspetti del linguaggio e variano al variare del tipo di patologia. Almeno nelle fasi iniziali, tali deficit sono difficilmente individuabili se non attraverso l'utilizzo di test standardizzati quali, ad esempio, i test di fluenza verbale o di denominazione. Infatti, a questo stadio della malattia, le abilità linguistico-comunicative del soggetto non risultano compromesse e la produzione mantiene complessivamente un discreto livello di fluenza (Taler & Phillips, 2008).

Al progredire della malattia, i disturbi che affliggono il linguaggio si fanno più marcati e le tipicità delle diverse patologie più evidenti, anche se alcuni deficit risultano essere comuni a più di un tipo di demenza (Klimova & Kuca, 2016). Infine, nello stadio avanzato del deterioramento cognitivo, il discorso si impoverisce drasticamente e la produzione stessa diventa difficoltosa, per poi sfociare in un quasi completo mutismo.

2.2.1 *La malattia d'Alzheimer*

Tra la molteplicità di deficit che interessa la sfera del linguaggio nella malattia d'Alzheimer, la difficoltà nell'accesso lessicale sembra manifestarsi già a uno stadio premorbo della malattia. Tale disturbo sottrae alla disponibilità del soggetto parte della sua conoscenza lessico-semantiche, rendendo la sua produzione non solo più povera lessicalmente, ma ricca di circonlocuzioni, di lessemi con valori più bassi di età di acquisizione e maggiore frequenza d'uso, espressioni idiomatiche e, non ultimo, fenomeni di esitazione (Nebes et al., 1989; Taler & Phillips, 2008).

Nonostante la difficoltà nell'accesso lessicale sia uno dei sintomi più manifesti e precoci del decadimento cognitivo, rimangono poco chiare le cause di tale deficit. Incerto è se a essere danneggiata sia la conoscenza lessico-semantiche oppure l'accesso a tale conoscenza (Hodges et al., 1992; Grossman et al., 2003; Adlam et al., 2006; Salehi et al., 2017). Tuttavia, è probabile che a essere danneggiate siano ambedue le componenti (Reilly et al., 2011; Flanagan et al., 2013). Infatti, se l'ampio uso di pronomi e la produzione di parole più brevi e con maggiore frequenza d'uso è coerente con un deficit nell'accesso lessicale (Almor et al., 1999; Kavé & Goral, 2016), le difficoltà nel riconoscimento e nella comprensione di parole e oggetti, così come uno scarso punteggio nei test di giudizio sui sinonimi, sono indice di un problema riguardante la conoscenza semantica (Peters et al., 2009; Cuetos et al., 2010). Inoltre, nei soggetti affetti da Alzheimer, esiste una correlazione tra la capacità di nominare un oggetto e la capacità di fornire informazioni riguardanti le caratteristiche semantiche dell'oggetto; il che quantomeno evidenzerebbe un deficit nella conoscenza semantica (Joubert et al., 2010). Il quadro si complica ulteriormente se vengono prese in considerazione differenti classi di parola. Ad esempio, la produzione di nomi e verbi nei soggetti affetti da Alzheimer non sembra seguire lo stesso pattern degenerativo. Ampia è la letteratura al riguardo, sebbene manchi un generale consenso sul fatto se a essere danneggiata per prima sia la capacità di nominare oggetti (nomi) o azioni (verbi) (Williamson et al., 1998; Druks et al., 2006; Parris & Weekes, 2006; Almor et al., 2009).

Strettamente connesso a questo problema è la possibilità che durante il decadimento cognitivo la conoscenza semantica non sia affetta uniformemente, e che a essere colpite possano essere prevalentemente alcune caratteristiche e attributi semantici (Coltheart et

al., 1998). Alcuni studi (Fung et al., 2001; Aronoff et al., 2006) hanno tentato di spiegare la selettività di questi deficit ricorrendo a modelli di rappresentazione della conoscenza semantica basati sulla connessione tra concetti e *feature* (Gonnerman et al., 1997; Tyler & Moss, 2001). Secondo tali modelli, l'attivazione di un concetto corrisponde all'attivazione di una rete di *feature* che lo rappresenta e la condivisione di *feature* tra diversi concetti è alla base, ad esempio, delle condizioni di omonimia, iperonimia e iponimia tra parole. Ciò permetterebbe di spiegare alcuni fenomeni di dissociazioni nei compiti di denominazioni da parte dei pazienti, quali: la tendenza a nominare più agevolmente gli oggetti inanimati rispetto a quelli animati (Silveri et al., 1991; Silveri et al., 2002; Albanese et al., 2006), il maggior indebolimento dei verbi strumentali rispetto a quelli di maniera nell'inglese (Almor et al., 2009) oppure il deterioramento lessicale dal basso verso l'alto che coinvolgerebbe gerarchicamente dapprima i termini con significato particolare per poi arrivare a comprendere anche termini con significato più generale (es. strofinare > pulire > fare) (Kim et al., 2004). Alla base di questi deficit ci sarebbe un danneggiamento di aree del cervello riservate alla memorizzazione di determinate *feature*, con la conseguente compromissione di specifici network e un impoverimento lessicale selettivo (Gonnerman et al., 1997). Tuttavia, non mancano studi che hanno evidenziato come tali risultati possano essere influenzati dal mancato controllo di variabili nella somministrazione degli stimoli nell'indagine sperimentale. Infatti, misure come quelle di accordo sul nome, età di acquisizione, frequenza d'uso, tipicità e caratteristiche degli stimoli quali la complessità visuale influenzano profondamente la capacità di denominazione da parte dei soggetti (Tippet et al., 2007; Zannino et al., 2015).

Nonostante i deficit inerenti alla componente lessico-semantica siano tra i più manifesti e studiati nella malattia d'Alzheimer, alcune ricerche hanno dimostrato la presenza di criticità anche nei livelli più alti e concettuali della cognizione impiegati nella produzione e nella comprensione del linguaggio (Chapman et al., 1998; Chapman et al., 2002; Toledo et al., 2018). Misure dirette e indirette relative all'organizzazione della struttura narrativa del discorso (Chapman et al., 1998; Davis & Maclagan, 2009; Pistono et al., 2016; Toledo et al., 2018) hanno messo in luce le difficoltà incontrate dai pazienti nella pianificazione di un discorso coerente e informativo, la cui cause sono da ricercarsi nel deterioramento sia della memoria episodica (Hudon et al., 2006), sia delle funzioni esecutive (Carlomagno et al., 2005; Cannizzaro & Coelho, 2012; Toledo et al., 2018).

La difficoltà nel formulare la struttura concettuale e pre-verbale del messaggio durante la produzione di parlato, rende il discorso dei soggetti affetti da Alzheimer più povero dal punto di vista informativo, meno coerente e caratterizzato dall'introduzione di informazioni irrilevanti ed errate (Carlomagno et al., 2005) e composto da frasi più semplici e brevi (Blanken et al., 1987). A questo livello anche la comprensione risulta danneggiata e compromessa la capacità dei pazienti di ripetere una storia ascoltata fornendone un riassunto, il concetto principale o la morale (Chapman et al., 2002), con importanti ripercussioni sulle capacità comunicative e conversazionali (Blonder et al., 1994).

Se ben documentati sono i deficit che affliggono la sfera semantica e concettuale nella malattia d'Alzheimer, controverso è il giudizio sui livelli morfologico e sintattico e minore il numero degli studi a riguardo (Szatloczki et al., 2015). Inoltre, salvo poche eccezioni, la quasi totalità delle ricerche riguarda la lingua inglese, il che rende difficile possibili generalizzazioni (Auclair-Ouellet, 2015).

La maggior parte dei problemi relativi alla competenza morfosintattica riscontrati dai pazienti ed evidenziati dalla letteratura riguarda la flessione verbale. Nello studio di Altmann e colleghi (Altmann et al., 2001) l'88% degli errori morfosintattici è ascrivibile a questa categoria. Mentre il campione di pazienti di lingua greca studiato da Fyndanis et al. (2013) produce più errori nella flessione dell'aspetto, del tempo e nell'accordo col soggetto (rispettivamente il 37%, 77% e 90% di risposte corrette). Anche in Sajjadi et al. (2012) il gruppo dei soggetti affetti da Alzheimer si differenzia significativamente dal gruppo di controllo per un maggior numero di errori nella flessione verbale. Il limite di questi studi, però, è il non aver preso in considerazione variabili come la regolarità/irregolarità dei verbi. Tale variabile risulta importante alla luce del fatto che la performance dei pazienti nella flessione dei verbi regolari è assimilabile a quella dei soggetti sani, mentre la flessione dei verbi irregolari risulta compromessa (Cortese et al., 2006; Colombo et al., 2009; Walenski et al., 2009). La flessione dei verbi irregolari, infatti, non dipende esclusivamente dalla competenza morfologica, ma necessita anche di una memoria semantica integra, in quanto la forma flessa di un verbo irregolare non può essere recuperata attraverso una trasformazione regolare (Cortese et al., 2006). Ciò deporrebbe quindi a favore del fatto che nella malattia d'Alzheimer la competenza

morfologica è relativamente preservata (Kempler et al., 1987; Kemper et al., 1993; Kavé & Levy, 2003; Kaprinis & Stavrakaki, 2007).

Anche per quanto riguarda la competenza più propriamente sintattica ci sono evidenze contrastanti nella letteratura. Secondo alcuni studi, la produzione dei pazienti è caratterizzata da frasi più brevi e composte da un numero minore di clausole (Blanken et al., 1987; Kemper et al., 1993). Inoltre, la capacità di processazione della struttura sintattica, nelle condizioni sperimentali in cui i soggetti non possono fare affidamento su informazioni semantiche, è irrimediabilmente compromessa negli stadi più avanzati della malattia e moderatamente danneggiata nelle fasi iniziali (Bickel et al., 2000).

Infine, nello studio dei disturbi linguistici legati alla malattia d'Alzheimer, un limitato interesse hanno suscitato gli aspetti legati all'articolazione e alla fonazione. Il motivo risiede nel fatto che queste due componenti della produzione sono perlopiù controllate dal sistema neuromotorio (Jürgens, 2002), il quale non risulta essere affetto se non negli stadi molto avanzati della malattia (Taler & Phillips, 2008). Tuttavia, i pochi studi presenti in letteratura evidenziano come alcuni pazienti sviluppino problemi legati all'articolazione non spiegabili su base lessico-semantiche (Croot et al., 2000; Östberg et al., 2009). Inoltre, l'assunto che i malati di Alzheimer non presentino problemi fonetici o articolatori potrebbe aver introdotto una distorsione nelle indagini sperimentali, portando a escludere tali soggetti dalla ricerca e contribuendo a sottostimare l'impatto di questo tipo di disturbi sulla malattia (Croot et al., 2000). Per quanto riguarda la fonazione, invece, esiste un solo studio pilota condotto su due soggetti che ha dimostrato come parametri biomeccanici, come la tensione e la modalità di vibrazione delle corde vocali durante la fonazione, possano essere utilizzati per discriminare con successo soggetti affetti da Alzheimer e soggetti sani (Gómez-Vilda et al., 2015).

2.2.2 Decadimento cognitivo lieve (MCI)

Anche per quanto riguarda il decadimento cognitivo lieve, tra i disturbi più manifesti e studiati ci sono quelli che affliggono la sfera lessico-semantiche del linguaggio. I pattern di questo declino sono associabili a quelli riscontrati nella malattia d'Alzheimer, anche se la severità del deficit è minore (Taler & Phillips, 2008). Nonostante non ci sia un

sostanziale accordo nella letteratura, è probabile che a essere danneggiati siano sia la conoscenza semantica sia l'accesso a tale conoscenza (Joubert et al., 2010; Taler et al., 2016). L'intrinseca instabilità del deterioramento cognitivo del MCI e la sua eterogeneità rendono però difficili le generalizzazioni e alta la variabilità interindividuale (Feldman & Jacova, 2005). I soggetti affetti da MCI di tipo amnestico (aMCI), ad esempio, producono meno parole nel test di fluenza verbale semantico, mentre i soggetti il cui decadimento interessa capacità cognitive differenti da quella mnemonica hanno più difficoltà nel passare da una categoria semantica all'altra durante l'esecuzione del test (Murphy et al., 2006; Weakley et al., 2013). La performance è quindi compromessa da un problema che interessa la conoscenza semantica, le funzioni esecutive e, nell'aMCI, anche la memoria a breve termine (Balthazar et al., 2007).

Il deterioramento delle funzioni esecutive sembra giocare un ruolo determinante nella performance dei soggetti affetti da MCI in una serie di test tesi a valutare le capacità linguistiche. Se nel test di fluenza verbale semantico tale deficit condiziona la strategia utilizzata nell'esecuzione (Peter et al., 2016), nei compiti di denominazione di personaggi famosi limita la capacità di associazione della rappresentazione fonologica al nodo semantico, con la conseguente difficoltà di recuperare un nome proprio (Juncos-Rabadan et al., 2013).

Nel decadimento cognitivo lieve le funzioni esecutive sono responsabili anche dei problemi che interessano l'organizzazione e il contenuto informativo del discorso. Documentate nella malattia d'Alzheimer, tali difficoltà compaiono già a uno stadio precoce e non patologico della malattia (Chapman et al., 2002). Il discorso dei soggetti affetti da MCI è infatti caratterizzato da un maggior numero di informazioni accessorie rispetto a quello dei soggetti sani e incompleto nel 45% casi, specialmente per quanto riguarda la descrizione degli esiti della storia narrata (Drummond et al., 2015). Inoltre, per far fronte a una ridotta capacità di formulazione dell'informazione da veicolare nel messaggio, i pazienti fanno ampio ricorso all'uso di pause, in particolar modo ai confini sintattici maggiori (Davis & MacLagan, 2009). Tale comportamento è da intendersi come una strategia compensatoria in grado di facilitare il recupero di informazioni dalla memoria e la pianificazione della successiva unità informativa (Pistono et al., 2016).

La capacità sintattica sembra non essere compromessa nel decadimento cognitivo lieve e i soggetti in media raggiungono dei risultati simili ai gruppi di controllo nei test di

comprensione del linguaggio verbale come il TROG (*Test for the Reception of Grammar*), utilizzati per valutare la comprensione sintattica (Hodges et al., 2006; Labon Ralph et al., 2003). Tuttavia, studi più recenti condotti utilizzando tecniche del *Natural Language Processing* (NLP), hanno dimostrato come una tendenza a una semplificazione della struttura sintattica sembra essere presente già a uno stadio preclinico della malattia. Le produzioni dei pazienti, infatti, sono caratterizzate da valori inferiori negli indici di complessità sintattica come, ad esempio, la lunghezza media dell'enunciato (calcolata in morfemi) e la lunghezza media delle relazioni di dipendenza a livello sintattico (Roark et al., 2007; Roark et al., 2011; Beltrami et al., 2016).

Infine, sono praticamente assenti studi tesi a valutare il deterioramento della produzione dei soggetti affetti da MCI dal punto di vista articolatorio e della fonazione, proprio perché, come detto a proposito della malattia d'Alzheimer, il sistema neuromotorio tipicamente non è affetto in questo tipo di demenza. L'unico studio è quello già citato di Östberg e colleghi (2009), che ha evidenziato come circa un 10% dei soggetti affetti da MCI patiscano dei problemi legati all'articolazione.

2.2.3 Altre demenze

2.2.3.1 Variante comportamentale della FTD

I deficit linguistici che interessano la bv-FTD compaiono solamente nello stadio avanzato della malattia (Laforce, 2013). Tali deficit riguardano soprattutto la capacità di comprensione di parole presentate singolarmente e l'accesso lessicale. Inoltre, i pattern di questo declino sono assimilabili a quelli della variante semantica della FTD (sv-FTD) e sembrano esser dovuti a un deficit nella conoscenza semantica (Hardy et al., 2015).

2.2.3.2 Variante Semantica della PPA

I soggetti hanno difficoltà nelle prove di denominazione di oggetti e di comprensione del lessico, specialmente per parole con bassi indici di familiarità e di frequenza d'uso

(Gorno-Tempini et al., 2011). Inoltre, i pazienti con sv-PPA presentano un deficit in numerosi test che richiedono l'utilizzo della conoscenza/rappresentazione semantica come la classificazione di oggetti, la descrizione delle funzioni di un oggetto e la definizione di una parola (Kemper & Goral, 2008). Nelle fasi iniziali della malattia tale deficit porta alla perdita della capacità di distinguere oggetti che condividono diverse caratteristiche percettive e concettuali (es. 'pera' e 'mela'), mentre nelle fasi più avanzate a essere compromesse sono anche distinzioni più generali (es. astratto vs. concreto) (Verfaellie & Giovanello, 2006).

Nonostante ciò i pazienti mantengono un buon livello di fluenza durante la produzione verbale. Ciò è dovuto al fatto che i pazienti sono in grado di produrre enunciati morfologicamente e sintatticamente corretti, con prestazioni simili a quelle dei soggetti non affetti da demenza (Kavé et al., 2007).

2.2.3.3 Variante non fluente della PPA

Il parlato dei pazienti affetti da nfv-PPA è tipicamente non fluente e l'agrammatismo e la disartria ne sono i disturbi più manifesti e distintivi (Gorno-Tempini et al., 2011). La produzione si fa più difficoltosa, lenta e disprosodica e caratterizzata dall'omissione di morfemi liberi e legati. Negli stadi più avanzati la struttura sintattica si semplifica ulteriormente e gli enunciati si riducono a singole parole, per poi ridursi a semplici borbottii (Grossman, 2012).

Spesso le prime manifestazioni della malattia sono accompagnate dalla difficoltà nella pianificazione del programma motorio (aprassia), con la conseguente presenza di errori di tipo fonetico e fonologico nella produzione (Grossman & Ash, 2004). Questo tipo di errori sono circa 4 volte superiori a quelli dei soggetti sani e per l'80% sono di natura fonologica. Dato che la maggior parte degli errori fonologici sono sostituzioni di fonemi con altri che condividono la maggior parte delle caratteristiche distintive con il fonema target, è probabile che tale disturbo sia di origine fonologica e non articolatoria (Ash et al., 2010; Grossman, 2012).

Anche la comprensione risulta essere compromessa, ma esclusivamente per le costruzioni sintattiche più complesse come, ad esempio, quelle passive o relative

oggettive (Gorno-Tempini, 2011). La comprensione di singole parole non è affetta se non nelle fasi molto avanzate della malattia, anche se i soggetti mostrano delle difficoltà nella comprensione dei verbi (Grossman & Ash, 2004).

2.2.4 *Invecchiamento*

La lenta progressione delle malattie a carattere neurodegenerativo e il fatto che l'età sia uno dei più importanti fattori di rischio per malattie come l'Alzheimer rende difficile tracciare un confine netto tra patologia e invecchiamento in assenza di demenza. Inoltre, durante l'invecchiamento, le aree cerebrali che subiscono un deterioramento maggiore e che presentano alti depositi di proteine beta-amiloide, sebbene in misura minore, sembrano coincidere con quelle colpite dalla malattia d'Alzheimer (Fjell et al., 2014).

I mutamenti che interessano le abilità linguistiche sono tuttavia lievi e riguardano soprattutto la produzione, mentre la comprensione risulta essere pressoché inalterata (Shafto & Tyler, 2014).

Se nell'Alzheimer e nel decadimento cognitivo lieve sia la conoscenza semantica sia l'accesso alle informazioni in essa immagazzinate sono compromessi, durante l'invecchiamento solamente quest'ultimo subisce delle modificazioni (James & Burke, 2000). Gli studi riguardanti la capacità di nominare oggetti o parole da parte di soggetti anziani non dementi fa supporre che questo pattern segua la "regola" del *last-in first-out* (Hodgson & Ellis, 1998); vale a dire che le parole acquisite più tardi nel corso della vita sono le prime a rimanere fuori dalla disponibilità dei parlanti durante la vita senile.

La conoscenza semantica, al contrario, cresce durante l'arco della vita e il suo deterioramento inizia solamente in età molto avanzata (Zacks & Hasher, 2006). Ne sono una prova le performance nei test sulla conoscenza generale e sull'ampiezza del vocabolario, in cui i soggetti in età più avanzata ottengono punteggi più elevati rispetto ai soggetti più giovani (Verhaeghen, 2003).

Anche al livello del discorso avvengono dei mutamenti, di nuovo esclusivamente nella produzione. Infatti, nei compiti di descrizione delle figure (Mackenzie, 2000) e nelle

conversazioni (Kemper & Summer, 2001) i valori di *idea density*¹ diminuiscono con l'età. Inoltre, tra i 60 e i 95 anni aumenta la quantità di informazioni non rilevanti nella produzione, a causa dell'incapacità dei soggetti di inibire tali informazioni (Arbuckle et al., 1993). Le caratteristiche di tali mutamenti sono simili a quelli osservati nella malattia d'Alzheimer e nel decadimento cognitivo lieve, anche se meno severi e presenti solamente in età molto avanzata (Burke & Shafto, 2008).

2.3 Implicazioni per questo studio

Come è stato visto nei paragrafi precedenti, il declino delle facoltà linguistiche è individuabile già diversi anni prima della fase clinica di molti tipi di demenze. In letteratura, infatti, non mancano studi longitudinali retrospettivi che hanno dimostrato come alcuni parametri linguistici, estratti da testi scritti o dal parlato spontaneo, possano funzionare da indici di una disfunzione cognitiva. Il *Nun Study*, ad esempio, ha evidenziato come bassi valori di *idea density* in brevi testi autobiografici correlino positivamente con la presenza, a circa 60 anni di distanza, di ammassi neurofibrillari nei lobi frontale e temporale. Ridotte competenze linguistiche nell'adolescenza potrebbero quindi essere indice di uno sviluppo neurologico e cognitivo non ottimale e rendere il soggetto più incline a contrarre l'Alzheimer in tarda età (Snowdon et al., 2000).

Se i test linguistici standardizzati hanno dimostrato un'ampia affidabilità nella diagnosi, grazie anche a una certa resistenza agli effetti *floor* e *ceiling*², i testi basati, ad esempio, sul parlato spontaneo risentono più facilmente della variabilità intraindividuale e rendono più complessa la valutazione delle abilità linguistiche. Tuttavia, il parlato spontaneo, oltre a essere permeabile a fenomeni di disfluenza e semplificazione (Croisile

¹ L'*idea density* misura quanta informazione sia presente in un enunciato in relazione al numero di parole che esso contiene. Valori alti rappresentano una produzione informativa, mentre valori bassi sono indice di una produzione vaga e/o ripetitiva (Snowdon et al., 1996).

² Ambedue gli effetti si riferiscono alla condizione per cui una variabile indipendente non ha più alcun effetto su una variabile dipendente. Nello specifico, gli effetti *floor* e *ceiling* si hanno quando i valori ottenuti dai soggetti in un test si appiattiscono, rispettivamente, nella parte bassa e alta del *range* dei valori, rendendo nullo il potere classificatorio del test (Ercolani, 2008).

et al., 1996; Forbes-MacKay et al., 2002), permette una più ecologica analisi delle possibili modificazioni avvenute a livello del linguaggio, in quanto rappresenta una più naturale risposta da parte dei soggetti agli stimoli sperimentali (Bucks et al., 2000).

L'affinamento delle tecniche del *Natural Language Processing* ha reso possibile analizzare quantità di dati sempre maggiori e ha permesso di studiare aspetti del linguaggio altrimenti difficilmente indagabili. In anni relativamente recenti, si è quindi assistito a una crescita rilevante di studi riguardanti la diagnosi della demenza basata sull'analisi automatica del parlato spontaneo. Nonostante ciò, problemi legati perlopiù alla completa automazione dell'intero processo di analisi e a livelli di accuratezza al di sotto dei più utilizzati test neuropsicologici, rendono ancora lontano l'utilizzo di tali tecniche in ambito clinico. Inoltre, ulteriori sforzi vanno fatti in direzione di un ampliamento della ricerca a lingue differenti dall'inglese, in modo da poter disporre di risultati confrontabili e generalizzabili.

In prospettiva, la capacità di tali strumenti di rilevare pattern latenti nel linguaggio potrebbe essere impiegata anche nell'individuazione delle fasi prodromiche della demenza, come ad esempio il *Mild Cognitive Impairment* (MCI). Infine, il fatto di rappresentare una metodologia non invasiva e a basso costo rende queste tecniche adatte ai fini dello *screening* su larga scala della popolazione potenzialmente a rischio.

2.3.1 Analisi automatica del parlato spontaneo

Partendo dagli studi riguardanti i deficit che interessano la sfera del linguaggio nelle malattie come l'Alzheimer, la ricerca si è impegnata soprattutto nell'individuazione e nell'estrazione di *feature* in grado di cogliere i differenti stadi del deterioramento cognitivo, con l'obiettivo di creare insiemi di misure affidabili da implementare in sistemi automatici per la diagnosi (Jarrold et al., 2010; Roark et al., 2011; Satt et al., 2012; Satt et al., 2013; König et al., 2015).

Date le caratteristiche del deficit linguistico nella malattia d'Alzheimer, la maggior parte dei tratti linguistici (o *feature*) studiati e valutati riguardano, direttamente o indirettamente, le difficoltà di accesso lessicale e di rappresentazione semantica o il livello concettuale di pianificazione dell'enunciato. Misure come quelle di *idea density*

(Jarrold et al., 2010; Beltrami et al., 2016; Toledo et al., 2018) sono risultate efficaci in diversi studi, anche se non mancano eccezioni (Roark et al., 2011). Altri marker utilizzati con successo sono il rapporto tra classi aperte e classi chiuse di parola (Thomas et al., 2005; Roark et al., 2011; Beltrami et al., 2016) e il numero di ripetizioni e correzioni di parti del discorso (De Lira et al., 2011; Orimaye et al., 2014). Al contrario misure di ricchezza lessicale come *Type-Token Ratio* (TTR), *Brunét's Index* (W) e *Honoré's Statistic* (R) hanno dato risultati contrastanti (Bucks et al., 2000; Thomas et al., 2005; Beltrami et al., 2016).

Indirettamente collegate al deficit nell'accesso lessicale e alla pianificazione dell'enunciato sono le *feature* relative all'aspetto temporale della produzione. La durata media delle pause e dei segmenti senza pause sono tra i marker più efficienti nei sistemi automatici per la diagnosi dell'Alzheimer (Singh et al., 2001; Satt et al., 2013; König et al., 2015; Beltrami et al., 2016), così come la durata delle pause ai confini sintattici maggiori (Pistono et al., 2017), la frequenza delle pause e il *Phonation Rate* (Roark et al., 2011; Khodabakhsh et al., 2014; Tóth et al., 2015; Beltrami et al., 2016; Fraser et al., 2016).

Come accennato nei precedenti paragrafi, gli strumenti per la diagnosi dell'Alzheimer basati sull'analisi del parlato spontaneo hanno permesso di individuare delle problematiche latenti anche a livello sintattico. Lunghezza media dell'enunciato, lunghezza media delle relazioni di dipendenza a livello sintattico (Roark et al., 2007; Beltrami et al., 2016) e "profondità" della struttura sintattica (Beltrami et al., 2016) sono risultate utili nell'individuazione di soggetti già a uno stadio premorboso della demenza quali quelli affetti da MCI.

Infine, un importante gruppo di *feature* nei sistemi di diagnosi basati sull'analisi del parlato è composto dai marker relativi all'aspetto fonico-fonetico della produzione orale. Gonzalez-Moreira e colleghi (2015) hanno ottenuto un'accuratezza dell'85% nella classificazione di soggetti affetti da demenza lieve utilizzando un set di *feature* di natura prosodica, quali la velocità di articolazione (*articulation rate*), la durata media delle sillabe, la deviazione standard e la media della F0 calcolata su tutte le sillabe.

Questa categoria è caratterizzata sia da *feature* dotate che da *feature* non dotate di significato linguistico. A metà strada di questo continuum si situano, ad esempio, misure come la media e la deviazione standard della *absolute delta energy*, che potrebbero

indicare lo sforzo cosciente del parlante nel marcare una parola semanticamente rilevante tramite un accento (Khodabakhsh et al., 2015). Oppure misure della qualità della voce come *jitter*, *shimmer* e *Harmonics-to-Noise Ratio (HNR)*, le quali forniscono informazioni sulla modalità di vibrazione delle corde vocali durante la fonazione (López-de-Ipiña et al., 2015). Infine, misure come *spectral centroid* e *Higuchi fractal dimension*, nonostante descrivano la produzione orale più in quanto segnale acustico che come produzione linguisticamente rilevante, sono risultate molto affidabili nei sistemi di diagnosi dell'Alzheimer basati sull'analisi del parlato spontaneo (López-de-Ipiña et al., 2013; Beltrami et al., 2016).

Tutte le *feature* discusse in questo paragrafo hanno permesso di ottenere buoni risultati nella classificazione automatica dei soggetti affetti da demenza. Tuttavia, come già accennato, l'ampia variabilità dei risultati ottenuti, con un'accuratezza nelle previsioni che oscilla tra il 70% e l'85%, e la mancanza di una vera e propria standardizzazione di queste misure rendono ancora lunga, cionondimeno percorribile, la strada verso l'utilizzo clinico di tali sistemi.

Nel capitolo successivo verrà fornita una panoramica sui fenomeni di esitazione presenti nel parlato, con lo scopo di delimitare concettualmente quell'aspetto della produzione orale da cui sono state estratte le *feature* utilizzate in questo studio per discriminare soggetti sani da soggetti affetti da demenza.

3. Disfluenze e fenomeni di esitazione

La produzione orale è un'attività complessa articolata in diverse fasi e sotto-processi coordinati tra loro (Figura 3.1), che va dalla formulazione dell'informazione da veicolare nel messaggio fino all'esecuzione del programma motorio (Levelt, 1989; Indefrey & Levelt, 2004). Se si tiene in considerazione che il tempo che intercorre tra questi due processi è di 600-1200 ms nei compiti di denominazione di oggetti (Levelt et al., 1999) e di circa 1500 ms nei compiti di descrizione di una figura (Griffin & Bock, 2000), appare evidente quanto sia difficile, nel parlato spontaneo, mantenere fluido l'intero processo. Infatti, il parlante, oltre a pianificare il contenuto e la struttura dell'enunciato, deve eseguire correttamente il programma motorio, monitorare la propria produzione in cerca di possibili errori e, nelle conversazioni, valutare i feedback dell'interlocutore (Levelt, 1983). Quando si verifica un problema in un punto qualsiasi di questa catena, ciò si ripercuote irrimediabilmente nella produzione sotto forma di disfluenze.

Il termine 'disfluenza' però, nonostante sia ampiamente utilizzato in letteratura, in molti casi rischia di nascondere un significato lapalissiano, ovvero "tutto ciò che non è fluenza". La contrapposizione tra disfluenza e fluenza, infatti, presuppone che esista uno standard rappresentato da una produzione fluente e che la disfluenza costituisca una qualsiasi interruzione di questo flusso. In realtà il concetto di fluenza poco si addice al parlato spontaneo, in quanto pressoché tutte le produzioni presentano elementi di disfluenza (Bard et al., 2001, Shriberg, 2001).

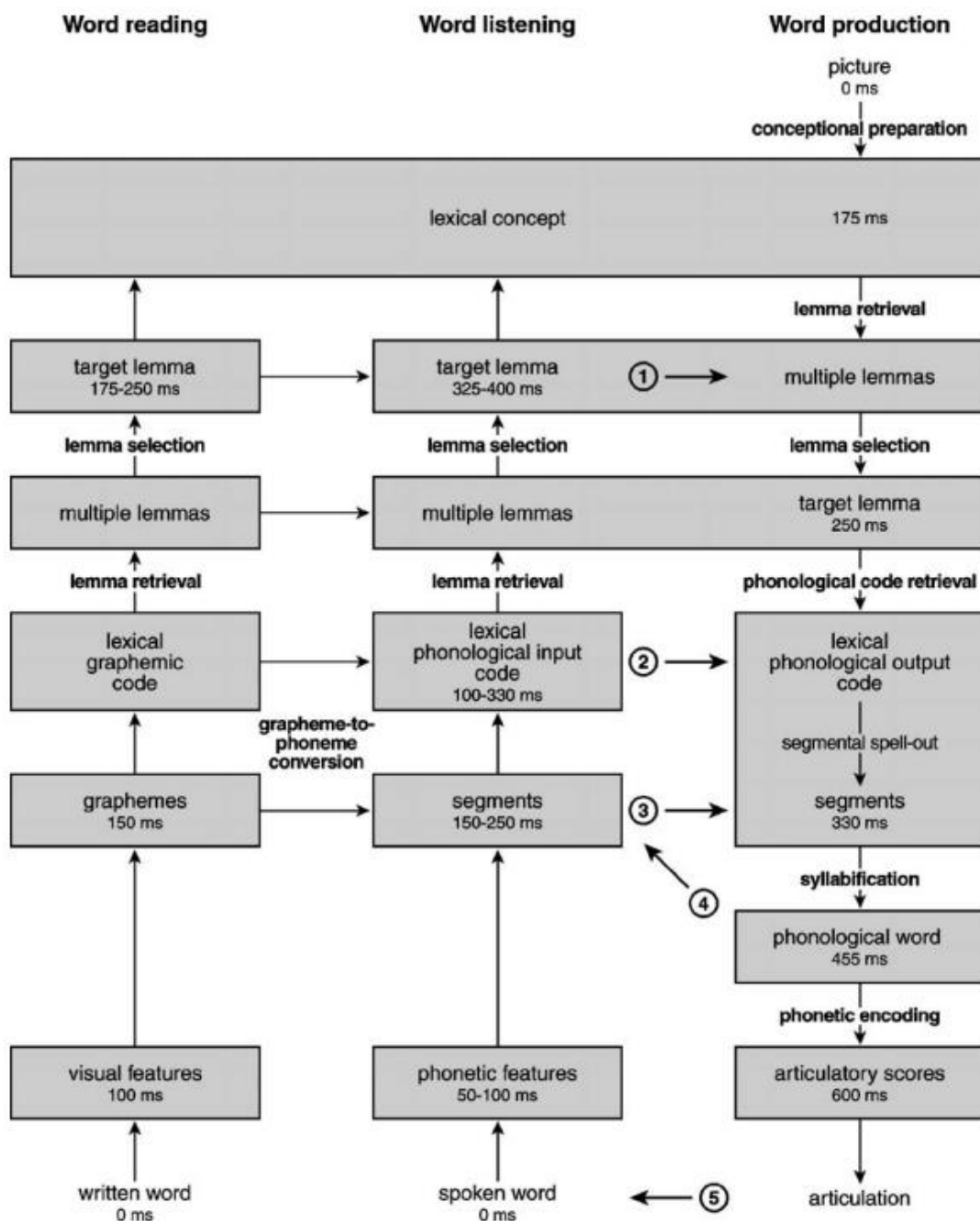


Figura 3.1. Lo schema rappresenta i diversi processi attivi nella produzione e nella percezione del linguaggio. Le tre colonne rappresentano, da sinistra verso destra, i sotto-processi nella lettura, percezione e produzione, con i rispettivi tempi di esecuzione. Le frecce numerate da 1 a 5 rappresentano invece le interazioni tra produzione e percezione del parlato. Da Indefrey & Levelt (2004).

La motivazione di ciò risiede nel fatto che il concetto di fluenza è stato spesso elaborato tenendo conto esclusivamente della prospettiva dell'ascoltatore. In realtà, quest'ultima rappresenta solamente uno degli aspetti della fluenza, ovvero quella percepita. Un

ulteriore distinzione, dal punto di vista della produzione, può quindi essere operata tra fluenza nella pianificazione (che include i vari livelli della concettualizzazione e del recupero delle forme lessicali) e fluenza nell'articolazione dei suoni (Lickley, 2015).

Inoltre, non tutti i fenomeni di disfluenza possono essere considerati dei più o meno involontari errori avvenuti durante la pianificazione o la produzione orale. In alcuni casi, infatti, il parlante pianifica l'interruzione così come il resto della sua produzione. In questi casi la disfluenza *per sé* non è il problema, ma la risoluzione del problema (Clark, 2002, 2006).

3.1 Descrizione e definizione

In letteratura si è spesso fatto uso indistintamente dei termini “disfluenze” e “fenomeni di esitazione” per riferirsi al complesso di fenomeni che interrompono il flusso del parlato (Crocco & Savy, 2003), ne è una prova la terminologia non omogenea adottata in numerose tesi di dottorato che hanno trattato l'argomento (per citarne alcune: Lickley, 1994; Shriberg, 1994; Eklund, 2004; Heeman, 2008; Schnadt, 2009; Brocklehurst, 2011; Finlayson, 2014; Lundholm Fors, 2015). All'interno di questa macro-categoria si trovano tuttavia fenomeni assai diversi tra loro, quali pause silenti (o vuote), pause piene, ripetizioni, sostituzioni, false partenze, inserzioni, riparazioni ecc., i quali possono avere origini e funzioni diverse all'interno della produzione orale. Inoltre, il quadro terminologico è complicato dal fatto che in lavori diversi il medesimo termine possa essere utilizzato come termine generico oppure come nome di una specifica sottoclasse (Shriberg, 1994).

In questa tesi si è scelto di utilizzare “disfluenze” come termine ombrello per riferirsi alla totalità dei fenomeni che intaccano la continuità del parlato, dove con “fenomeni di esitazione” si fa riferimento a una delle sottoclassi delle disfluenze, ovvero quella composta da pause silenti e piene, prolungamenti sillabici e ripetizioni. Tale scelta, oltre ad essere ben rappresentata in letteratura (Lickley, 1994; Shriberg, 1994; McGregor, 2008; Schnadt, 2009), può essere motivata con il fatto che la dicitura “fenomeni di esitazione” porta con sé l'idea che l'interruzione del flusso del parlato coincida sempre con una reale e misurabile interruzione temporale. Tale concezione non rispetta però la

realità dei dati, in quanto nel tentativo di correggere un errore, ad esempio, il tempo che intercorre tra il momento in cui il parlante interrompe se stesso e la ripresa della produzione è spesso zero (Lickley, 1994).

3.1.1 Tipi di disfluenze

Come visto nei paragrafi precedenti, la ricerca sulle disfluenze ha prodotto una diversificazione non solamente terminologica, ma anche di classificazione. Tuttavia, è possibile raggruppare i vari studi in due macro-gruppi sulla base della prospettiva adottata nella caratterizzazione e nella descrizione di tali fenomeni.

Si può individuare un approccio “formale”, volto a descrivere e classificare le disfluenze tenendo conto delle forme che esse assumono nel parlato. L’accento è quindi posto sui pattern che le disfluenze esibiscono ai vari livelli di analisi linguistica, indipendentemente dal ruolo che esse svolgono all’interno della produzione orale. L’approccio “funzionale”, invece, partendo dall’assunto che un problema nella pianificazione si ripercuota nella produzione sotto forma di disfluenze, propone una descrizione che tenga conto dei processi cognitivi coinvolti nella pianificazione del parlato.

3.1.1.1 Descrizione formale

In uno dei primi studi sulle disfluenze, Maclay e Osgood, (1959) elaborano una classificazione destinata ad essere sostanzialmente ripresa da diversi autori. Le categorie individuate dai due ricercatori sono quattro:

- Ripetizioni (*repeats*), ovvero tutte le ripetizioni di una o più parole che non hanno un valore linguisticamente significativo.
- False partenze (*false starts*), ovvero tutti gli enunciati incompleti o interrotti volontariamente. A loro volta si dividono in false partenze ricostruite (*retraced*) e non (*non-retraced*), a seconda che il parlante ritorni o no sulla sua produzione per correggere una o più parole.

- Pause piene (*filled pauses*), che comprendono tutte le occorrenze dei fenomeni di esitazione (come ad esempio, “eeh”, “mmh”, “ehm” ecc.).
- Pause vuote (*unfilled pauses*), che comprendono i silenzi di inusuale durata e tutti i prolungamenti fonemici non spiegabili su base fonetica.

Questa classificazione coincide con quella proposta in un lavoro di pochi anni precedente da Mahl (1956). Tuttavia, Mahl, interessato allo studio del parlato schizofrenico, inserisce tra le disfluenze anche:

- Lapsus (*lapsus linguae; tongue slip*).
- Omissione di parole o parti di parola (*Omission of words or parts of words*).
- Introduzione di suoni incongruenti (*intruding incoherent sound*).

Anche Blankenship e Kay (1964), nel loro lavoro sulla distribuzione dei “fenomeni di esitazione” (*hesitation phenomena* nel testo) nell’inglese parlato, seguono sostanzialmente la classificazione di Mahl, omettendo, tuttavia, le tre categorie non prese in considerazione già da Maclay e Osgood. A differenza di questi ultimi, però, tralasciano anche i prolungamenti non fonetici dei fonemi, non avendone trovate occorrenze nel corpus analizzato e aggiungono una nuova categoria, ovvero quella delle sostituzioni di parola. La classificazione così strutturata consta di sette elementi:

- Pause piene (*non-lexical intrusive sounds*), l’equivalente del *filled pauses* di Maclay e Osgood.
- Correzioni di frase (*sentence correction*). Il parlante si interrompe e modifica la struttura sintattica della frase senza iniziarne una nuova.
- Sostituzione (*word change*), ovvero la sostituzione di una parola con un’altra appartenente alla stessa classe di parola.
- Ripetizione (*repeat*), ovvero la ripetizione di un o più elementi lessicali completi.
- Balbettamenti (*stutter*), ovvero ripetizioni di parti di più piccole della parola, come suoni o sillabe. Insieme alla categoria precedente (*repeat*) equivalgono alle ripetizioni di Maclay e Osgood.
- Parole interrotte (*omission of part of a word*). Il parlante lascia volontariamente incomplete una parola.
- Frasi incomplete (*sentence incomplection*). Questa categoria è assimilabile a quella di Maclay e Osgood rappresentata dalle false partenze non ricostruite.

Grazie anche ad esigenze di annotazione legate al sempre maggior utilizzo di corpora di parlato, in anni più recenti si è raggiunto un largo consenso su le categorie da utilizzare negli schemi di annotazione delle disfluenze. I lavori di Shriberg (1994), Lickley (1994), Heeman (1997) ed Eklund (2004), ad esempio, convergono nell'individuazione di cinque tipi di disfluenze:

- Pause piene (*filled pauses*). Equivalente alla categoria di Maclay e Osgood.
- Ripetizioni (*reptitions*). Questa categoria comprende le ripetizioni che interessano una stringa di parlato di qualsiasi lunghezza (parti di parola, parole, sintagmi o frasi).
 - Sostituzioni (*substitutions*), ovvero la sostituzione di una parte di parola, parola o stringa con nuovo materiale.
 - Inserzioni (*insertions*). Il parlante ripete una parte della sua produzione inserendo una o più parole.
 - Cancellazioni (*deletions*). Assimilabili alle false partenze non ricostruite di Maclay e Osgood. Il parlante interrompe la sua produzione lasciando l'enunciato incompleto.

3.1.1.2 Descrizione funzionale

Gli studi che hanno adottato una prospettiva funzionale nella classificazione delle disfluenze hanno tentato di superare il limite “concatenativo” dell'approccio formale. A partire dal lavoro di Maclay e Osgood, infatti, gli elementi costituenti della disfluenza erano rappresentati dagli elementi contigui nell'enunciato e il fenomeno in sé veniva studiato quasi esclusivamente dal punto di vista distribuzionale e non nella sua struttura profonda. Hieke (1981) propone invece una classificazione delle disfluenze secondo una prospettiva che tenga in considerazione le intenzioni del parlante nella pianificazione della produzione. In questo senso, fondamentale importanza ha il concetto di *well-formedness*. Obiettivo del parlante, infatti, è una produzione il più possibile corretta nella forma e nel contenuto, il che lascia spazio a due possibilità: a) una produzione priva di errori, ma intervallata da un elevato numero di esitazioni utili per prendere tempo e

facilitare la pianificazione; b) una produzione ricca di errori, ma con un ridotto numero di esitazioni. L'effettiva produzione è il frutto di un continuo compromesso tra questi due estremi. Le disfluenze presenti nel parlato possono quindi essere raggruppate in due macro-categorie, ovvero esitazioni e riparazioni (rispettivamente *stall* e *repair* nella terminologia di Hieke) a seconda che la loro funzione sia di prevenzione o produzione (e successiva correzione) di un errore.

Da questa nuova prospettiva, categorie formalmente diverse come le ripetizioni e le false partenze non necessariamente sono mutualmente esclusive sul piano funzionale. Infatti, sia le false partenze sia, in alcuni casi, le ripetizioni interrompono la pianificazione della produzione e richiedono che il parlante ritorni sulla propria produzione.

La nuova classificazione proposta da Hieke quindi è costituita da:

- Esitazioni (*stalls*) che comprendono pause piene e vuote, prolungamenti sillabici e ripetizioni prospettive
- Riparazioni (*repairs*) che comprendono le false partenze e le ripetizioni retrospettive. Le riparazioni prevedono sempre un'alterazione della produzione e in base a ciò possono essere ulteriormente suddivise in:
 - a) Riparazioni fonologiche (*repair in phonology*), ovvero correzioni che riguardano l'aspetto della produzione nelle sue componenti fonetico-fonologiche.
 - b) Riparazioni sintattiche (*repair in syntax*). Comprende le correzioni di natura sintattico-semantiche come sostituzioni, introduzioni o riorganizzazioni.
 - c) Riparazioni a livello del discorso (*repair in rhetoric*). Sono volte a correggere errori nella coesione della produzione.

La classificazione proposta da Levelt (1983) tenendo conto delle motivazioni alla base delle auto-correzioni ad opera del parlante si inserisce all'interno di un progetto più ambizioso volto a far luce sulle fasi e i processi cognitivi coinvolti nella produzione orale, dalla pianificazione all'articolazione (Levelt, 1989).

L'analisi di Levelt, a differenza di quella di Hieke, è maggiormente focalizzata sulle riparazioni, ovvero su quegli errori che il parlante riconosce e corregge. Le categorie così individuate sono cinque:

- *D-repairs*. Il parlante modifica le sue intenzioni durante la produzione e abbandona l'enunciato prodotto per iniziarne uno nuovo (es. "mi metto *vedo tutto quello che c'è da fare*").

- *A-repairs (appropriateness repairs)*. In questa categoria rientrano tutti quei casi in cui il parlante decide di intervenire su una parte dell'enunciato per renderlo più appropriato al contesto. A loro volta gli *A-repairs* possono essere suddivisi in quattro sottogruppi:

- a) *AA-repair*. In questo caso viene risolta un'ambiguità nella referenza dell'enunciato (es. "si fanno le richieste tutto quello che ha richiesto il medico").

- b) *AL-repairs*. Il parlante agisce sul livello di accuratezza necessario per la descrizione di un concetto. La maggior parte delle volte ciò consiste nella sostituzione di un termine generale con uno più specifico (es. "c'è una signora che fa a maglia che lavora a maglia").

- c) *AC-repairs*. Viene ristabilita la coerenza con una parte precedente dell'enunciato (es. "ti muovi di uno verso l'alto, c'è un eeh arrivi ad un punto giallo").

- d) *ALC-repairs*. In questo caso non è possibile determinare se il parlante sia intervenuto per risolvere un problema nell'accuratezza o nella coerenza di una parte dell'enunciato.

- *E-repairs (error repairs)*. Questa categoria riguarda tutti quei casi in cui nell'enunciato è presente un vero e proprio errore e non solamente un elemento non appropriato. I tre tipi di *E-repairs* sono rappresentati da:

- a) *EL-repairs*, ovvero errori di natura lessicale (es. "nella stanza c'è una scrivania // no una libreria").

- b) *ES-repairs*. In questo caso l'enunciato viene interrotto per modificare la struttura sintattica, senza intervenire sul contenuto informativo (es. "e la televisione senza attaccata eeh senza essere attaccata al muro").

- c) *EF-repairs*, ovvero errori di natura fonetico-fonologica (es. "una camicetta e una gomma una gonna").

- *C-repairs (covert repairs)*. La produzione viene interrotta drasticamente utilizzando un *editing term* (es. eeh, ehm ecc.) per poi riprendere in modo più o meno fluente. Secondo Levelt (1983) questo rappresenta il caso in cui il parlante

individua un problema in un punto del processo di pianificazione e si interrompe prima dell'esecuzione del programma motorio.

- *R-repairs (rest category)*. In questa categoria rientrano tutti quei casi che non possono essere ascritti a nessuna delle quattro precedenti categorie.

3.1.1.2.1 Struttura delle disfluenze

Levelt (1983), interessato anche a elaborare un modello cognitivo della produzione orale, propone inoltre una descrizione della struttura interna delle disfluenze fornendo una terminologia accurata e tentando di individuare le regole utilizzate dal parlante durante la correzione dei propri errori.

Nella Figura 3.2 sono evidenziate le tre principali ripartizioni di un enunciato disfluente. Con *original utterance* (OU) si intende quella porzione di enunciato che va dal primo confine di frase che precede il *reparandum* fino al punto di interruzione (*moment of interruption*), ovvero il punto in cui il parlante interrompe la propria produzione. La seconda parte, successiva alla OU, è l'*editing phase*, ovvero un periodo di esitazione più o meno lungo (o uguale a zero) che può contenere o no un *editing term* (ET). L'ultima parte è la vera e propria riparazione (*repair*) con la quale il parlante interviene per modificare uno o più elementi contenuti nella OU. All'interno di queste tre

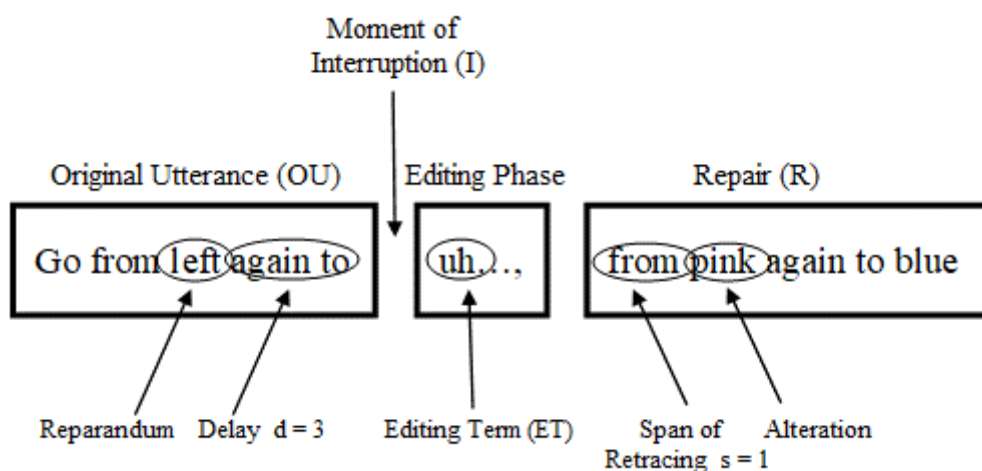


Figura 3.2. Struttura interna delle disfluenze (da Levelt, 1983).

ripartizioni si trovano altre importanti componenti della disfluenza. L'OU contiene il *reparandum*, ovvero una o più parole che saranno successivamente corrette o modificate. Il *delay*, misurato in numero di sillabe, è il periodo che intercorre tra il *reparandum* e il punto di interruzione e può anche essere nullo. All'interno del *repair* si trova l'*alteration*, ovvero il materiale che andrà a correggere ciò che è contenuto nel *reparandum*. Infine, nel tentativo di modificare la propria produzione, il parlante può iniziare la riparazione da un punto precedente al *reparandum*, ripetendo alcuni elementi presenti nella OU. Il numero di sillabe recuperate in questo modo prende il nome di *span of retracing* e anche in questo caso può essere uguale a zero.

3.1.2 Fenomeni di esitazione

Molteplici sono le motivazioni per cui il parlante, volontariamente o no, interrompe la propria produzione: per pianificare il contenuto da veicolare nel messaggio, per il recupero di una forma lessicale, per correggere un errore commesso ecc. Ciò si traduce nella temporanea interruzione del flusso del parlato per mezzo di un prolungamento sillabico, una pausa piena, la ripetizione di una o più parole già prodotte, un silenzio temporaneo. Altre volte il parlante può esplicitamente manifestare la propria indecisione. Comune a tutti questi casi, nonostante l'estrinseca diversità dei fenomeni, è l'aspetto temporale di interruzione e stallo. Infatti, a differenza dei fenomeni di disfluenza visti in precedenza, i fenomeni di esitazione possono essere descritti anche quantitativamente in relazione alla loro durata.

3.1.2.1 Pause vuote

Le pause vuote, più di qualunque altro tipo di fenomeno di esitazione, sono state descritte e studiate a partire proprio dalla loro durata. La produzione orale è infatti ricca di momenti di silenzio, anche se non tutti possono essere ascritti alla categoria dei fenomeni di esitazione. Così, se la fase di tenuta durante l'articolazione delle consonanti occlusive non può essere considerata un fenomeno di esitazione, il silenzio che può

intercorrere tra due frasi o tra due turni nel parlato dialogico si presta ad interpretazioni differenti.

Dapprima la ricerca si è impegnata nella definizione di una soglia di durata in grado di dividere le pause motivate su base fisiologica e respiratoria da quelle non fluenti e cognitivamente rilevanti. A partire dagli studi pionieristici di Goldman-Eisler (1958, 1968), 200/250 ms è stata largamente accettata e utilizzata in molti studi sulla cognizione (Boomer, 1965; Beattie, 1979; Greene and Cappella, 1986) come durata minima per individuare le pause non fluenti all'interno di frase. Tale soglia cresce invece per le pause ai confini sintattici maggiori ed è stata calcolata intorno ai 490/500 ms (O'Shaughnessy, 1992). Nonostante esista un sostanziale accordo su queste misure, non mancano studi che si sono avvalsi di durate minori nell'annotazione dei corpora. Ad esempio, Eklund (2004) e Kendall (2009) hanno utilizzato rispettivamente dei valori di 70/90 ms e 60 ms, giudicando la soglia di 200 ms più alta del necessario (Kendall, 2009).

L'utilizzo di una soglia, per quanto condivisa e basata su un ampio numero di lavori, rischia tuttavia di introdurre una distorsione nei dati, tenendo fuori dall'analisi la variabilità interindividuale nella produzione orale. In uno studio, Campione e Véronis (2002) hanno dimostrato come la distribuzione delle pause nel parlato spontaneo sia trimodale, suggerendo una categorizzazione in pause brevi (<200ms), medie (200-1000ms) e lunghe (>1000ms). Nonostante tali soglie non debbano considerarsi fisse, i due autori concludono affermando che, per quanto riguarda le pause brevi, resta comunque difficile discriminare tra i momenti di silenzio nell'articolazione delle consonanti occlusive e le pause cognitivamente rilevanti. L'analisi automatica delle pause nel parlato potrebbe agevolare il lavoro di annotazione e ridurre la soggettività insita nell'annotazione manuale. In questa direzione si muove uno studio di Little et al. (2013), in cui viene proposto un sistema in grado di automatizzare l'analisi della distribuzione delle pause e delle rispettive soglie. Nonostante passi avanti siano stati fatti nel campo dell'automazione, l'annotazione manuale, qualora effettuata tenendo conto dell'accordo tra più annotatori, resta ancora l'approccio più affidabile (Lickley, 2015).

La definizione e l'individuazione delle pause nel parlato spontaneo non è stata affrontata esclusivamente in relazione alla durata acustica. Data la complessità delle cause che operano dietro un singolo fenomeno di esitazione si è cercato di studiare anche il contesto sintagmatico in cui la pausa occorre. Come accennato in precedenza, le pause ai

confini sintattici maggiori, oltre ad essere mediamente più lunghe di quelle che occorrono all'interno di frase, hanno una più alta probabilità di occorrenza. Le transizioni tra parole all'interno di clausola sono quindi più fluente rispetto alle transizioni tra clausole. Infatti, il 66.3% delle transizioni tra parole all'interno di clausola può considerarsi fluente, mentre le transizioni tra clausole presentano un *delay* il 77.9% dei casi (Goldman-Eisler, 1972).

È probabile che il parlante durante le pause ai confini sintattici maggiori sia impegnato nella pianificazione della produzione successiva, ad un livello cognitivo superiore (Levelt, 1989). Ciò spiegherebbe anche perché la durata delle pause tra frasi è direttamente proporzionale al carico cognitivo necessario alla pianificazione e diminuisce quando il soggetto si esprime su un argomento a lui familiare (Goldman-Eisler, 1972, Butterworth, 1980).

Ferreira (1993), nel tentativo di far luce sulle differenze tra pause “fluente” e pause come fenomeno di esitazione, propone invece una distinzione tra *timing-based pauses* e *planning-based pauses*. Le prime, essendo dipendenti dalla struttura prosodica della parte di enunciato appena prodotta, possono essere considerate obbligatorie, ovvero inerenti alla struttura propria della lingua. Le seconde, invece, sarebbero determinate dalla complessità della struttura sintattica dell'enunciato in fase di pianificazione. Nonostante il legame tra pause e pianificazione dell'enunciato sia stato indagato sin dai primi studi sui fenomeni di esitazione, non c'è accordo su quale sia l'unità di pianificazione - il sintagma, la clausola o la frase - e non può essere escluso che ciò potrebbe variare da lingua a lingua (Goldman-Eisler, 1972, Levelt, 1989, Martin et al., 2010, Tang, 2013).

3.1.2.2 Pause piene

Durante la produzione orale il parlante può interrompere il flusso del parlato e rimanere in silenzio oppure “riempire” questo silenzio con del materiale fonetico. Nonostante siano varie le forme che le pause piene possono assumere, è possibile individuarne due comuni a molte lingue, ovvero una costituita da un suono vocalico prolungato e l'altra da una vocale seguita da una consonante nasale (Shriberg, 2001). Inoltre, la componente vocalica delle pause piene è comunemente costituita da una vocale

centralizzata simile ad uno *schwa* (Clark & Fox Tree, 2002), anche se non trascurabile è la variabilità interlinguistica e interindividuale (Lickley, 2015). Nell'italiano, oltre a queste due forme, comunemente trascritte con “eeh” e “ehm”, è possibile individuare un terzo tipo composto esclusivamente da un suono nasale prolungato e trascritto come “mmh”.

La frequenza delle pause piene nel parlato oscilla tra 1.6 e 3.6 per 100 parole (Shriberg, 1994; Eklund, 2004), valori inferiori a quelli delle pause vuote, ma superiori ad altri fenomeni di esitazione quali ripetizioni e prolungamenti vocalici. Anche le durate sono mediamente maggiori di quelle dei prolungamenti vocalici e si attestano indicativamente sui 0.47 secondi per “um” e 0.29 secondi per “uh” nell'inglese (O'Connell & Kowal, 2005). Nell'italiano la durata di “eeh” è mediamente di 0.40 secondi con un'alta variabilità diatopica (Giannini, 2003).

Così come per le pause vuote, anche la funzione delle pause piene è stata largamente studiata. Tuttavia, il loro particolare status di elemento al confine tra lessico e puro fenomeno di esitazione ha subito spesso l'influsso di quello che O'Connell & Kowal (2004) chiama, citando un libro di Linell, *written language bias*, ovvero un pregiudizio che ha spesso contribuito a qualificare le pause piene come semplice deviazione da un presunto standard rappresentato dalla lingua scritta.

Già Maclay & Osgood (1959) avevano però evidenziato il ruolo delle pause piene nel mantenimento del turno di parola durante la pianificazione del parlato. Secondo tale ipotesi il parlante, specialmente a seguito di una pausa vuota, tenderebbe a produrre un qualche segnale – in questo caso una pausa piena – per comunicare all'ascoltatore di avere ancora il controllo sulla propria produzione. Ciò avviene nei punti di massima incertezza dell'enunciato, ovvero quando il parlante deve decidere cosa dire e pianificare la struttura del messaggio. Questa spiegazione, anche se non esaurisce le questioni inerenti alle funzioni delle pause piene, ha avuto il merito di spostare l'attenzione sull'aspetto più o meno intenzionale della loro produzione.

In anni più recenti è stata quindi fatta luce sugli effetti che questi fenomeni di esitazione hanno sulla capacità di processazione del messaggio da parte dell'ascoltatore. Secondo alcuni studi le pause piene svolgono la funzione di segnalare parti importanti del discorso orientando l'attenzione (Fraundorf & Watson, 2011) e inducendo l'attivazione dell'area motoria del cervello nell'ascoltatore (Eklund et al., 2015). Tali ipotesi trova

un'ulteriore conferma in un esperimento di Owens et al. (2018) che dimostra come le pause piene siano utilizzate dai soggetti adulti – ma non dai bambini – per formare predizioni in merito all'introduzione di nuovi oggetti e nuove informazioni nello spazio referenziale.

Le pause piene, lontane da essere un puro fenomeno di esitazione, ininfluente se non addirittura controproducente all'interno dell'economia della produzione orale, mostrano una forte correlazione con le funzioni esecutive e almeno un quarto della loro variazione può essere spiegata con le differenze che intercorrono nell'intelligenza individuale. Per tale motivo le pause piene – rispetto alle pause vuote – sono più frequentemente prodotte da soggetti con facoltà mentali più elevate (Engelhardt et al., 2013).

3.1.2.3 Prolungamenti sillabici

I prolungamenti sillabici (o vocalici) sono stati spesso raggruppati insieme alle pause piene sotto l'etichetta di “pause non silenti” (Giannini, 2002). La loro struttura superficiale tuttavia differisce notevolmente da quella di quest'ultime, in quanto i prolungamenti non sono parole, ma un processo che si applica ad una parte della parola (Clark & Fox Tree, 2002). Nonostante la loro distribuzione sia molto simile, in quanto le pause piene sono spesso precedute da un prolungamento sillabico (Adell et al., 2008), il loro status e la loro funzione nella produzione orale potrebbe non essere la stessa e la differente durata dei due fenomeni e il fatto che i prolungamenti possano presentarsi anche all'interno di parola sembrerebbe confermarlo (Eklund, 2001).

Infatti, la durata dei prolungamenti che precedono una pausa piena non è significativamente differente rispetto a quella dei prolungamenti che occorrono in altre parti dell'enunciato e ciò depone a favore dell'indipendenza dei prolungamenti dagli altri fenomeni di esitazione (Betz et al., 2017).

Tale durata è inoltre abbastanza omogenea anche dal punto di vista cross-linguistico, con valori che si aggirano intorno ai 300 ms. Per il tedesco è circa 293 ms (Betz et al., 2017), 289 ms per lo svedese e 340 ms per il tok pisin (Eklund, 2001). Per quanto riguarda l'italiano la durata si attesta intorno ai 300 ms nelle varietà pisana, napoletana e barese (Giannini, 2002).

Anche la posizione delle sillabe interessate dal prolungamento è abbastanza costante nelle varie lingue, anche se non mancano eccezioni. Infatti, se nell'inglese americano (Eklund & Shriberg, 1998), nel tedesco (Belz et al., 2017) e nell'italiano (Giannini, 2002) tale fenomeno si verifica con maggiore frequenza in posizione finale di parola, nello svedese la probabilità è maggiore per le sillabe in posizione iniziale di parola (Eklund, 2004).

Il prolungamento sillabico è stato perlopiù studiato in quanto fenomeno fonologico presente in prossimità dei confini sintattici di sintagma e frase, mentre poca attenzione è stata riservata al suo status di fenomeno di esitazione. Tale mancanza risulta essere ancora più inspiegabile se si considera che questo fenomeno caratterizza notevolmente alcuni disturbi del linguaggio quali, ad esempio, la balbuzie, in cui è presente con una frequenza e una distribuzione significativamente differenti rispetto a quelle registrate per i soggetti di controllo (Bento da Silva et al., 2016).

Per questo motivo la sua funzione nell'economia del parlato non è ancora del tutto chiara, anche se è stata avanzata l'ipotesi che possa servire a pianificare l'enunciato ad un livello più basso rispetto a quanto accade invece durante la produzione delle pause piene (Giannini, 2002).

3.1.2.4 Ripetizioni

La produzione orale è ricca di ripetizioni di singole parole o di stringe più complesse composte da più parole. Le motivazioni per cui un parlante ripete parti di enunciato appena prodotte sono molteplici, ma solamente alcune possono essere classificate come fenomeni di esitazione.

Si prendano gli esempi seguenti:

- 1) *Ieri ho mangiato un gelato molto, molto buono.*
- 2) *La partita si è conclusa con il punteggio di sei due sei due a favore di Nishikori.*
- 3) *Passavo la la vita in automobile.*
- 4) *Il bambino gioca con eeh con dei cubi.*

In 1) la ripetizione svolge una funzione retorica di enfasi, mentre in 2) è necessaria per trasmettere un messaggio corretto e informativo. In ambedue gli esempi il parlante non sta esitando, ma utilizza la ripetizione con finalità comunicative.

Diverso invece è il caso di 3). Qui la ripetizione interrompe il normale flusso del parlato, non aggiunge nuova informazione all'enunciato e ritarda la ripresa della produzione fluente. Stessa cosa accade in 4), in cui è inoltre presente una pausa piena prima della ripetizione.

La differenza più evidente tra 1) e 2) da una parte e 3) e 4) dall'altra risiede nel fatto che le parole oggetto della ripetizione disfluente sono parole funzione, mentre le parole nei due primi esempi sono parole contenuto. Infatti, quest'ultime hanno una frequenza bassa all'interno delle ripetizioni disfluenti (Shriberg, 1994), mentre le ripetizioni che interessano parole funzione rappresentano la quasi totalità delle occorrenze in alcuni corpora (Lickley, 1994). Un'altra differenza è la co-occorrenza di altri fenomeni di esitazione, quali pause vuote, pause piene o prolungamenti sillabici. Infatti, le ripetizioni non disfluenti quasi mai sono precedute o seguite da altri fenomeni di esitazione (Lickley, 2015).

Nell'effettiva produzione orale questi due tipi di ripetizione differiscono soprattutto nel contorno intonativo. È probabile infatti che il secondo elemento della ripetizione in 1) sia marcato da un tono enfatico, mentre ci aspetteremmo che in 3) e 4) il tono della ripetizione abbia la stessa altezza del tono dell'elemento ripetuto.

Per quanto riguarda invece le sole ripetizioni disfluenti, a partire da Hieke (1981) viene fatta distinzione tra due tipi: "prospettive" (*prospective*) e "retrospettive" (*retrospective*). Le prime hanno la funzione di ritardare la produzione per facilitare l'accesso lessicale e in questo senso la loro funzione è assimilabile a quella di pause vuote e piene. Le pause retrospettive, invece, svolgono una funzione ponte tra l'enunciato prodotto e quello da produrre, permettendo di mantenere coesa e fluente la produzione in presenza di un'esitazione.

Studi successivi (di cui si darà conto più dettagliatamente nel paragrafo successivo) hanno mantenuto, ampliandola, la classificazione proposta da Hieke e confermato l'affidabilità dei parametri acustici e prosodici nel differenziare anche i vari tipi di ripetizioni disfluenti.

3.2 *Correlati acustici delle disfluenze*

Nella ricerca che si è occupata del parlato disfluente, lo studio degli indici acustici ha avuto un ruolo importante nella classificazione e nell'individuazione delle disfluenze, nonché nella comprensione di come esse vengano riconosciute e percepite dagli individui.

L'analisi della durata e del contorno intonativo dei prolungamenti sillabici, ad esempio, permette di differenziare i prolungamenti disfluenti dal normale allungamento vocalico in prossimità di un confine sintattico. Questi ultimi, infatti, sono di norma più brevi e presentano un contorno intonativo coerente con quello della frase, laddove il contorno intonativo dei prolungamenti sillabici disfluenti è piatto o con un andamento leggermente discendente (Shriberg, 2001). Tale distinzione è supportata dal fatto che i prolungamenti in prossimità di un confine sintattico sono di norma percepiti come pause, anche in assenza di una vera e propria pausa, confermando che il parlante fa delle predizioni sulla distribuzione delle interruzioni in base alla struttura prosodica dell'enunciato (Duez, 1993).

I prolungamenti sillabici disfluenti inoltre presentano un contorno intonativo simile a quello delle pause piene all'interno di clausola. Secondo uno studio di Shriberg e Lickley (1993) condotto sull'inglese, infatti, la frequenza fondamentale delle pause piene tende

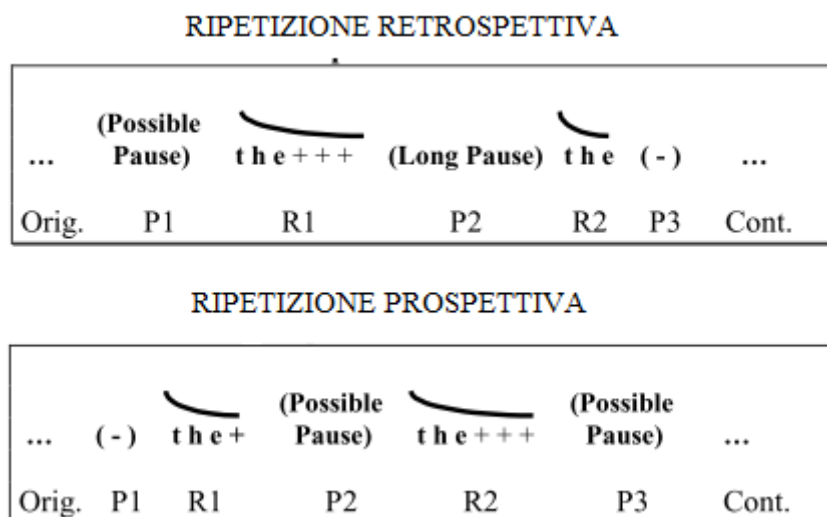


Figura 3.3. Ripetizioni retrospettive e prospettive, rispettivamente in alto e in basso. P1, P2 e P3 rappresentano le pause e le rispettive posizioni. R1 e R2 individuano l'elemento ripetuto e la ripetizione, rispettivamente. (-) = assenza di pausa. Da Plaucé & Shriberg (1999).

ad essere simile a quella dei suoni che seguono e precedono nella catena fonica e quindi assimilabile al tono basso che caratterizza le sillabe atone. In questo senso, le pause piene non producono interruzioni nella produzione, ma al contrario creano continuità svolgendo una funzione ponte tra due parti dell'enunciato. I due autori utilizzano questi elementi per affermare che, non potendo quindi attrarre un accento tonale, è improbabile che le pause piene possano essere utilizzate come un segnale all'interno della produzione orale.

Studi condotti sul tedesco (Belz & Reichel, 2015) e sull'italiano (Giannini, 2002; 2003) sembrano confermare tale ipotesi. Infatti, la frequenza fondamentale nelle pause piene anche in questo caso si mantiene stabile per tutta la durata nell'88% dei casi. Infine, un'ulteriore conferma potrebbe venire dall'andamento spettrale delle formanti che, nel caso delle pause piene, è assimilabile a quello dello *schwa* (Giannini, 2002).

L'andamento della frequenza fondamentale e la durata dei segmenti sono stati utilizzati con successo anche per caratterizzare altri tipi di disfluenze. Le analisi ritmico-prosodiche delle ripetizioni (Shriberg, 1995; Plauché & Shriberg, 1999), ad esempio, hanno confermato la classificazione in ripetizioni retrospettive e prospettive (Figura 3.3) proposta da Hieke (1983) in uno studio condotto su inglese e tedesco. Nelle prime, l'andamento della frequenza fondamentale del secondo elemento della ripetizione riproduce sostanzialmente l'andamento discendente dell'elemento ripetuto. Nelle ripetizioni prospettive invece la frequenza fondamentale decresce costantemente dall'attacco dell'elemento ripetuto fino alla coda della ripetizione. Inoltre, le pause retrospettive sono caratterizzate dalla presenza di una pausa tra i due elementi della ripetizione e da una durata maggiore dell'elemento ripetuto. Nelle pause prospettive, invece, è il secondo elemento ad avere una durata maggiore. Le pause sono in questo caso

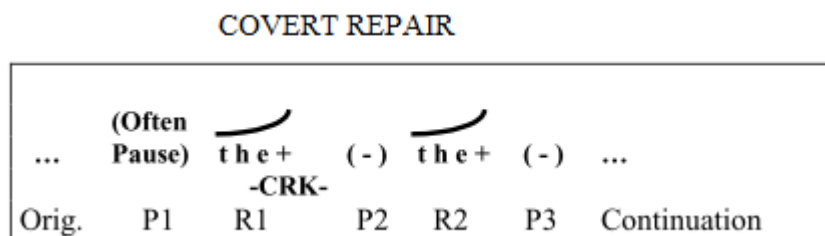


Figura 3.4. Covert repair repetition. P1, P2 e P3 rappresentano le pause e le rispettive posizioni. R1 e R2 individuano l'elemento ripetuto e la ripetizione, rispettivamente. (-) = assenza di pausa. Da Plauché & Shriberg (1999).

poste tra la ripetizione e la continuazione dell'enunciato, mentre le pause tra i due elementi della ripetizione è opzionale.

Lo studio di Plauché & Shriberg (1999) ha individuato un altro tipo di ripetizione che corrisponde al *covert repair* introdotto da Levelt (1983). Questo tipo di ripetizione (Figura 3.4), a differenza dei due tipi individuati da Hieke, è caratterizzato dalla durata omogenea dei due elementi della ripetizione, da un andamento ascendente della frequenza fondamentale in ambedue gli elementi, dalla presenza di una pausa che precede l'elemento ripetuto e dalla presenza di una glottalizzazione o della *creaky voice* sul primo elemento.

La marca prosodica interessa anche una percentuale significativa di *repair* lessicali, ovvero quegli elementi che, per utilizzare la terminologia di Levelt, modificano a livello lessicale il *reparandum* di *error* (*EL-repairs*) e *appropriateness* (*AL-repairs*). Nel corpus analizzato da Levelt e Cutler (1983), il 49% dei *repair* è marcato prosodicamente. La scelta del parlante sembra però essere legata più alla tipologia che alla struttura della riparazione. Infatti, il 53% delle riparazioni di un errore è marcato prosodicamente, mentre le riparazioni marcate degli errori di appropriatezza rappresentano il 19% dei casi. Secondo gli autori, il parlante tenderebbe a marcare con più frequenza un errore rispetto a un'appropriatezza perché nel primo caso intende segnalare all'ascoltatore che sta sostituendo un termine e non semplicemente specificandone il significato. La stessa motivazione è alla base del fatto che la percentuale di *repair* marcati raggiunge il 72% nel caso in cui sia *repair* sia *reparandum* appartengano ad un sottoinsieme lessicale ristretto. In questo caso, la ridotta possibilità di scelta darebbe al *repair* un valore contrastivo maggiore e di conseguenza aumenterebbe la probabilità che questo venga marcato prosodicamente.

In anni più recenti, questi risultati non hanno però trovato conferma in uno studio di Plug (2011). Le analisi dell'autore non hanno riscontrato una differenza significativa tra *error* e *appropriateness* per quanto riguarda la marca prosodica sul *repair*. Tuttavia, come sottolinea l'autore stesso, i due studi differiscono sostanzialmente nel tipo di stimoli sperimentali utilizzati: *map-task* per lo studio di Levelt e Cutler, parlato spontaneo in quello di Plug. Ciò potrebbe aver introdotto una distorsione nell'annotazione dei diversi tipi di *repair*, in quanto nel *map-task*, a differenza del parlato spontaneo, sono quasi sempre chiare le intenzioni comunicative del parlante. Inoltre, trattandosi di un compito

strutturato, risulta anche più semplice delimitare il sottoinsieme lessicale a cui appartengono *reparandum* e *repair*.

Infine, come è già stato visto per la ripetizione di tipo *covert repair*, è possibile individuare alcuni segnali articolatori o legati alla qualità della voce che accompagnano le disfluenze. Spesso i fenomeni di esitazione sono caratterizzati da una tendenza del parlante a produrre una chiusura bilabiale arbitraria e non spiegabile in base al contesto di occorrenza. Nonostante non sia chiara la natura di questo comportamento, è probabile che il parlante intenda interrompere il gesto articolatorio chiudendo le labbra. I fenomeni di esitazione possono inoltre essere caratterizzati da una fonazione diplofonica, in special modo le pause piene o la parte finale del *reparandum*, dovuta all'alternanza di sollecitazioni forti e deboli delle corde vocali (Shriberg, 2001).

Nel finlandese, invece, la presenza di un errore può essere marcata attraverso l'uso della *creaky voice* o di un'occlusiva glottidale. La prima è associata al completamento dell'enunciato da un punto di vista sintattico, pragmatico e prosodico e segnala la fine del turno di parola. L'occlusiva glottidale invece svolge la funzione di tenuta del turno e occorre in presenza di un problema sintattico o prosodico (Ogden, 2001).

3.3 Correlati neurali della produzione orale

Il modello cognitivo di Levelt descritto nel paragrafo precedente è stato perlopiù elaborato a partire dai risultati ottenuti da autore e colleghi grazie ad esperimenti basati sui tempi di reazione e sulla produzione isolata di singole parole (Levelt, 1989). In anni più recenti, invece, tale modello è stato ampiamente utilizzato come *framework* nello studio dei correlati neurali della produzione e della percezione del parlato spontaneo o semi-spontaneo, ricevendo diverse conferme (Kircher et al., 2000; Braun et al., 2001; Indefrey & Levelt, 2004; Kircher et al., 2004; Vigneau et al., 2006; Wilson et al., 2009; Grande et al., 2012; Gauvin et al., 2016).

Grazie all'affinamento delle tecniche di *neuroimaging*, si è tentato quindi di mappare le aree del cervello interessate nelle diverse fasi della produzione orale e nei suoi sottoprocessi, ovvero la formulazione dei concetti da veicolare nel messaggio, il recupero delle

forme lessicali, la selezione delle componenti morfologiche e fonologiche, la sillabificazione e la creazione del programma motorio (Levelt et al., 1999).

Storicamente si è sempre ritenuto che esclusivamente l'emisfero sinistro del cervello fosse coinvolto nella produzione del linguaggio. È molto probabile, invece, che il processo che va dalla pianificazione concettuale all'articolazione, passando per il recupero delle forme lessicali sia caratterizzato da una serie di stadi consecutivi che da una iniziale rappresentazione bilaterale nel cervello vengono gradualmente lateralizzati nell'emisfero sinistro (Braun et al., 2001).

La pianificazione del discorso a livello concettuale, ovvero quel processo che comprende il recupero delle informazioni, l'assunzione di una prospettiva e l'elaborazione di un discorso coerente, è rappresentato da un network che comprende la circonvoluzione frontale inferiore (Kircher et al., 2004; Troiani et al., 2008; Wilson et al., 2009) e la corteccia prefrontale (Braun et al., 2001) e il precuneo (Braun et al., 2001; Grande et al., 2012).

Le aree temporali, invece, svolgono la funzione di recupero delle forme lessicali. Nel modello di Levelt questa fase riguarda la selezione di un solo lemma scelto tra più lemmi in competizione e corrispondenti a concetti lessicali simili. Gran parte della ricerca è concorde nell'individuare nella circonvoluzione temporale media (MTG) (Indefrey & Levelt, 2000, 2004; Kircher et al., 2004; Wilson et al., 2009) e superiore (STG) (Kircher et al., 2004; Grande et al., 2012) del lobo sinistro la regione cerebrale alla base di questo processo.

La seconda fase dell'accesso lessicale riguarda la codifica morfologica e fonologica del lessema selezionato ed è rappresentato a livello cerebrale dalla parte posteriore della circonvoluzione temporale superiore del lobo sinistro (pSTG), in particolar modo dall'area di Wernicke (Indefrey & Levelt, 2000, 2004; Wilson et al., 2009).

Infine, la parte posteriore della circonvoluzione frontale inferiore del lobo sinistro (pIFG), nello specifico l'area di Broca, è responsabile dei processi di sillabificazione e di creazione del programma motorio (Indefrey & Levelt, 2004).

3.4.1 Fenomeni di esitazione

Ai fini di questo studio, di particolare interesse sono le prime due fasi del processo di produzione del parlato esposte nel paragrafo precedente, ovvero la pianificazione concettuale e l'accesso lessicale, in quanto punti critici nel deficit linguistico della malattia d'Alzheimer e dell'MCI.

Le poche ricerche che si sono occupate di studiare le aree cerebrali coinvolte nella produzione di parlato spontaneo o semi-spontaneo (Kircher et al., 2000; Kircher et al., 2004; Grande et al., 2012) si sono avvalse dei fenomeni di esitazione naturalmente presenti nel parlato in quanto elementi in grado di segnalare un problema riguardante questi due sotto-processi della produzione orale.

L'ipotesi, da lungo tempo in letteratura, è che la durata e la posizione delle pause sia collegata a "problemi" presenti durante la pianificazione del parlato (Goldman-Eisler, 1961, 1968; O'Connell et al., 1969). Secondo tale ipotesi, le pause all'interno dei confini di clausola occorrono davanti alle parole più difficilmente prevedibili in base al contesto o con minore frequenza d'uso e possono quindi essere associate al processo di accesso lessicale. Le pause presenti ai confini sintattici maggiori, invece, sono state associate alla pianificazione della produzione ad un livello più alto, come, ad esempio, quello concettuale (Maclay & Osgood, 1959; Levelt, 1983, 1989).

Il confronto tra le aree cerebrali attive durante la produzione dei differenti tipi di pause e le aree attive nella produzione di parlato fluente (utilizzata come riferimento), ha evidenziato un coinvolgimento della circonvoluzione frontale inferiore e del precuneo nelle pause tra clausole e l'attivazione di diverse zone del lobo temporale sinistro per le pause all'interno di clausola (Kircher et al., 2004; Grande et al., 2012).

Numerosi sono gli studi che individuano nella circonvoluzione temporale media un'area cardine nel processo di accesso lessicale (Vigneau et al., 2006 per una meta-analisi). Inoltre, il coinvolgimento della MTG sembra essere confermato dal fatto che quest'area non risulta essere significativamente attiva durante le pause all'interno di clausola che si risolvono nel mancato recupero della forma lessicale target (Grande et al., 2012).

4. Il corpus OPLON

Obiettivo di questo studio è valutare se sia possibile caratterizzare i soggetti affetti da decadimento cognitivo a partire dall'analisi del linguaggio, individuando alcune marche linguistiche relative ai fenomeni di esitazione che possano essere utilizzate come parametri in ingresso in un sistema automatico per la diagnosi del decadimento cognitivo.

A tal fine si è deciso di utilizzare il parlato (semi-) spontaneo come oggetto di analisi in quanto permette una più naturale ed ecologica valutazione delle abilità linguistiche dell'individuo (Bucks et al., 2000). Inoltre, in linea con gli obiettivi di questo studio, il parlato spontaneo consente di ricreare un possibile ambiente diagnostico, ovvero quello tra paziente e medico di base, e di valutarne l'applicabilità ai fini di un'indagine su vasta scala della popolazione a rischio.

Il materiale utilizzato per il presente lavoro consiste esclusivamente di alcune registrazioni di parlato semi-spontaneo e i relativi metadati (quali età dei soggetti, livello di istruzione e condizione clinica) presenti nel corpus OPLON ("OPportunities for active and healthy LONgevity", Smart Cities and Community – DD 391/RIC) (Beltrami et al., 2016).

Tutti i dati e le informazioni descritte nei paragrafi successivi sono stati raccolti nell'ambito del progetto OPLON.

4.1 Campione selezionato

Il campione selezionato per il progetto OPLON conta 96 soggetti di madrelingua italiana bilanciati per genere (48 donne e 48 uomini), età e livello di istruzione (licenza elementare con buona stimolazione intellettuale nel corso della vita, licenza media, diploma di scuola superiore e laurea): 48 soggetti di controllo (CON) e 48 affetti da decadimento cognitivo.

La Tabella 4.1 mostra alcune statistiche relative all'età e a livello di istruzione dell'intero campione del corpus.

A seguito di una valutazione medica e neuropsicologica i soggetti affetti da decadimento cognitivo sono stati suddivisi nei seguenti gruppi:

- 32 soggetti affetti da *Mild Cognitive Impairment* (MCI): in questo gruppo rientrano i soggetti affetti da decadimento cognitivo lieve, ovvero un disturbo non abbastanza severo da interferire con le attività della vita quotidiana. All'interno di questo gruppo sono stati poi individuati due sottotipi:
 - 16 soggetti affetti da MCI con isolato deficit di memoria (*MCIa - amnesic single domain*).
 - 16 soggetti affetti da MCI con deficit cognitivo diverso da quello di memoria (*MCI_{md} - non amnesic single or multiple domain*).
- 16 soggetti ad uno stadio iniziale della demenza (*e-D*). I pazienti di questo gruppo lamentano un deficit cognitivo in grado di compromettere, anche se parzialmente, le attività della vita quotidiana e nel test neuropsicologico MMSE (*Mini Mental State Examination*) hanno un punteggio grezzo maggiore o uguale a 18.
 - Questo gruppo è stato a sua volta ripartito in tre sottogruppi:
 - 5 soggetti a uno stadio incipiente della malattia di Alzheimer (ADi).
 - 8 soggetti affetti da una forma di demenza (DEMi).
 - 3 soggetti affetti da demenza frontotemporale (FTDi).
- 48 soggetti di controllo (CON).

La Tabella 4.2 mostra i dati relativi a età e livello di istruzione (calcolato in anni di istruzione) dei soggetti del campione in base al gruppo di appartenenza. Come si può notare l'età media è maggiore nel gruppo di soggetti affetti da demenza rispetto al gruppo di controllo, con i soggetti affetti da decadimento cognitivo che si posizionano tra gli altri

	ETA'	ISTRUZIONE
Num. Casi	96	96
Min	49	5
Max	75	18
Range	26	13
Media	63.31	11.82
SD	7.20	4.26

Tabella 4.1. Statistiche descrittive della composizione del corpus di 96 soggetti. Dall'alto verso il basso: numero di casi, valori minimi e massimi, range, media e deviazione standard.

Gruppo	ETA'			ISTRUZIONE		
	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D
Num. Casi	48	32	16	48	32	16
Min	50	49	49	8	5	5
Max	75	75	75	18	18	18
Range	25	26	26	10	13	13
Media	61.60	64.34	66.38	13.00	11.28	9.38
SD	6.93	7.33	6.70	3.93	4.35	4.02

Tabella 4.2. Statistiche descrittive relative alla composizione dei sottogruppi del campione. Dall'alto verso il basso: numero di casi, valori minimi e massimi, range, media e deviazione standard.

due gruppi. Discorso analogo vale per il valore medio del livello di istruzione espresso in anni. In questo caso il gruppo di soggetti affetti da demenza presenta un più basso livello di istruzione rispetto sia al gruppo dei soggetti con decadimento cognitivo lieve, sia dei soggetti di controllo.

Per il presente lavoro è stato selezionato lo stesso sotto-campione di 48 soggetti descritto in Beltrami et al. (2016), con lo scopo di rendere confrontabili le analisi e migliorare il classificatore automatico ivi descritto.

Così come il campione a 96 dei soggetti, anche il sotto-campione a 48 soggetti risulta essere bilanciato per età e livello di istruzione, ed è così composto:

1. 18 soggetti affetti da decadimento cognitivo lieve (MCI). Di cui:
 - a. 8 soggetti affetti da MCI con isolato deficit di memoria (MCIa).

- b. 10 soggetti affetti da MCI con deficit cognitivo diverso da quello di memoria (*MCI_{md}*).
- 2. 9 soggetti a uno stadio iniziale della demenza, di cui:
 - a. 3 soggetti ad uno stadio incipiente della malattia di Alzheimer (*ADi*).
 - b. 4 soggetti affetti da una forma di demenza (*DEMi*).
 - c. 2 soggetti affetti da demenza frontotemporale (*FTDi*).
- 3. 21 soggetti di controllo (*CON*).

	ETA'	ISTRUZIONE
Num. Casi	48	48
Min	49	5
Max	74	18
Range	25	13
Media	62.06	12.42
SD	7.14	4.41

Tabella 4.1. Statistiche descrittive relative al sotto-campione di 48 soggetti. Dall'alto verso il basso: numero di casi, valori minimi e massimi, range, media e deviazione standard.

Questo sotto-campione è composto da 27 donne e 21 uomini e, come mostra la Tabella 4.3, i valori medi di età e livello di istruzione non si discostano dal campione rappresentato da 96 soggetti.

La tabella 4.4 mostra che i valori medi di età e livello di istruzione dei singoli gruppi oggetto di studio non si discostano dal campione a 96 soggetti.

Gruppo	ETA'			ISTRUZIONE		
	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D
Num. Casi	48	32	16	48	32	16
Min	51	49	49	8	5	5
Max	73	73	74	18	18	18
Range	22	24	25	10	13	13
Media	61.48	60.83	65.89	13.57	13.06	8.44
SD	6.65	7.09	7.80	3.80	4.17	4.39

Tabella 4.2. Statistiche descrittive relative alla composizione dei sottogruppi del sotto-campione di 48 soggetti. Dall'alto verso il basso: numero di casi, valori minimi e massimi, range, media e deviazione standard.

Inoltre, all'interno del sotto-campione di 48 soggetti solamente il gruppo e-D risulta avere un'età media maggiore e un livello medio di istruzione minore rispetto ai gruppi CON e MCI.

4.2 Raccolta dati

A seguito della suddivisione dei soggetti nei tre differenti gruppi, ogni soggetto è stato registrato durante l'esecuzione di tre compiti volti a stimolare un eloquio spontaneo. La risposta dei soggetti è stata elicitata a partire da tre richieste formulate verbalmente:

- “Descrivi questa figura”;
- “Descrivi una giornata lavorativa”;
- “Descrivi l'ultimo sogno che hai fatto o che ricordi”.

Con l'obiettivo di raccogliere una produzione più spontanea possibile (si può quindi parlare in questo caso di produzione semi-spontanea), ai soggetti non è stata data nessun'altra indicazione sulle modalità di svolgimento del compito al di fuori delle richieste appena elencate, né alcun limite di tempo. Il compito è stato considerato concluso solamente a seguito di espressa dichiarazione da parte del soggetto oppure per manifesta impossibilità del soggetto di continuarne l'esecuzione. L'intervistatore, quindi, in nessun caso ha adottato atteggiamenti volti a creare le condizioni per un dialogo con il soggetto.

Durante l'esecuzione dei compiti è stata acquisita la registrazione in formato WAV, campionata in 44.1 kHz 16-bit.

4.3 Test neuropsicologici

Ai soggetti del campione analizzato sono stati inoltre somministrati alcuni dei test più utilizzati nella valutazione del decadimento cognitivo come il MMSE (*Mini-Mental State Examination*), MoCA (*Montreal Cognitive Assessment*), Test di fluenza verbale

(fonemico e semantico), CDT (*Clock Drawing Test*) e GPCog-a (*General Practitioner assessment of Cognition*).

4.3.1 MMSE

Il *Mini-Mental State Examination* (o anche *Folstein Test*) è un breve test neuropsicologico composto da 11 quesiti e un punteggio massimo di 30, la cui somministrazione richiede dai 5 ai 10 minuti. È studiato per valutare esclusivamente gli aspetti cognitivi delle funzioni mentali ed escludere fattori esterni come ad esempio lo stato dell'umore.

Nella sua formulazione originale (Folstein et al., 1975), è stato pensato come strumento utile per stimare, da un punto di vista quantitativo, la severità del deterioramento cognitivo e per documentarne l'andamento nel tempo. Il suo scopo, quindi, non è quello di offrire una diagnosi per nessun disturbo o entità nosografica.

Tuttavia, è uno dei test più utilizzati (disponibile per un ampio numero di lingue) e raccomandato dal *National Institute of Neurological and Communicative Disorders and Stroke and the Alzheimer's Disease and Related Disorders Association (NINCDS-ADRDA)* nella valutazione dei disturbi legati alla malattia di Alzheimer (Tombaugh & McIntyre, 1992). Infatti, il *MMSE*, analizzando diversi domini cognitivi, risulta essere molto utile per tener traccia dell'andamento dei disturbi cognitivi a carattere degenerativo che compromettono le abilità cognitive dell'individuo a diversi livelli (Krein et al., 2019).

Il *MMSE* è diviso in due parti, la prima delle quali prevede solamente risposte orali ed è utile per la valutazione dell'orientamento, della memoria e dell'attenzione; il punteggio massimo è 21. La seconda parte valuta la capacità di nominare oggetti, rispondere a comandi verbali e scritti, scrivere una frase spontaneamente e copiare un poligono complesso; il punteggio massimo per questa sezione è 9. Nello specifico, il punteggio dei quesiti previsti nel *MMSE* è così distribuito: orientamento temporale (5 punti), orientamento spaziale (5 punti), memorizzazione di parole (3 punti), attenzione e calcolo (5 punti), recupero di parole (3 punti), linguaggio (8 punti) e prassia costruttiva (1 punto) (Tombaugh & McIntyre, 1992).

Il MMSE viene solitamente somministrato seguendo l'ordine delle domande presenti nel test e registrando il punteggio ottenuto dopo ogni singolo compito. Chi somministra il test ha inoltre il compito di mettere il paziente a proprio agio stabilendo un rapporto ed evitando di insistere sulle domande cui il paziente ha difficoltà a rispondere.

Nonostante il MMSE sia uno dei test più utilizzati, risulta essere adeguato più per lo screening che per la diagnosi della demenza. Per tale motivo può essere impiegato con successo per monitorare i cambiamenti nel tempo di un soggetto che ha già ricevuto una diagnosi di demenza. Infine, il MMSE presenta alcuni limiti quali la scarsa sensibilità nell'individuazione di soggetti affetti da decadimento cognitivo lieve (MCI) e la presenza solamente marginale di strumenti in grado di misurare pienamente le abilità visuo-spaziali e di prassi costruttiva (Tombaugh & McIntyre, 1992).

4.3.2 *MoCA*

Il *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA) è un test neuropsicologico utilizzato per individuare il decadimento cognitivo nelle sue fasi iniziali. Infatti, il MoCA risulta avere una sensibilità del 90% nella discriminazione dei soggetti affetti da decadimento cognitivo lieve (lì dove il MMSE fa registrare una percentuale del 18%) e del 100% nell'individuazione della malattia di Alzheimer nelle fasi iniziali (MMSE 78%) (Nasreddine et al., 2005).

La versione iniziale del MoCA prevedeva dieci domini di analisi per un totale di 30 punti, mentre nella versione rivisitata dagli stessi autori i domini sono stati ridotti a otto, ovvero: visuo-spaziale ed esecutivo (rispettivamente 4 e 4 punti); linguaggio (5 punti); memoria a lungo termine (5 punti); attenzione, concentrazione e memoria di lavoro (rispettivamente 2, 1 e 3 punti); orientamento spazio-temporale (6 punti) (Nasreddine et al., 2005).

Grazie alla alta sensibilità, il MoCA è stato inserito nelle batterie di test per lo screening non solo del decadimento cognitivo lieve e della malattia di Alzheimer, ma anche di altre condizioni patologiche che compromettono le abilità cognitive degli individui, quali, ad esempio, il Parkinson, la demenza vascolare e la demenza fronto-temporale (Mast & Gerstenecker, 2010).

4.3.3 Test di fluenza verbale

Il test di fluenza verbale è ampiamente utilizzato per individuare delle criticità nelle funzioni esecutive. La fortuna di questo test è inoltre dovuta alla facilità e alla velocità di somministrazione. Infatti, le semplici istruzioni permettono anche a pazienti con deficit cognitivo di eseguire il test.

Sono due i tipi di test di fluenza verbale più utilizzati, ovvero quello fonemico (o COWAT - *Controlled Oral Word Association Test*) e semantico. Nel primo, il soggetto deve produrre quante più parole possibile in un arco di tempo di 60 secondi eventi come lettera iniziale una lettera target (per l'italiano comunemente F o S). Nel test di fluenza semantico, invece, il soggetto deve produrre parole appartenenti ad una categoria semantica (come, ad esempio, "animali", "frutta" ecc.) (Crawford & Parker, 2018).

Il test permette di valutare l'integrità delle diverse componenti coinvolte nell'esecuzione del compito come la conoscenza semantica (ovvero il complesso sistema cognitivo responsabile dell'immagazzinamento e delle associazioni semantiche delle parole), la capacità di accesso a tale conoscenza e l'efficacia del sistema di inibizione delle risposte non pertinenti.

Diversi studi hanno inoltre dimostrato che questo processo è gestito a livello cerebrale dalle aree frontale e temporale (per una rassegna, Crawford et al., 2009). Per tale motivo, il test di fluenza verbale è impiegato con successo nello screening di tutte quelle patologie che caratterizzate da un progressivo danneggiamento di tali aree cerebrali come, ad esempio, la malattia di Alzheimer.

Il test di fluenza verbale è uno strumento duttile, utilizzato sia in ambito clinico sia nella ricerca. Le performance dei soggetti possono essere infatti analizzate in molteplici modi e con diverse finalità. Il semplice calcolo del numero di parole prodotte dal soggetto nei sessanta secondi del test, ad esempio, è solamente una delle possibili informazioni ricavabili. Misure più complesse sono legate all'analisi del *clustering* (ovvero la capacità del soggetto di generare parole che abbiano tra loro una qualche relazione semantica) e dello *switching* (ovvero la capacità di cambiare *cluster* semantico durante l'esecuzione del test). In particolar modo l'analisi della performance nella seconda metà del test (ovvero quella in cui è presumibilmente minore il numero di parole disponibili) e delle strategie di *clustering* e *switching* adottate permettono di valutare la risposta del soggetto

in condizioni di maggior richiesta di risorse cognitive quali le funzioni esecutive e la memoria di lavoro (Radanovic et al., 2009).

Numerosi sono gli studi che si sono avvalsi del test di fluenza verbale per lo screening dei disturbi legati al decadimento cognitivo lieve e la malattia di Alzheimer (Gomez & White, 2006; Murphy et al., 2006; Clark et al., 2016) e che sono stati in grado di discriminare soggetti sani da soggetti patologici utilizzando indici facilmente calcolabili quali il numero di parole, di *cluster* e di *switch* e la grandezza dei *cluster* prodotti (Gomez & White, 2006).

4.3.3 *Clock Drawing Test*

Il *Clock Drawing Test* è uno strumento di screening nel quale al paziente è richiesto di disegnare un orologio.

Nato in ambito militare agli inizi del '900 come test per i soldati che avevano subito un trauma nelle aree dei lobi parietali o occipitali, è oggi ampiamente utilizzato per la valutazione di diverse abilità cognitive, quali le funzioni esecutive, le abilità visuo-spaziali, la pianificazione del programma motorio, l'attenzione e la concentrazione (Budson & Solomon, 2015).

Grazie all'alta sensibilità e all'alta specificità (entrambe di circa 85%) (Shulman, 2000), anche il CDT è ampiamente utilizzato per lo screening della demenza ed è spesso contenuto come sotto-compito in test come il MoCA e il GPCog. Inoltre, la semplicità del test e della sua somministrazione lo rendono uno strumento di screening idoneo anche a livello di assistenza sanitaria di base.

Nella sua versione più semplice, al paziente viene presentato un foglio bianco con su stampato un cerchio e viene chiesto di disegnare un orologio, senza ulteriori indicazioni. Per poter disegnare un orologio correttamente, il paziente dovrà quindi essere in grado di comprendere le istruzioni, visualizzare nella propria mente l'esatta disposizione dei numeri delle ore nell'orologio e pianificare l'esatto programma motorio per eseguire il compito (McGee, 2012), abilità già compromesse negli stadi iniziali del decadimento cognitivo.

Uno studio di Shulman (2000) ha inoltre evidenziato come i pazienti con criticità a livello delle funzioni esecutive non riescano a disegnare un orologio a partire da un cerchio bianco, ma siano invece perfettamente in grado di copiare il disegno di un orologio.

4.3.4 *General Practitioners Assessment of Cognition*

Il *General Practitioners Assessment of Cognition* (GPCog) è un test neuropsicologico progettato per essere somministrato a livello di assistenza sanitaria di base dal medico generico. È dotato di una sensibilità dell'85% e una specificità dell'86% nell'individuazione di soggetti affetti da decadimento cognitivo e gli strumenti che lo compongono derivano dal *Cambridge Cognitive Examination* (CAMCOG), dal *Psychogeriatric Assessment Scale* (PAS) e dalla valutazione delle attività della vita quotidiana (Brodaty et al., 2002).

Il GPCog, della durata di circa 5 minuti, è diviso in due sezioni: una rivolta al paziente e l'altra a un informatore attendibile, come ad esempio un familiare. La parte che coinvolge il paziente ha un punteggio massimo di nove punti ed è composta da: CDT e orientamento nel tempo; abilità di calcolo; conoscenza di notizie ed eventi recenti; capacità di ricordare un nome o un indirizzo; la conoscenza del proprio nome, cognome e indirizzo. L'informatore, invece, viene interrogato riguardo a: lo stato della memoria del paziente nelle ultime conversazioni; l'errato posizionamento degli oggetti; la difficoltà nel trovare le parole; la capacità di gestire soldi e trattamenti medici e il livello di assistenza che il paziente necessita durante spostamenti e viaggi (Brodaty et al., 2004).

Come la versione inglese, anche la versione italiana del GPCog (GPCog-IT) è indipendente dal genere del paziente e parzialmente indipendente da età e livello di istruzione (Pirani et al., 2010). Inoltre, il GPCog è caratterizzato da una alta affidabilità nell'accordo tra valutatori e nel test-retest e la sua somministrazione è normalmente giudicata positivamente da paziente e valutatore (Brodaty et al., 2006).

5. Metodologia

La produzione orale è un'attività complessa articolata in diverse fasi e caratterizzata da diversi fenomeni che ne compromettono la “continuità”. In letteratura, tali fenomeni vengono indistintamente chiamati disfluenze o fenomeni di esitazione e classificati come pause (piene e vuote), ripetizioni, false partenze, cancellazioni ecc.

Come già discusso nel Capitolo 3, i fenomeni di esitazione non rappresentano un evento lineare all'interno del flusso del parlato spontaneo, ma si distribuiscono su più livelli e possono essere correlati a diverse esigenze o processi cognitivi del parlante.

Una corretta annotazione di tali fenomeni deve quindi essere in grado di coglierne e descriverne tutte le componenti. Tuttavia, nonostante siano molti gli studi che si sono occupati di fenomeni di esitazione, non esiste nessuno standard di annotazione largamente accettato e ogni lavoro ha di fatto prodotto il proprio sistema di annotazione (Shriberg, 1994; Lickley, 1994; Rose, 1998; Finlayson, 2014).

Nel presente lavoro sono stati annotati i fenomeni di esitazione utilizzando un approccio sia “formale”, sia “funzionale”, secondo quanto già esposto nel Capitolo 3. Dato che l'obiettivo principale di questo lavoro è stato quello di utilizzare i fenomeni di esitazione non come oggetto diretto di studio, ma come elemento del parlato spontaneo da cui estrarre parametri utili per la diagnosi della demenza, si è voluto privilegiare la facilità di analisi a discapito della riusabilità del sistema di annotazione utilizzato.

5.1 Annotazione di disfluenze e fenomeni di esitazione

Per il presente lavoro, le registrazioni oggetto di studio sono state annotate ex novo non tenendo conto delle annotazioni già presenti nel corpus OPLON, ad esclusione dell'informazione relativa alla divisione in enunciati. Inoltre, dopo un ascolto preliminare, si è deciso di non annotare né analizzare le registrazioni del compito di descrizione del sogno, in quanto il parlato in esse contenuto era di tipo sostanzialmente dialogico e povero da un punto di vista informativo per tutti i gruppi soggetti ad analisi. Infatti, a causa dell'elevato carico cognitivo richiesto dall'esecuzione del compito, le produzioni dei soggetti è spesso caratterizzata dalla ripetuta ammissione di non essere in grado di ricordare alcun sogno.

Successivamente le informazioni presenti nei nomi dei file, ovvero ID del soggetto, gruppo di appartenenza e tipo di compito, sono stati sostituiti da codici di riferimento in maniera casuale e automatico utilizzando uno script in Python, in modo da non introdurre alcuna distorsione durante il lavoro di annotazione.

Il software Praat (Boersma & Weenink, 2019) è stato utilizzato per il lavoro di l'annotazione. Malgrado questo software sia pensato più per l'analisi spettrografica che per un lavoro di trascrizione, la funzione *Annotate* (si veda la Figura 5.1) permette

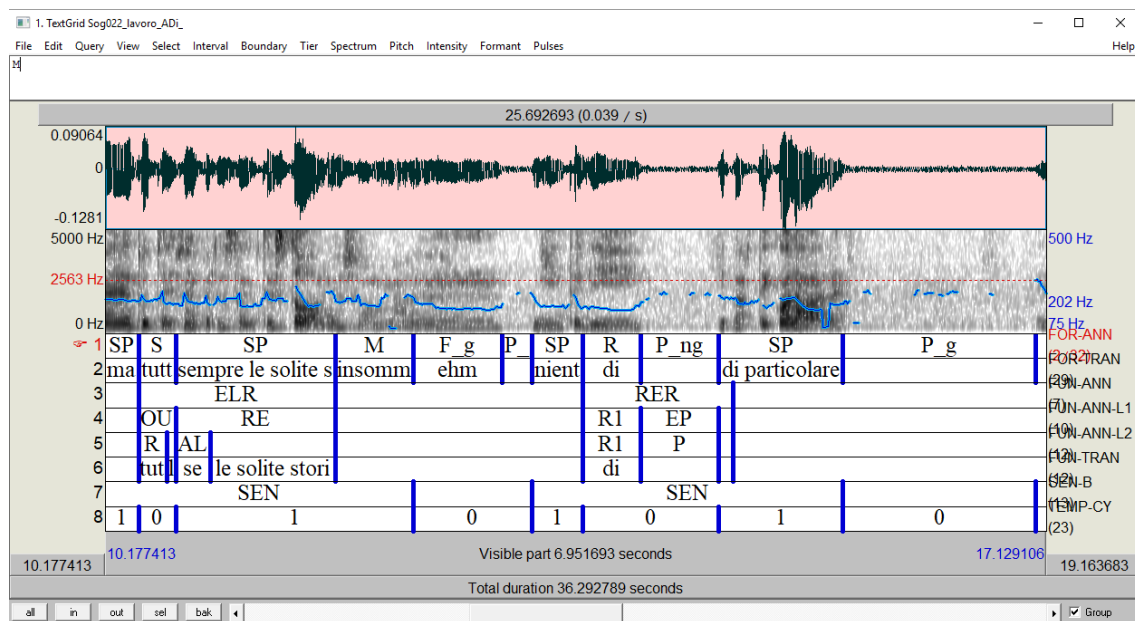


Figura 5.1. La figura mostra una schermata del software Praat. Dall'alto verso il basso: forma d'onda, spettrogramma e TextGrid con annotazioni su 8 livelli.

agevolmente di annotare l'audio su più livelli e di allineare la trascrizione all'audio. Inoltre, l'informazione contenuta nel TextGrid è facilmente esportabile in file di testo, il che rende l'annotazione analizzabile anche con altri strumenti.

5.1.1 Tagset di annotazione

Le tipologie di annotazione utilizzate sono state mutate da lavori precedenti quali Levelt (1983), Lickley (1998), Rose (1998) e Finlayson (2014), sebbene, a eccezione di Rose (1998), tutti lavori citati utilizzano perlopiù delle tassonomie dei fenomeni di esitazione piuttosto che dei formalizzati standard di annotazione.

Nel presente lavoro, disfluenze e fenomeni di esitazione sono stati annotati tenendo conto della distinzione fatta nel Capitolo 3 tra descrizione formale e descrizione funzionale di tali fenomeni (per l'elenco delle etichette utilizzate si veda l'Appendice A).

Tale distinzione è visibile nella Figura 5.1, dove a ogni *tier*¹ del TextGrid di Praat corrisponde un differente livello di annotazione.

Come riportato anche nella Tabella 5.1, i primi due livelli, "FOR-ANN" e "FOR-TRAN", si riferiscono rispettivamente alla vera e propria annotazione formale di disfluenze e fenomeni di esitazione e alla loro trascrizione ortografica. I livelli 3, 4, 5 e 6, ovvero "FUN-ANN", "FUN-ANN-L1", "FUN-ANN-L2" e "FUN-TRAN", riportano rispettivamente l'annotazione funzionale delle disfluenze secondo le categorie di Levelt (1983), la suddivisione delle disfluenze annotate nel livello "FUN-ANN" nelle loro parti costituenti, un'ulteriore suddivisione degli intervalli dei livelli "FUN-ANN" e "FUN-ANN-L1" e la trascrizione ortografica del parlato compreso negli intervalli del livello "FUN-ANN-L2". Il livello 7, ovvero "SEN-B", presenta la divisione in enunciati e, infine, nel livello 8, ovvero "TEMP-CY", sono stati annotate le unità minime dei *temporal cycles*², ovvero l'alternanza di parlato fluente e disfluente.

¹ In Praat un *tier* rappresenta un livello di annotazione. Questo può essere sia puntuale, ovvero rappresentare un unico punto nel tempo, sia un intervallo, nel caso in cui abbia un inizio e una fine. Nel presente lavoro tutte le annotazioni si riferiscono a intervalli.

² Tuttavia, i *temporal cycles* non sono stati analizzati in questo lavoro. Per un approfondimento si veda Roberts & Kirsner (2000) e Pakhomov et al. (2010).

Nome livello di annotazione	Descrizione
FOR-ANN	Annotazione formale di fenomeni di esitazione e disfluenze
FOR-TRAN	Trascrizione ortografica relativa al tier FOR-ANN
FUN-ANN	Annotazione funzionale di fenomeni di esitazione e disfluenze
FUN-ANN-L1	Primo livello di annotazione funzionale
FUN-ANN-L2	Secondo livello di annotazione funzionale
FUN-TRAN	Trascrizione ortografica relativa al tier FUN-ANN
SEN-B	Divisione in enunciati
TEMP-CY	Temporal cycles

Tabella 5.1. Elenco dei livelli di annotazione nel TextGrid di Praat.

5.1.1.1 Annotazione formale

Ai fini di un'annotazione formale delle disfluenze e dei fenomeni di esitazione, si è scelto di adottare, ampliandole e uniformandole alle esigenze di questo studio, le tassonomie presenti nei lavori citati all'inizio del paragrafo precedente (§5.1.1) e sintetizzate nella Tabella 5.2.

Per quanto riguarda il livello "FOR-ANN", nel tagset così ottenuto, può essere isolato un primo gruppo composto dai tag "SP", "M", "SPN", "IN", "DG", i quali si riferiscono, rispettivamente, a una porzione fluente di parlato, ai segnali discorsivi (quali *cioè*, *allora*, *dunque* ecc.), una porzione fluente di parlato rivolta dal soggetto all'intervistatore, il parlato dell'intervistatore e, infine, una parte dialogata tra soggetto e intervistatore. Ai fini dell'analisi, le parti "SPN", "IN" e "DG" sono state successivamente scartate, in quanto si è voluta analizzare la sola parte monologica della produzione dei soggetti.

Un altro sotto-insieme che può essere individuato è quello relativo alle disfluenze, in cui figurano 3 differenti tag: "S", ovvero sostituzione, rappresenta quella porzione di parlato composto da uno o più elementi che verrà successivamente sostituito da altro materiale (es. *c'è una scrivania eeh una libreria*); "I", inserzione, ovvero la parte nuova

Etichette di annotazione	Descrizione
SP	Parlato fluente
M	Segnali discorsivi
SPN	Parlato rivolto dell'intervistatore
IN	Parlato dell'intervistatore
DG	Dialogo
S	Sostituzione
I	Inserzione
D	Cancellazione
P	Pause vuote
F	Pause piene
Li	Prolungamenti iniziali
Lf	Prolungamenti finali
R	Ripetizioni
B	Inspirazione
H	Suoni extra linguistici
_G	Grammaticale
_NG	Non grammaticale
- (trattino alto)	Frammento di parola
:(due punti)	Prolungamento vocalico
_ (trattino basso)	Parlato non comprensibile

Tabella 5.2. Elenco delle etichette relative all'annotazione formale di fenomeni di esitazione e disfluenze.

(“inserita”) in una porzione di parlato che viene ripetuta (es. *il gatto sta giocando con un gomitolo, con un gomitolo di lana*); “D”, ovvero cancellazione, la quale si riferisce a quella parte di enunciato interrotta e lasciata incompiuta dal parlante (es. *e questo non sempre è facile ricondurre / quindi può essere uno degli elementi più defaticanti*).

Infine, l'ultimo gruppo è quello dei tag relativi ai fenomeni di esitazione, quali: “P”, pausa vuota di durata maggiore di 200 ms; “F”, pausa piena (es. *eeh, mmh, ehm* ecc.) di durata qualsiasi; “Li”, ovvero un prolungamento vocalico a inizio di parola; “Lf”, ovvero un prolungamento vocalico a fine di parola; “R”, ripetizione, ovvero una parte dell'enunciato che viene ripetuta senza apportare alcun tipo di modifica.

Oltre alle categorie descritte fin qui, sono stati annotati anche fenomeni non linguistici, quali: “B”, ovvero ispirazione, e “H”, ovvero tutti gli altri suoni non linguistici emessi dal parlante come tosse, risata ecc.

Inoltre, a pause vuote, pause piene, prolungamenti iniziali e prolungamenti finali sono stati aggiunti i tag “_G” (grammaticale) e “_NG” (non grammaticale) a seconda che il fenomeno di esitazione avvenisse, rispettivamente, al confine di enunciato o all’interno di un enunciato.

Così come mostrato dalla Figura 5.1, il livello di annotazione “FOR-TRAN”, è perfettamente allineato a “FOR-ANN”, di cui è la trascrizione ortografica. A questo livello sono stati utilizzati alcuni segni diacritici: “-” (trattino alto), il quale segnala un frammento di parola; “:” (due punti), i quali indicano il prolungamento della vocale precedente; “_” (trattino basso), ovvero una parte di enunciato non comprensibile.

5.1.1.2 Annotazione funzionale

L’annotazione funzionale di disfluenze e fenomeni di esitazione riprende la tassonomia di Levelt (1983) e ne ripropone la struttura, così come descritto nel paragrafo §3.1.1.2. Nella Figura 5.1 si possono vedere, infatti, tre i livelli di descrizione (“FUN-ANN”, “FUN-ANN-L1” e “FUN-ANN-L2”), più un quarto (FUN-TRAN), ovvero la trascrizione ortografica del livello “FUN-ANN-L2”.

Etichette di annotazione	Descrizione
AAR	Riduzione di ambiguità
ALR	Livello appropriato
ACR	Coerenza con il testo precedente
ALCR	Coerenza e livello appropriati
ELR	Errore lessicale
ESR	Errore sintattico
EFR	Errore fonetico
DR	Cancellazioni
CVR	Covert repair
PSR	Errori della prosodia
RR	Errori rimanenti

Tabella 5.3. Elenco delle etichette relative all’annotazione funzionale delle disfluenze

5.1.1.2.1 Disfluenze

I tag utilizzati nel primo livello di annotazione ed elencati nella Tabella 5.3, possono essere divisi in due gruppi, ovvero errori di appropriatezza ed errori propriamente detti.

I primi sono stati annotati con:

- AAR: *riduzione di ambiguità*. Intervento del parlante volto a ridurre l'ambiguità di ciò che ha precedentemente detto;
- ALR: *livello appropriato*. Il parlante “corregge” un termine (di per sé non sbagliato) con uno più appropriato;
- ACR: *coerenza con il testo precedente*. Il parlante interviene modificando un termine non coerente con la parte di discorso precedente;
- ALCR: *coerenza e livello appropriati*. Correzioni che intervengono sia sulla coerenza che sull'appropriatezza di un termine utilizzato.

I tag con cui sono stati annotati gli errori sono invece tre:

- ELR: *errore lessicale*. A differenza dell'AAR, il parlante sostituisce il termine utilizzato perché completamente errato;
- ESR: *errore sintattico*. Ovvero errori di tipo sintattico o morfosintattico.
- EFR: *errore fonetico*. Ovvero errori di natura fonetico-fonologica.

Al di fuori di questi due gruppi di disfluenze, sono stati annotati anche:

- DR: *cancellazioni*. Ovvero l'interruzione brusca e l'abbandono di un enunciato;
- CVR: *covert repair*. Ovvero quegli errori che secondo Levelt (1983) vengono individuati e riparati prima dell'attivazione del programma motorio e che presentano una struttura ben definita (si veda §3.1.1.2);
- PSR: *errori della prosodia*. Un errore che riguarda la curva intonativa;
- RR: *errori rimanenti*. Tutti quegli errori che non rientrano nelle categorie appena descritte.

Tutte le disfluenze annotate sono state a loro volta divise nelle loro parti costituenti (Tabella 5.4) nel secondo livello di annotazione, ovvero “FUN-ANN-L1”.

I tag utilizzati a questo livello sono solamente tre, ovvero “OU”, “EP” e “RE” che rispettivamente si riferiscono all'*original utterance* (la parte di enunciato che contiene

l'errore da correggere), all'*editing phase* (un periodo di esitazione che può contenere pause, ispirazioni, *editing term* ecc. o avere durata nulla, ovvero rappresentare una transizione, praticamente immediata, nel flusso del parlato) e al *repair*, ovvero la porzione di enunciato con cui il parlante interviene per modificare l'errore contenuto nell'OU.

Etichette di annotazione	Descrizione
OU	Original utterance
EP	Editing phase
RE	Repair

Tabella 5.4. Etichette utilizzate nel tier FUN-ANN-L1

Un ulteriore livello di annotazione è rappresentato da “FUN-ANN-L2”, sesto tier del TextGrid di Praat in *Figura 1*. Questo livello riporta la suddivisione dei tier “FUN-ANN” e “FUN-ANN-L1” nelle loro parti costituenti (Tabella 5.5), ovvero: “RP”, *reparandum*, l'errore contenuto nell'*original utterance*, modificato dal successivo intervento del parlante; “DE”, *delay*, la porzione di enunciato contenuto nell'OU che va dalla fine del *reparandum* al momento dell'interruzione (es. *c'è una bambina che eeh un bambino che sta giocando con dei cubi – il *delay* è rappresentato dalla parte sottolineata*); ET, *editing term*, elemento contenuto nell'*editing phase* che segnala la presenza di un errore (fanno parte dell'ET le pause piene e segnali discorsivi come “cioè”, “scusa”, “no” ecc.); SR, *span of retracing*, porzione di enunciato contenuta nell'OU da cui il parlante parte per correggere l'errore commesso (es. *è una cosa breve, cioè una cosa piccola – il *span of retracing* è rappresentato dalla parte sottolineata*); AL, *alteration*, elemento contenuto nel *repair* che corregge il *reparandum*.

Etichette di annotazione	Descrizione
RP	Reparandum
DE	Delay
ET	Editing term
SR	Span of retracing

Tabella 5.5. Etichette utilizzate nel tier FUN-ANN-L2.

5.1.1.2.2 Ripetizioni

Le ripetizioni sono state anche annotate seguendo la classificazione funzionale fatta nei paragrafi §3.1.2.4 e §3.2. Seguendo le analisi acustiche presenti nei lavori di Hieke (1983), Shriberg (1995) e Plauché & Shriberg (1999), sono state individuate tre categorie di ripetizioni e annotate nel tier “FUN-ANN” utilizzando le etichette: “RER”, *ripetizione retrospettiva*, ripetizione caratterizzata dalla presenza di pausa tra i due elementi della ripetizione, un contorno intonativo discendente e dalla maggior durata del primo elemento della ripetizione; “PRR”, *ripetizione prospettiva*, ovvero ripetizione caratterizzata dalla possibile presenza di pausa tra i due elementi della ripetizione, un contorno intonativo discendente e dalla maggior durata del secondo elemento della ripetizione; “CVRREP”, *covert repair repetition*, caratterizzata da una durata omogenea degli elementi della ripetizione, da un contorno intonativo ascendente e da una pausa che precede l’elemento ripetuto (si veda la Tabella 5.6).

Etichette di annotazione	Descrizione
RER	Ripetizione retrospettiva
PRR	Ripetizione prospettiva
CVRREP	Covert repair repetition
R[n]	Numero dell’elemento ripetuto

Tabella 5.6. Etichette relative all’annotazione delle ripetizioni.

Come si può notare dalla Figura 5.2, nel livello “FUN-ANN-L1” sono annotati gli elementi della ripetizione secondo la dicitura R[n], dove per n si intende il numero dell’elemento ripetuto (non è raro, soprattutto nel caso delle ripetizioni CVRREP, che un elemento sia ripetuto più di una volta). Inoltre, come per l’annotazione funzionale delle disfluenze, è stato annotato con “EP”, *editing phase*, il periodo di esitazione che separa la ripetizione di due o più elementi.

Nel livello “FUN-ANN-L2”, così come per le disfluenze, gli elementi contenuti in “FUN-ANN-L1” sono scomposti, qualora possibile, negli elementi che li compongono (nel caso della Figura 5.2, R1, EP e R2 del livello FUN-ANN-L1 coincidono perfettamente con R1, P e R2 del livello FUN-ANN-L2).

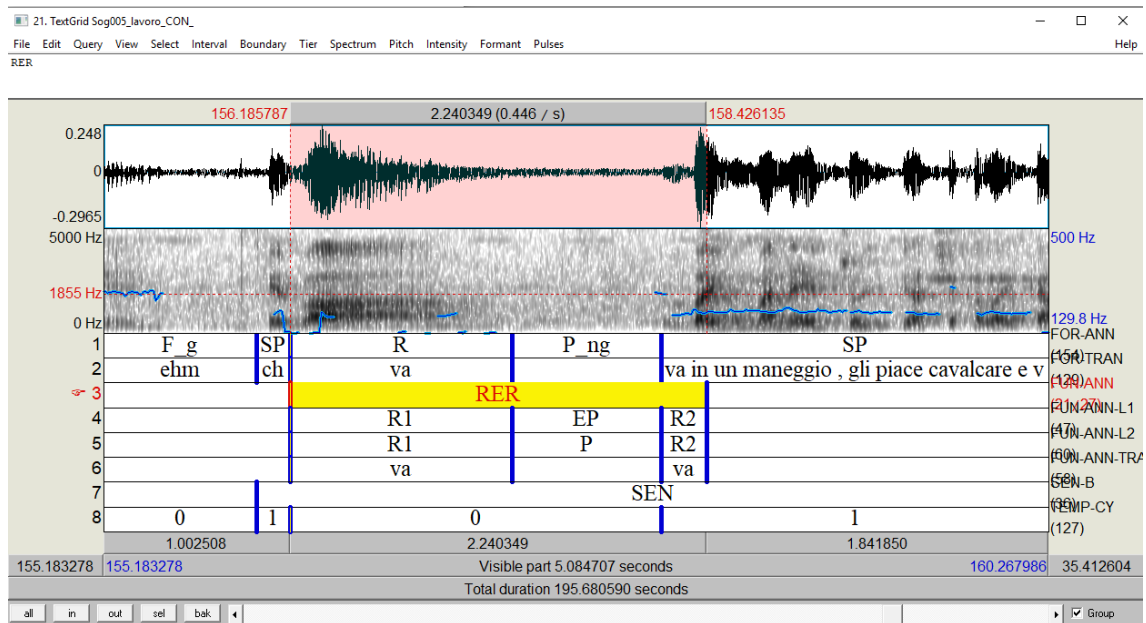


Figura 5.2. La figura mostra una schermata del software Praat e l'annotazione di una ripetizione retrospettiva (RER)

5.1.1.3 Divisione in enunciati

Come mostrato in Figura 5.1 e Figura 5.2, il settimo tier del TextGrid presenta l'annotazione relativa alla divisione in enunciati. L'unica etichetta utilizzata in questo tier è "SEN", che appunto indica l'intervallo di inizio e fine enunciato. Gli intervalli lasciati vuoti, invece, indicano sempre un momento di interruzione come una pausa (piena o vuota), un'inspirazione ecc.

Per la divisione in enunciati è stata utilizzata l'annotazione già presente nel corpus OPLON che, come già detto nel capitolo precedente, è stata fatta a partire da criteri illocutivo-intonativi (Cresti, 2014).

L'enunciato, definito da Cresti (2005) come «come ogni espressione linguistica interpretabile pragmaticamente», risulta essere un valido elemento per la rappresentazione del parlato spontaneo. Inoltre, basandosi non esclusivamente su criteri intonativi, ben si sposa con un lavoro di analisi dei fenomeni di esitazione, in quanto

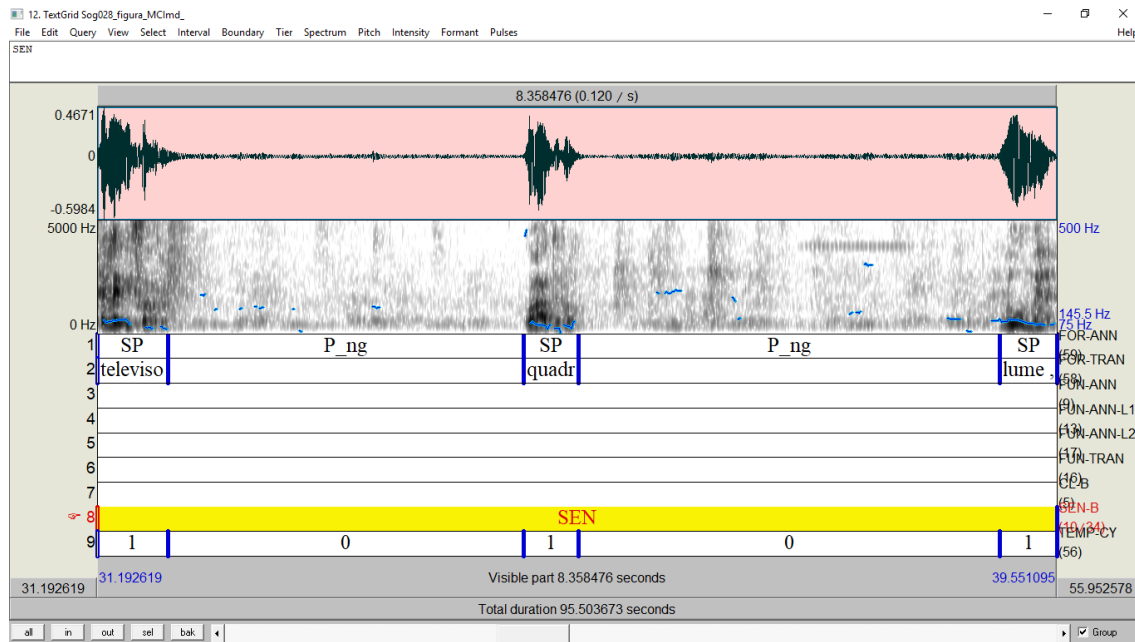


Figura 5.3. Parte del compito di descrizione della figura di un soggetto affetto da decadimento cognitivo lieve. L'enunciato "televisore quadro lume" è sottolineato in giallo.

permette di individuare i confini di un enunciato indipendentemente dalla presenza o meno di una pausa, ovvero uno degli oggetti di questo studio.

Tale modello è risultato particolarmente utile nella divisione in enunciati del compito di descrizione della figura. Infatti, la maggior parte dei soggetti, e in particolar modo quelli affetti da decadimento cognitivo, hanno svolto il compito perlopiù producendo degli elenchi di oggetti o azioni rappresentati nella figura più che vere e proprie descrizioni.

Ad esempio, come mostra la Figura 5.3, l'enunciato "televisore quadro lume" è composto da tre elementi separati da lunghe pause. L'approccio utilizzato nel presente lavoro (Cresti, 2001; Cresti & Nencioni, 2005) permette di considerare i tre elementi come tre differenti unità informative e di raggrupparli nello stesso enunciato, anche se non dotati di compiutezza semantica, purché dotati di autonomia, ovvero interpretabilità pragmatica.

5.2 Automazione dell'analisi

Una volta completato il lavoro di annotazione, sono stati ripristinati i nomi originali dei file audio e di testo, riportanti le informazioni dell'ID del soggetto, del gruppo di appartenenza e del tipo di compito svolto.

Successivamente, l'informazione contenuta nei TextGrid è stata organizzata e resa più leggibile utilizzando la matrice in Tabella 5.7.

TIER	ETICHETTE	INIZIO	FINE	DURATA
FOR-ANN	/	0	0.059	0.059
FOR-TRAN	/	0	0.059	0.059
FUN-ANN	/	0	0.059	0.059
FUN-ANN-L1	/	0	0.059	0.059
FUN-ANN-L2	/	0	0.059	0.059
FUN-TRAN	/	0	0.059	0.059
SEN-B	/	0	0.059	0.059
TEMP-CY	/	0	0.059	0.059
FOR-ANN	M	0.059	0.429	0.371
FOR-TRAN	allora	0.059	0.429	0.371
FUN-ANN	blank	0.059	3.581	3.522
FUN-ANN-L1	blank	0.059	3.581	3.522
FUN-ANN-L2	blank	0.059	3.581	3.522
FUN-TRAN	blank	0.059	3.581	3.522
SEN-B	SEN	0.059	18.133	18.074
TEMP-CY	1	0.059	0.429	0.371
FOR-ANN	P_g	0.429	1.914	1.484
FOR-TRAN	blank	0.429	1.914	1.484
TEMP-CY	0	0.429	1.914	1.484
FOR-ANN	SP	1.914	2.857	0.943
FOR-TRAN	quello che vedo ,	1.914	2.857	0.943
...

Tabella 5.7. Esempio dell'organizzazione in matrici delle annotazione contenute nel TextGrid di Praat.

Ogni riga corrisponde a un intervallo nel TextGrid. La prima colonna fa riferimento al tier, la seconda al contenuto dell'intervallo e la terza, la quarta e la quinta riportano rispettivamente l'inizio, la fine e la durata dall'intervallo. Infine, gli intervalli che riportano l'etichetta "blank" sono quelli che non registrano alcun fenomeno.

Fatto salvo il lavoro di annotazione, il quale è stato condotto e revisionato manualmente dall'autore, tutti i successivi passaggi, dall'organizzazione dell'informazione contenuta nei TextGrid all'estrazione dei parametri, fino all'analisi statistica dei risultati, sono stati completamente automatizzati grazie all'utilizzo di script in Python sviluppati dall'autore (due esempi presenti nell'Appendice B).

L'obiettivo, duplice, è stato da una parte quello di facilitare e rendere possibile l'analisi di una consistente quantità di dati, altrimenti difficilmente analizzabile manualmente, dall'altro quello di sviluppare una delle componenti di un sistema automatico per la diagnosi del decadimento cognitivo.

Per quanto riguarda quest'ultimo punto, un limite significativo nella creazione di un sistema in grado di analizzare il parlato spontaneo e automaticamente produrre una categorizzazione dei soggetti in sani o affetti da decadimento cognitivo è rappresentato dalla difficoltà di automatizzare l'annotazione di disfluenze e fenomeni di esitazione. Tuttavia, mentre per le disfluenze, data la complessità della loro struttura, tale limite risulta difficilmente valicabile, per i fenomeni di esitazione, in particolar modo per pause piene e vuote, è possibile ottenere una loro annotazione automatica con risultati accettabili (Roark et al., 2011).

Dato lo scopo del presente lavoro, ovvero studiare possibili differenti pattern di disfluenze e fenomeni di esitazione nel parlato spontaneo dei soggetti affetti da decadimento cognitivo, si è preferito basare l'analisi su un'annotazione manuale.

Infine, l'ultima parte dello studio prevede la realizzazione di un classificatore automatico dei soggetti affetti da decadimento cognitivo che utilizzi come input i parametri risultati significativi, dopo l'analisi statistica, nel differenziare i gruppi (si veda il paragrafo §6.5 del capitolo successivo).

5.3 Parametri studiati

L'informazione estratta dai TextGrid organizzata sottoforma di matrice, così come esposto nel paragrafo precedente, è stata utilizzata per l'estrazione dei parametri oggetto di analisi.

Tutte le misure sono state ugualmente calcolate per entrambi i compiti svolti dai soggetti, ovvero quello di descrizione della figura e della giornata lavorativa, e per ognuno dei tre gruppi (CON, MCI e e-D).

Per motivi di organizzazione espositiva, a differenza di quanto discusso nel Capitolo 3, le ripetizioni sono state accorpate ai gruppi dei parametri riguardanti le disfluenze.

Dapprima sono state quindi estratte dalle annotazioni alcune misure volte a descrivere la produzione orale dei soggetti e in alcuni casi utilizzate per normalizzare i parametri oggetto di studio:

- DURATA COMPITO: la durata in secondi dei compiti svolti dai soggetti, includendo parti monologiche e dialogate;
- DURATA EFFETTIVA PRODUZIONE: durata in secondi della sola parte monologica del compito;
- DURATA DIALOGO: durata in secondi dell'eventuale parte dialogata tra soggetto e intervistatore;
- DURATA INTERVISTATORE: durata in secondi degli eventuali interventi dell'intervistatore durante l'esecuzione del compito;
- PERCENTUALE DI NON PRODUZIONE: il rapporto in percentuale tra la parte monologica e la parte restante del compito;
- NUMERO SILLABE: il conteggio delle sillabe. Dal conteggio sono stati esclusi frammenti di parole, pause piene e segnali discorsivi;
- NUMERO DI PAROLE: il numero di token individuabili nella produzione del soggetto. Dal conteggio sono stati esclusi frammenti di parole, pause piene e segnali discorsivi;
- NUMERO HAPAX: il numero di token con frequenza 1 (hapax). Anche in questo caso sono stati esclusi dal conteggio frammenti di parole, pause piene e segnali discorsivi;
- NUMERO ENUNCIATI: numero degli enunciati prodotti dai soggetti;

È giusto precisare che il valore NUMERO DI PAROLE, per il quale sono stati normalizzati alcuni parametri analizzati, si riferisce al numero di parole, o meglio elementi grafici, della trascrizione. Questo valore è stato ottenuto escludendo dal conteggio frammenti di

parole, pause piene, segnali discorsivi e gli elementi delle disfluenze oggetto di correzione (ad esempio, nel caso della trascrizione funzionale, sono stati esclusi gli elementi del *reparandum*), così come sono stati esclusi anche gli elementi delle ripetizioni.

L'obiettivo è stato quindi quello di trovare un valore con il quale normalizzare i valori assunti dai diversi parametri, in modo tale da rendere possibile l'analisi e il confronto tra soggetti diversi.

Ad esempio, espressioni idiomatiche come *tirare le cuoia* e polirematiche come *mulino a vento*, secondo la prospettiva adottata, risultano essere composte da 3 parole (elementi). Questa scelta è giustificata dal fatto che la disfluenza può interessare uno o più elementi della polirematica, come ad esempio il caso in cui il soggetto produca un enunciato del tipo: *Il manchego lottava contro i mulini i mulini a a vento*. In questo caso, se la polirematica venisse trattata come un unico elemento avremmo un totale di 2 ripetizioni ogni 6 parole (8 parole, invece, secondo il metodo utilizzato in questo lavoro). A nostro avviso ciò rischierebbe di creare una distorsione nei risultati e non permetterebbe di cogliere le specificità del fenomeno, in questo caso quello della ripetizione, il quale può manifestarsi anche a un livello inferiore rispetto a quello della polirematica.

Successivamente, a partire esclusivamente dalla parte monologica del compito, sono stati calcolati una serie di parametri da utilizzare come elementi per differenziare le differenti condizioni cliniche. Il primo gruppo è composto da 8 parametri:

- DURATA ENUNCIATI: durata media in secondi degli enunciati prodotti dai soggetti;
- PAROLE PER ENUNCIATO: il numero medio di parole per enunciato ottenuto dividendo NUMERO FRASI per NUMERO DI PAROLE;
- PERCENTUALE HAPAX: il rapporto in percentuale tra NUMERO HAPAX e NUMERO DI PAROLE;
- TOTALE PAROLE VUOTE: numero delle parole non lessicali presenti tra gli hapax;
- PERCENTUALE PAROLE VUOTE: il rapporto in percentuale tra TOTALE PAROLE VUOTE e NUMERO HAPAX;
- NUMERO PAROLE PER SECONDO: il numero di parole per secondo prodotte dal soggetto. Calcolato come rapport tra NUMERO DI PAROLE e DURATA EFFETTIVA PRODUZIONE;

- SPEECH RATE: espresso in sillabe per secondo. Calcolato sulla produzione effettiva tenendo conto anche delle pause;
- ARTICULATION RATE: espresso in sillabe per secondo. Calcolato sulla produzione effettiva escludendo pause piene e vuote e inspirazioni.

Il successivo gruppo di parametri analizzato è quello estratto a partire dall'annotazione formale delle disfluenze. Dopo aver calcolato il numero delle disfluenze (sostituzioni, inserzioni, cancellazioni, ripetizioni), per ogni tipologia di disfluenza sono stati estratti i seguenti parametri:

- DISFLUENZE PER 100 PAROLE: numero di disfluenze per 100 parole calcolato per ogni tipo di disfluenza. Dal conteggio sono stati esclusi frammenti di parole, pause piene e segnali discorsivi;
- DISFLUENZE SU SPEECH RATE: numero di disfluenze normalizzato per lo speech rate e calcolato per ogni tipo di disfluenza;
- TOTALE PER 100 PAROLE: totale delle disfluenze su 100 parole.
- TOTALE SU SPEECH RATE: totale delle disfluenze normalizzato per lo speech rate;

Il terzo gruppo analizzato racchiude i parametri estratti dall'annotazione funzionale delle disfluenze. Anche in questo caso è stato calcolato il numero delle disfluenze, ovvero AAR, ALR, ACR, ALCR, ELR, ESR, EFR, DR, CVR, PSR, RR, RER, PRR, CVRREP, e successivamente sono stati estratti i seguenti parametri per ogni tipologia di disfluenza:

- DISFLUENZE PER 100 PAROLE: numero di disfluenze per 100 parole calcolato per ogni tipo di disfluenza. Dal conteggio sono stati esclusi frammenti di parole, pause piene e segnali discorsivi;
- DISFLUENZE SU SPEECH RATE: numero di disfluenze normalizzato per lo speech rate e calcolato per ogni tipo di disfluenza;
- NUMERO EP: numero di disfluenze che presentano un *editing phase*. Calcolato per ogni tipo di disfluenze e sul totale delle disfluenze;

- DURATA EP: durata in secondi dell'*editing phase* per ogni tipo di disfluenza e per il totale delle disfluenze. Per le disfluenze che non presentano un *editing phase* è stato considerata una durata di 0 secondi;
- DURATA TIPO EP: durata in secondi di ogni tipo di fenomeni di che compongono l'*editing phase*;
- DELTA RP AL: la distanza in secondi tra la fine del *reparandum* e l'inizio dell'*alteration* normalizzato per DURATA EFFETTIVA PRODUZIONE. Come esposto nel paragrafo § 3.1.2.2.1 in questo lasso di tempo possono essere presenti fenomeni quali *delay*, *editing phase* e *span of retracing*;
- NUMERO DE: numero di disfluenze che presentano una fase di *delay* dopo il *reparandum*;
- DURATA DE: durata in secondi del *delay*. Come per DURATA EP, la durata del *delay* può essere uguale a zero. Condizione nella quale la fine del *reparandum* coincide con l'inizio dell'*editing phase* o del *repair*.
- NUMERO SR: numero di disfluenze che presentano una fase di *span of retracing* prima dell'*alteration*;
- DURATA SR: durata in secondi dello *span of retracing*. Anche in questo caso, come per DURATA EP, la durata dello *span of retracing* può essere uguale a zero. Condizione nella quale la fine del *reparandum* o dell'*editing phase* coincide con l'inizio del *repair*.

L'ultimo gruppo di parametri oggetto di analisi è quello relativo ai fenomeni di esitazione e comprende:

- NUMERO ESITAZIONI: il numero di pause vuote e piene e di prolungamenti sillabici iniziali e finali prodotti dai soggetti normalizzato per NUMERO PAROLE;
- DURATA ESITAZIONI: durata media in secondi di pause vuote e piene e di prolungamenti sillabici iniziali e finali normalizzata per DURATA EFFETTIVA PRODUZIONE;
- NUMERO ESITAZIONI GRAMMATICALI: il numero di pause vuote e piene e di prolungamenti sillabici iniziali e finali grammaticali, ovvero a confine di enunciato, prodotti dai soggetti diviso per NUMERO ENUNCIATI;

- DURATA ESITAZIONI GRAMMATICALI: durata in secondi di pause vuote e piene e di prolungamenti sillabici iniziali e finali grammaticali, ovvero a confine di enunciato, normalizzata per DURATA EFFETTIVA PRODUZIONE;
- NUMERO ESITAZIONI NON GRAMMATICALI: il rapporto tra NUMERO ENUNCIATI e pause vuote e piene e prolungamenti sillabici iniziali e finali non grammaticali, ovvero all'interno di enunciato, prodotti dai soggetti diviso per NUMERO ENUNCIATI;
- DURATA ESITAZIONI NON GRAMMATICALI: durata in secondi di pause vuote e piene e di prolungamenti sillabici iniziali e finali non grammaticali, ovvero a all'interno di enunciato, normalizzata per DURATA ENUNCIATI.

5.5 Risultati attesi

Come ampiamente discusso nel Capitolo 2, il decadimento cognitivo affligge le facoltà linguistiche già dalle prime manifestazioni cliniche della malattia (Caramelli, 1998) e con il progredire della malattia, la produzione stessa diventa più difficoltosa (Klimova & Kuca, 2016).

Per tali motivi, ci aspettiamo che DURATA EFFETTIVA PRODUZIONE, ovvero la durata del compito emendata da eventuali interventi dell'intervistatore, sia maggiore nei soggetti di controllo rispetto quantomeno al gruppo e-D. Per quanto riguarda il gruppo di soggetti affetto da decadimento cognitivo lieve (MCI), non ci aspettiamo una significativa discrepanza dal gruppo di controllo, in quanto a questo stadio le abilità linguistiche-comunicative e il livello di fluenza non sono ancora compromessi (Taler & Phillips, 2008). Tuttavia, potrebbe essere possibile osservare una tendenza a una riduzione della durata del compito anche nel gruppo MCI rispetto al gruppo di controllo.

Altre misure relative alla descrizione della produzione orale dei soggetti quali DURATA COMPITO, DURATA DIALOGO, DURATA INTERVISTATORE e PERCENTUALE DI NON PRODUZIONE non sono state oggetto diretto di analisi in quanto non strettamente dipendenti dalla performance dei soggetti. Tuttavia, nonostante l'intervistatore sia stato istruito a non instaurare un dialogo con i soggetti, il suo intervento si è comunque reso alle volte necessario al fine di sostenere l'esecuzione dei compiti da parte di alcuni

soggetti. Per tale motivo misure quali DURATA DIALOGO e PERCENTUALE DI NON PRODUZIONE possono fornire una misura indiretta delle difficoltà incontrate dai soggetti nell'esecuzione dei compiti. La tendenza attesa è quindi quella di una maggiore durata assoluta e in rapporto alla durata totale del compito della componente dialogica per i gruppi e-D e, in misura minore, MCI rispetto al gruppo di controllo.

Alcuni fenomeni di semplificazione del parlato dei soggetti affetti da decadimento cognitivo possono inoltre essere catturati dalle restanti misure relative alla descrizione della produzione orale.

Come mostrato dalla Tabella 5.8, ci aspettiamo che i soggetti affetti da decadimento cognitivo producano degli enunciati più brevi e meno complessi, ovvero con valori più bassi di DURATA ENUNCIATI e più bassi di PAROLE PER ENUNCIATO. Tali misure, nonostante non rappresentino un fine strumento di analisi della sintassi, possono comunque fornire un indice della semplificazione sintattica osservata in alcuni studi sul decadimento cognitivo (Roark et al., 2007; Beltrami et al., 2016).

Descrizione corpus		
Parametri	MCI	e-D
DURATA ENUNCIATI	-	-
PAROLE PER ENUNCIATO	-	-
PERCENTUALE HAPAX	-	-
PERCENTUALE PAROLE VUOTE	+	+
NUMERO PAROLE PER SECONDO	-	-
SPEECHRATE	-	-
ARTICULATION RATE	-	-

Tabella 5.8. Valori attesi per i parametri di descrizione del parlato nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo. Il segno meno sta a indicare valori minori, mentre il segno più indica valori maggiori rispetto al gruppo di controllo.

La difficoltà nell'accesso lessicale e nello specifico la compromissione della conoscenza lessico-semantiche sono tra i primi sintomi ampiamente documentati nella malattia d'Alzheimer (Adlam et al., 2006; Salehi et al., 2017). Bassi valori di PERCENTUALE HAPAX e alti valori di PERCENTUALE PAROLE VUOTE possono essere indice di questo tipo di fragilità nelle abilità linguistiche dei soggetti (Bucks et al., 2000; Berisha et al., 2015; Hernández-Domínguez et al., 2018). Per tale motivo i valori attesi nel gruppo

di controllo sono maggiori per quanto riguarda PERCENTUALE HAPAX e minori per quanto riguarda PERCENTUALE PAROLE VUOTE rispetto ai gruppi affetti da decadimento cognitivo.

Più complessa, invece, la discussione relativa a NUMERO PAROLE PER SECONDO, SPEECH RATE e ARTICULATION RATE, in quanto tali indici possono avere cause differenti, fino a delinearci alle volte come strategie più o meno coscientemente utilizzate dal parlante per far fronte a problemi nella produzione orale. Infatti, se la variazione in SPEECH RATE e NUMERO PAROLE PER SECONDO è strettamente collegata alla maggiore o minore presenza di pause, ARTICULATION RATE è indice invece della velocità della produzione da un punto di vista articolatorio. Tuttavia, tutti e tre i parametri possono essere ricondotti a un dominio cognitivo più alto rispetto a quello prettamente articolatorio (Lowit et al., 2006) e alle volte la variazione della velocità della produzione, correlando significativamente con la complessità lessicale e strutturale (Cohen Priva, 2017), può essere utilizzata come strategia per far fronte a una ridotta capacità di accesso lessicale o di organizzazione della struttura informativa (Davis & Maclagan, 2009; Pistono et al., 2016). Ci aspettiamo quindi di trovare per tutti e tre i parametri valori più bassi nei soggetti affetti da decadimento cognitivo.

Strettamente collegata a quanto discusso finora è l'analisi dei parametri estratti a partire dall'annotazione formale e funzionale delle disfluenze (Tabella 5.9). I valori assoluti del numero di disfluenze sono stati normalizzati per numero di parole e speech rate (Hier et al., 1985; Oomen & Postma, 2001; Dijkstra et al., 2004; Corley & Stewart, 2008; Hernández-Domínguez et al., 2018) in modo tale da ottenere dei parametri, quali DISFLUENZE PER 100 PAROLE, TOTALE PER 100 PAROLE, DISFLUENZE SU SPEECH RATE e TOTALE SU SPEECH RATE, in grado di cogliere le differenze tra soggetti al netto della velocità e della ricchezza della produzione.

Alla luce di quanto discusso nel Capitolo 2, ci aspettiamo quindi di trovare un maggior numero di errori lessicali (S, I e ELR), di cancellazioni (D e DR), di ripetizioni (R, RER, PRR, CVRREP) e *covert repair* (CVR) nei soggetti affetti da decadimento cognitivo. Un discorso analogo è valido anche per gli errori di appropriatezza (AAR, ALR, ACR e ALCR), mentre non ci aspettiamo alcuna sostanziale differenza tra i gruppi per quanto riguarda gli errori sintattici (ESR), fonetici (EFR) e legati alla prosodia (PSR).

Disfluenze (formale e informale)		
Parametri (normalizzati per 100 parole e speechrate)	MCI	e-D
ERRORI LESSICALI (S, I e ELR)	+	+
CANCELLAZIONI (D e DR)	+	+
RIPETIZIONI (R, RER, PRR, CVRREP)	+	+
COVERT REPAIR (CVR)	+	+
ERRORI DI APPROPRIATEZZA (AAR, ALR, ACR e ALCR)	+	+
ERRORI SINTATTICI (ESR)	=	=
ERRORI FONETICI (EFR)	=	=
ERRORI PROSODICI (PSR)	=	=
TOT (solo disfluenze formali)	+	+

Tabella 5.9. Valori attesi per le disfluenze (trascrizione formale e funzionale) nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo. Il segno meno sta a indicare valori minori, mentre il segno più indica valori maggiori rispetto al gruppo di controllo.

Scendendo nel dettaglio della sola annotazione funzionale (Tabella 5.10), è stato calcolato il valore di una serie di parametri riguardanti *editing phase* (EP), *delay* (DE) e *span of retracing* (SR) delle disfluenze. Se teniamo in considerazione che il rilevamento e la correzione di un errore sono delle attività che richiedono un carico cognitivo maggiore (Altıparmak & Kuruoğlu, 2018), ci aspetteremo quindi che NUMERO EP, NUMERO DE e NUMERO SR abbiano valori maggiori nei soggetti affetti da decadimento cognitivo, così come DURATA EP, DURATA RP AL, DURATA DE, DURATA SR e SILL SR.

Disfluenze (funzionale)		
Parametri	MCI	e-D
NUMERO E DURATA EP	+	+
DURATA TIPO EP (P, F, Li, Lf)	+	+
DELTA RP AL	+	+
NUMERO E DURATA DE	+	+
NUMERO E DURATA SR	+	+

Tabella 5.10. Valori attesi per i parametri delle componenti delle disfluenze (funzionali) nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo. Il segno meno sta a indicare valori minori, mentre il segno più indica valori maggiori rispetto al gruppo di controllo.

Infine, per quanto riguarda i fenomeni di esitazione, i parametri oggetto di analisi possono essere sostanzialmente divise in due gruppi. Il primo, composto da NUMERO

ESITAZIONI GRAMMATICALI e DURATA ESITAZIONI GRAMMATICALI, raccoglie i parametri utilizzati per indagare le difficoltà nell'accesso lessicale, mentre il secondo, in cui figurano NUMERO ESITAZIONI NON GRAMMATICALI e DURATA ESITAZIONI NON GRAMMATICALI, è stato utilizzato per studiare le problematiche riscontrate dai soggetti nel recupero di informazioni dalla memoria e nella pianificazione della successiva unità informativa (Gayraud et al., 2012; Pistono et al., 2016, 2019).

Come mostrato dalla Tabella 5.11, ci aspettiamo quindi che il numero e a la durata di entrambi i tipi di pausa sia maggiore nei soggetti affetti da decadimento cognitivo.

Fenomeni di esitazione		
Parametri	MCI	e-D
NUMERO E DURATA ESITAZIONI	+	+
NUMERO E DURATA ESITAZIONI GRAMMATICALI	+	+
NUMERO E DURATA ESITAZIONI NON GRAMMATICALI	+	+

Tabella 5.11. Valori attesi per i parametri relativi ai fenomeni di esitazione (P, F) nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo. Il segno meno sta a indicare valori minori, mentre il segno più indica valori maggiori rispetto al gruppo di controllo.

In conclusione, è giusto sottolineare che un limite di questo studio è stato quello di non aver preso in considerazione durante la fase di annotazione quegli errori commessi dai soggetti che non hanno subito riparazione. Tale informazione avrebbe infatti permesso di comprendere ancora meglio la capacità e le modalità di riparazione di un errore da parte dei soggetti affetti da decadimento cognitivo e magari anche valutare l'esistenza di una possibile selettività nella scelta degli errori da correggere dovuta a condizioni cliniche differenti.

6. Risultati

In questo capitolo verranno analizzati e discussi i dati estratti dalla produzione dei primi 48 soggetti durante l'esecuzione dei compiti di descrizione della figura e della giornata lavorativa. Il primo paragrafo (§6.1) ospiterà i dati utili a descrivere la produzione dei soggetti appartenenti ai differenti gruppi nei due compiti. Nel paragrafo §6.2 verranno presentati i risultati dell'analisi formale delle disfluenze, mentre nel paragrafo §6.3 i dati relativi all'analisi funzionale delle disfluenze. Nel paragrafo §6.4 saranno presentati i risultati dell'analisi dei fenomeni di esitazione. Infine, nel paragrafo §6.5 sono presentati i risultati dell'esperimento di classificazione automatica dei soggetti.

Nonostante da un punto di vista teorico le ripetizioni siano state trattate come fenomeni di esitazione nel Capitolo 3, si è comunque deciso, per esigenze espositive, di presentarne i risultati anche nei paragrafi §6.2 e §6.3, ovvero quelli relativi alle disfluenze. Questa scelta deriva dal fatto che, come esposto nel Capitolo 5, le ripetizioni sono state annotate sia da una prospettiva formale sia funzionale.

Per verificare la presenza di differenze statisticamente significative tra i gruppi è stato utilizzato il test ANOVA, impostando la variabile GRUPPO come variabile indipendente e i singoli parametri come variabili dipendenti. Successivamente è stata utilizzata un'analisi post-hoc (con correzione di Bonferroni) per valutare la significatività e la direzione delle differenze tra singoli gruppi. La discussione dei risultati è limitata ai valori

statisticamente significativi, ovvero con p-value¹ uguale o inferiore a 0.05, così come da pratica comune nelle analisi statistiche dei campioni (Ercolani, 2008).

6.1 Descrizione della produzione orale dei soggetti

Nella Tabella 6.1 sono riportati alcuni valori di durata relativi alla produzione dei soggetti nei compiti “figura” e “lavoro”. Nonostante il parlato elicitato con questi due compiti possa essere definito semi-spontaneo e i soggetti abbiano ricevuto istruzioni al riguardo prima dell’esecuzione del compito, in alcuni casi nelle registrazioni sono presenti parti dialogate o interventi dell’intervistatore utili a sostenere la produzione carente del soggetto.

Confrontando i dati riportati nelle due tabelle si può osservare che il compito “lavoro” ha una durata mediamente maggiore rispetto al compito “figura” per CON e MCI, ma non

Gruppo	DURATA COMPITO			DURATA EFFETTIVA PRODUZIONE			DURATA ENUNCIATI			DURATA DIALOGO			DURATA INTERVIST.			PERCEN. NON PRODUZIONE		
	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D
Num. Casi	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9
Min	45.14	32.74	36.92	36.60	27.00	31.98	0.56	1.68	2.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Max	317.30	104.99	182.27	315.67	100.26	179.13	13.62	17.40	23.82	7.86	16.57	28.23	8.28	5.26	3.15	22.61	25.60	80.82
Range	272.16	72.25	145.35	279.07	73.26	147.15	13.06	15.72	21.73	7.86	16.57	28.23	8.28	5.26	3.15	22.61	25.60	80.82
Media	105.52	73.12	84.22	100.47	65.88	72.31	7.55	7.24	8.31	0.92	2.04	4.70	0.88	1.73	1.02	2.95	5.73	13.13
SD	72.97	20.92	42.12	73.00	20.85	45.37	2.97	4.90	6.91	2.35	4.51	9.25	1.91	2.05	1.27	5.62	6.65	26.02

Gruppo	DURATA COMPITO			DURATA EFFETTIVA PRODUZIONE			DURATA ENUNCIATI			DURATA DIALOGO			DURATA INTERVIST.			PERCEN. NON PRODUZIONE		
	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D
Num. Casi	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9
Min	30.86	28.21	36.29	25.80	22.73	20.27	2.12	0.77	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.27
Max	537.01	367.18	133.41	531.00	363.92	120.91	24.25	20.28	6.15	19.23	105.39	24.02	1.00	2.00	2.00	21.63	169.77	118.53
Range	506.15	338.97	97.12	505.20	341.18	100.64	22.13	19.51	5.55	19.23	105.39	24.02	1.00	2.00	2.00	21.63	169.77	116.27
Media	147.38	108.76	73.39	140.80	96.72	60.25	9.94	7.47	3.91	3.03	6.86	8.57	0.24	0.78	0.56	3.06	13.89	29.96
SD	114.30	78.56	32.41	113.00	78.01	35.70	5.76	4.26	1.93	5.53	24.72	9.68	0.44	0.65	0.73	5.47	39.44	36.86

Tabella 6.1. Statistiche descrittive della produzione dei soggetti nel compito di descrizione della figura (in alto) e della giornata lavorativa (in basso). Le colonne, da sinistra verso destra, riportano: la durata (in secondi) dello svolgimento del compito; la durata effettiva della produzione (monologica); la durata media degli enunciati; la durata totale delle parti dialogate tra soggetto e intervistatore; la durata degli interventi dell’intervistatore; il rapporto (in percentuale) tra la durata della parte monologica e quella restante.

¹ In statistica inferenziale, il p-value indica la probabilità che l’ipotesi nulla venga rifiutata o meno. Data per vera l’ipotesi nulla, ovvero che due eventi non sono tra di loro correlati, un p-value minore o uguale a 0.05 rappresenta l’evidenza empirica che l’ipotesi nulla può essere rifiutata (Ercolani, 2008)

per e-D. La stessa tendenza si osserva nella durata delle parti dialogate, ma per tutti e tre i gruppi. La durata degli interventi dell'intervistatore, che tuttavia non sanciscono l'inizio di una parte dialogata, è invece sostanzialmente omogenea e con una bassa variabilità all'interno dei tre gruppi. Il valore medio del rapporto tra la durata delle parti non monologiche della produzione e la durata effettiva della produzione è pressoché invariato nei due differenti compiti per il gruppo CON, mentre tende ad aumentare (insieme alla variabilità interindividuale) nel compito "lavoro" per i gruppi MCI e e-D.

Per quanto riguarda le differenze tra gruppi, significativamente maggiore ($p=0.022$) è la durata della produzione nel compito "lavoro" nel gruppo CON rispetto al gruppo e-D. Inoltre, il rapporto tra la durata delle parti non monologiche della produzione e la durata effettiva della produzione è significativamente maggiore in CON rispetto a e-D ($p=0.002$) e in MCI rispetto a e-D ($p=0.011$) nel compito "lavoro". Infine, la durata media degli enunciati è maggiore nel gruppo CON rispetto al gruppo e-D ($p = 0.009$) nel solo compito "lavoro".

I dati riportati nella Tabella 6.2 mostrano che il numero medio di parole e di frasi è tendenzialmente maggiore nel compito "lavoro" per tutti e tre i gruppi. Nel solo gruppo e-D l'aumento del numero di parole non corrisponde ad un aumento del numero di frasi.

Per tutti e tre i gruppi il numero assoluto di parole a frequenza uno (*hapax*) è maggiore nel compito "lavoro" rispetto al compito "figura", ma diminuisce nel medesimo compito in rapporto al numero totale di parole e per i soli gruppi CON e MCI. Il numero di *hapax* appartenenti alla categoria delle parole vuote è maggiore nel compito "lavoro" per tutti e tre i gruppi, ma rimane pressoché invariato nei due compiti in rapporto al numero totale degli *hapax* per i gruppi CON e MCI, mentre aumenta leggermente per il gruppo e-D nel compito "lavoro". Il numero medio di parole per frase è significativamente maggiore ($p=0.004$) per CON rispetto a MCI nel compito "lavoro" e rispetto a e-D in entrambi i compiti ($p=0.017$, $p=0.005$ in "figura" e "lavoro", rispettivamente). Tale valore è inoltre maggiore ($p=0.011$) in MCI rispetto a e-D nel compito "figura".

Infine, la percentuale di parole vuote tra gli *hapax* rispetto al numero totale degli *hapax* è maggiore per e-D rispetto a CON nel compito "lavoro" ($p = 0.041$).

I valori medi di tutte e quattro le misure riportate nella Tabella 6.3 sono maggiori nel compito "lavoro" rispetto al compito "figura" per tutti e tre i gruppi.

Gruppo	NUMERO PAROLE												TOT. PAROLE											
	NUMERO FRASI				PAROLE PER FRASE				NUMERO HAPAX				PERCENT. HAPAX				VUOTE				PERC. PAROLE VUOTE			
	CON	MCI	e-D		CON	MCI	e-D		CON	MCI	e-D		CON	MCI	e-D		CON	MCI	e-D		CON	MCI	e-D	
Num. Casi	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9
Min	68	55	25	2	2	2,00	11,71	6,69	8,095	36	22	15	27,15	35,96	22,10	6	4	2	10,215	12,5	8			
Max	685	214	276	28	16	24,00	35,33	39,67	21,25	186	85	75	52,94	57,58	72,00	26	15	15	24,138	30,952	41,667			
Range	617	159	251	26	14	22,00	23,62	32,98	13,155	150	63	60	25,79	21,62	49,90	20	11	13	13,923	18,452	33,667			
Media	186,81	121,06	104,44	10,00	7,44	9,22	19,84	19,47	13,402	72,67	52,78	37,56	42,11	44,26	42,16	12,38	9,94	7,67	17,71	19,2	21,12			
SD	135,81	41,82	81,00	5,98	4,27	8,51	6,73	7,77	4,304	36,65	17,37	21,74	6,61	6,71	14,30	5,07	3,52	4,77	3,614	4,834	10,662			

Gruppo	NUMERO PAROLE												TOT. PAROLE											
	NUMERO FRASI				PAROLE PER FRASE				NUMERO HAPAX				PERCENT. HAPAX				VUOTE				PERC. PAROLE VUOTE			
	CON	MCI	e-D		CON	MCI	e-D		CON	MCI	e-D		CON	MCI	e-D		CON	MCI	e-D		CON	MCI	e-D	
Num. Casi	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9
Min	47	52	21	2	2	8,43	9,83	10,00	26	26	26	15	25,28	28,11	32,49	4	5	4	9,22	11,00	14,29			
Max	1261	804	277	46	67	20	34,67	42,00	22,00	347	226	95	64,41	57,14	71,43	32	25	21	38,46	34,62	31,82			
Range	1214	752	256	44	65	18	26,24	32,17	12,00	321	200	80	39,12	29,03	38,94	28	20	17	29,24	23,62	17,53			
Media	307,81	201,39	121,33	14,48	13,06	8,11	22,11	17,37	15,07	101,62	75,33	48,00	37,91	42,23	45,79	15,67	13,11	11,11	17,69	19,87	23,86			
SD	269,06	176,87	92,72	11,28	14,35	6,19	6,71	6,87	3,87	70,57	48,39	29,72	10,05	8,39	11,90	6,79	5,26	6,49	6,54	6,56	5,20			

Tabella 6.2. Statistiche descrittive della produzione dei soggetti nei compiti di descrizione della figura (in alto) e della giornata lavorativa (in basso). Le colonne di ciascuna tabella riportano, da sinistra verso destra: il numero di parole prodotte nella parte monologica del compito; il numero di frasi prodotte nella medesima parte; la media delle parole prodotte per ogni frase; il numero di token che hanno frequenza 1 (hapax); il rapporto (in percentuale) tra hapax e il totale delle parole prodotte; il numero di hapax appartenenti alla categoria delle parole vuote; il rapporto (in percentuale) tra parole vuote e hapax.

Per quanto riguarda la differenza tra gruppi, il numero di sillabe prodotto dai soggetti del gruppo CON è maggiore rispetto a quello prodotto dai soggetti MCI nel compito “figura” e dai soggetti e-D in entrambi i compiti. Il numero di parole per secondo è maggiore per il gruppo CON rispetto al gruppo e-D nel solo compito “figura” (p = 0.038).

Lo *speech rate*, invece, è maggiore nel gruppo CON rispetto ai gruppi MCI ($p=0.021$) ed e-D ($p<0.001$) nel compito “figura”. Infine, l’*articulation rate* è minore nel gruppo e-D rispetto ai gruppi CON ($p=0.022$) e MCI ($p=0.029$) nel compito “figura”.

Gruppo	NUMERO SILLABE			NUM . PAROLE PER SECONDO			SPEECH RATE			ARTICULATION RATE		
	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D
Num. Casi	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9
Min	62	60	51	1.24	1.30	0.71	2.32	1.81	1.66	3.91	4.13	2.74
Max	1250	321	237	2.78	2.58	2.27	4.45	4.07	3.31	5.44	5.55	5.26
Range	1188	261	186	1.54	1.28	1.56	2.13	2.26	1.65	1.53	1.42	2.53
Media	336.29	163.94	108.81	1.94	1.87	1.38	3.59	3.12	2.57	4.84	4.89	4.17
SD	286.93	75.14	61.71	0.40	0.42	0.55	0.51	0.63	0.58	0.40	0.38	0.81

Gruppo	NUMERO SILLABE			NUM . PAROLE PER SECONDO			SPEECH RATE			ARTICULATION RATE		
	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D
Num. Casi	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9
Min	95	42.5	45.5	1.31	1.44	1.03	2.77	2.43	2.39	3.68	4.18	3.77
Max	2382	650	442	2.92	2.69	2.73	4.90	4.26	4.05	5.52	5.66	5.65
Range	2287	608	397	1.61	1.25	1.70	2.13	1.83	1.66	1.84	1.48	1.88
Media	562.88	258.63	165.56	2.17	2.05	1.87	3.96	3.42	3.39	4.98	5.03	4.72
SD	527.04	177.31	131.90	0.48	0.40	0.63	0.58	0.61	0.62	0.47	0.39	0.53

Tabella 6.3. Statistiche descrittive della produzione dei soggetti nel compito di descrizione della figura (in alto) e della giornata lavorativa (in basso). Le colonne, da sinistra verso destra, riportano: il numero di sillabe della produzione effettiva; il numero di parole calcolato in parole per secondo; lo *speech rate* (numero di sillabe per secondo calcolato sulla produzione effettiva); l’*articulation rate* (numero di sillabe per secondo calcolato sulla produzione effettiva non tenendo conto delle pause).

6.1.1 Discussione

La produzione dei soggetti di controllo in entrambi i compiti di descrizione della figura e della giornata lavorativa ha una durata tendenzialmente maggiore rispetto a quella dei soggetti affetti da decadimento cognitivo, anche se tale differenza risulta essere statisticamente significativa solamente rispetto al gruppo e-D e per il solo compito “lavoro” (Figura 6.1). Maggiore nel gruppo CON rispetto al gruppo e-D è anche il numero

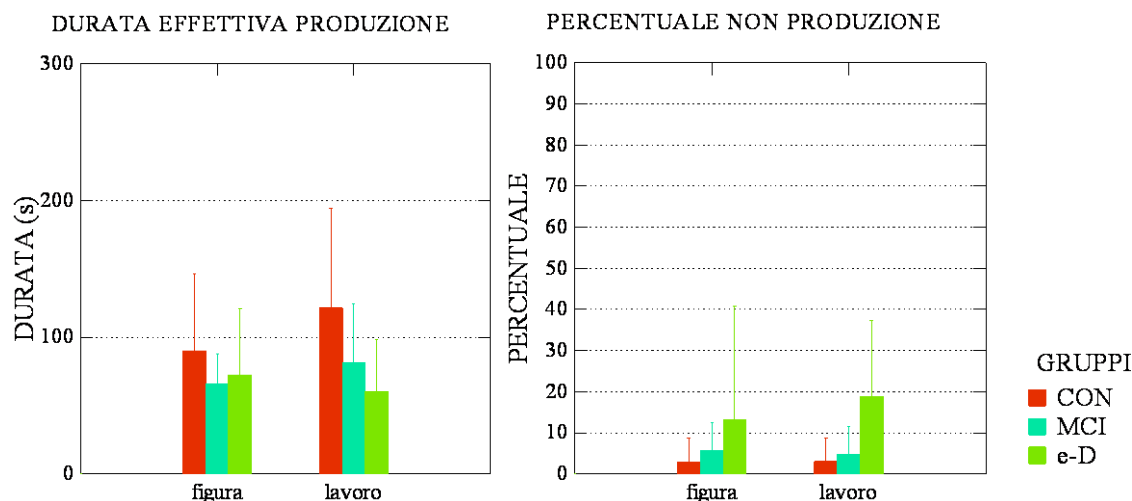


Figura 6.1. Valori medi della durata effettiva della produzione (sinistra) e il rapporto (in percentuale) tra la durata dei compiti e la durata effettiva della produzione (destra).

medio di parole per enunciato e la durata media degli enunciati (Figura 6.2). Minore, invece, è il numero di *hapax* appartenenti alla categoria delle parole vuote prodotti dal gruppo di controllo rispetto al gruppo e-D nel compito “figura” (Figura 6.3). Infine, la produzione dei soggetti di controllo è più veloce, caratterizzata da un maggior numero di parole per secondo e di sillabe per secondo (*speech rate*) rispetto al gruppo e-D nel compito “lavoro” (Figura 6.4).

La produzione del gruppo di controllo si differenzia anche dal gruppo di soggetti affetti da decadimento cognitivo lieve in quanto caratterizzata da valori minori di parole per enunciato e *speech rate* rispetto ai soggetti di controllo (rispettivamente Figura 6.2 e 6.4).

Anche se i valori delle misure prese in considerazione non sempre risultano essere statisticamente significativi e presentano un’ampia variabilità interindividuale, le figure 1-4 mostrano graficamente come spesso la produzione dei soggetti affetti da decadimento cognitivo lieve si situi a metà strada tra quella del gruppo di controllo e del gruppo di soggetti affetti da demenza. Il gruppo MCI, infatti, si differenzia dal gruppo e-D nel compito “figura” esclusivamente per il numero di parole per frase, minore in quest’ultimo gruppo, e per valori maggiori di *articulation rate*.

Questo tipo di analisi, per quanto limitata a alcuni aspetti superficiali della produzione orale, permette di cogliere alcune difficoltà incontrate dai soggetti affetti da demenza.

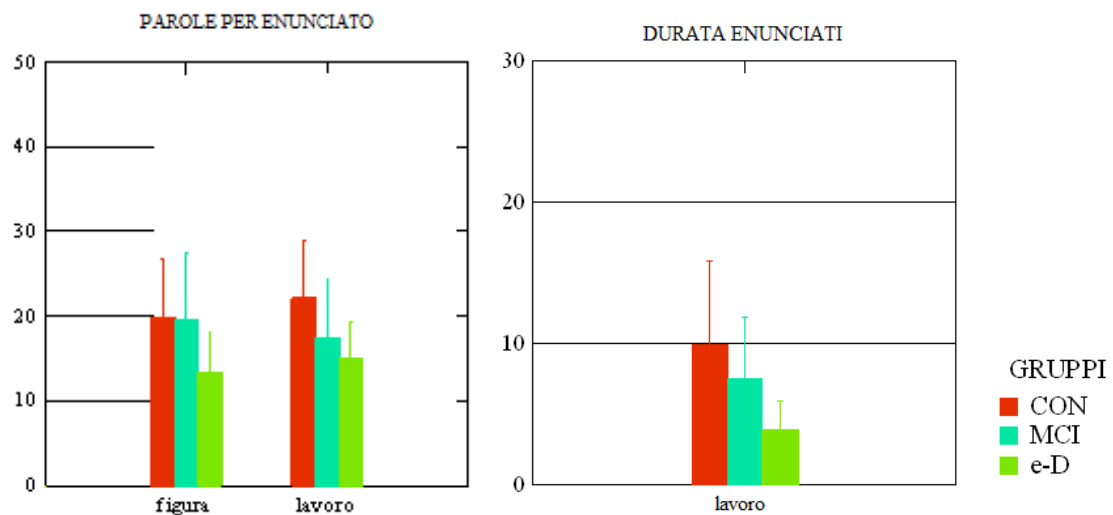


Figura 6.2. Da sinistra: la media delle parole prodotte per ogni frase; la durata (in secondi) della parte monologica della produzione.

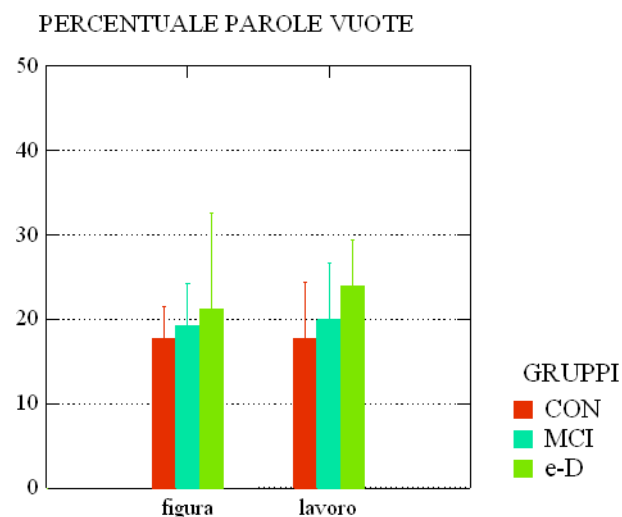


Figura 6.3. Il rapporto (in percentuale) tra parole vuote e hapax.

Infatti, al progredire della malattia, la produzione stessa si fa più difficoltosa (Klimova & Kuca, 2016) e a una minore durata della produzione corrisponde anche un minor numero di parole.

Se da una parte la diminuzione dello *speech rate* nei gruppi MCI ed e-D è probabilmente indice di una maggiore presenza di pause (aspetto che verrà più ampiamente trattato nel paragrafo §6.4 del presente capitolo), la significatività riscontrata anche nell'*articulation rate* per il gruppo e-D fa pensare che la produzione sia effettivamente più lenta. Tale differenza non può essere tuttavia spiegata esclusivamente

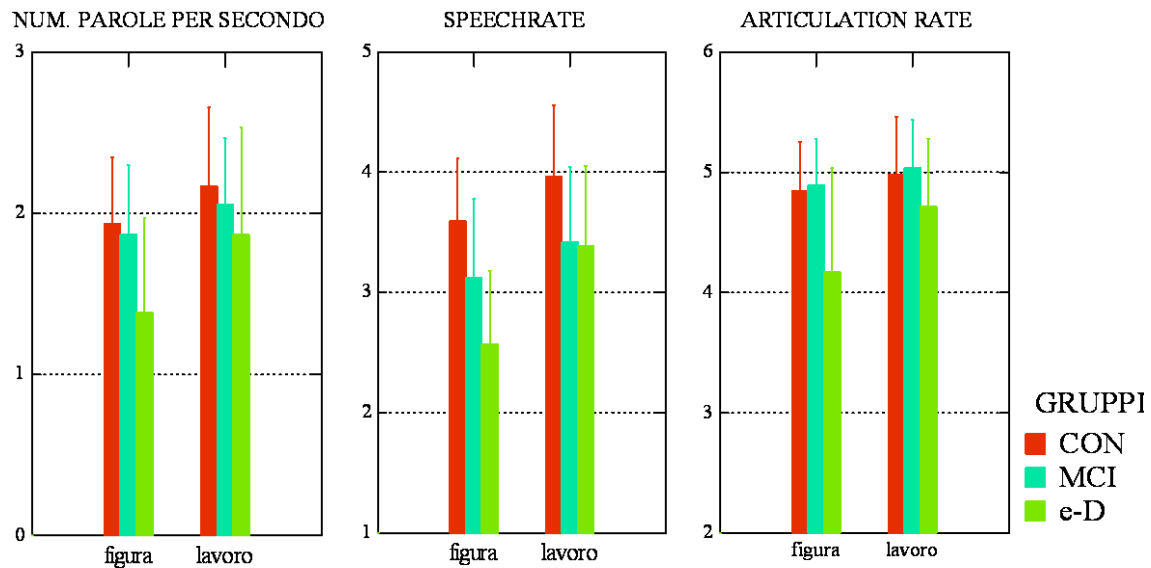


Figura 6.4. Da sinistra verso destra: il numero di parole calcolato in parole per secondo; lo speech rate (numero di sillabe per secondo calcolato sulla produzione effettiva); l'articulation rate (numero di sillabe per secondo calcolato sulla produzione effettiva non tenendo conto delle pause).

da un punto di vista articolatorio e motorio e, come hanno evidenziato studi precedenti, potrebbe essere direttamente connessa al modo in cui il decadimento cognitivo affligge la produzione del parlato (Lowit et al., 2006; Martínez-Sánchez et al., 2013).

Le altre due misure risultate significative nel differenziare i tre gruppi, ovvero il numero medio di parole per enunciato, la durata media degli enunciati e la percentuale di parole funzione tra gli *hapax*, potrebbero essere indice di semplificazione sintattica, i primi due, e lessicale, l'ultimo, causati dal decadimento cognitivo.

A differenza di alcuni lavori precedenti (Garrard et al, 2005; Berisha et al., 2015), però, nel presente studio a risultare significativa non è stata la percentuale di *hapax* sul totale delle parole, ma la percentuale di parole funzione tra gli *hapax*. La maggiore frequenza d'uso delle parole funzione rispetto alle parole contenuto confermerebbe quindi la difficoltà di accesso lessicale da parte dei soggetti affetti da decadimento cognitivo (Kavé & Goral, 2016).

6.2 Disfluenze: approccio formale

La Tabella 6.4 mostra come la quasi totalità delle disfluenze sia equamente distribuita tra sostituzioni e cancellazioni, con una minima, e quindi trascurabile, presenza di inserzioni. Le ripetizioni (anche se come accennato all'inizio di questo capitolo sono da considerarsi fenomeni di esitazioni) da sole occupano quasi la metà delle occorrenze.

	SOSTITUZIONI	INSERZIONI	CANCELLAZIONI	RIPETIZIONI	TOT	%
Figura	80	4	72	133	289	40.70
Lavoro	104	15	119	183	421	59.30
TOT	184	19	191	316	710	100
%	25.91	2.67	29.90	44.50	100	/

Tabella 6.4. Numero di disfluenze per tipo e compito.

Il numero delle disfluenze è inoltre maggiore nel compito di descrizione della giornata lavorativa. Questo dato è confermato dalla Tabella 6.5 in cui si può notare come il numero di ogni tipo di disfluenza aumenti, nel compito "lavoro" per tutti i gruppi ad esclusione di e-D che invece fa registrare un andamento opposto.

Gruppo	SOSTITUZIONI			INSERZIONI			CANCELLAZIONI			RIPETIZIONI		
	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D
Num. Casi	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	15	4	3	0	1	1	10	3	5	12	6	12
Range	15	4	3	0	1	1	10	3	5	12	6	12
Media	2.33	1.17	1.11	0.00	0.17	0.11	1.91	1.06	1.44	3.33	2.06	2.89
SD	3.34	1.30	1.36	0.00	0.38	0.33	2.49	1.00	1.81	3.15	1.70	3.76

Gruppo	SOSTITUZIONI			INSERZIONI			CANCELLAZIONI			RIPETIZIONI		
	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D
Num. Casi	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	12	6	4	3	2	0	11	6	8	39	12	7
Range	12	6	4	3	2	0	11	6	8	39	12	7
Media	2.91	1.56	1.67	0.52	0.22	0.00	3.57	1.83	1.22	5.76	2.28	2.33
SD	3.48	2.04	1.50	0.81	0.55	0.00	3.31	1.62	2.59	8.42	3.05	2.45

Tabella 6.5. Numero di disfluenze per tipo e gruppo. In alto il compito "figura", in basso il compito "lavoro".

Tuttavia, se viene preso in considerazione il numero di disfluenze ogni 100 parole le differenze tra i due compiti si riducono (Tabella 6.6). Le cancellazioni sono leggermente maggiori nel compito “lavoro” per tutti i gruppi tranne e-D. Il numero di ripetizioni e sostituzioni è invece minore nel compito “lavoro” per tutti e tre i gruppi. Le differenze registrate non risultano comunque essere statisticamente significative.

La Tabella 6.7, invece, mostra come il numero di disfluenze normalizzato per i valori di *speech rate* sia leggermente minore nel compito “lavoro” per tutti i tipi di disfluenze e per tutti i gruppi eccetto il gruppo e-D. Anche in questo caso però tali differenze non sono statisticamente significative.

Gruppo	SOSTITUZIONI PER 100 PAROLE			INSERZIONI PER 100 PAROLE			CANCELLAZIONI PER 100 PAROLE			RIPETIZIONI PER 100 PAROLE		
	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D
Num. Casi	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	3.97	3.74	6.12	0.00	1.04	0.64	3.76	3.85	3.19	6.06	4.76	5.13
Range	3.97	3.74	6.12	0.00	1.04	0.64	3.76	3.85	3.19	6.06	4.76	5.13
Media	1.06	1.11	1.88	0.00	0.12	0.07	0.96	0.99	1.08	1.82	1.94	2.50
SD	1.09	1.31	2.61	0.00	0.30	0.21	0.96	1.01	1.05	1.63	1.60	1.88

Gruppo	SOSTITUZIONI PER 100 PAROLE			INSERZIONI PER 100 PAROLE			CANCELLAZIONI PER 100 PAROLE			RIPETIZIONI PER 100 PAROLE		
	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D
Num. Casi	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	4.14	7.41	5.48	0.89	1.50	0.00	3.41	6.12	3.02	4.55	8.89	6.25
Range	4.14	7.41	5.48	0.89	1.50	0.00	3.41	6.12	3.02	4.55	8.89	6.25
Media	0.87	0.96	1.80	0.19	0.13	0.00	1.23	1.47	0.63	1.62	1.64	2.27
SD	0.97	1.74	1.76	0.28	0.38	0.00	1.04	1.71	1.04	1.57	2.33	2.04

Tabella 6.6. Numero di disfluenze per 100 parole. In alto compito "figura", in basso compito "lavoro".

I valori relativi al numero totale di disfluenze, al numero di disfluenze ogni 100 parole e al numero di disfluenze normalizzato per lo *speech rate* sono maggiori, seppure in modo non statisticamente significativo, nel compito “lavoro” rispetto al compito “figura” per i gruppi CON e MCI, ma non per il gruppo e-D (Tabella 6.8).

Per quanto riguarda le differenze tra gruppi, il numero assoluto di disfluenze è maggiore nel gruppo CON rispetto ai gruppi MCI ed e-D in ambedue i compiti e per tutti i tipi di disfluenza. Il numero di sostituzioni per il gruppo MCI è praticamente uguale a

quello del gruppo e-D nel compito “figura”, ma leggermente minore per quanto riguarda le cancellazioni e le ripetizioni nel medesimo compito. Il numero di sostituzioni e ripetizioni è leggermente minore per il gruppo MCI rispetto al gruppo e-D nel compito “lavoro”, mentre il numero di cancellazioni è leggermente maggiore.

Il numero di disfluenze ogni 100 parole è sempre leggermente minore per il gruppo CON rispetto al gruppo e-D per ogni tipo di disfluenza e in entrambi i compiti, con i valori

Gruppo	SOSTITUZIONI SU SPEECHRATE			INSERZIONI SU SPEECHRATE			CANCELLAZIONI SU SPEECHRATE			RIPETIZIONI SU SPEECHRATE		
	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D
Num. Casi	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	3.79	1.50	1.81	0.00	0.55	0.31	3.02	0.91	1.82	3.03	1.65	5.46
Range	3.79	1.50	1.81	0.00	0.55	0.31	3.02	0.91	1.82	3.03	1.65	5.46
Media	0.63	0.40	0.53	0.00	0.06	0.04	0.56	0.34	0.56	0.94	0.65	1.24
SD	0.86	0.44	0.71	0.00	0.15	0.11	0.79	0.30	0.68	0.88	0.53	1.75

Gruppo	SOSTITUZIONI SU SPEECHRATE			INSERZIONI SU SPEECHRATE			CANCELLAZIONI SU SPEECHRATE			RIPETIZIONI SU SPEECHRATE		
	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D
Num. Casi	21	18	9	21	18	9	21	18	9	21	18	9
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	3.10	1.62	1.21	0.67	0.58	0.00	2.25	1.92	2.00	8.69	4.30	1.90
Range	3.10	1.62	1.21	0.67	0.58	0.00	2.25	1.92	2.00	8.69	4.30	1.90
Media	0.71	0.48	0.48	0.13	0.06	0.00	0.89	0.56	0.31	1.42	0.69	0.66
SD	0.83	0.64	0.42	0.20	0.16	0.00	0.77	0.54	0.65	1.91	1.01	0.65

Tabella 6.7. Numero di disfluenze per tipo, normalizzate per lo speechrate. In alto compito "figura", in basso compito "lavoro".

del gruppo MCI che si situano sempre tra i due gruppi. Unica eccezione sono le cancellazioni nel compito “lavoro”, minori nel gruppo e-D rispetto ai gruppi CON ($p=0.037$) e MCI (non statisticamente significativo).

Il numero di disfluenze normalizzato per i valori di *speech rate* è sempre minore per il gruppo MCI rispetto ai gruppi CON ed e-D per tutti i tipi di disfluenza nel compito “figura”. Il valore delle sostituzioni è maggiore in CON rispetto a e-D, uguale nei due gruppi per quanto riguarda le cancellazioni e maggiore in e-D rispetto a CON per le ripetizioni. Nel compito “lavoro” i valori nel gruppo CON sono più alti rispetto al gruppo e-D, con il gruppo MCI che presenta valori intermedi tra i due gruppi. L’unica eccezione

Gruppo	TOT			TOT / 100 PAROLE			TOT / SPEECHRATE		
	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D
Num. Casi	21	18	9	21	18	9	21	18	9
Min	0	1	1	0.00	0.85	1.22	0.00	0.25	0.34
Max	37	10	16	7.58	7.69	10.26	9.34	2.74	7.27
Range	37	9	15	7.58	6.85	9.04	9.34	2.50	6.93
Media	7.57	4.44	5.56	3.84	4.17	5.53	2.14	1.44	2.37
SD	7.95	2.33	5.18	2.35	2.20	2.75	2.18	0.71	2.38

Gruppo	TOT			TOT / 100 PAROLE			TOT / SPEECHRATE		
	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D	CON	MCI	e-D
Num. Casi	21	18	9	21	18	9	21	18	9
Min	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Max	63	15	17	11.03	12.25	10.94	14.03	5.38	4.24
Range	63	15	17	11.03	12.25	10.94	14.03	5.38	4.24
Media	12.76	5.89	5.22	3.91	4.20	4.69	3.15	1.79	1.45
SD	14.14	3.63	5.50	2.94	3.52	3.71	3.23	1.25	1.40

Tabella 6.8. Numero totale delle disfluenze (ripetizioni comprese) e valori normalizzati per 100 parole e per *speechrates*.

è rappresentata dalle sostituzioni che presentano il medesimo valore nei gruppi MCI ed e-D. Tra le differenze registrate nel compito “lavoro”, quelle statisticamente significative sono rappresentate dalle cancellazioni, che presentano valori minori in e-D rispetto a CON ($p=0.029$) e MCI ($p=0.029$), e dalle ripetizioni, le quali hanno valori minori in MCI rispetto a CON ($p=0.029$).

Nel compito “figura” il numero totale di disfluenze è maggiore per il gruppo CON rispetto ai gruppi MCI ed e-D e maggiore per e-D rispetto a MCI. Il numero di disfluenze ogni 100 parole è minore in CON rispetto ad e-D, con MCI che presenta valori intermedi tra i due gruppi. Il totale delle disfluenze normalizzato per lo *speech rate* è maggiore per e-D rispetto a CON e MCI, e maggiore per MCI rispetto a CON. Nel compito “lavoro” il numero totale di disfluenze normalizzato per lo *speech rate* è maggiore in CON rispetto a e-D, con MCI che presenta valori intermedi tra i due gruppi. Il numero delle disfluenze ogni 100 parole è minore per il gruppo CON rispetto a e-D, con i valori di MCI che si situano tra i due gruppi.

6.2.1 Discussione

Nonostante le differenze tra i due diversi compiti non risultino essere in nessun caso significative, le Tabelle 6.5, 6.6, 6.7 e 6.8 mostrano alcune tendenze dei tre diversi gruppi nell'esecuzione dei due compiti.

Il numero assoluto e totale delle disfluenze è maggiore nel compito “lavoro” rispetto al compito “figura”. Tale differenza, attesa in quanto il compito “lavoro” è caratterizzato

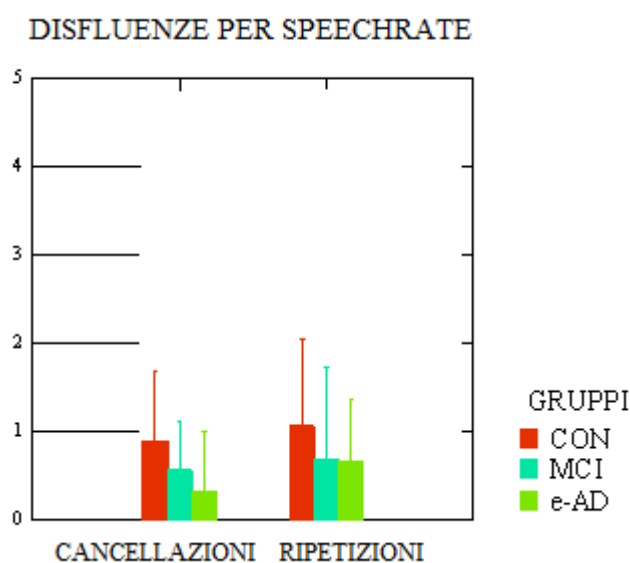


Figura 6.5. Numero di cancellazioni e ripetizioni normalizzato per i valori di *speechrate* prodotto nel compito “lavoro”.

da una durata e un numero di parole maggiori rispetto al compito “figura”, si riduce se viene preso in considerazione il numero di disfluenze ogni cento parole, ma cresce nuovamente – sempre a favore del compito “lavoro” – in relazione allo *speech rate*.

Anche dal confronto tra gruppi emerge che le differenze tra soggetti sono più marcate e statisticamente significative esclusivamente nel compito “lavoro”. In questo caso, la significatività interessa il numero totale delle disfluenze e in particolar modo le ripetizioni e le cancellazioni (Figure 6.5 e 6.6).

Il numero di disfluenze ogni cento parole è sempre maggiore nel gruppo e-D rispetto al gruppo di controllo per entrambi i compiti, con MCI che si attesta su valori intermedi. Tuttavia, l'unico valore risultato significativo è quello delle cancellazioni ogni cento

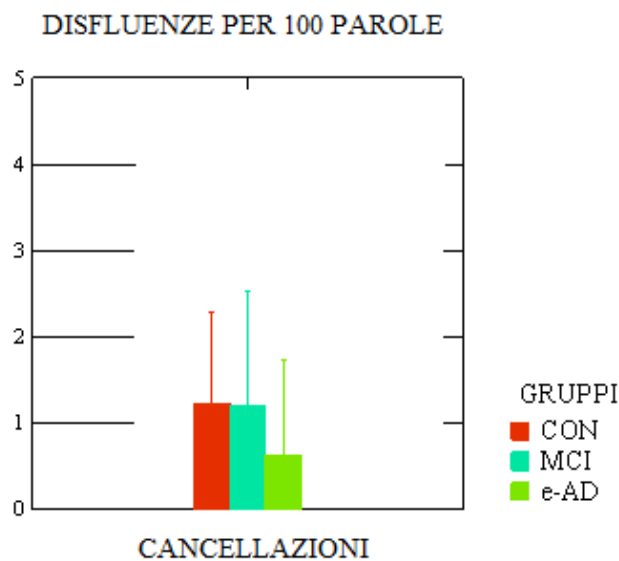


Figura 6.6. Numero di cancellazioni ogni 100 parole nel compito “lavoro”.

parole, il quale presenta un andamento dei valori opposto; ovvero minore in e-D rispetto a MCI e CON. Inoltre, anche il numero di cancellazioni normalizzato per *speech rate* è minore in e-D rispetto a CON e MCI.

Infine, i gruppi CON e MCI si differenziano tra loro per il numero di ripetizioni normalizzato per lo *speech rate*, maggiore nel gruppo di controllo.

Tali risultati, contrari alle attese formulate nel capitolo precedente, sono di non facile interpretazione. Infatti, così come evidenziato da studi precedenti (Croisile et al., 1996; De Lira et al., 2011), ci saremmo aspettati che i pazienti affetti da decadimento cognitivo producessero più disfluenze e ripetizioni. Inoltre, dato che la quantità di disfluenze aumenta all’aumentare del carico cognitivo derivante da uno *speech rate* maggiore (Blackmer & Mitton, 1991; Oomen & Postma, 2001; Corley & Stewart, 2008), ci saremmo aspettati che il numero di disfluenze normalizzato per i valori dello *speech rate* fosse maggiore per i soggetti affetti da decadimento cognitivo, anche alla luce del fatto che la produzione di pause può essere uno strumento utile a ritardare la produzione in modo tale da far fronte a un ridotta capacità di formulazione (Davis & Maclagan, 2009; Pistono et al., 2016).

Tali risultati potrebbero comunque mettere in luce che un tipo di annotazione come quella formale non sia sufficientemente a grana fine per poter cogliere le puntuali differenze tra soggetti sani e soggetti affetti da decadimento cognitivo. Infatti, anche gli

studi di Croisile et al. (1996) e De Lira et al. (2011) riportano risultati contrastanti relativamente a sostituzioni e inserzioni.

6.3 Disfluenze: approccio funzionale

La Tabella 6.9, relativa alle disfluenze di tipo funzionale, conferma in parte i dati riportati nella Tabella 6.4, ovvero quella relativa alle disfluenze di tipo formale. Infatti, anche in questo caso il compito di descrizione della giornata lavorativa presenta più disfluenze rispetto al compito di descrizione della figura. Inoltre, cancellazioni e ripetizioni, rispettivamente DR e CVRREP-RER-PRR, da sole rappresentano il 59.4% del totale delle disfluenze. Seguono gli errori lessicali (ELR) all'11.9%, i *covert repair* (CVR) all'8.3%, le riduzioni di ambiguità (AAR) con il 7.7%, gli errori relativi all'uso del livello appropriato (ALR) al 5.3%, gli errori sintattici (ELR) al 5.3% e infine gli errori fonetici (EFR) e prosodici (PSR) rispettivamente all'1.5% e allo 0.1%.

	AAR	ALR	EFR	ELR	ESR	DR	CVR	CVRREP	RER	PRR	PSR	TOT	%
Figura	17	23	3	38	10	54	20	33	61	6	0	265	40.4
Lavoro	34	12	7	40	24	92	35	52	85	8	1	390	59.6
TOT	51	35	10	78	34	146	55	85	146	14	1	655	100
%	7.7	5.3	1.5	11.9	5.1	22.2	8.3	12.9	22.2	2.1	0.1	100	/

Tabella 6.9. Conteggio e percentuale sul totale delle disfluenze di tipo funzionale divise per compito.

Anche la Tabella 6.10, la quale mostra alcune statistiche relative alla numero di disfluenze nei tre gruppi, conferma che gli errori fonetici rappresentano una piccolissima parte in tutti e tre i gruppi e che in nessun caso è presente più di un errore fonetico per compito.

Inoltre, tutti i gruppi, ad esclusione del gruppo e-D, producono più disfluenze nel compito di descrizione della figura rispetto al compito di descrizione della giornata lavorativa.

La Tabella 6.11 mostra più precisamente la distribuzione delle disfluenze nei due diversi compiti, tenendo conto del numero di parole prodotte dai soggetti. Per quanto riguarda il gruppo di controllo, il numero di disfluenze prodotto ogni cento parole è

Numero disfluenze											
		AAR	ALR	EFR	ELR	ESR	DR	CVR	CVRREP	RER	PRR
Num. Casi	CON	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	MCI	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	e-D	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Min	CON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e-D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	CON	2	4	1	7	2	6	4	4	8	2
	MCI	2	2	1	3	1	3	1	2	4	1
	e-D	3	1	0	2	1	4	2	5	4	1
Range	CON	2	4	1	7	2	6	4	4	8	2
	MCI	2	2	1	3	1	3	1	2	4	1
	e-D	3	1	0	2	1	4	2	5	4	1
Media	CON	0.38	0.76	0.10	0.86	0.24	1.33	0.57	0.71	1.71	0.19
	MCI	0.22	0.33	0.06	0.83	0.22	0.89	0.28	0.44	0.89	0.06
	e-D	0.56	0.11	0.00	0.56	0.11	1.11	0.33	1.11	1.00	0.11
SD	CON	0.67	1.04	0.30	1.53	0.54	1.53	1.08	1.01	2.24	0.51
	MCI	0.55	0.59	0.24	0.99	0.43	1.02	0.46	0.71	1.13	0.24
	e-D	1.13	0.33	0.00	0.73	0.33	1.45	0.71	1.62	1.32	0.33

Numero disfluenze											
		AAR	ALR	EFR	ELR	ESR	DR	CVR	CVRREP	RER	PRR
Num. Casi	CON	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	MCI	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	e-D	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Min	CON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e-D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	CON	5	3	1	4	3	9	10	6	25	3
	MCI	2	1	1	5	3	4	3	4	4	1
	e-D	4	0	1	2	1	5	3	4	2	2
Range	CON	5	3	1	4	3	9	10	6	25	3
	MCI	2	1	1	5	3	4	3	4	4	1
	e-D	4	0	1	2	1	5	3	4	2	2
Media	CON	0.86	0.43	0.19	1.00	0.43	2.76	0.91	1.29	3.10	0.19
	MCI	0.67	0.17	0.11	0.61	0.72	1.56	0.72	0.78	0.83	0.11
	e-D	0.44	0.00	0.11	0.89	0.22	0.67	0.33	1.22	0.56	0.22
SD	CON	1.32	0.75	0.40	1.27	0.75	2.66	2.19	1.90	5.42	0.68
	MCI	0.77	0.38	0.32	1.29	0.96	1.29	0.96	1.06	1.20	0.32
	e-D	1.33	0.00	0.33	0.78	0.44	1.66	1.00	1.56	0.73	0.67

Tabella 6.10. Statistiche descrittive riguardanti il numero di disfluenze prodotte dai soggetti nell'esecuzione dei compiti "figura" (sopra) e "lavoro" (sotto).

sostanzialmente uguale nei due compiti, ad esclusione di ALR (maggiore in "figura") e DR (maggiore in "lavoro"). Il gruppo MCI, invece, produce più disfluenze di tipo ALR, ELR, RER e meno di tipo AAR, ESR, DR, CVR, CVRREP nel compito "figura" rispetto al compito "lavoro". Infine, il gruppo e-D presenta un maggior numero di disfluenze di tipo AAR, ALR, DR, RER e un minor numero di disfluenze di tipo ELR, CVRREP nel compito "figura" rispetto al compito "lavoro".

Per quanto riguarda il confronto tra gruppi, le uniche differenze statisticamente significative riguardano il numero di ELR, minore per CON rispetto a MCI ($p = 0,05$) ed e-D ($p = 0,048$) nel compito “figura” e minore in CON ($p = 0.036$) e MCI ($p = 0.03$) rispetto a e-D nel compito “lavoro”, e DR maggiore in CON ($p = 0.049$) e MCI ($p = 0.041$) rispetto a e-D nel compito “lavoro”. Tutti valori delle altre tipologie di disfluenze risultano essere pressoché uguali nei tre differenti gruppi.

		AAR	ALR	EFR	ELR	ESR	DR	CVR	CVRREP	RER	PRR
		PER 100	PER 100	PER 100	PER 100	PER 100	PER 100	PER 100	PER 100	PER 100	PER 100
		PAROLE	PAROLE	PAROLE	PAROLE	PAROLE	PAROLE	PAROLE	PAROLE	PAROLE	PAROLE
Num. Casi	CON	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	MCI	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	e-D	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Min	CON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e-D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	CON	1.24	2.82	0.54	1.24	0.75	2.15	1.84	1.08	3.67	1.50
	MCI	1.36	1.43	0.48	2.80	1.59	2.06	1.92	2.06	2.72	0.94
	e-D	1.27	0.70	0.00	2.86	0.64	1.91	0.78	1.95	4.17	0.70
Range	CON	1.24	2.82	0.54	1.24	0.75	2.15	1.84	1.08	3.67	1.50
	MCI	1.36	1.43	0.48	2.80	1.59	2.06	1.92	2.06	2.72	0.94
	e-D	1.27	0.70	0.00	2.86	0.64	1.91	0.78	1.95	4.17	0.70
Media	CON	0.22	0.47	0.03	0.38	0.13	0.73	0.26	0.34	0.87	0.15
	MCI	0.16	0.26	0.03	0.81	0.20	0.71	0.29	0.38	0.80	0.05
	e-D	0.27	0.08	0.00	0.87	0.07	0.74	0.17	0.77	1.23	0.08
SD	CON	0.40	0.71	0.12	0.43	0.27	0.73	0.52	0.39	1.07	0.43
	MCI	0.39	0.46	0.11	0.96	0.44	0.76	0.54	0.63	0.94	0.22
	e-D	0.54	0.23	0.00	1.24	0.21	0.77	0.33	0.81	1.48	0.23

		AAR	ALR	EFR	ELR	ESR	DR	CVR	CVRREP	RER	PRR
		PER 100	PER 100	PER 100	PER 100	PER 100	PER 100	PER 100	PER 100	PER 100	PER 100
		PAROLE	PAROLE	PAROLE	PAROLE	PAROLE	PAROLE	PAROLE	PAROLE	PAROLE	PAROLE
Num. Casi	CON	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	MCI	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	e-D	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Min	CON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e-D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	CON	0.89	1.14	0.74	1.38	0.47	2.70	1.77	1.72	2.82	0.24
	MCI	1.33	1.22	0.75	1.43	3.70	3.37	2.44	2.96	4.08	0.74
	e-D	1.51	0.00	1.56	2.74	0.63	1.89	1.25	6.25	1.82	1.25
Range	CON	0.89	1.14	0.74	1.38	0.47	2.70	1.77	1.72	2.82	0.24
	MCI	1.33	1.22	0.75	1.43	3.70	3.37	2.44	2.96	4.08	0.74
	e-D	1.51	0.00	1.56	2.74	0.63	1.89	1.25	6.25	1.82	1.25
Media	CON	0.24	0.12	0.08	0.32	0.10	0.90	0.25	0.34	0.83	0.02
	MCI	0.35	0.13	0.06	0.22	0.49	1.07	0.40	0.61	0.62	0.06
	e-D	0.17	0.00	0.17	1.10	0.11	0.26	0.14	1.26	0.47	0.14
SD	CON	0.32	0.26	0.19	0.45	0.15	0.73	0.44	0.45	0.89	0.07
	MCI	0.43	0.33	0.19	0.42	0.92	0.95	0.71	0.89	1.08	0.19
	e-D	0.50	0.00	0.52	1.11	0.23	0.63	0.42	2.09	0.68	0.42

Tabella 6.11. Numero di disfluenze per 100 parole. In alto compito "figura", in basso compito "lavoro".

CAPITOLO 6. RISULTATI

		AAR	ALR	EFR	ELR	ESR	DR	CVR	CVRREP	RER	PRR
		SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU
		SPEECH	SPEECH	SPEECH	SPEECH	SPEECH	SPEECH	SPEECH	SPEECH	SPEECH	SPEECH
		RATE	RATE	RATE	RATE	RATE	RATE	RATE	RATE	RATE	RATE
Num. Casi	CON	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	MCI	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	e-D	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Min	CON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e-D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	CON	0.86	1.10	0.43	1.77	0.59	1.72	1.01	1.01	2.24	0.59
	MCI	0.55	0.55	0.30	0.91	0.38	0.91	0.34	0.55	1.10	0.30
	e-D	1.36	0.30	0.00	1.21	0.31	1.82	0.91	2.27	1.82	0.30
Range	CON	0.86	1.10	0.43	1.77	0.59	1.72	1.01	1.01	2.24	0.59
	MCI	0.55	0.55	0.30	0.91	0.38	0.91	0.34	0.55	1.10	0.30
	e-D	1.36	0.30	0.00	1.21	0.31	1.82	0.91	2.27	1.82	0.30
Media	CON	0.11	0.22	0.03	0.23	0.07	0.39	0.16	0.21	0.48	0.06
	MCI	0.07	0.10	0.02	0.29	0.07	0.28	0.08	0.13	0.27	0.02
	e-D	0.22	0.03	0.00	0.29	0.04	0.45	0.14	0.46	0.46	0.03
SD	CON	0.22	0.29	0.11	0.39	0.15	0.48	0.28	0.29	0.61	0.15
	MCI	0.16	0.18	0.07	0.34	0.15	0.31	0.14	0.20	0.35	0.07
	e-D	0.48	0.10	0.00	0.41	0.11	0.61	0.31	0.73	0.64	0.10

		AAR	ALR	EFR	ELR	ESR	DR	CVR	CVRREP	RER	PRR
		SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU	SU
		SPEECH	SPEECH	SPEECH	SPEECH	SPEECH	SPEECH	SPEECH	SPEECH	SPEECH	SPEECH
		RATE	RATE	RATE	RATE	RATE	RATE	RATE	RATE	RATE	RATE
Num. Casi	CON	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	MCI	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	e-D	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Min	CON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MCI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e-D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	CON	1.11	0.67	0.26	1.03	0.67	1.84	2.23	1.34	5.57	0.67
	MCI	0.65	0.25	0.29	1.61	0.81	1.28	0.81	1.43	1.08	0.36
	e-D	1.00	0.00	0.31	0.61	0.27	1.25	0.75	1.23	0.54	0.54
Range	CON	1.11	0.67	0.26	1.03	0.67	1.84	2.23	1.34	5.57	0.67
	MCI	0.65	0.25	0.29	1.61	0.81	1.28	0.81	1.43	1.08	0.36
	e-D	1.00	0.00	0.31	0.61	0.27	1.25	0.75	1.23	0.54	0.54
Media	CON	0.21	0.11	0.04	0.24	0.11	0.69	0.22	0.31	0.77	0.05
	MCI	0.19	0.04	0.03	0.18	0.23	0.48	0.21	0.24	0.24	0.03
	e-D	0.11	0.00	0.03	0.26	0.06	0.17	0.08	0.35	0.15	0.06
SD	CON	0.32	0.18	0.09	0.30	0.18	0.62	0.50	0.44	1.23	0.16
	MCI	0.22	0.09	0.09	0.41	0.29	0.43	0.27	0.36	0.35	0.10
	e-D	0.33	0.00	0.10	0.23	0.12	0.41	0.25	0.45	0.20	0.18

Tabella 6.12. Numero di disfluenze normalizzato per i valori di *speechrate*. In alto compito "figura", in basso compito "lavoro".

Questi risultati sono parzialmente confermati dalla Tabella 6.12, ovvero quella relativa al numero di disfluenze normalizzato per i valori di *speech rate*. Per quanto riguarda il gruppo di controllo, i valori sono maggiori per le disfluenze di tipo DR e RER nel compito "figura" rispetto al compito "lavoro", mentre tutti gli altri valori sono pressoché uguali.

Anche per quanto riguarda il gruppo MCI, i valori di DR sono maggiori nel compito “lavoro”: Infine, per il gruppo e-D i valori di DR e RER sono maggiori nel compito “figura” rispetto al compito “lavoro”.

Per quanto riguarda le differenze tra gruppi, anche nel caso delle disfluenze normalizzate per lo *speech rate*, quelle di tipo DR sono maggiori in CON ($p = 0.03$) e MCI ($p = 0.05$) rispetto al gruppo e-D nel compito “lavoro”. Tuttavia, le differenze nei valori delle disfluenze di tipo ELR, così come quelle delle altre tipologie di disfluenze, non risultano essere statisticamente significative.

		Numero EP									
		AAR	ALR	EFR	ELR	ESR	DR	CVR	CVRREP	RER	PRR
Num. Casi	CON	6	10	2	11	4	14	6	10	12	3
	MCI	3	5	1	9	4	10	5	6	10	1
	e-D	2	1	0	4	1	5	2	5	5	1
Min	CON	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	MCI	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
	e-D	0.667	1	/	0	0	0	1	0	1	1
Max	CON	1.50	2.00	0.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00
	MCI	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00
	e-D	1.00	1.00	/	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.00
Range	CON	1.50	2.00	0.00	2.00	1.00	1.00	0.00	2.00	1.00	1.00
	MCI	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	2.00	2.00	0.00
	e-D	0.33	0.00	/	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.25	0.00
Media	CON	0.67	0.48	0.00	0.71	0.50	0.72	1.00	0.53	0.77	0.50
	MCI	0.50	0.00	1.00	0.44	0.00	0.22	1.00	0.67	0.83	2.00
	e-D	0.83	1.00	/	0.75	0.00	0.37	1.00	0.48	1.05	1.00
SD	CON	0.61	0.67	0.00	0.88	0.58	0.39	0.00	0.84	0.33	0.50
	MCI	0.50	0.00	/	0.46	0.00	0.37	0.00	0.75	0.58	/
	e-D	0.24	/	/	0.50	/	0.42	0.00	0.50	0.11	/

		AAR	ALR	EFR	ELR	ESR	DR	CVR	CVRREP	RER	PRR
Num. Casi	CON	9	7	4	11	7	16	9	10	13	2
	MCI	9	3	2	5	8	14	8	9	8	2
	e-D	1	0	1	6	2	2	1	4	4	1
Min	CON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	MCI	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1
	e-D	0.25	/	1	0	0	0.2	1	0	1	1.5
Max	CON	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.50	1.33
	MCI	1.00	0.00	2.00	0.50	2.00	1.00	1.00	1.25	1.67	2.00
	e-D	0.25	.	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	1.50
Range	CON	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.50	0.33
	MCI	1.00	0.00	1.00	0.50	2.00	1.00	0.00	1.25	1.67	1.00
	e-D	0.00	/	0.00	1.00	1.00	0.80	0.00	0.50	0.00	0.00
Media	CON	0.32	0.00	0.50	0.23	0.48	0.64	0.89	0.23	0.46	1.17
	MCI	0.28	0.00	1.50	0.28	0.60	0.44	1.00	0.42	0.52	1.50
	e-D	0.25	/	1.00	0.50	0.50	0.60	1.00	0.13	1.00	1.50
SD	CON	0.37	0.00	0.58	0.34	0.50	0.51	0.33	0.42	0.66	0.24
	MCI	0.44	0.00	0.71	0.26	0.77	0.41	0.00	0.53	0.64	0.71
	e-D	/	/	/	0.55	0.71	0.57	/	0.25	0.00	/

Tabella 6.13. Rapporto tra numero di disfluenze e numero di disfluenze che presentano un'editing phase. In alto compito "figura", in basso compito "lavoro".

Durata EP											
		AAR	ALR	EFR	ELR	ESR	DR	CVR	CVRREP	RER	PRR
Num. Casi	CON	10	18	/	24	6	17	12	16	41	4
	MCI	6	6	/	16	4	6	7	13	20	2
	e-D	3	1	/	4	1	2	1	4	5	1
Min	CON	0.000	0.000	/	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
	MCI	0.000	0.000	/	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.005
	e-D	0.000	0.019	/	0.000	0.000	0.004	0.005	0.000	0.003	0.012
Max	CON	0.046	0.044	/	0.019	0.013	0.073	0.016	0.020	0.024	0.021
	MCI	0.088	0.000	/	0.051	0.000	0.043	0.029	0.018	0.022	0.011
	e-D	0.008	0.019	/	0.025	0.000	0.022	0.005	0.015	0.089	0.012
Range	CON	0.046	0.044	/	0.019	0.013	0.072	0.014	0.020	0.024	0.021
	MCI	0.088	0.000	/	0.051	0.000	0.042	0.026	0.018	0.022	0.006
	e-D	0.008	0.000	/	0.025	0.000	0.017	0.000	0.015	0.086	0.000
Media	CON	0.007	0.003	/	0.002	0.002	0.013	0.005	0.002	0.005	0.007
	MCI	0.022	0.000	/	0.006	0.000	0.017	0.013	0.004	0.010	0.008
	e-D	0.004	0.019	/	0.010	0.000	0.013	0.005	0.004	0.025	0.012
SD	CON	0.015	0.010	/	0.005	0.005	0.017	0.004	0.005	0.007	0.010
	MCI	0.033	0.000	/	0.013	0.000	0.015	0.011	0.007	0.008	0.004
	e-D	0.004	/	/	0.011	/	0.012	/	0.008	0.036	/

		AAR	ALR	EFR	ELR	ESR	DR	CVR	CVRREP	RER	PRR
Num. Casi	CON	18	8	/	19	9	32	19	23	66	5
	MCI	16	3	/	12	16	15	13	18	9	3
	e-D	/	/	/	5	1	1	3	8	4	3
Min	CON	0.000	0.000	/	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
	MCI	0.000	0.000	/	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.003
	e-D	/	/	/	0.000	0.002	0.011	0.002	0.000	0.006	0.012
Max	CON	0.005	0.000	/	0.006	0.005	0.051	0.027	0.014	0.009	0.002
	MCI	0.023	0.000	/	0.042	0.009	0.061	0.070	0.013	0.022	0.010
	e-D	/	/	/	0.014	0.002	0.011	0.002	0.026	0.037	0.020
Range	CON	0.005	0.000	/	0.006	0.005	0.051	0.027	0.014	0.009	0.001
	MCI	0.023	0.000	/	0.042	0.009	0.060	0.069	0.013	0.022	0.007
	e-D	/	/	/	0.014	0.000	0.000	0.001	0.026	0.031	0.008
Media	CON	0.001	0.000	/	0.001	0.001	0.008	0.005	0.001	0.001	0.002
	MCI	0.003	0.000	/	0.005	0.002	0.012	0.013	0.004	0.004	0.007
	e-D	/	/	/	0.006	0.002	0.011	0.002	0.005	0.018	0.017
SD	CON	0.002	0.000	/	0.001	0.002	0.010	0.006	0.003	0.002	0.001
	MCI	0.007	0.000	/	0.012	0.003	0.015	0.020	0.005	0.007	0.004
	e-D	/	/	/	0.006	/	/	0.000	0.010	0.015	0.005

Tabella 6.14. Durate dell'editing phase nei differenti tipi di disfluenze. In alto compito "figura", in basso compito "lavoro".

La Tabella 6.13 mostra il rapporto tra il numero totale di disfluenze e il numero delle disfluenze che presentano una *editing phase*. Come si può notare tutti e tre i gruppi tendono a produrre una *editing phase* più frequentemente nel compito di descrizione della figura rispetto a quello di descrizione della giornata lavorativa. Per quanto riguarda le differenze tra gruppi, non ci sono differenze statisticamente significative.

Così come per il numero di disfluenze che presentano una *editing phase*, anche la durata dell'*editing phase* (Tabella 6.14) risulta essere maggiore nel compito “figura”

Durata tipo EP								
Gruppo	Disfluenza	Esitazione	Num. Casi	Min	Max	Range	Media	SD
CON	AAR	P	2	0.618	1.000	0.382	0.809	0.270
MCI	AAR	P	1	0.967	0.967	0.000	0.967	/
e-AD	AAR	P	2	0.310	1.000	0.690	0.655	0.488
CON	AAR	ET	3	0.251	1.000	0.749	0.544	0.400
MCI	AAR	ET	2	0.033	0.333	0.301	0.183	0.213
e-AD	AAR	ET	1	0.106	0.106	0.000	0.106	/
CON	ALR	P	3	0.364	1.000	0.636	0.788	0.367
MCI	ALR	P	0	/	/	/	/	/
e-AD	ALR	P	1	0.353	0.353	0.000	0.353	/
CON	ALR	ET	2	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000
MCI	ALR	ET	0	/	/	/	/	/
e-AD	ALR	ET	1	0.323	0.323	0.000	0.323	/
CON	ELR	P	3	0.639	1.000	0.361	0.880	0.208
MCI	ELR	P	3	0.760	1.000	0.240	0.920	0.139
e-AD	ELR	P	2	0.579	1.000	0.421	0.790	0.298
CON	ELR	ET	5	0.361	1.000	0.639	0.650	0.324
MCI	ELR	ET	2	0.480	1.000	0.520	0.740	0.368
e-AD	ELR	ET	1	0.842	0.842	0.000	0.842	/
CON	ESR	ET	1	1.000	1.000	0.000	1.000	/
MCI	ESR	ET	0	/	/	/	/	/
e-AD	ESR	ET	0	/	/	/	/	/
CON	DR	P	6	0.452	1.000	0.548	0.775	0.264
MCI	DR	P	2	0.227	1.000	0.773	0.613	0.547
e-AD	DR	P	3	0.488	1.000	0.512	0.829	0.296
CON	DR	ET	7	0.096	1.000	0.904	0.715	0.377
MCI	DR	ET	2	0.258	1.000	0.742	0.629	0.525
e-AD	DR	ET	1	0.461	0.461	0.000	0.461	/
CON	CVRREP	P	3	0.485	1.000	0.515	0.677	0.281
MCI	CVRREP	P	3	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000
e-AD	CVRREP	P	3	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000
CON	CVRREP	ET	2	0.726	1.000	0.274	0.863	0.193
MCI	CVRREP	ET	1	1.000	1.000	0.000	1.000	.
e-AD	CVRREP	ET	0	/	/	/	/	/
CON	RER	P	6	0.720	1.000	0.280	0.908	0.143
MCI	RER	P	8	0.910	1.000	0.090	0.989	0.032
e-AD	RER	P	5	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000
CON	RER	ET	4	0.320	0.640	0.320	0.475	0.137
MCI	RER	ET	1	0.271	0.271	0.000	0.271	/
e-AD	RER	ET	0	/	/	/	/	/
CON	PRR	P	2	0.621	1.000	0.379	0.810	0.268
MCI	PRR	P	1	1.000	1.000	0.000	1.000	/
e-AD	PRR	P	1	0.475	0.475	0.000	0.475	/
CON	PRR	ET	1	0.380	0.380	0.000	0.380	/
MCI	PRR	ET	0	/	/	/	/	/
e-AD	PRR	ET	0	/	/	/	/	/

Tabella 6.15a. Porzione di EP occupata da pause piene o pause vuote per ogni tipo di disfluenza nel compito “figura”.

CAPITOLO 6. RISULTATI

Durata tipo EP									
Gruppo	Disfluenza	Esitazione	Num. Casi	Min	Max	Range	Media	SD	
CON	AAR	P	2	0.618	1.000	0.382	0.809	0.270	
MCI	AAR	P	1	0.967	0.967	0.000	0.967	/	
e-AD	AAR	P	2	0.310	1.000	0.690	0.655	0.488	
CON	AAR	ET	3	0.251	1.000	0.749	0.544	0.400	
MCI	AAR	ET	2	0.033	0.333	0.301	0.183	0.213	
e-AD	AAR	ET	1	0.106	0.106	0.000	0.106	/	
CON	ALR	P	3	0.364	1.000	0.636	0.788	0.367	
MCI	ALR	P	0	/	/	/	/	/	
e-AD	ALR	P	1	0.353	0.353	0.000	0.353	/	
CON	ALR	ET	2	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	
MCI	ALR	ET	0	/	/	/	/	/	
e-AD	ALR	ET	1	0.323	0.323	0.000	0.323	/	
CON	ELR	P	3	0.639	1.000	0.361	0.880	0.208	
MCI	ELR	P	3	0.760	1.000	0.240	0.920	0.139	
e-AD	ELR	P	2	0.579	1.000	0.421	0.790	0.298	
CON	ELR	ET	5	0.361	1.000	0.639	0.650	0.324	
MCI	ELR	ET	2	0.480	1.000	0.520	0.740	0.368	
e-AD	ELR	ET	1	0.842	0.842	0.000	0.842	/	
CON	ESR	ET	1	1.000	1.000	0.000	1.000	/	
MCI	ESR	ET	0	/	/	/	/	/	
e-AD	ESR	ET	0	/	/	/	/	/	
CON	DR	P	6	0.452	1.000	0.548	0.775	0.264	
MCI	DR	P	2	0.227	1.000	0.773	0.613	0.547	
e-AD	DR	P	3	0.488	1.000	0.512	0.829	0.296	
CON	DR	ET	7	0.096	1.000	0.904	0.715	0.377	
MCI	DR	ET	2	0.258	1.000	0.742	0.629	0.525	
e-AD	DR	ET	1	0.461	0.461	0.000	0.461	/	
CON	CVRREP	P	3	0.485	1.000	0.515	0.677	0.281	
MCI	CVRREP	P	3	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	
e-AD	CVRREP	P	3	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	
CON	CVRREP	ET	2	0.726	1.000	0.274	0.863	0.193	
MCI	CVRREP	ET	1	1.000	1.000	0.000	1.000	.	
e-AD	CVRREP	ET	0	/	/	/	/	/	
CON	RER	P	6	0.720	1.000	0.280	0.908	0.143	
MCI	RER	P	8	0.910	1.000	0.090	0.989	0.032	
e-AD	RER	P	5	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000	
CON	RER	ET	4	0.320	0.640	0.320	0.475	0.137	
MCI	RER	ET	1	0.271	0.271	0.000	0.271	/	
e-AD	RER	ET	0	/	/	/	/	/	
CON	PRR	P	2	0.621	1.000	0.379	0.810	0.268	
MCI	PRR	P	1	1.000	1.000	0.000	1.000	/	
e-AD	PRR	P	1	0.475	0.475	0.000	0.475	/	
CON	PRR	ET	1	0.380	0.380	0.000	0.380	/	
MCI	PRR	ET	0	/	/	/	/	/	
e-AD	PRR	ET	0	/	/	/	/	/	

Tabella 6.15b. Porzione di EP occupata da pause piene o pause vuote per ogni tipo di disfluenza nel compito “lavoro”.

rispetto al compito “lavoro” per tutti e tre i gruppi. Uniche eccezioni sono per i gruppi CON e MCI le disfluenze di tipo CVR, uguali in entrambi i compiti, e le ripetizioni di tipo

CVRREP e PRR per il gruppo e-D, leggermente maggiori nel compito “lavoro”.

Per quanto riguarda il compito “figura”, i gruppi presentano durata simili per le disfluenze di tipo ESR, DR, CVRREP e PRR. Il gruppo MCI, invece, fa registrare una durata maggiore in AAR rispetto ai gruppi CON ed e-D. Mentre, il gruppo e-D ha valori maggiore in ALR rispetto a CON e MCI. Tuttavia, le uniche differenze statisticamente significative riguardano le disfluenze di tipo ELR ($p = 0.05$) e RER ($p = 0.023$), le cui *editing phase* hanno una durata maggiore per il gruppo e-D rispetto al gruppo CON.

Nel compito “lavoro” i tre gruppi hanno valori simili per le disfluenze di tipo AAR, ALR, ESR e DR. Il gruppo MCI ha poi valori maggiori in CVR rispetto ai gruppo CON ed e-D, mentre il gruppo e-D ha durate maggiori in PRR rispetto a CON e MCI. Infine, i gruppi MCI ed e-D hanno valori maggiore per CVRREP rispetto al gruppo CON. Così come per il compito “figura”, anche per il compito “lavoro” le uniche differenze statisticamente significative riguardano le disfluenze di tipo ELR ($p = 0.029$) e RER ($p = 0.001$), i cui valori sono maggiori nel gruppo e-D rispetto al gruppo CON.

Se invece entriamo nello specifico della composizione dell’*editing phase* delle diversi tipi di disfluenza (Tabelle 6.15a e 6.15b), si può notare che la porzione di pause vuote all’interno dell’EP è tendenzialmente maggiore rispetto a quella occupata dalle pause piene per i gruppi CON e MCI. Tale differenza è ancor più marcata per il gruppo e-D, il quale raramente produce pause piene durante l’*editing phase*. Le differenze tra gruppi tuttavia non sono statisticamente significative.

Infine, la Tabella 6.16 mostra i dati relativi alla distanza (in secondi) tra il *reparandum* e l’*alteration* per i quattro tipi di disfluenza che presentano una struttura di questo tipo². Per i gruppi CON i valori sono sempre maggiori nel compito “figura” rispetto al compito “lavoro” per tutti e quattro i tipi di disfluenza. Per il gruppo MCI, invece, tali valori sono per le disfluenze ALR e ESR e minori per ALR nel compito “lavoro” rispetto al compito “figura”, mentre i valori di ELR sono pressoché uguali tra i due compiti. Per il gruppo e-D i valori sono maggiori nelle disfluenze di tipo ESR e minori per ELR nel compito “lavoro”.

Per quanto riguarda le differenze tra gruppi, nel compito “figura” il gruppo CON ha valori significativamente più bassi rispetto ai gruppo MCI per le disfluenze di tipo AAR e

² Come discusso nel Capitolo 3, le ripetizioni e altri tipi di disfluenza quali cancellazioni e *covert repair* non hanno una struttura di tipi *reparandum – editing phase – alteration*.

Delta RP AL					
		AAR	ALR	ELR	ESR
Num. Casi	CON	10	20	25	6
	MCI	8	5	19	5
	e-D	5	1	6	1
Min	CON	0.000	0.000	0.000	0.000
	MCI	0.000	0.000	0.000	0.000
	e-D	0.000	0.019	0.005	0.000
Max	CON	0.046	0.046	0.042	0.014
	MCI	0.088	0.002	0.056	0.009
	e-D	0.034	0.019	0.061	0.000
Range	CON	0.046	0.046	0.042	0.014
	MCI	0.088	0.002	0.056	0.009
	e-D	0.034	0.000	0.055	0.000
Media	CON	0.011	0.006	0.008	0.006
	MCI	0.021	0.001	0.013	0.003
	e-D	0.016	0.019	0.031	0.000
SD	CON	0.014	0.011	0.010	0.007
	MCI	0.028	0.001	0.016	0.004
	e-D	0.013	/	0.022	/

		AAR	ALR	ELR	ESR
Num. Casi	CON	23	11	23	10
	MCI	17	3	15	19
	e-D	/	/	10	1
Min	CON	0.000	0.000	0.000	0.000
	MCI	0.000	0.000	0.000	0.000
	e-D	/	/	0.000	0.007
Max	CON	0.017	0.004	0.044	0.008
	MCI	0.023	0.037	0.047	0.039
	e-D	/	/	0.028	0.007
Range	CON	0.017	0.004	0.044	0.008
	MCI	0.023	0.037	0.047	0.039
	e-D	/	/	0.028	0.000
Media	CON	0.003	0.001	0.005	0.003
	MCI	0.004	0.018	0.012	0.007
	e-D	/	/	0.010	0.007
SD	CON	0.004	0.002	0.012	0.003
	MCI	0.007	0.019	0.017	0.011
	e-D	/	/	0.010	/

Tabella 6.16. Distanza (in secondi) tra la fine del reparandum (RP) e l'inizio dell'alteration (AL). In alto compito "figura", in basso compito "lavoro".

ELR, e più alti in ALR e ESR. Il gruppo CON ha inoltre valori più bassi rispetto al gruppo e-D nelle disfluenze di tipo AAR, ALR e ELR ($p = 0.004$) e più alto in ESR. Nel compito "lavoro" il gruppo CON ha valori più bassi rispetto a entrambi i gruppi affetti da

decadimento cognitivo per tutti e quattro i tipi di disfluenza. L'unica differenza statisticamente significativa riguarda ALR, in cui il gruppo CON ha valori più bassi ($p = 0.007$) rispetto al gruppo MCI.

I risultati relativi ai parametri NUMERO DE, DURATA DE, NUMERO SR e DURATA SR non sono riportati in quanto il basso numero delle loro occorrenze non permette l'analisi statistica.

6.3.1 Discussione

I dati relativi all'annotazione funzionale delle disfluenze permettono di prendere in considerazione più livelli di analisi linguistica rispetto ai dati estratti dall'annotazione formale.

Infatti, se dai risultati esposti nel paragrafo §6.2 non sono emerse sostanziali differenze tra i gruppi oggetto d'indagine, le analisi del presente paragrafo hanno evidenziato alcune significative differenze in linea con le attese; nonostante tali differenze non abbiano comunque interessato tutti i parametri analizzati.

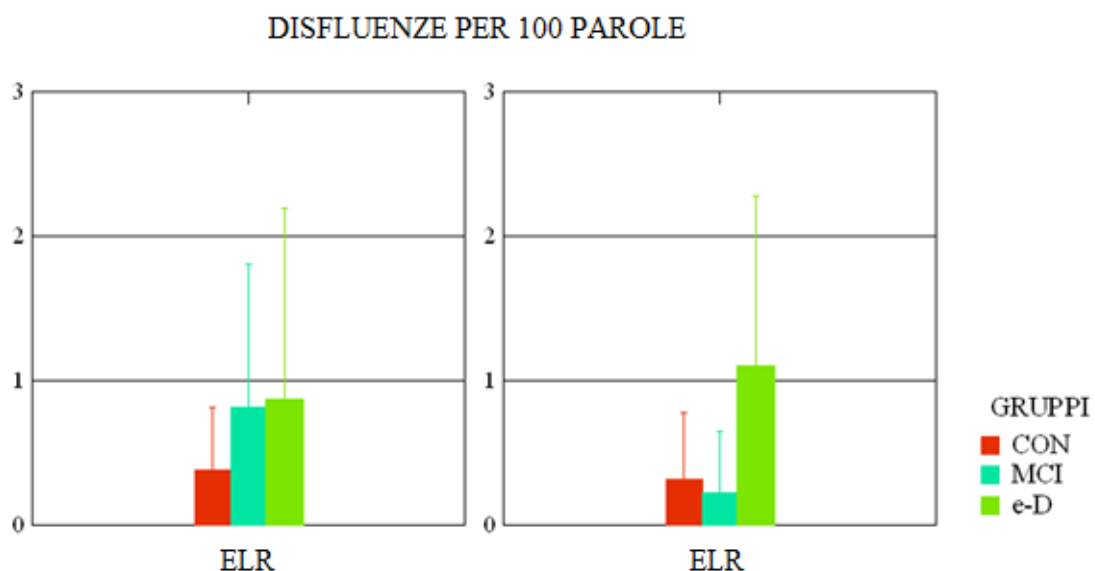


Figura 6.7. Numero di errori lessicali (ELR) ogni 100 parole. A sinistra il compito "figura", a destra il compito "lavoro".

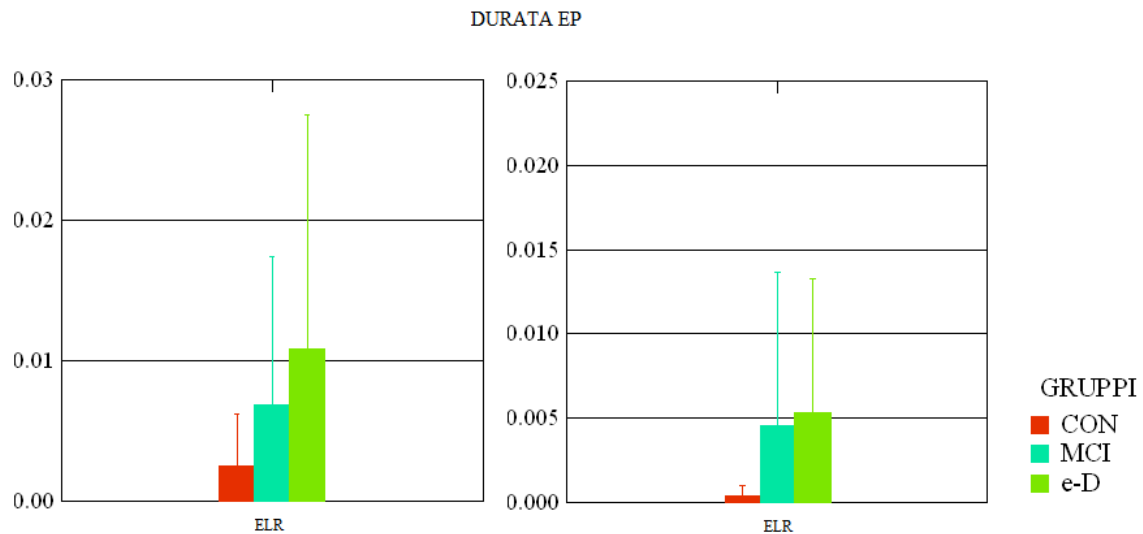


Figura 6.8. Durata dell'editing phase (in secondi) normalizzata per la durata dell'enunciato nelle disfluenze di tipo ELR. A sinistra il compito "figura", a destra il compito "lavoro".

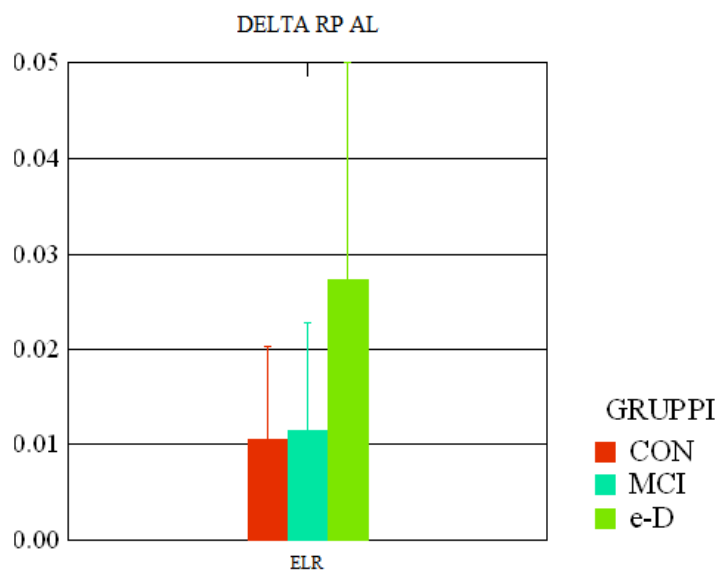


Figura 6.9. Distanza (in secondi) tra reparandum e alteration nelle disfluenze di tipo ELR nel compito "figura".

I risultati più eloquenti sono senza dubbio quelli relativi alle disfluenze di tipo ELR. Infatti, per quasi tutti i parametri analizzati gli errori lessicali risultano essere un importante fattore di differenziazione tra gruppo di controllo e soggetti affetti da decadimento cognitivo.

Come mostra la Figura 6.7, il gruppo CON produce meno errori lessicali ogni cento parole rispetto ai gruppi MCI ed e-D nel compito “figura”, mentre nel compito “lavoro” il gruppo e-D ne produce di più rispetto ai gruppi CON e MCI.

Inoltre, i gruppi CON ed e-D si differenziano anche per la diversa durata dell’*editing phase* nelle disfluenze di tipo ELR. Infatti, come mostra la Figura 6.8, il gruppo di controllo produce un’*editing phase* di durata inferiore rispetto al gruppo e-D.

Infine, come mostrato dalla Figura 6.9, anche prendendo in considerazione la distanza (in secondi) tra *reparandum* e *alteration*, il gruppo e-D fa registrare valori più alti rispetto al gruppo CON.

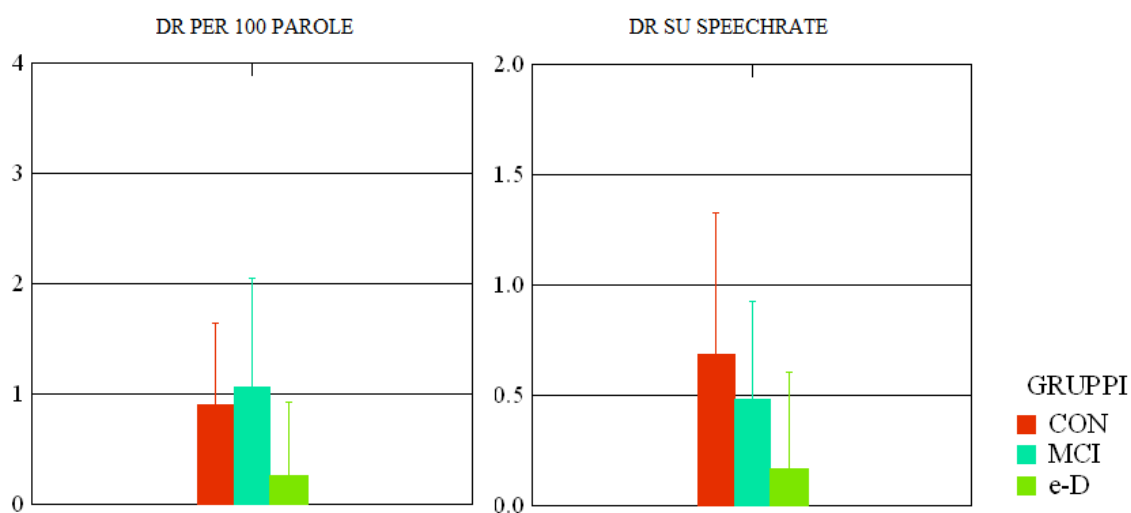


Figura 10. A destra il numero di cancellazioni ogni cento parole. A sinistra il numero di cancellazioni normalizzato per i valori di *speech rate*. Entrambi i parametri si riferiscono al compito “lavoro”.

I gruppi si differenziano inoltre per il numero di cancellazioni (DR) ogni cento parole e normalizzato per lo *speech rate*. Come mostra la Figura 6.10, i gruppi CON e MCI hanno, per entrambi i parametri, valori più alti rispetto al gruppo e-D.

Così come per ELR, anche per RER la durata dell’*editing phase* è maggiore nel gruppo di controllo rispetto al gruppo e-D, per entrambi i compiti (Figura 6.11).

Infine, come mostra la Figura 6.12, i gruppi CON e MCI si differenziano anche per la distanza tra *reparandum* e *alteration*, minore nel gruppo di controllo rispetto al gruppo MCI nel compito “lavoro”.

Come anticipato all’inizio del presente paragrafo, non stupisce che gli errori lessicali (ELR), e in un caso anche gli errori relativi all’appropriatezza del termine utilizzato (ALR),

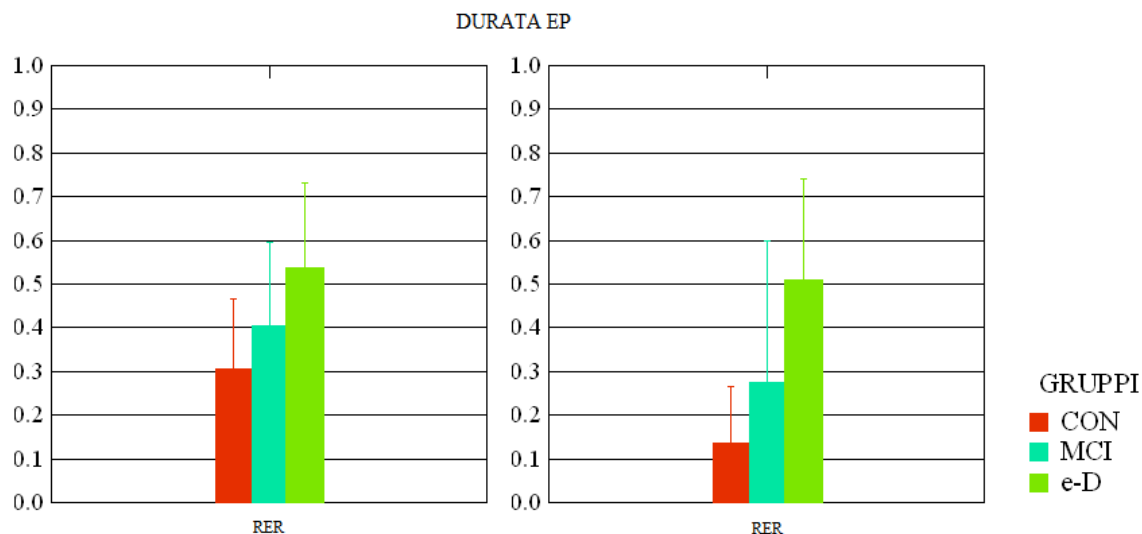


Figura 6.11. Durata dell’editing phase (in secondi) normalizzata per la durata dell’enunciato nelle disfluenze di tipo RER. A sinistra il compito “figura”, a destra il compito “lavoro”.

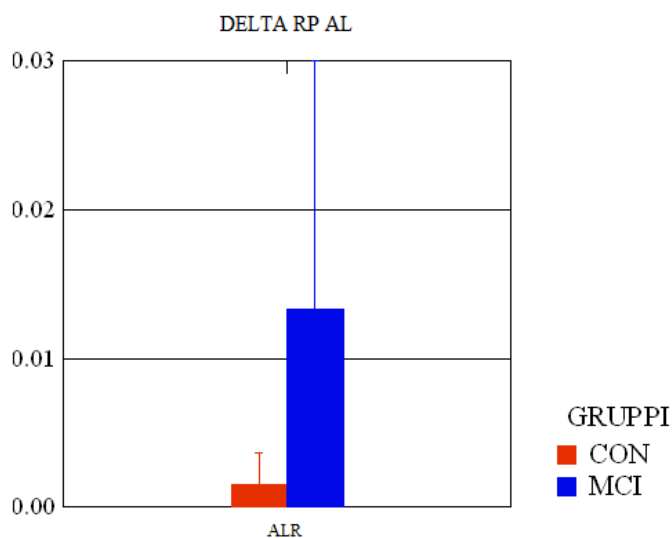


Figura 6.12. Distanza (in secondi) tra reparable e alteration nelle disfluenze di tipo ELR nel compito “lavoro”.

siano i principali fattori di differenziazione tra gruppo di controllo e soggetti affetti da decadimento cognitivo. Infatti, i problemi che coinvolgono la sfera lessico-semantica nel decadimento cognitivo sono ampiamente documentati in letteratura (Hodges et al, 1992; Balthazar et al., 2007; Taler & Phillips, 2008; Kavé & Goral, 2018; Salehi et al., 2017).

Nello specifico, il gruppo CON si differenzia dal gruppo MCI per la maggiore produzione di errori lessicali (ELR) ogni cento parole e per una maggiore distanza tra *reparandum* e *alteration* negli errori relativi all’appropriatezza del termine utilizzato

(ALR). È indicativo il fatto che tali differenze siano entrambe elicitate da un compito come quello di descrizione della figura la cui esecuzione richiede una maggiore capacità nella denominazione degli oggetti e nell'accesso lessicale (Ciurli et al., 1996; Kavé & Goral, 2016). Tale tendenza è inoltre supportata dal fatto che mediamente i soggetti di tutti e tre i gruppi producono un maggior numero di disfluenze di tipo ELR in cui è presente un'*editing phase* nel compito "figura" rispetto al compito "lavoro". Inoltre, l'*editing phase* ha una durata mediamente maggiore nel compito "figura".

Le differenze tra i gruppi CON ed e-D interessano anche il compito "lavoro" e nello specifico riguardano il numero di errori lessicali ogni cento parole e la durata media dell'*editing phase*. Tali risultati sono facilmente spiegabili tenendo conto del fatto che i soggetti del gruppo e-D sono caratterizzati da uno stadio più avanzato del decadimento cognitivo rispetto ai soggetti del gruppo MCI e per tale motivo possono manifestare delle difficoltà nell'accesso lessicale anche in un compito che non elicitamente questa capacità.

Inoltre, i gruppi CON e MCI producono più cancellazioni (DR) ogni cento parole e anche tenendo conto dello *speech rate* rispetto al gruppo e-D nel compito di descrizione della giornata lavorativa. Tali risultati, per quanto contrari alle attese, possono comunque essere spiegati ipotizzando che i soggetti dei gruppi CON e MCI abbiano una migliore capacità di interrompere la propria produzione prima che un errore individuato al livello di pianificazione dell'enunciato passi al programma motorio (Levelt 1983, 1989), permettendo così di mantenere una più elevata coesione del discorso.

Legato a questo punto è anche il dato relativo alla maggior durata dell'*editing phase* nelle ripetizioni retrospettive (RER) registrata per il gruppo e-D rispetto al gruppo di controllo per entrambi i compiti. Infatti, le pause retrospettive svolgono una funzione di raccordo tra l'enunciato prodotto e quello da produrre e permettono di mantenere coesa la produzione (Hieke, 1981). Aumentare la durata dell'*editing phase* permetterebbe quindi ai soggetti affetti da decadimento cognitivo di, almeno in parte, sopperire alla difficoltà nella pianificazione della produzione.

Una tendenza simile si può osservare anche nel gruppo MCI, la cui durata media dell'*editing phase* nelle ripetizioni retrospettive si attesta su valori a metà strada tra quelli del gruppo di controllo e del gruppo e-D in entrambi i compiti. Tale parametro potrebbe non essere abbastanza fine per cogliere problemi di organizzazione del discorso nei

soggetti affetti da decadimento cognitivo lieve, anche alla luce del fatto che, se tale problematicità è ampiamente documentata nei soggetti affetti da Alzheimer, pochi sono gli studi che riguardano i soggetti affetti da decadimento cognitivo lieve (Pistono et al., 2016).

Concludendo, preme sottolineare che disfluenze e fenomeni di esitazione non necessariamente rappresentano dei “problemi” nel flusso della produzione orale, ma possono anche essere trattati come strategie utilizzate più o meno coscientemente dal parlante per far fronte a criticità nella produzione, secondo anche la prospettiva che è stata adottata in questo studio e che i risultati sembrerebbero confermare.

In questo senso andrebbe interpretata la generale tendenza del gruppo CON a produrre più disfluenze, ma meno fenomeni di esitazione e di durata minore rispetto ai gruppi MCI ed e-D.

6.4 Fenomeni di esitazione

Nel presente paragrafo sono presentati i risultati relativi ai fenomeni di esitazione, nello specifico pause vuote e pause piene.

Come mostra la Tabella 6.17, solamente il gruppo MCI produce mediamente più pause vuote nel compito “figura” rispetto al compito “lavoro”, mentre i gruppi CON ed e-D producono più pause vuote nel compito “figura”, nonostante, come mostrato nel paragrafo §7.1, la durata del compito “lavoro” sia mediamente maggiore rispetto al compito “figura” per tutti e tre i gruppi. A differenza della pause vuote, il numero di pause piene e il numero aggregato di pause piene e vuote sono invece mediamente maggiori nel compito “lavoro” per tutti e tre i gruppi.

Per quanto riguarda le differenze tra gruppi, nel compito “figura” il gruppo MCI produce meno pause vuote rispetto a CON ed e-D, i quali hanno all’incirca gli stessi valori medi. Il gruppo CON produce invece più pause piene dei gruppi MCI ed e-D, i quali hanno all’incirca gli stessi valori medi. Il numero totale di disfluenze è maggiore per il gruppo CON rispetto al gruppo MCI, con il gruppo e-D che si attesta su valori intermedi. Nel compito “lavoro” il gruppo MCI produce più pause vuote del gruppo e-D, mentre il gruppo CON presenta valori a metà strada tra MCI ed e-D. Il numero di pause piene e il

		PAUSE VUOTE TOT	PAUSE PIENE TOT	ESITAZIO NI TOT			PAUSE VUOTE TOT	PAUSE PIENE TOT	ESITAZIO NI TOT
Num. Casi	CON	21	21	21	Num. Casi	CON	21	21	21
	MCI	18	18	18		MCI	18	18	18
	e-D	9	9	9		e-D	9	9	9
Min	CON	1	0	8	Min	CON	2	0	4
	MCI	3	0	3		MCI	1	0	3
	e-D	8	0	9		e-D	5	0	5
Max	CON	51.00	58.00	108.00	Max	CON	50.00	68.00	99.00
	MCI	25.00	8.00	26.00		MCI	74.00	18.00	90.00
	e-D	35.00	12.00	47.00		e-D	19.00	16.00	29.00
Range	CON	50.00	58.00	100.00	Range	CON	48.00	68.00	95.00
	MCI	22.00	8.00	23.00		MCI	73.00	18.00	87.00
	e-D	27.00	12.00	38.00		e-D	14.00	16.00	24.00
Media	CON	18.48	9.10	25.57	Media	CON	16.91	13.33	30.23
	MCI	14.89	2.39	17.27		MCI	18.61	6.00	24.61
	e-D	18.44	2.89	21.33		e-D	11.00	3.44	14.44
SD	CON	14.01	13.79	25.10	SD	CON	14.00	17.86	26.94
	MCI	6.89	2.77	6.51		MCI	16.19	5.72	20.12
	e-D	8.71	3.95	12.08		e-D	4.36	5.25	7.46

Tabella 6.17. Statistiche relative al numero di pause vuote, pause piene e totale. A sinistra il compito “figura”, a destra il compito “lavoro”.

numero totale di disfluenze è invece maggiore per il gruppo CON rispetto al gruppo e-D, con il gruppo MCI che si attesta su valori intermedi.

La Tabella 6.18 mostra invece i valori relativi alle pause piene e vuote divise in grammaticali e non grammaticali. Tutti e tre i gruppi producono più esitazioni grammaticali rispetto a quelle non grammaticali in entrambi i compiti. Il gruppo e-D è però l’unico dei tre gruppi che produce un maggior numero di esitazioni, sia grammaticali sia non grammaticali, nel compito “figura” rispetto al compito “lavoro”. Nello specifico, i gruppi CON ed e-D producono più pause vuote grammaticali nel compito “figura”, mentre il gruppo MCI ne produce di più nel compito “lavoro”. Il gruppo e-D è l’unico che produce più pause vuote non grammaticali nel compito “figura”, mentre i gruppi CON e MCI si attestano all’incirca sugli stessi valori in entrambi i compiti. Al contrario, il gruppo e-D è il solo a produrre lo stesso numero di pause piene grammaticali in entrambi i compiti, mentre i gruppi CON e MCI ne producono di più nel compito “lavoro”. Infine, tutti e tre i gruppi producono più pause piene non grammaticali nel compito “lavoro” rispetto al compito “figura”.

		PAUSE VUOTE GRAM.	PAUSE VUOTE NO GRAM.	PAUSE PIENE GRAM.	PAUSE PIENE NO GRAM.	TOT GRAM.	TOT NO GRAM.
Num. Casi	CON	21	21	21	21	21	21
	MCI	18	18	18	18	18	18
	e-D	9	9	9	9	9	9
Min	CON	0	1	0	0	2	1
	MCI	2	0	0	0	3	0
	e-D	7	1	0.00	0	8	1
Max	CON	36.00	28.00	33.00	25.00	69.00	40.00
	MCI	20.00	12.00	5.00	7.00	21.00	12.00
	e-D	21.00	17.00	4.00	9.00	25.00	26.00
Range	CON	36.00	27.00	33.00	25.00	67.00	39.00
	MCI	18.00	12.00	5.00	7.00	18.00	12.00
	e-D	14.00	16.00	4.00	9.00	17.00	25.00
Media	CON	11.67	6.81	4.14	4.95	15.81	11.76
	MCI	9.44	5.44	1.06	1.33	10.50	6.78
	e-D	12.89	5.56	1.33	1.56	14.22	7.11
SD	CON	9.12	6.64	7.19	7.16	14.57	12.38
	MCI	4.90	3.01	1.51	1.97	5.10	3.17
	e-D	5.21	5.05	1.41	3.09	6.12	8.05

		PAUSE VUOTE GRAM.	PAUSE VUOTE NO GRAM.	PAUSE PIENE GRAM.	PAUSE PIENE NO GRAM.	TOT GRAM.	TOT NO GRAM.
Num. Casi	CON	21	21	21	21	21	21
	MCI	18	18	18	18	18	18
	e-D	9	9	9	9	9	9
Min	CON	0	1	0	0	1	1
	MCI	0	1	0	0	1	1
	e-D	2	1	0.00	0	3	1
Max	CON	30.00	25.00	40.00	55.00	67.00	67.00
	MCI	54.00	22.00	10.00	12.00	63.00	34.00
	e-D	16.00	7.00	8.00	8.00	18.00	11.00
Range	CON	30.00	24.00	40.00	55.00	66.00	66.00
	MCI	54.00	21.00	10.00	12.00	62.00	33.00
	e-D	14.00	6.00	8.00	8.00	15.00	10.00
Media	CON	10.14	6.76	6.00	7.33	16.14	14.10
	MCI	12.00	6.61	2.78	3.22	14.78	9.83
	e-D	7.44	3.56	1.33	2.11	8.78	5.67
SD	CON	8.97	5.91	8.63	11.92	15.22	15.17
	MCI	11.97	6.64	3.06	3.10	13.73	9.28
	e-D	4.13	2.19	2.60	2.85	5.09	4.42

Tabella 6.18. Statistiche relative al numero di pause vuote, pause piene e totale, sia grammaticali sia non grammaticali. In alto il compito “figura”, in basso il compito “lavoro”.

Per quanto riguarda le differenze tra gruppi, nel compito “figura”, il gruppo CON ed e-D producono all’incirca lo stesso numero di pause vuote grammaticali, valori entrambi maggiori di quelli del gruppo MCI. Il gruppo CON produce invece un numero maggiore

di pause vuote grammaticali e pause piene grammaticali e non rispetto ai gruppo MCI ed e-D, i quali si attestano entrambi all'incirca sugli stessi valori. Nel compito "lavoro" il gruppo MCI produce più pause vuote grammaticali rispetto al gruppo e-D e, leggermente, anche rispetto al gruppo CON. Il gruppo e-D invece produce meno pause vuote non grammaticali rispetto ai gruppi CON e MCI, i quali si attestano all'incirca sugli stessi valori. Mentre il gruppo CON produce più pause piene grammaticali e non rispetto al gruppo e-D, con il gruppo MCI che fa registrare valori intermedi tra i due gruppi.

NUMERO ESITAZIONI							
		PAUSE VUOTE SU PAROLE	PAUSE PIENE SU PAROLE			PAUSE VUOTE SU PAROLE	PAUSE PIENE SU PAROLE
Num. Casi	CON	21	21	Num. Casi	CON	21	21
	MCI	18	18		MCI	18	18
	e-D	9	9		e-D	9	9
Min	CON	0.007	0	Min	CON	0.015	0
	MCI	0.026	0		MCI	0.012	0
	e-D	0.137	0		e-D	0.03	0
Max	CON	0.21	0.17	Max	CON	0.23	0.16
	MCI	0.31	0.08		MCI	0.24	0.09
	e-D	0.33	0.05		e-D	0.26	0.07
Range	CON	0.20	0.17	Range	CON	0.21	0.16
	MCI	0.29	0.08		MCI	0.23	0.09
	e-D	0.20	0.05		e-D	0.23	0.07
Media	CON	0.11	0.04	Media	CON	0.07	0.05
	MCI	0.14	0.02		MCI	0.11	0.04
	e-D	0.23	0.02		e-D	0.14	0.02
SD	CON	0.06	0.04	SD	CON	0.06	0.04
	MCI	0.08	0.02		MCI	0.06	0.03
	e-D	0.08	0.02		e-D	0.08	0.02

Tabella 6.19. Statistiche relative al numero di pause vuote, pause piene e totale normalizzato per il numero di parole prodotte. A sinistra il compito "figura", a destra il compito "lavoro".

Come mostra la Tabella 6.19, tutti e tre gruppi producono più pause vuote nel compito "figura" rispetto al compito "lavoro". Il gruppo MCI invece produce più pause piene nel compito "lavoro", mentre i valori dei gruppi CON ed e-D sono all'incirca costanti nei due compiti.

Per quanto riguarda le differenze tra gruppi, il gruppo e-D produce più pause vuote rispetto ai gruppi CON ($p > 0.001$) e MCI ($p = 0.008$) nel compito "figura", mentre nel

compito “lavoro” il gruppo CON produce meno pause vuote rispetto ai gruppi MCI ed e-D ($p = 0.011$). In entrambi i compiti, il gruppo CON produce più pause piene rispetto ai gruppi MCI ed e-D, tuttavia tali differenze non sono statisticamente significative.

Il dati della Tabella 6.20 mostrano che la durata delle pause piene e vuote è maggiore nel compito “figura” rispetto al compito “lavoro” nel gruppo di controllo. Il gruppo MCI invece produce delle pause vuote aventi una durata maggiore nel compito “figura”, mentre le pause piene hanno dei valori di durata simili nei due compiti. Inversamente il gruppo e-D produce pause piene con durata maggiore nel compito “lavoro” e pause vuote di durata sostanzialmente uguale nei due compiti. Infine, se si prendono in considerazione i valori aggregati di pause piene e vuote, tutti e tre i gruppi producono pause leggermente maggiori nel compito “lavoro” rispetto al compito “figura”.

DURATA ESITAZIONI					DURATA ESITAZIONI				
		PAUSE VUOTE DURATA	PAUSE PIENE DURATA	TOT DURATA			PAUSE VUOTE DURATA	PAUSE PIENE DURATA	TOT DURATA
Num. Casi	CON	21	20	21	CON	21	19	21	21
	MCI	18	13	18	MCI	18	15	18	18
	e-D	9	7	9	e-D	9	5	9	9
Min	CON	0.0021	0.0019	0.0020	CON	0.0013	0.0011	0.0012	0.0012
	MCI	0.0062	0.0025	0.0062	MCI	0.0022	0.0020	0.0021	0.0021
	e-D	0.0082	0.0027	0.0068	e-D	0.0053	0.0046	0.0050	0.0050
Max	CON	0.0303	0.0240	0.0290	CON	0.0297	0.0230	0.0279	0.0279
	MCI	0.0467	0.0163	0.0467	MCI	0.0596	0.0188	0.0495	0.0495
	e-D	0.0758	0.0175	0.0758	e-D	0.1428	0.0282	0.1428	0.1428
Range	CON	0.0282	0.0221	0.0271	CON	0.0284	0.0219	0.0267	0.0267
	MCI	0.0405	0.0138	0.0405	MCI	0.0575	0.0168	0.0473	0.0473
	e-D	0.0676	0.0148	0.0690	e-D	0.1375	0.0235	0.1378	0.1378
Media	CON	0.0131	0.0082	0.0124	CON	0.0096	0.0067	0.0092	0.0092
	MCI	0.0196	0.0080	0.0189	MCI	0.0171	0.0083	0.0160	0.0160
	e-D	0.0357	0.0098	0.0342	e-D	0.0364	0.0139	0.0362	0.0362
SD	CON	0.0084	0.0054	0.0075	CON	0.0085	0.0055	0.0080	0.0080
	MCI	0.0105	0.0039	0.0105	MCI	0.0170	0.0053	0.0146	0.0146
	e-D	0.0252	0.0051	0.0244	e-D	0.0425	0.0119	0.0426	0.0426

Tabella 6.20. Statistiche relative alla durata di pause vuote, piene e totali normalizzato per la durata della produzione. A sinistra il compito “figura”, a destra il compito “lavoro”.

Nello specifico della differenza tra gruppi, nel compito “figura”, la durata delle pause vuote è tendenzialmente minore nel gruppo di controllo rispetto al gruppo MCI ($p = 0.037$) e al gruppo e-D ($p = 0.001$) e, inoltre, la durata delle pause vuote del gruppo MCI

è minore rispetto al gruppo e-D ($p = 0.026$). Nel compito “lavoro” il gruppo CON produce pause vuote aventi una durata minore rispetto a quelle prodotte dai gruppo MCI ed e-D ($p = 0.009$). Per quanto riguarda le pause piene, le differenze tra gruppi non risultano essere in nessun caso statisticamente significative.

I valori aggregati delle durate di pause piene e vuote sono minori, nel compito “figura”, per gruppo di controllo rispetto a MCI ($p = 0.031$) ed e-D ($p = 0.001$). Sempre nel compito “figura” i valori di MCI sono minori di quelli del gruppo e-D ($p = 0.029$). Anche nel compito “lavoro” tali valori sono minori nel gruppo di controllo rispetto a MCI ed e-D ($p = 0.008$).

Come si può osservare nella Tabella 6.21, tutti e tre i gruppi producono più pause vuote, sia grammaticali sia non grammaticali, nel compito “figura” rispetto al compito “lavoro”. Diverso è invece il discorso riguardante le pause piene. Il gruppo CON produce sostanzialmente lo stesso numero di pause piene nei due compiti, mentre il gruppo MCI ne produce di più nel compito “lavoro”. Infine, il gruppo e-D produce più pause piene grammaticali, ma meno pause piene non grammaticali nel compito “figura” rispetto al compito “lavoro”.

I valori aggregati delle pause grammaticali sono maggiori nel compito “figura” rispetto al compito “lavoro” per tutti e tre i gruppi. Tale differenza, diminuisce nelle pause non grammaticali. Tuttavia, anche in questo caso, il compito “figura” fa registrare valori più alti per tutti i tre i gruppi.

Per quanto riguarda le differenze tra gruppi, tendenzialmente il gruppo di controllo produce meno pause vuote grammaticali e non grammaticali rispetto al gruppo e-D in entrambi i compiti, con il gruppo MCI che presenta dei valori intermedi tra i due gruppi. Invece i valori delle pause piene grammaticali e non grammaticali sono maggiori nel gruppo di controllo rispetto ai gruppi affetti da decadimento cognitivo in entrambi i compiti.

Nello specifico, il gruppo e-D produce più pause vuote grammaticali rispetto ai gruppi CON ($p < 0.001$) e MCI ($p = 0.002$) nel compito “figura” e rispetto al solo gruppo CON ($p = 0.009$) nel compito “lavoro”. Inoltre, il gruppo e-D produce più pause vuote non grammaticali rispetto al gruppo CON ($p = 0.02$) nel compito “figura”.

Infine, i valori aggregati delle pause grammaticali sono maggiori per il gruppo e-D rispetto ai gruppi CON ($p = 0.001$) e MCI (0.001) nel compito “figura”.

NUMERO ESITAZIONI GRAMMATICALI E NON GRAMMATICALI							
		PAUSE VUOTE GRAM.	PAUSE VUOTE NO GRAM.	PAUSE PIENE GRAM.	PAUSE PIENE NO GRAM.	TOT GRAM	TOT NO GRAM.
Num. Casi	CON	21	21	21	21	21	21
	MCI	18	18	18	18	18	18
	e-D	9	9	9	9	9	9
Min	CON	0.000	0.007	0.000	0.000	0.014	0.012
	MCI	0.021	0.000	0.000	0.000	0.026	0.000
	e-D	0.070	0.019	0.000	0.000	0.082	0.019
Max	CON	0.194	0.096	0.096	0.073	0.209	0.133
	MCI	0.208	0.125	0.047	0.072	0.219	0.125
	e-D	0.292	0.103	0.042	0.035	0.333	0.115
Range	CON	0.194	0.089	0.096	0.073	0.195	0.121
	MCI	0.188	0.125	0.047	0.072	0.193	0.125
	e-D	0.221	0.083	0.042	0.035	0.251	0.096
Media	CON	0.073	0.035	0.020	0.022	0.093	0.058
	MCI	0.089	0.050	0.008	0.012	0.098	0.062
	e-D	0.173	0.059	0.014	0.008	0.187	0.068
SD	CON	0.051	0.023	0.021	0.022	0.055	0.035
	MCI	0.053	0.032	0.012	0.018	0.052	0.032
	e-D	0.074	0.028	0.014	0.014	0.077	0.035

NUMERO ESITAZIONI GRAMMATICALI E NON GRAMMATICALI							
		PAUSE VUOTE GRAM.	PAUSE VUOTE NO GRAM.	PAUSE PIENE GRAM.	PAUSE PIENE NO GRAM.	TOT GRAM	TOT NO GRAM.
Num. Casi	CON	21	21	21	21	21	21
	MCI	18	18	18	18	18	18
	e-D	9	9	9	9	9	9
Min	CON	0.000	0.005	0.000	0.000	0.011	0.006
	MCI	0.000	0.006	0.000	0.000	0.013	0.017
	e-D	0.008	0.013	0.000	0.000	0.015	0.024
Max	CON	0.145	0.136	0.109	0.097	0.218	0.159
	MCI	0.183	0.133	0.056	0.049	0.185	0.178
	e-D	0.231	0.100	0.033	0.047	0.231	0.141
Range	CON	0.145	0.132	0.109	0.097	0.207	0.153
	MCI	0.183	0.128	0.056	0.049	0.172	0.161
	e-D	0.223	0.088	0.033	0.047	0.216	0.117
Media	CON	0.045	0.028	0.022	0.023	0.067	0.051
	MCI	0.073	0.037	0.017	0.018	0.090	0.055
	e-D	0.101	0.043	0.007	0.013	0.108	0.056
SD	CON	0.041	0.028	0.027	0.024	0.057	0.038
	MCI	0.052	0.031	0.016	0.016	0.056	0.040
	e-D	0.066	0.032	0.012	0.018	0.062	0.040

Tabella 6.21. Statistiche relative al numero di pause vuote, piene e totali, grammaticali e non, normalizzato per il numero di parole prodotto. In alto il compito “figura”, in basso il compito “lavoro”.

Come mostra la Tabella 6.22, la durata delle pause vuote grammaticali è maggiore nel compito “figura” rispetto al compito “lavoro” per il gruppo CON, mentre per i gruppi

DURATA ESITAZIONI GRAMMATICALI E NON GRAMMATICALI							
		PAUSE VUOTE GRAM.	PAUSE VUOTE NO GRAM.	PAUSE PIENE GRAM.	PAUSE PIENE NO GRAM.	TOT GRAM	TOT NO GRAM
Num. Casi	CON	19	21	18	17	21	21
	MCI	18	17	9	9	18	18
	e-D	9	9	6	3	9	9
Min	CON	0.0021	0.0013	0.0019	0.0018	0.0020	0.0010
	MCI	0.0056	0.0077	0.0040	0.0025	0.0040	0.0020
	e-D	0.0098	0.0062	0.0024	0.0027	0.0020	0.0030
Max	CON	0.0298	0.0545	0.0240	0.0130	0.0300	0.0540
	MCI	0.0524	0.0410	0.0620	0.0130	0.0620	0.0410
	e-D	0.0922	0.1114	0.0175	0.0087	0.0920	0.1110
Range	CON	0.0276	0.0532	0.0221	0.0111	0.0280	0.0530
	MCI	0.0468	0.0332	0.0580	0.0105	0.0580	0.0380
	e-D	0.0825	0.1052	0.0151	0.0059	0.0900	0.1090
Media	CON	0.0147	0.0126	0.0088	0.0061	0.0120	0.0100
	MCI	0.0214	0.0158	0.0132	0.0079	0.0190	0.0130
	e-D	0.0406	0.0252	0.0100	0.0063	0.0280	0.0200
SD	CON	0.0090	0.0131	0.0059	0.0036	0.0080	0.0100
	MCI	0.0115	0.0093	0.0185	0.0035	0.0140	0.0090
	e-D	0.0287	0.0336	0.0056	0.0031	0.0270	0.0300

DURATA ESITAZIONI GRAMMATICALI E NON GRAMMATICALI							
		PAUSE VUOTE GRAM.	PAUSE VUOTE NO GRAM.	PAUSE PIENE GRAM.	PAUSE PIENE NO GRAM.	TOT GRAM	TOT NO GRAM
Num. Casi	CON	20	21	18	17	21	21
	MCI	17	18	13	14	18	18
	e-D	9	9	4	4	9	9
Min	CON	0.0015	0.0011	0.0014	0.0010	0.0010	0.0010
	MCI	0.0024	0.0015	0.0019	0.0015	0.0020	0.0010
	e-D	0.0056	0.0038	0.0022	0.0042	0.0020	0.0040
Max	CON	0.0324	0.0291	0.0230	0.0203	0.0320	0.0290
	MCI	0.0947	0.0293	0.0197	0.0162	0.0950	0.0290
	e-D	0.1717	0.0994	0.0256	0.0282	0.1720	0.0990
Range	CON	0.0309	0.0279	0.0216	0.0193	0.0310	0.0280
	MCI	0.0923	0.0278	0.0177	0.0146	0.0930	0.0280
	e-D	0.1661	0.0957	0.0235	0.0240	0.1700	0.0960
Media	CON	0.0100	0.0087	0.0060	0.0062	0.0080	0.0080
	MCI	0.0217	0.0101	0.0102	0.0065	0.0170	0.0090
	e-D	0.0405	0.0283	0.0102	0.0107	0.0310	0.0230
SD	CON	0.0097	0.0085	0.0049	0.0049	0.0080	0.0070
	MCI	0.0255	0.0075	0.0064	0.0045	0.0200	0.0070
	e-D	0.0514	0.0293	0.0106	0.0117	0.0450	0.0260

Tabella 6.22. Statistiche relative alla durata di pause vuote, piene e totali, grammaticali e non, normalizzato per la durata della produzione. In alto il compito "figura", in basso il compito "lavoro".

MCI ed e-D tali pause hanno sostanzialmente la stessa durata nei due compiti. Simile è l'andamento dei valori delle pause vuote non grammaticali. Tuttavia, in questo caso,

solamente per il gruppo e-D i valori delle durata sono sostanzialmente uguali nei due compiti, mentre per i gruppi CON e MCI i valori sono maggiori nel compito “figura”.

I valori di durata delle pause piene grammaticali sono uguali nei due compiti per il gruppo e-D, mentre per i gruppi CON e MCI i valori sono maggiori nel compito “figura”. Per le pause piene non grammaticali i valori delle durate sono uguali nei due compiti per il gruppo CON, maggiori nel compito “figura” per il gruppo MCI e maggiori nel compito “lavoro” per il gruppo e-D.

Infine, per i gruppi CON e MCI i valori aggregati delle durate sia delle pause grammaticali sia delle pause non grammaticali sono maggiori nel compito “figura” rispetto al compito “lavoro”, mentre per il gruppo e-D sono maggiori nel compito “lavoro”.

Per quanto riguarda le differenze tra gruppi, i valori di durata di tutti i tipi di pause, vuote o piene, grammaticali e non grammaticali, così come quelli aggregati, sono minori nel gruppo di controllo rispetto ai gruppi affetti da decadimento cognitivo in entrambi i compiti. Inoltre, il gruppo MCI ha sempre valori intermedi tra il gruppo di CON e il gruppo e-D. Uniche eccezioni sono le pause piene grammaticali e non grammaticali, per le quali i valori di durata sono maggiori nel gruppo MCI rispetto al gruppo e-D nel compito “figura” e uguali nel compito “lavoro”, ma limitatamente alle pause piene grammaticali.

Nello specifico, la durata delle pause vuote grammaticali è minore nel gruppo CON rispetto ai gruppi MCI ($p = 0.05$) ed e-D ($p = 0.001$) nel compito “figura” e minore nel gruppo CON rispetto al gruppo e-D ($p = 0.015$) nel compito “lavoro”. Inoltre, tale durata è minore nel gruppo MCI rispetto al gruppo e-D ($p = 0.02$) nel compito “figura”. La durata delle pause vuote non grammaticali è invece maggiore nel gruppo e-D rispetto ai gruppi CON ($p = 0.008$) e MCI ($p = 0.019$) nel solo compito “lavoro”.

I gruppi CON e MCI si differenziano inoltre per la durata delle pause piene grammaticali, minore in CON rispetto a MCI ($p = 0.047$).

I valori aggregati di durata della pause grammaticali sono minori nel gruppo CON rispetto ai gruppi MCI ($p = 0.018$) ed e-D ($p = 0.001$) nel compito “figura” e ugualmente minori nel gruppo CON rispetto ai gruppi MCI ($p = 0.019$) ed e-D (0.003) nel compito “lavoro”.

Infine, i valori aggregati di durata della pause non grammaticali sono minori nel gruppo CON rispetto al gruppo e-D ($p = 0.05$) nel compito “figura” e maggiori nel gruppo e-D rispetto ai gruppi CON ($p = 0.002$) e MCI ($p = 0.005$) nel compito “lavoro”.

6.4.1 *Discussione*

I risultati esposti nel paragrafo precedente mostrano come i parametri legati ai fenomeni di esitazioni siano uno strumento più robusto rispetto a quelli relativi alle disfluenze nella differenziazione dei soggetti di controllo e dei soggetti affetti da

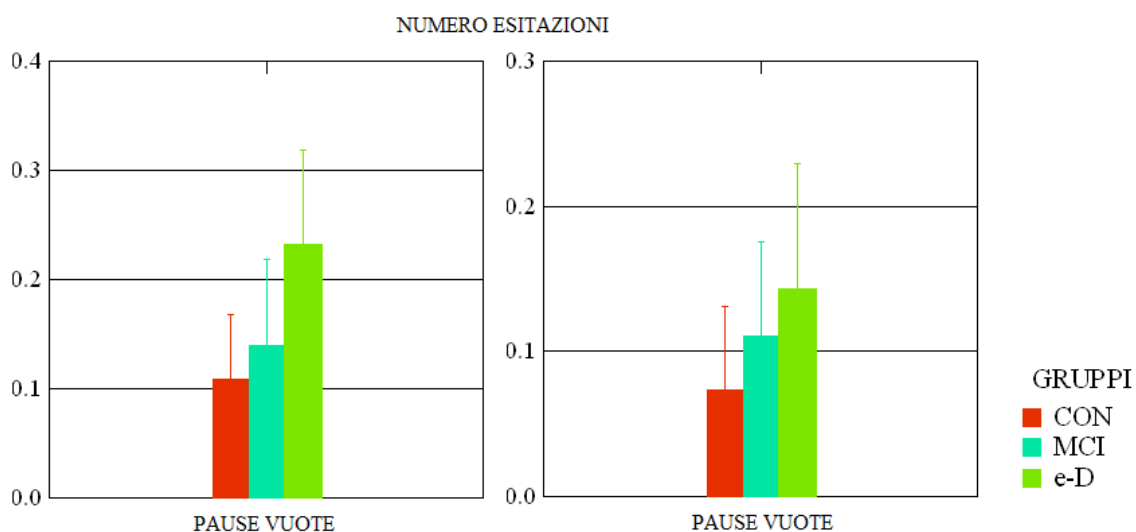


Figura 6.13. Numero di pause vuote normalizzato per il totale delle parole prodotte. A sinistra il compito “figura”, a destra il compito “lavoro”.

decadimento cognitivo. Infatti, ad esclusione dei valori di numero e durata delle pause piene, quasi tutti gli altri parametri hanno assunto valori diversi nei tre differenti gruppi oggetto di analisi.

In generale, i soggetti affetti da decadimento cognitivo producono più pause, e soprattutto di durata maggiore, rispetto ai soggetti di controllo.

Tali risultati sono in linea con quanto già ampiamente studiato in diverse lingue – in particolar modo per l’inglese – e dimostrano che anche per la lingua italiana i fenomeni di esitazione possono essere uno strumento affidabile nella differenziazione dei soggetti

affetti da decadimento cognitivo (Hoffmann et al., 2010; Satt et al., 2012; Jarrold et al., 2014; Laske et al., 2015; Meilan et al., 2018).

Entrando nello specifico dei risultati esposti nel paragrafo precedente, come mostrato dalla Figura 6.13, i soggetti del gruppo e-D producono più pause vuote dei gruppi CON e MCI nel compito “figura” e del solo gruppo CON nel compito “lavoro”.

Tali pause risultano essere mediamente più brevi nel gruppo di controllo. Infatti, come mostra la Figura 6.14, le pause vuote e le pause vuote e piene aggregate hanno una durata minore nel gruppo CON rispetto al gruppo e-D in entrambi i compiti. Inoltre, a differenza dei valori relativi al numero di pause, quelli di durata permettono di differenziare anche

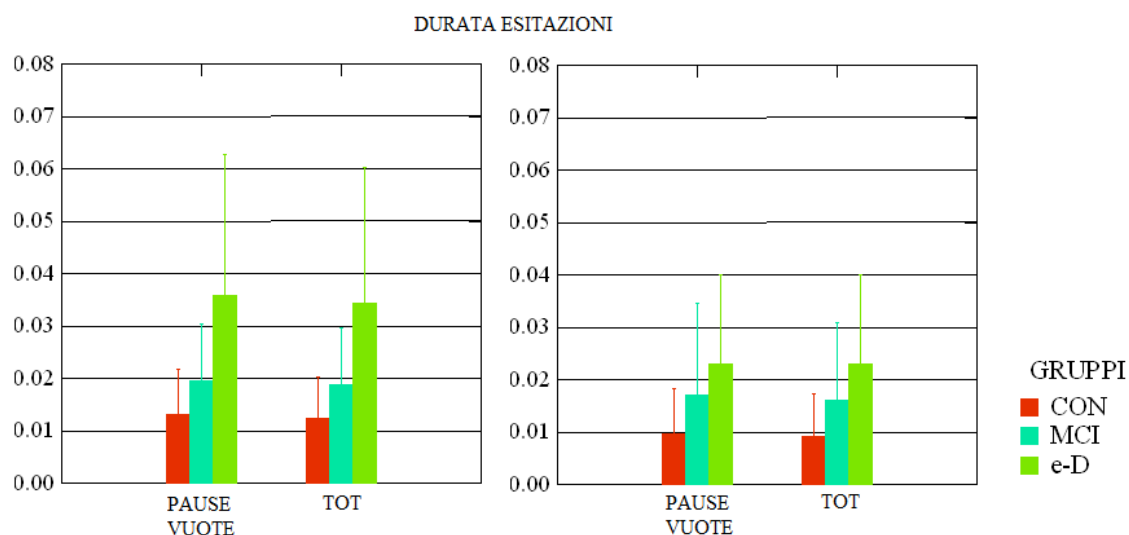


Figura 6.14. Durata media delle pause vuote e delle durate aggregate di pause vuote e piene. Entrambi i valori sono stati normalizzati per la durata della produzione. A sinistra il compito “figura”, a destra il compito “lavoro”.

il gruppo di controllo dal gruppo dei soggetti affetti da decadimento cognitivo lieve. Infatti, per il solo compito “figura”, le pause vuote e le pause vuote e piene aggregate hanno una durata minore nel gruppo CON rispetto al gruppo MCI. Infine, limitatamente al compito “lavoro”, i valori di durata di pause vuote e piene aggregate sono minori nel gruppo MCI rispetto al gruppo e-D.

La divisione delle pause vuote e piene in grammaticali e non grammaticali produce all’incirca gli stessi risultati ottenuti analizzando le pause totali senza operare questa distinzione. Tuttavia, proprio tale distinzione permette di comprendere meglio i meccanismi attivi nei diversi gruppi durante l’esecuzione dei due compiti.

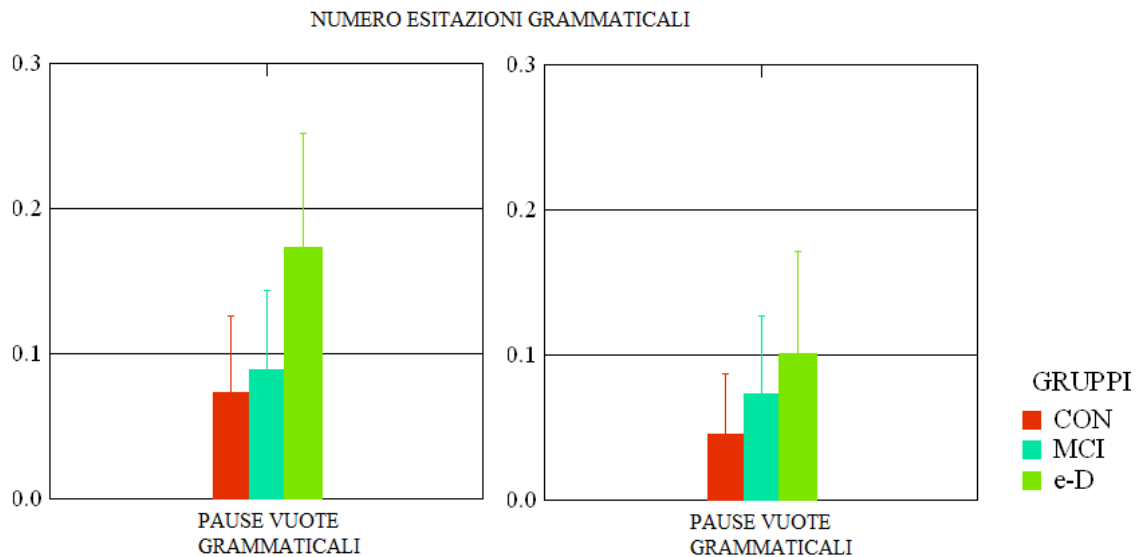


Figura 6.15. Numero di pause vuote grammaticali normalizzato per il totale delle parole prodotte. A sinistra il compito “figura”, a destra il compito “lavoro”.

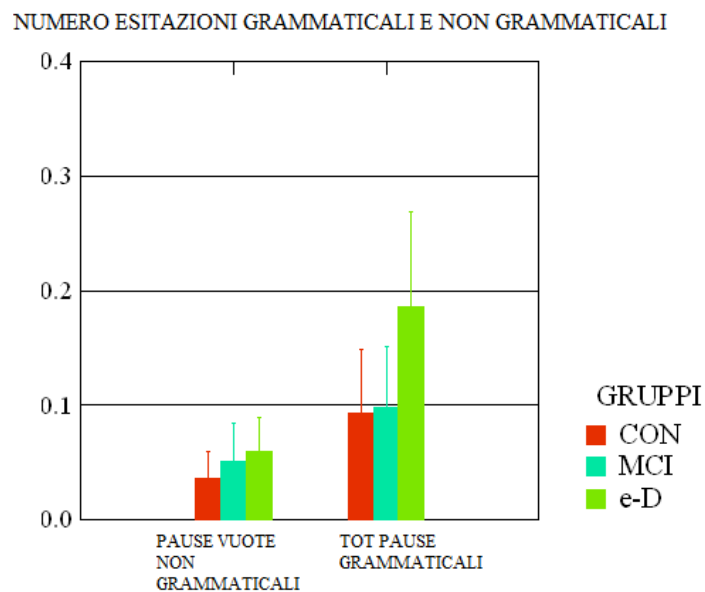


Figura 6.16. Numero di pause vuote non grammaticali e di pause vuote e piene grammaticali aggregate. Entrambi i valori sono stati normalizzati per il numero di parole prodotte e si riferiscono al compito “figura”.

Infatti, come mostrano le Figure 6.15 e 6.16, il gruppo e-D produce mediamente più pause vuote grammaticali rispetto ai gruppi CON e MCI nel compito “figura” e rispetto al solo gruppo CON nel compito “lavoro”. Inoltre, il gruppo e-D produce anche più pause vuote non grammaticali rispetto al gruppo CON nel compito “figura”. Infine, i gruppi i

differenziano anche per il numero aggregato di pause vuote e piene grammaticali, maggiore per il gruppo e-D rispetto ai gruppi CON e MCI.

I risultati esposti nel paragrafo precedente, inoltre, dimostrano che i valori di durata dei fenomeni di esitazione sono dei parametri più affidabili nella differenziazione dei soggetti.

Infatti, come mostrano le Figure 6.17 e 6.18, la durata media delle pause vuote grammaticali e i valori aggregati di durata delle pause piene e vuote grammaticali permettono di differenziare anche i gruppi CON e MCI, a differenza di quanto ottenuto con l'analisi del numero di disfluenze prodotto. In tutti e due i casi i valori di durata sono minori per il gruppo di controllo rispetto ai gruppi MCI ed e-D.

Le pause vuote non grammaticali e i valori aggregati di durata delle pause piene e vuote non grammaticali hanno permesso invece di differenziare i gruppi CON ed e-D. Come mostra la Figura 6.19, entrambi i valori di durata sono maggiori nel gruppo e-D rispetto ai gruppi CON e MCI.

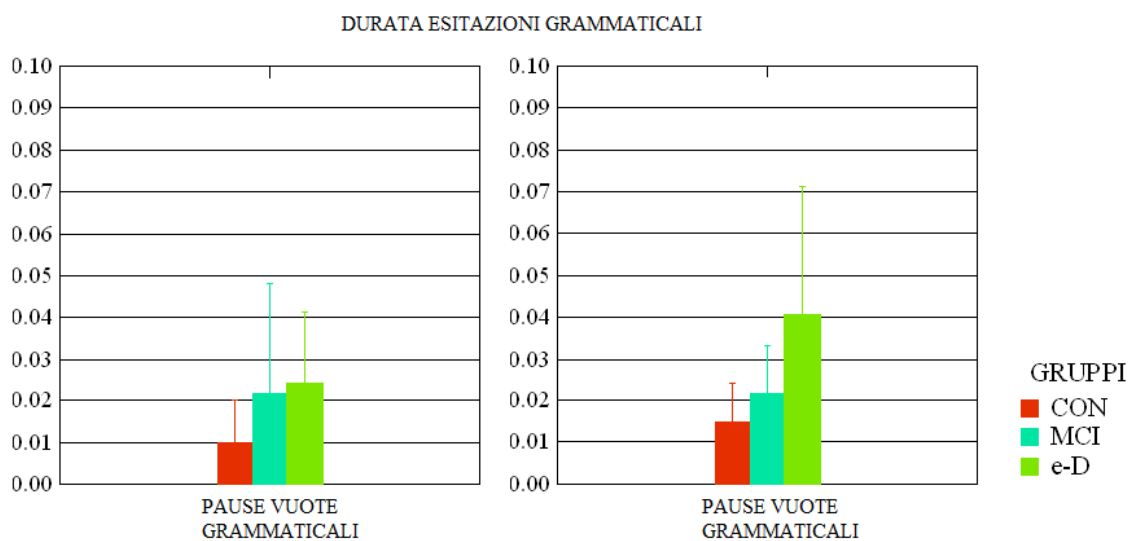


Figura 6.17. Durata media delle pause vuote grammaticali. A sinistra il compito "figura", a destra il compito "lavoro".

Infine, l'unico caso in cui un parametro relativo alle pause piene è stato in grado di differenziare i soggetti di controllo da quelli affetti da decadimento cognitivo è quello relativo ai valori di durata delle pause piene grammaticali. Come mostra la Figura 6.20, per questo parametro i valori sono minori nel gruppo CON rispetto ai gruppi MCI nel compito "lavoro".

Dai risultati esposti in questo paragrafo si può evincere che i fenomeni di esitazione, ancor più che le disfluenze, riescono a cogliere alcune differenze tra i soggetti di controllo e i soggetti affetti da decadimento cognitivo. Relativamente ai valori di quasi tutti i parametri oggetto di studio, ciò che più è evidente è il sistematico posizionamento dei soggetti affetti da decadimento cognitivo lieve a metà strada tra il gruppo di controllo e il gruppo dei soggetti affetti da demenza a uno stadio iniziale. Inoltre, il fatto che alcune volte tali valori si avvicinino a quelli dei soggetti di controllo e altre a quelli dei soggetti affetti da demenza è spiegabile con l'intrinseca instabilità del decadimento cognitivo lieve (Feldman & Jacova, 2005).

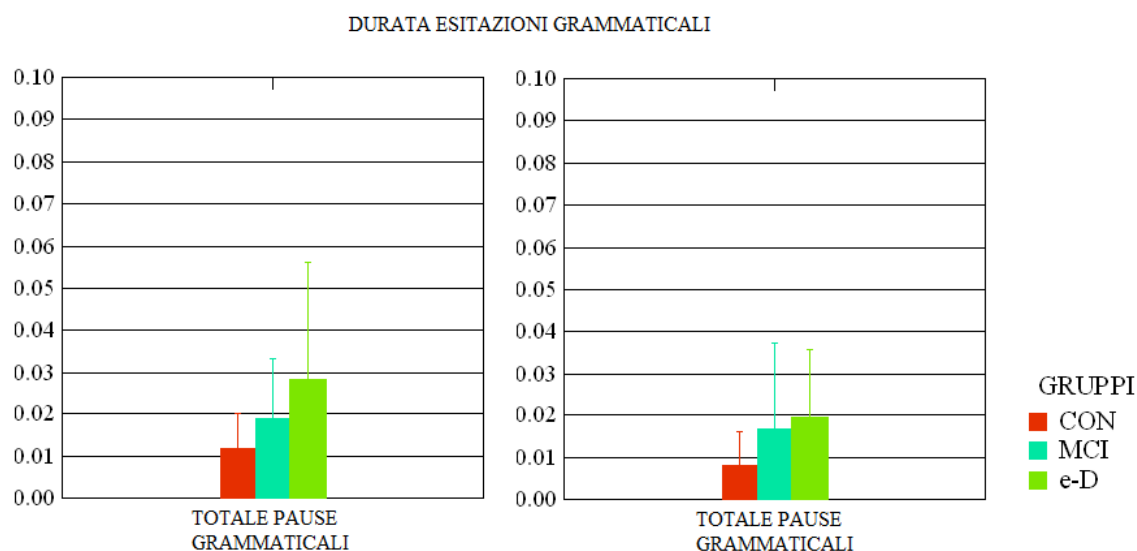


Figura 6.18. Valori aggregati di durata delle pause vuote e piene grammaticali. A sinistra il compito "figura", a destra il compito "lavoro".

Un'altra considerazione generale che è possibile fare a partire dai risultati è che le pause non grammaticali raramente sono fonte di differenziazione tra gruppi. Alla luce di quanto detto nel Capitolo 3, ovvero che il soggetto durante la pause grammaticali sia impegnato nella pianificazione della produzione successiva, mentre durante le pause non grammaticali sia perlopiù impegnato nell'accesso lessicale (Goldman-Eisler, 1972; Levelt, 1989), ci saremmo aspettati di trovare differenze considerevoli tra gruppi anche per quanto riguarda le pause non grammaticali; anche alla luce del fatto che i problemi

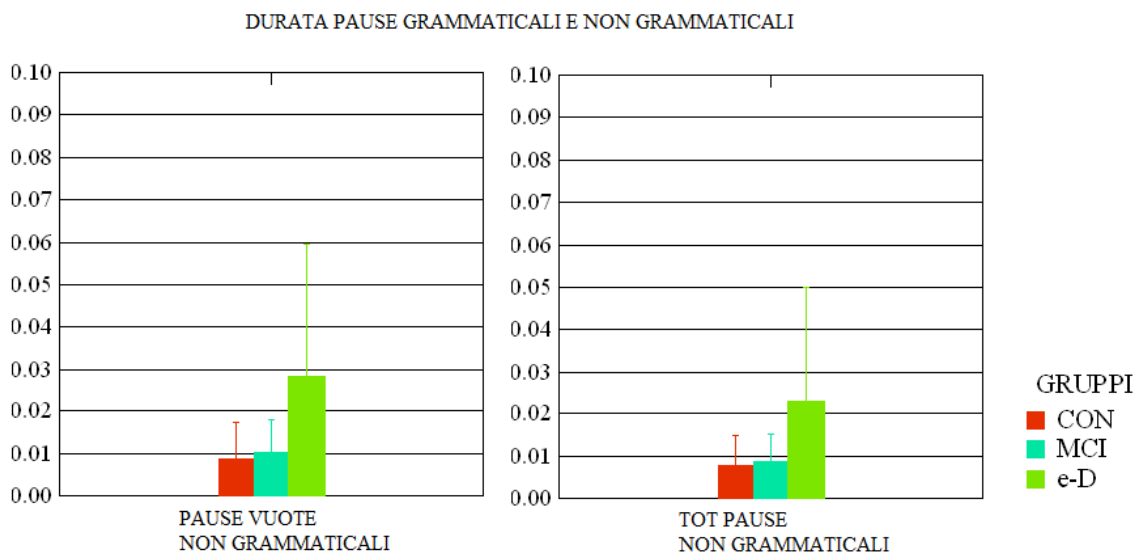


Figura 6.19. Durata media delle pause vuote non grammaticali e delle pause vuote e piene non grammaticali aggregate. Entrambi i grafici si riferiscono a compito “lavoro”.

nell’accesso lessicale sono tra i primi sintomi del decadimento cognitivo (Gayraud et al., 2012; Pistono et al, 2016, 2019).

È probabile comunque che il tipo di produzione elicitata nei compiti oggetto di studio non sia stata caratterizzata da un carico cognitivo tale da creare sostanziali differenze tra i gruppi (Bucks et al., 2000). Non è un caso che le pause non grammaticali risultino essere un fattore di differenziazione solamente tra il gruppo di controllo e il gruppo di soggetti affetti da demenza, i quali, trovandosi in uno stadio più avanzato del decadimento cognitivo rispetto ai soggetti del gruppo MCI, risentono maggiormente anche di un compito che richieda loro un carico cognitivo modesto. Inoltre, i gruppi CON ed e-D si differenziano anche sul numero di pause non grammaticali – che, stando ai risultati, sembra essere un parametro meno robusto nel discriminare i gruppi rispetto ai parametri di durata delle esitazioni - proprio nel compito “figura”, nel quale, come abbiamo visto anche nei paragrafi precedenti, è richiesto ai soggetti maggior sforzo nell’accesso lessicale.

Se teniamo conto anche dei risultati esposti nel paragrafo §6.1, in particolar modo quelli relativi allo *speech rate*, appare evidente che i soggetti di controllo e quelli affetti da decadimento cognitivo lieve producano tendenzialmente pause con la stessa frequenza. Tuttavia, i soggetti del gruppo MCI variano la durata delle pause e ciò può rientrare in quei comportamenti più o meno coscienti adottati dai parlanti per far fronte a una ridotta

capacità di formulazione dell'informazione dai veicolare nel messaggio (Davis & Mclagan, 2009; Pistono et al., 2016, 2019).

All'aggravarsi delle condizioni del decadimento cognitivo, i soggetti iniziano a produrre non solo pause più lunghe, ma anche più frequenti. È il caso del gruppo e-D che si differenzia in maniera più sistematica dal gruppo di controllo anche per il numero di pause prodotte. Quest'andamento è in linea con i risultati dello studio di Pistono e colleghi i quali, analizzando pazienti affetti da Alzheimer, nel loro ultimo studio (Pistono et al., 2019) hanno registrato un aumento della frequenza delle pause ogni cento parole rispetto a uno studio preliminare (Pistono et al., 2016) condotto su soggetti affetti da decadimento cognitivo lieve.

Infine, alla luce dei risultati ottenuti analizzando i fenomeni di esitazione, risulta evidente che le pause piene solo marginalmente possano svolgere un ruolo simile a quello delle pause vuote, ovvero di strumento utilizzato dai parlanti per compensare un problema nella programmazione della produzione. Infatti, tali pause sono lontane da essere un mero fenomeno di esitazione e la loro occorrenza nel parlato è fortemente correlata alle funzioni esecutive e, a differenza delle pause vuote, è direttamente proporzionale allo condizione delle facoltà mentali di un individuo (Engelhardt et al., 2013). Infatti, dai risultati del paragrafo precedente si può osservare la tendenza dei soggetti di controllo a produrre un numero maggiore di pause piene rispetto ai gruppi di soggetti affetti da decadimento cognitivo. Non è un caso quindi che l'unico parametro in grado differenziare i gruppi CON ed e-D relativamente alle pause piene sia un parametro di durata, che abbiamo visto essere un più fine strumento di differenziazione tra condizioni cliniche differenti rispetto al numero di pause.

6.5 Classificazione automatica dei soggetti

L'obiettivo di questo esperimento è stato quello di realizzare un classificatore automatico che, utilizzando i parametri risultati significativi nel differenziare i tre differenti gruppi (Tabella 6.23), fosse in grado di assegnare un nuovo input, ovvero la produzione di un nuovo soggetto, a uno dei tre gruppi.

Parametri utilizzati	Tipo di classificatore			
	CON - MCI		CON - e-D	
	Figura	Lavoro	Figura	Lavoro
Numero esitazioni (TOT)	✗	✗	✓	✓
Durata esitazioni (P)	✓	✗	✓	✓
Durata esitazioni (TOT)	✓	✗	✓	✓
Numero esitazioni grammaticali (P)	✗	✗	✓	✓
Numero esitazioni grammaticali (TOT)	✗	✗	✓	✗
Numero esitazioni non grammaticali (P)	✗	✗	✓	✗
Durata esitazioni grammaticali (P)	✓	✗	✓	✓
Durata esitazioni grammaticali (F)	✗	✓	✗	✗
Durata esitazioni grammaticali (TOT)	✓	✓	✓	✓
Durata esitazioni non grammaticali (P)	✗	✗	✗	✓
Durata esitazioni non grammaticali (TOT)	✗	✗	✗	✓

Tabella 6.23. Elenco dei parametri utilizzati come input per il classificatore automatico.

A tale scopo, è stato utilizzato il software Orange Data Mining³, grazie al quale sono stati costruiti due classificatori di tipo binario addestrati per riconoscere, rispettivamente, un input come appartenente alle categorie CON o MCI, oppure CON o e-D, per entrambi i compiti e per i due compiti uniti.

Tale sistema, come mostra la Figura 6.21, è composto da un input (*file* nella figura) che consiste in una matrice in cui ogni riga rappresenta un soggetto individuato da una variabile categoriale (CON, MCI o e-D) a cui è associato un vettore le cui componenti sono i valori che i parametri hanno assunto nella produzione del soggetto. *Select columns* svolge la funzione di selezionare, all'interno della matrice, esclusivamente i parametri utili a addestrare i rispettivi modelli dei due classificatori binari.

Neural Network, *SVM (Support Vector Machine)* e *Random Forest* sono appunto i tre modelli di apprendimento utilizzati nel classificatore. Il primo è un modello di apprendimento computazionale che simula una rete neurale biologica, i cui nodi, o neuroni, sono unità di processazione connesse le une con le altre. Il secondo può essere descritto come una serie di punti nello spazio che formano ammassi separati da spazi più o meno grandi. Un nuovo input viene classificato in base alla porzione di spazio in cui cade. Infine, il terzo rappresenta un albero di decisione in cui ogni nodo è una condizione

³ <http://orange.biolab.si>

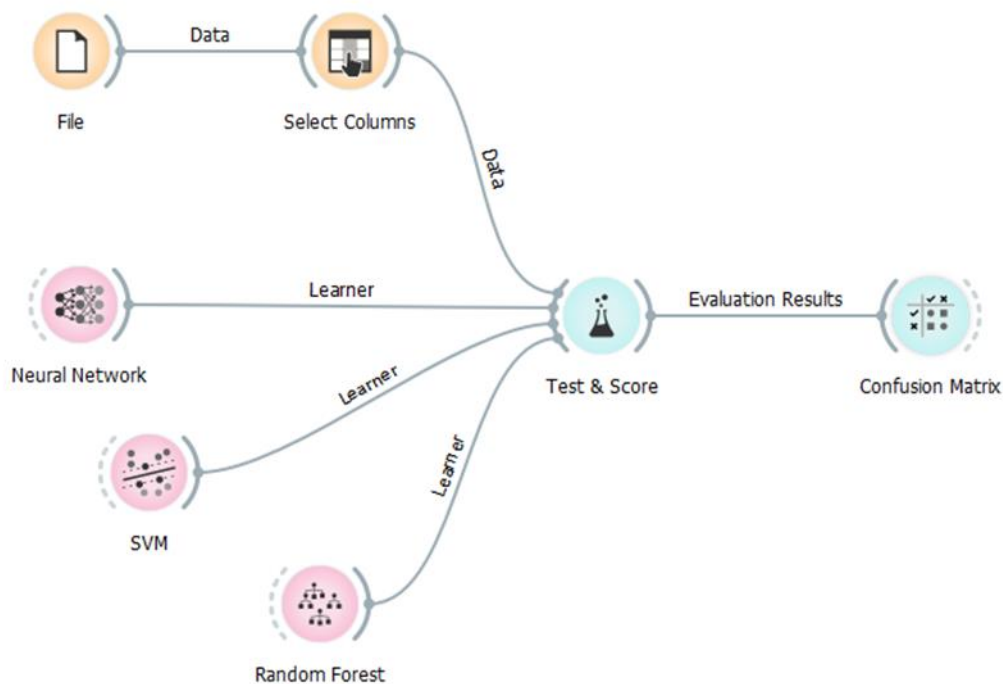


Figura 6.21. Schema del classificatore automatico realizzato con il software Orange Data Mining.

che se soddisfatta sposta la decisione alla condizione successiva e così via (Clark et al., 2010).

Tutti e tre i modelli sono stati addestrati in automatico dal software utilizzando il metodo *leave-one-out*, il quale consiste nel classificare di volta in volta ogni oggetto del campione su un modello addestrato utilizzando tutti i restanti oggetti del campione.

La *Confusion Matrix*, infine, rappresenta i risultati della classificazione sottoforma di matrice in cui per ogni gruppo è riportata la percentuale di soggetti correttamente classificati e la percentuale dei soggetti erroneamente classificati come appartenenti a un altro gruppo.

Dato il basso numero di parametri disponibili per l'addestramento del modello del classificatore CON – MCI, si è deciso di non trattare i due compiti separatamente, ma di addestrare i modelli utilizzando i dati aggregati dei due compiti.

La Tabella 6.24 mostra i risultati ottenuti con i classificatori addestrati con i differenti modelli. I valori della precisione sono il risultato del rapporto tra veri positivi e il numero di tutti i risultati positivi. Il recupero, invece, rappresenta il rapporto tra veri positivi e il numero di tutti i test attesi come positivi (veri positivi più falsi negativi). Infine, F1

esprime l'accuratezza del classificatore ed è il risultato della media mobile di precisione e recupero.

Neural Network				
CLASSIFICATORE	COMPITO	PRECISIONE	RECUPERO	F1
CON - MCI	Entrambi	0.628	0.628	0.628
CON - e-D	Figura	0.83	0.833	0.83
CON - e-D	Lavoro	0.712	0.733	0.707
CON - e-D	Entrambi	0.817	0.817	0.802
Random Forest				
CLASSIFICATORE	COMPITO	PRECISIONE	RECUPERO	F1
CON - MCI	Entrambi	0.517	0.513	0.513
CON - e-D	Figura	0.833	0.833	0.822
CON - e-D	Lavoro	0.754	0.767	0.751
CON - e-D	Entrambi	0.74	0.75	0.743
SVM				
CLASSIFICATORE	COMPITO	PRECISIONE	RECUPERO	F1
CON - MCI	Entrambi	0.511	0.513	0.512
CON - e-D	Figura	0.833	0.833	0.822
CON - e-D	Lavoro	0.467	0.6	0.525
CON - e-D	Entrambi	0.799	0.783	0.748

Tabella 6.24. Risultati dei test di classificazione con i classificatori addestrati con i tre differenti modelli.

Come si può notare dalla tabella, il classificatore addestrato utilizzando il modello del *Neural Network* fa registrare le performance migliore con un accuratezza nella classificazione per i gruppo CON – MCI di 0.628 nei due compiti uniti, 0.83 per CON – e-D nel compito “figura”, 0.707 nel compito “lavoro” e 0.802 nei due compiti uniti.

Nello specifico, come mostrato dalla Figura 6.22, il 65.9% dei soggetti di controllo viene riconosciuta come tale, mentre ad un 61.8% dei soggetti affetti da decadimento cognitivo lieve viene correttamente assegnata la categoria MCI. Nel compito “figura”, l’86.4% dei soggetti di controllo viene correttamente classificato, così come il 75% dei soggetti del gruppo e-D. Nel compito “lavoro”, il 79.2% e il 66.7%, rispettivamente dei gruppi CON ed e-D viene correttamente classificato. Infine, nella condizione dei due compiti uniti, l’80% dei soggetti di controllo viene correttamente classificato, di contro a un 60% dei soggetti del gruppo e-D.

ENTRAMBI					FIGURA				
	CON	MCI	e-D	Σ		CON	MCI	e-D	Σ
CON	65.9 %	38.2 %	NA	42	CON	86.4 %	NA	25.0 %	21
MCI	34.1 %	61.8 %	NA	36	MCI	0.0 %	NA	0.0 %	0
e-D	0.0 %	0.0 %	NA	0	e-D	13.6 %	NA	75.0 %	9
Σ	44	34	0	78	Σ	22	0	8	30

LAVORO					ENTRAMBI				
	CON	MCI	e-D	Σ		CON	MCI	e-D	Σ
CON	79.2 %	NA	33.3 %	21	CON	80.0 %	NA	40.0 %	42
MCI	0.0 %	NA	0.0 %	0	MCI	0.0 %	NA	0.0 %	0
e-D	20.8 %	NA	66.7 %	9	e-D	20.0 %	NA	60.0 %	18
Σ	24	0	6	30	Σ	45	0	15	60

Figura 6.22. Percentuali del classificatore addestrato con il modello del Neural Network. Da in alto a sinistra: classificazione dei gruppi CON – MCI in entrambi i compiti; dei gruppo CON – e-D nel compito “figura”, “lavoro” e in entrambi i compiti. In rosa le percentuali dei falsi positivi, ovvero dei soggetti classificati nel gruppo sbagliato.

I risultati ottenuti della classificazione dei soggetti CON – MCI si posizionano, anche se non di molto, al di sopra alla soglia del 50%, ovvero quella che rappresenta la casualità. I risultati della classificazione dei soggetti CON – e-D sono, invece, più incoraggianti, con valori di riconoscimento al di sopra dell’80%.

Il limite dell’esperimento di classificazione appena riportato è certamente quello della ridotta dimensione del campione di soggetti e dei parametri utilizzati come input, specialmente per quanto riguarda i gruppi CON – MCI (5 parametri).

L’impiego di parametri basati sui fenomeni di esitazione nella classificazione dei soggetti affetti da decadimento cognitivo sembra tuttavia essere promettente e potrebbe permettere di migliorare l’affidabilità di tali sistemi se integrati in modelli addestrati utilizzando anche parametri differenti.

7. Conclusioni

Il costante aumento dell'incidenza dei casi di demenza, e in particolar modo quelli legati alla malattia di Alzheimer, rappresenta uno dei più importanti e attuali problemi per la sanità su scala mondiale.

Nonostante al giorno d'oggi non esistano cure per malattie come l'Alzheimer, è possibile ricevere una diagnosi, con un alto grado di affidabilità, già diversi anni prima della fase conclamata della malattia. Tuttavia, l'alta specializzazione e il costo di tali strumenti diagnostici rende difficile il monitoraggio su larga scala della popolazione a rischio (World Alzheimer Report 2015).

Per tale motivo, negli ultimi anni molti studi si sono impegnati nella ricerca di nuovi marcatori di facile estrazione in grado di rendere la diagnosi della demenza affidabile e allo stesso tempo automatizzabile. Tra tutti gli indirizzi di ricerca, il linguaggio ha ricevuto particolare attenzione.

Il declino delle facoltà linguistiche è infatti individuabile già diversi anni prima della fase clinica della malattia; in letteratura non mancano studi longitudinali retrospettivi che hanno dimostrato come alcuni parametri linguistici, estratti da testi scritti o dal parlato spontaneo, possano funzionare da indici di una disfunzione cognitiva: per esempio, il *Nun study* (Snowdon et al., 2000), l'*Iris Murdoch study* (Garrard et al., 2005) e l'*Harold Wilson project* (Garrard, 2009).

Inoltre, grazie anche all'affinamento delle tecniche del Natural Language Processing (NLP), è stato possibile individuare parametri in grado di cogliere i differenti stadi del

deterioramento cognitivo, in modo tale da creare set di misure affidabili da implementare in sistemi automatici per la diagnosi (Chapman et al., 2002; Jarrold et al., 2010; Roark et al., 2011; Satt et al., 2013).

Anche il presente lavoro si è mosso in questa direzione, nel tentativo di colmare la quasi totale mancanza di studi per la lingua italiana; ad esclusione dei lavori prodotti nell'ambito del progetto OPLON (Calzà et al., 2015; Beltrami et al., 2016), da cui, inoltre, è stato mutuato il corpus analizzato.

La ricerca di cui si dà conto in questa tesi, proprio per la mancanza di studi sull'italiano e data quindi l'impossibilità di un confronto con i risultati di lavori precedenti, è da considerarsi uno studio pilota. Anche l'entità del campione analizzato (48 tra soggetti di controllo e soggetti affetti da decadimento cognitivo) impone cautela nella discussione dei risultati.

Nonostante queste limitazioni, si è cercato di portare avanti parallelamente uno studio qualitativo sulle disfluenze ed uno quantitativo sui fenomeni di esitazione. Tali fenomeni, presenti nel parlato spontaneo, sono già stati utilizzati con successo nel differenziare soggetti sani da soggetti affetti da decadimento cognitivo, in particolar modo per la lingua inglese (Singh et al., 2011; Davis & MacLagan, 2009; Roark et al., 2011; Pistono et al., 2016, 2019). Proprio per tale motivo si è deciso di portare avanti questo tipo di studio anche su soggetti di lingua italiana, analizzando parametri attinti dalla letteratura e proponendone di nuovi.

Dopo una lunga e accurata annotazione delle registrazioni dei 48 soggetti impegnati nell'esecuzione di due compiti, i dati relativi a disfluenze e fenomeni di esitazione sono stati estratti grazie a diversi algoritmi realizzati dall'autore utilizzando il linguaggio di programmazione Python. Ciò ha reso possibile, nell'ottica della realizzazione di un sistema automatico per la diagnosi, non solo l'automazione del processo di analisi, ma ha reso possibile l'analisi stessa, difficilmente attuabile manualmente, data la grande mole di dati.

Inoltre, i dati estratti analizzando i parametri relativi ai fenomeni di esitazione sono stati utilizzati come ingresso dei due classificatori automatici realizzati con il software Orange Data Mining. Il primo è stato addestrato per classificare i soggetti dei gruppi CON e MCI, il secondo per classificare i soggetti dei gruppi CON ed e-D.

Dai risultati ottenuti, elencati nelle tabelle che seguono, si evince che i fenomeni di esitazione, più che le disfluenze, mostrano un andamento marcatamente diverso tra il gruppo di controllo e i gruppi di soggetti affetti da decadimento cognitivo.

Anche la produzione stessa dei soggetti è profondamente diversa, almeno per quanto riguarda i gruppi CON ed e-D. Infatti, come mostra la Tabella 7.1, i soggetti a uno stadio iniziale della demenza producono enunciati mediamente più brevi, sia per quanto riguarda la durata sia per numero di parole. Il numero delle parole vuote tra gli *hapax* è maggiore e gli indici che misurano gli aspetti temporali della produzione orale, come il numero di parole per secondo, lo *speechrate* e l'*articulation rate*, presentano tutti valori minori rispetto al gruppo di controllo.

Le differenze tra gruppo di controllo e soggetti affetti da decadimento cognitivo lieve è invece più sottile. Infatti, i soggetti dei due differenti gruppi si differenziano esclusivamente per i valori medi di parole per enunciato e i valori di *speechrate*, inferiori nel gruppo MCI.

Descrizione corpus				
Parametri	MCI		e-D	
	Attesi	Ottenuti	Attesi	Ottenuti
DURATA ENUNCIATI	-	=	-	-
PAROLE PER ENUNCIATO	-	-	-	-
PERCENTUALE HAPAX	-	=	-	=
PERCENTUALE PAROLE VUOTE	+	=	+	+
NUMERO PAROLE PER SECONDO	-	=	-	-
SPEECHRATE	-	-	-	-
ARTICULATION RATE	-	=	-	-

Tabella 7.1. Valori attesi e risultati ottenuti per i parametri di descrizione della produzione orale nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo. Il segno meno sta a indicare valori minori, mentre il segno più indica valori maggiori rispetto al gruppo di controllo. I riquadri gialli evidenziano i parametri i cui risultati attesi coincidono con quelli ottenuti.

Anche se i soggetti del gruppo e-D sono ad uno stadio iniziale della malattia, i risultati ottenuti confermano che la produzione stessa di tali soggetti è più difficoltosa (Klimova & Kuca, 2016). Il numero basso di parole per secondo e i valori di *speechrate* indicano inoltre una produzione lenta. Ciò non è tuttavia esclusivamente imputabile alla presenza di pause più lunghe, in quanto i bassi valori di *articulation rate* potrebbero essere indice

di disturbi, quali la disartria, assimilabili alla produzione dei soggetti affetti da Parkinson (Lowit et al., 2006).

La riduzione della durata e della lunghezza, in parole, degli enunciati non necessariamente indica, anche se a un livello superficiale, un fenomeno di semplificazione della struttura sintattica nella produzione (Feyereisen et al., 1986). Questo andamento riscontrato nella produzione dei soggetti affetti da decadimento cognitivo potrebbe invece giustificare la mancata differenziazione dei gruppi riguardo al numero di disfluenze. Infatti, come mostrato dalle Tabelle 7.2 e 7.3, i soggetti di controllo raramente si differenziano dai soggetti affetti da decadimento cognitivo sulla base del numero di disfluenze. Ciò può trovare una spiegazione proprio nella lunghezza degli enunciati, in quanto il numero di disfluenze prodotte sembra essere direttamente proporzionale alla durata e alla lunghezza (in parole) degli enunciati (Branigan et al., 1999; Owens et al., 2018), dato riscontrato anche nei bambini la cui produzione di disfluenze cresce proporzionalmente dai 2 ai 6 anni di vita insieme alla durata degli enunciati (Rispoli & Hadley, 2001).

Disfluenze (formale)				
Parametri (normalizzati per 100 parole e speechrate)	MCI		e-D	
	Attesi	Ottenuti	Attesi	Ottenuti
SOSTITUZIONI	+	=	+	=
INSERZIONI	+	=	+	=
CANCELLAZIONI (per 100 parole e su speechrate)	+	=	+	-
RIPETIZIONI	+	-	+	=
TOT	+	=	+	=

Tabella 7.2. Valori attesi e risultati ottenuti per i parametri estratti a partire dall'annotazione formale delle disfluenze nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo. Il segno meno sta a indicare valori minori, mentre il segno più indica valori maggiori rispetto al gruppo di controllo. I riquadri gialli evidenziano i parametri i cui risultati attesi coincidono con quelli ottenuti.

Le uniche eccezioni sono rappresentate dal numero degli errori lessicali e dal numero delle cancellazioni, in quest'ultimo caso addirittura minori nel gruppo e-D rispetto al gruppo di controllo. Se il maggior numero di errori lessicali è ampiamente atteso in quanto rappresenta uno dei primi e più importanti sintomi della demenza, a partire anche dal decadimento cognitivo lieve, il fatto che i soggetti di controllo producano più cancellazioni rispetto ai soggetti affetti da decadimento cognitivo è un dato

apparentemente inatteso. Tuttavia, si potrebbe avanzare l'ipotesi che le cancellazioni siano il segnale di una produzione controllata e rappresentino lo sforzo del parlante di mantenere coerente il discorso interrompendo le costruzioni considerate non ottimali.

Disfluenze (informale)				
Parametri (normalizzati per 100 parole e speechrate)	MCI		e-D	
	Attesi	Ottenuti	Attesi	Ottenuti
ERRORI LESSICALI (ELR) (per 100 parole)	+	+	+	+
CANCELLAZIONI (DR) (per 100 parole e su speechrate)	+	=	+	-
RIPETIZIONI (RER)	+	=	+	=
COVERT REPAIR (CVR)	+	=	+	=
ERRORI DI APPROPRIATEZZA (AAR, ALR, ACR e ALCR)	+	=	+	=
ERRORI SINTATTICI (ESR)	=	=	=	=
ERRORI FONETICI (EFR)	=	=	=	=
ERRORI PROSODICI (PSR)	=	=	=	=
TOT (solo disfluenze formali)	+	=	+	=

Tabella 7.3. Valori attesi e risultati ottenuti per i parametri relativi al numero di disfluenze (funzionale) nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo. Il segno meno sta a indicare valori minori, mentre il segno più indica valori maggiori rispetto al gruppo di controllo. I riquadri gialli evidenziano i parametri i cui risultati attesi coincidono con quelli ottenuti.

Una conferma a questa ipotesi può venire dalla forte e positiva correlazione tra i punteggi ottenuti dai soggetti dell'intero campione nel *clock drawing test* e i valori delle cancellazioni ogni cento parole e normalizzate per lo *speechrate*, rispettivamente 0.727 e 0.714 nel compito "lavoro" (Tabella 7.4). Infatti, come discusso nel paragrafo §4.3.4, il *clock drawing test* (CDT) è un test neuropsicologico molto sensibile nell'individuazione di criticità nelle funzioni esecutive, le quali hanno un ruolo importante proprio nella pianificazione del discorso e nel rendere coesa la produzione (Cannizzaro & Coelho, 2013; Engelhardt et al., 2013; Alderson-Day & Fernyhough, 2015).

I valori relativi agli errori fonetici, sintattici e prosodici fatti registrare dai soggetti affetti da decadimento cognitivo sono invece risultati essere paragonabili a quelli dei soggetti di controllo. Ciò è comunque in linea con le attese e non sorprende in quanto i disturbi che affliggono la sintassi e la sfera fonetico-prosodica non sono tipici della demenza (Taler & Phillips, 2008), anche se non mancano studi che ne hanno rilevato la presenza sin dalle fasi prodromiche della malattia (Roark et al., 2011; Beltrami et al., 2016).

Parametri	ELR	DR	DR	ELR	RER	ELR	ALR
	PER 100 PAROLE	PER 100 PAROLE	SU SPEECH RATE	DURATA EP	DURATA EP	DELTA RP AL	DELTA RP AL
MMSE	-0.493	-0.179	-0.566	0.198	0.257	0.321	0.251
MoCA	0.001	-0.375	-0.644	0.304	0.538	0.203	-0.206
Fluenza Verbale	-0.659	0.301	0.254	0.112	-0.928	-0.480	-0.122
CDT	-0.416	0.630	0.593	0.266	-0.555	0.084	-0.311

Parametri	ELR	DR	DR	ELR	RER	ELR	ALR
	PER 100 PAROLE	PER 100 PAROLE	SU SPEECH RATE	DURATA EP	DURATA EP	DELTA RP AL	DELTA RP AL
MMSE	0.331	0.462	0.061	0.024	-0.853	0.027	-0.189
MoCA	0.217	-0.023	-0.466	-0.430	0.331	-0.346	0.289
Fluenza Verbale	0.016	-0.079	-0.337	0.369	-0.115	0.584	0.564
CDT	0.170	0.727	0.714	0.380	-0.806	0.343	-0.637

Tabella 7.4. Indici di correlazione di Pearson tra i punteggi dei test neuropsicologici dell'intero campione di soggetti e i valori dei parametri relativi alle disfluenze. Sono evidenziati in giallo i valori > 0.7 o < -0.7 , ovvero quelli che indicano una forte correlazione tra le due variabili (Ercolani, 2008).

La Tabella 7.5 mostra i risultati dello studio dei parametri relativi alle sottocomponenti *editing phase*, *delay* e *span of retracing* delle disfluenze. In questo caso, a risultare significativi nel differenziare i differenti i soggetti di controllo dai soggetti del gruppo e-D sono stati la durata dell'*editing phase* di errori lessicali e ripetizioni retrospettive e la distanza (in secondi) tra il *reparandum* e l'*alteration* negli errori lessicali. I gruppi CON e MCI si differenziano esclusivamente per distanza tra il *reparandum* e l'*alteration* negli errori relativi al livello lessicale appropriato.

Anche in questo caso i risultati, in linea con le attese, mettono in luce le difficoltà a livello lessico-semanticò dei soggetti affetti da decadimento cognitivo di cui si è ampiamente discusso.

Un altro dato interessante è quello relativo alla durata dell'EP nelle ripetizioni retrospettive. Nella letteratura di riferimento la funzione di tali ripetizioni viene assimilata a quella di elemento ponte tra l'enunciato prodotto e quello da produrre, che permetterebbe di mantenere coesa e fluente la produzione in presenza di un'esitazione. I punteggi ottenuti dai soggetti, infatti, correlano negativamente con i test MMSE e CDT nel compito "lavoro" (Tabella 6.4). Ciò vuol dire che i soggetti che producono esitazioni più lunghe hanno punteggi più bassi in questi test e riscontrano, quindi, dei problemi a livello delle funzioni esecutive.

Disfluenze (funzionale)				
Parametri	MCI		e-D	
	Attesi	Ottenuti	Attesi	Ottenuti
NUMERO EP	+	=	+	=
DURATA EP (ELR, RER)	+	=	+	+
DURATA TIPO EP (P, F, Li, Lf)	+	=	+	=
DELTA RP AL (ELR)	+	=	+	+
DELTA RP AL (ALR)	+	+	+	=
NUMERO E DURATA DE	+	=	+	=
NUMERO E DURATA SR	+	=	+	=

Tabella 7.5. Valori attesi e risultati ottenuti per i parametri relativi ad alcune sottocomponenti delle disfluenze (funzionale) nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo. Il segno meno sta a indicare valori minori, mentre il segno più indica valori maggiori rispetto al gruppo di controllo. I riquadri gialli evidenziano i parametri i cui risultati attesi coincidono con quelli ottenuti.

Un discorso analogo vale per la correlazione negativa trovata con i punteggi del test di fluenza verbale nel compito “figura” (Tabella 7.4). Questo test, in grado di cogliere le problematiche nelle funzioni esecutive, è largamente usato per valutare le criticità riscontrate dai soggetti nell’accesso lessicale. Per tale motivo, le ripetizioni retrospettive potrebbero, quindi, non essere esclusivamente un “espediente” utilizzato dai parlanti per mantenere la coerenza del discorso, ma potrebbero anche svolgere la funzione di ritardare la produzione per facilitare l’accesso lessicale, funzione solitamente associata alle ripetizioni prospettive (si veda paragrafo §3.1.2.4). D'altronde è indicativo che questa correlazione sia stata registrata proprio nel compito “figura”, quello in cui al parlante è richiesto un maggiore sforzo nella denominazione di oggetti e quindi nell’accesso lessicale. Se queste ipotesi venissero confermate, potrebbe essere messa in discussione la proposta da Hieke (1981) secondo cui ripetizioni prospettive e retrospettive svolgono due funzioni differenti.

Come mostrano i risultati della Tabella 7.6, i parametri relativi ai fenomeni di esitazione sono risultati essere uno strumento più robusto rispetto a quelli relativi alle disfluenze nella differenziazione dei tre gruppi. In particolar modo, l’analisi delle pause vuote ha prodotto risultati significativi nella discriminare i soggetti dei gruppi CON ed e-D per tutti i parametri. Per quanto riguarda i soggetti dei gruppi CON e MCI, circa la metà dei parametri sono stati in grado di differenziare i due gruppi ed esclusivamente per i valori di durata e non per quelli di numero. Anche in questo caso, fatta eccezione per la

Fenomeni di esitazione				
Parametri	MCI		e-D	
	Attesi	Ottenuti	Attesi	Ottenuti
NUMERO ESITAZIONI (pause vuote)	+	=	+	+
DURATA ESITAZIONI (pause vuote)	+	+	+	+
DURATA ESITAZIONI (tot)	+	+	+	+
NUMERO ESITAZIONI GRAMMATICALI (pause vuote)	+	=	+	+
NUMERO ESITAZIONI GRAMMATICALI (tot)	+	=	+	+
NUMERO ESITAZIONI NON GRAMMATICALI (pause vuote)	+	=	+	+
DURATA ESITAZIONI GRAMMATICALI (pause vuote)	+	+	+	+
DURATA ESITAZIONI GRAMMATICALI (pause piene)	+	+	+	=
DURATA ESITAZIONI GRAMMATICALI (tot)	+	+	+	+
DURATA ESITAZIONI NON GRAMMATICALI (pause vuote)	+	=	+	+
DURATA ESITAZIONI NON GRAMMATICALI (tot)	+	=	+	+

Tabella 7.6. Valori attesi e risultati ottenuti per i parametri relativi ai fenomeni di esitazione nei gruppi MCI ed e-D rispetto al gruppo di controllo. Il segno meno sta a indicare valori minori, mentre il segno più indica valori maggiori rispetto al gruppo di controllo. I riquadri gialli evidenziano i parametri i cui risultati attesi coincidono con quelli ottenuti.

durata delle pause piene grammaticali, solamente le pause vuote hanno raggiunto la significatività statistica.

I risultati ottenuti sono in linea con le attese e con la bibliografia di riferimento (Singh et al. 2001; Davis & Mclagan, 2009; Roark et al., 2011; Gayraud et al., 2012; Pistono et al, 2016, 2019), tuttavia ci saremmo aspettati che i soggetti di controllo e quelli affetti da decadimento cognitivo si differenziassero anche e soprattutto per il numero e la durata delle pause non grammaticali. Infatti, tali tipi di pause sono state associate a problemi nell'accesso lessicale (Goldman-Eisler, 1968; Pistono et al. 2016, 2019), disturbo tra i più caratterizzanti e precoci del decadimento cognitivo lieve (Taler & Phillips, 2008). È tuttavia probabile che compiti non standardizzati come la descrizione di una figura e il racconto di una memoria (come la descrizione della propria giornata lavorativa) rendano meno sistematica l'individuazione di questo tipo di problemi, rispetto a test quali, ad esempio, quello di fluency verbale (Bucks et al. 2000).

In generale i soggetti affetti da decadimento cognitivo producono pause vuote più frequentemente e aventi una durata maggiore, specialmente ai confini sintattici maggiori, rispetto ai soggetti di controllo.

La componente temporale, ovvero quella relativa alla durata dei fenomeni di esitazione, sembra essere la principale fonte di differenziazione tra gruppi e infatti interessa 6 parametri (contro 4 relativi al numero) nel confronto tra gruppi CON ed e-D

e 5 parametri (contro nessuno relativo al numero) nel confronto tra gruppi CON e MCI. Anche per quanto riguarda il tipo di descrizione funzionale delle disfluenze, si può notare che, ad esclusione del numero di errori lessicali, i valori di durata interessano più parametri come, ad esempio, la durata dell'*editing phase* di errori lessicali e ripetizioni retrospettive e la distanza, misurata in secondi, tra *reparandum* e *alteration* di errori lessicali ed errori relativi al livello lessicale appropriato.

Questi risultati, insieme a quelli relativi alla durata degli enunciati, al numero di parole per secondo, allo *speechrate* e all'*articulation rate*, confermerebbero che i parametri temporali sono tra i più affidabili nell'individuazione di fragilità a livello cognitivo (Meilan et al., 2014; Szatloczki et al., 2015). Nello specifico, dato lo stretto legame tra durata delle pause e la pianificazione delle unità del discorso (Greene & Cappella, 1986; Levelt, 1989), la minor durata degli enunciati (a cui è associato inoltre un minor numero di parole) e la maggior durata delle pause, in particolar modo quelle grammaticali, nei soggetti affetti da decadimento cognitivo possono essere interpretate come un segnale di un deficit nella pianificazione del discorso.

A partire dai risultati ottenuti nel presente lavoro, possiamo concludere che è possibile differenziare i soggetti di controllo dai soggetti affetti da decadimento cognitivo sulla base di parametri relativi a disfluenze e fenomeni di esitazione. In particolar modo questi ultimi si sono rilevati molto più affidabili nel cogliere differenze tra i gruppi analizzati.

Per quanto riguarda le disfluenze, invece, la classificazione e l'annotazione funzionale è risultata essere uno strumento più fine, in grado di cogliere uno dei deficit più caratterizzanti il decadimento cognitivo, ovvero quello riguardante la sfera lessico-semanticamente.

Certamente la semplice individuazione di errori lessicali non risolve la complessità e l'eterogeneità dei disturbi che affliggono il decadimento cognitivo, tuttavia l'insieme dei parametri analizzati fornisce un'accurata fotografia delle difficoltà affrontate dai pazienti nella produzione orale e dalle diverse strategie utilizzate per far fronte a una ridotta capacità nella programmazione del discorso. Il rallentamento della velocità di eloquio (*speechrate*), la produzione di enunciati più brevi e di pause grammaticali e non grammaticali più lunghe e frequenti sono alcuni dei modi in cui questo deficit si manifesta nella produzione orale.

L'analisi di correlazione tra alcuni parametri e i punteggi ottenuti dai soggetti nei principali test neuropsicologici sembrerebbe inoltre suggerire che le differenze nella produzione di disfluenze non possono essere trattate esclusivamente come il segnale di un problema avvenuto durante la produzione o come criticità che caratterizzano il decadimento cognitivo. I risultati, infatti, mostrano come proprio i soggetti che ottengono un punteggio maggiore al *Clock Drawing Test* - il quale in particolar modo misura eventuali deficit nelle funzioni esecutive - producano più cancellazioni. D'altra parte, in letteratura non mancano studi volti a dimostrare che disfluenze e fenomeni di esitazione non possono essere trattati esclusivamente come semplici criticità della produzione orale (Bard et al., 2001; Shriberg, 2001; Clark 2002, 2006). Ad esempio, lo studio di Davis e Mclagan dimostra come i soggetti affetti dalla malattia di Alzheimer utilizzino, in modo più o meno cosciente, le pause ai confini sintattici maggiori per programmare l'informazione da veicolare nelle successive unità del discorso (Davis & Mclagan, 2009).

Infine, l'esperimento di classificazione condotto usando le tecniche del *machine learning* dimostra come sia possibile individuare, con un discreto margine di affidabilità, i soggetti affetti da decadimento cognitivo utilizzando pochi parametri come input. L'accuratezza ottenuta, intorno all'80%, nella classificazione dei soggetti ad uno stadio iniziale della demenza è in linea con quella della bibliografia di riferimento che oscilla tra il 70% e l'85%. Da migliorare invece la classificazione dei soggetti affetti da decadimento cognitivo che, come riportato nel precedente capitolo, varia tra il 62% e il 66%.

Il fatto di aver ottenuto questi livelli di accuratezza utilizzando pochi parametri come input nel classificatore fa bene sperare per le future ricerche nel campo e lascia intravedere ampi margini di miglioramento grazie allo studio e all'implementazione di nuovi parametri.

7.1 Limitazioni dello studio e sviluppi futuri

Nel cercare di analizzare i risultati esposti nei paragrafi precedenti, bisogna tuttavia tenere in considerazione alcune limitazioni del presente studio. Una, di carattere più generale, riguarda la mancanza di lavori precedenti condotti sulla lingua italiana con cui

confrontare i risultati ottenuti. Disfluenze e fenomeni di esitazione e le loro relative strutture potrebbero infatti variare da lingua a lingua (Eklund, 2001; Clark & Fox Tree, 2002; Hlavac, 2011; Wieling et al. 2016) e di conseguenza diverso potrebbe essere il mondo in cui queste si presentano nel parlato spontaneo di soggetti appartenenti a gruppi clinici differenti, rendendo quindi più difficile il confronto dei risultati ottenuti analizzando parlanti di lingue differenti.

Altre limitazioni riguardano invece la progettazione dello studio. Durante questa fase della ricerca non si è ritenuto necessario annotare, oltre alle disfluenze, anche gli errori commessi, ma non riparati dai soggetti. Questo tipo di annotazione avrebbe potuto fornire informazioni aggiuntive sulle eventuali difficoltà dei soggetti affetti da decadimento cognitivo di controllare e correggere la propria produzione qualora necessario. Infatti, collegata alla capacità di individuare un errore durante la produzione orale è l'attività dell'area frontale della corteccia (Nozari et al., 2011), una delle aree più compromesse nel decadimento cognitivo dovuto alla demenza. Questa sarebbe quindi la motivazione, secondo alcuni studi, alla base della ridotta capacità dei soggetti affetti da Alzheimer di correggere i propri errori (McNamara et al., 1992; Orange et al., 1996). Tuttavia, si è scelto di non procedere con l'annotazione di tali fenomeni in quanto, a differenza di compiti più strutturati come ad esempio quelli di *map task*¹, il parlato semi-spontaneo avrebbe reso eccessivamente arbitraria l'individuazione e l'annotazione di possibili errori non corretti.

Infine, la ridotta dimensione del campione analizzato (48 soggetti divisi in 21 di controllo, 18 affetti da decadimento cognitivo lieve e 8 in uno stadio iniziale della demenza) rende più complesso generalizzare i risultati ottenuti.

Per questa e per le altre motivazioni esposte, il presente lavoro è da considerarsi uno studio pilota teso a valutare la fattibilità, per la lingua italiana, dell'utilizzo di parametri relativi a disfluenze e fenomeni di esitazione nell'individuazione di fragilità legate al decadimento cognitivo e della loro implementazione in sistemi automatici per la diagnosi delle demenze.

¹ Il *map task* è un tipo di compito cooperativo che coinvolge due partecipanti. Ognuno dei due soggetti ha una mappa nascosta all'altro partecipante e a turno ognuno fornisce all'altro indicazioni su come raggiungere un punto specifico nella mappa.

Proprio tenendo a mente queste limitazioni, uno sviluppo futuro della ricerca in quest'area potrebbe passare per l'ampliamento dei compiti attraverso i quali elicitarne la produzione orale dei soggetti. In questo senso, il *map task* potrebbe essere uno strumento più strutturato, ma comunque di facile somministrazione (in particolar modo per i soggetti in una fase prodromica della demenza come quelli affetti da decadimento cognitivo lieve), che agevolerebbe l'annotazione, l'analisi e il confronto dei dati (Levelt, 1983; Lickley, 1994). Inoltre, il *map task* renderebbe più semplice e meno arbitraria l'individuazione e l'annotazione degli errori non corretti da parte dei soggetti, in quanto, trattandosi di una mappa e di un percorso da seguire, il referente è sempre presente e chiaro durante tutto lo svolgimento del compito.

Come già affermato in precedenza, il presente lavoro rappresenta il secondo studio volto a individuare parametri utili per la classificazione automatica di soggetti di lingua italiana affetti da decadimento cognitivo (il primo è rappresentato da Beltrami et al., 2016). Ed è il primo che ha cercato di studiare in modo sistematico disfluenze e fenomeni di esitazione nel decadimento cognitivo lieve e nella demenza.

Tenendo conto delle limitazioni appena esposte, i risultati lasciano comunque ben sperare per l'utilizzo di disfluenze e fenomeni di esitazione nello studio dei soggetti affetti da decadimento cognitivo e dimostrano come sia possibile realizzare sistemi per la diagnosi automatica delle demenze anche per la lingua italiana.

Bibliografia

- Adell, J., Bonafonte, A. & Escudero-Mancebo, D. (2008). On the generation of synthetic disfluent speech: local prosodic modifications caused by the insertion of editing terms. In *Proc. Interspeech*, Brisbane, Australia.
- Adlam, A. R., Bozeat, S., Arnold, R., Watson, P., & Hodges, J. R. (2006). Semantic knowledge in mild cognitive impairment and mild Alzheimer's disease. *Cortex*, 2(42), 675–684.
- Albanese, E. (2007). The “hidden” semantic category dissociation in mild-moderate Alzheimer's disease patients. *Neuropsychologia*, 45(4), 639–643.
- Albert, M. S., DeKosky, S. T., Dickson, D., Dubois, B., Feldman, H. H., Fox, N. C., ... Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of mild cognitive impairment due to Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's and Dementia*, 7(3), 270–279.
- Alderson-Day, B., & Fernyhough, C. (2015). Inner speech: Development, cognitive functions, phenomenology, and neurobiology. *Psychological Bulletin*, 141(5), 931–965.
- Almor, A., Aronoff, J. M., MacDonald, M. C., Gonnerman, L. M., Kempler, D., Hintiryan, H., ... Andersen, E. S. (2009). A common mechanism in verb and noun naming deficits in Alzheimer's patients. *Brain and Language*, 111(1), 8–19.
- Almor, A., Kempler, D., MacDonald, M. C., Andersen, E. S., & Tyler, L. K. (1999). Why do Alzheimer Patients have difficulty with Pronouns? Working Memory, Semantics, and References in Comprehension and Production in Alzheimer's Disease. *Brain and Language*, 67, 202–227.

- Altıparmak, A., & Kuruoğlu, G. (2017). An analysis of speech disfluencies of Turkish speakers: Influence of educational background. *Contemporary Educational Researches Journal*, 7(3), 106–113.
- Altmann, L. J. P., Kempler, D., & Andersen, E. S. (2001). Speech errors in Alzheimer's Disease: Reevaluating morphosyntactic preservation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 1069–1082.
- Arbuckle, T. Y., & Gold, D. P. (1993). Aging, Inhibition, and Verbosity. *Journal of Gerontology*, 48(5), 225–232.
- Aronoff, J. M., Gonnerman, L. M., Almor, A., Arunachalam, S., Kempler, D., & Andersen, E. S. (2006). Information content versus relational knowledge: Semantic deficits in patients with Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, 44, 21–35.
- Ash, S., McMillan, C., Gunawardena, D., Avants, B., Morgan, B., Khan, A., ... Grossman, M. (2010). Speech errors in progressive non-fluent aphasia. *Brain and Language*, 113(1), 13–20.
- Auclair-Ouellet, N. (2015). Inflectional morphology in primary progressive aphasia and Alzheimer's disease: A systematic review. *Journal of Neurolinguistics*, 34, 41–64.
- Balthazar, M. L. F., Martinelli, J. E., Cendes, F., & Damasceno, B. P. (2007). Lexical semantic memory in amnesic mild cognitive impairment and mild Alzheimer's disease. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 65, 619–622.
- Bang, J., Spina, S., & Miller, B. L. (2015). Frontotemporal dementia. *The Lancet*, 386, 1672–1682.
- Bard, E. G., Lickley, R. J., & Aylett, M. P. (2001). Is Disfluency Just Difficulty? *Disfluency in Spontaneous Speech (DiSS'01)*, 97–100.
- Beattie, G. W., & Butterworth, B. L. (1979). Contextual probability and word frequency as determinants of pauses and errors in spontaneous speech. *Language and Speech*, 22(3), 201–211.
- Beltrami, D., Calzà, L., Gagliardi, G., Ghidoni, E., Marcello, N., Rossini Favretti, R., & Tamburini F. (2016). Automatic identification of Mild Cognitive Impairment through the analysis of Italian spontaneous speech productions. In n. calzolari et al. (ed), Proceedings of the Tenth International Conference on Language Resources and Evaluation – LREC 2016, ELRA – European Language Resources Association, 2086-2093.

- Bento da Silva, P., Gradin Fabron, E. M., Altran Picoloto, L., & Moço Canhetti de Oliveira, C. (2016). Prolongamentos na fala de adultos com e sem gagueira. *Revista CEFAC*, 18(5), 1141–1150.
- Berisha, V., S., Wang, A., LaCross, & J., Liss (2015). Tracking Discourse Complexity Preceding Alzheimer's Disease Diagnosis: A Case Study Comparing the Press Conferences of Presidents Ronald Reagan and George Herbert Walker Bush. *Journal of Alzheimer's Disease*, 45(3), 959–963.
- Betz, S., Eklund, R., & Wagner, P. (2017). Prolongation in German. In *Proceedings of DiSS 2017*. 13–16.
- Bickel, C., Pantel, J., Eysenbach, K., & Schröder, J. (2000). Syntactic comprehension deficits in Alzheimer's disease. *Brain and Language*, 71(3), 432–448.
- Blanken, G., Dittmann, J., Haas, J. C., & Wallesch, C. W. (1987). Spontaneous speech in senile dementia and aphasia: Implications for a neurolinguistic model of language production. *Cognition*, 27(3), 247–274.
- Blankenship, J., & Kay, C. (1964). Hesitation phenomena in English speech: A study in distribution. *Word*, 20, 360–372.
- Blonder, L. X., Kort, E. D., & Schmitt, F. a. (1994). Conversational Discourse in Patients with Alzheimer's Disease. *Journal of Linguistic Anthropology*, 4(1), 50–71.
- Boersma, Paul & Weenink, David (2019). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.1.05, retrieved 16 October 2019 from <http://www.praat.org/>.
- Boomer, D. S. (1965). Hesitation and Grammatical Encoding. *Language and Speech*, 8, 148–158.
- Branigan, H. P., Lickley, R. J., & McKelvie, D. (1999). Non-linguistic influences on rates of disfluency in spontaneous speech. *Proceedings of the 14th International Conference of Phonetic Sciences*, 387–390.
- Braun, a R., Guillemin, A., Hosey, L., & Varga, M. (2001). The neural organization of discourse: an H2 15O-PET study of narrative production in English and American sign language. *Brain*, 124, 2028–2044.
- Brocklehurst, P. H. (2011). *The roles of speech errors, monitoring, and anticipation in the production of normal and stuttered disfluencies*. Tesi di Dottorato.

- Brody, H., Pond, D., Kemp, N. M., Luscombe, G., Harding, L., Berman, K., & Huppert, F. A. (2002). The GPCOG: A new screening test for dementia designed for general practice. *Journal of the American Geriatrics Society*, *50*(3), 530–534.
- Bucks, R. S., Singh, S., Cuerden, J. M., & Wilcock, G. K. (2000). Analysis of spontaneous, conversational speech in dementia of Alzheimer type: Evaluation of an objective technique for analysing lexical performance. *Aphasiology*, *14*(1), 71–91.
- Budson, A. E., & Solomon, P. R. (2015). Evaluating the Patient with Memory Loss or Dementia. In *Memory Loss, Alzheimer's Disease, and Dementia* (pp. 5–38).
- Burke, D. M., & Shafto, M. A. (2008). Language and aging. In F. I. M. Craik & T. A. Salthouse (Eds.), *The Handbook of Aging and Cognition* (pp. 373–443). Psychology Press, Taylor and Francis Group.
- Butterworth, B. (1980). Evidence From Pauses in Speech. In B. Butterworth (Ed.), *Language production: Vol. 1. Speech and talk* (pp. 155–176). London: Academic Press.
- Calzà, L., Beltrami, D., Gagliardi, G., Ghidoni, E., Marcello, N., Rossini Favretti, R., Tamburini, F. (2015). Should we screen for cognitive decline and dementia? In *Maturitas* *82*(1), 28-35.
- Campione, E., & Véronis, J. (2002). A large-scale multilingual study of pause duration. In *Proceedings of the 1st International Conference on Speech Prosody, Aix-en-Provence* (pp. 199–202).
- Cannizzaro, M. S., & Coelho, C. A. (2013). Analysis of Narrative Discourse Structure as an Ecologically Relevant Measure of Executive Function in Adults. *Journal of Psycholinguistic Research*, *42*(6), 527–549.
- Caramelli, P., Mansur, L. & Nitrini, R. (1998). Language and communication disorders in dementia of the Alzheimer type. In Stemmer, B., Whitaker, H.A. (eds.) *Handbook of neurolinguistics*. 463-473.
- Carlomagno, S., Santoro, A., Menditti, A., Pandolfi, M., & Marini, A. (2005). Referential communication in Alzheimer's type dementia. *Cortex*, *41*(4), 520–534.
- Chapman, S. B., Highley, A. P., & Thompson, J. L. (1998). Discourse in fluent aphasia and Alzheimer's disease: Linguistic and pragmatic considerations. *Journal of Neurolinguistics*, *11*(1–2), 55–78.

- Chapman, S. B., Zientz, J., Weiner, M., Rosenberg, R., Frawley, W., & Burns, M. H. (2002). Discourse changes in early Alzheimer disease, mild cognitive impairment, and normal aging. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, *16*(3), 177-186.
- Clark, D. G., McLaughlin, P. M., Woo, E., Hwang, K., Hurtz, S., Ramirez, L., ... Apostolova, L. G. (2016). Novel verbal fluency scores and structural brain imaging for prediction of cognitive outcome in mild cognitive impairment. *Alzheimer's and Dementia: Diagnosis, Assessment and Disease Monitoring*, *2*, 113–122.
- Clark, H. H. (2002). Speaking in time. *Speech Communication*, *36*, 5–13.
- Clark, H. H. (2006). Pauses and hesitations: Psycholinguistic approach. In K. Brown (Ed.), *Encyclopedia of Language & Linguistics* (pp. 244–248). Oxford: Elsevier.
- Clark, H. H., & Fox Tree, J. E. (2002). Using uh and um in spontaneous speaking. *Cognition*, *84*, 73–111.
- Colombo, L., Fonti, C., & Stracciari, A. (2009). Italian verb inflection in Alzheimer dementia. *Neuropsychologia*, *47*(4), 1069–1078.
- Corley, M., & Stewart, O. W. (2008). Hesitation disfluencies in spontaneous speech: The meaning of um. *Linguistics and Language Compass*, *2/4*, 589–602.
- Cortese, M., Balota, D., Sergent-Marshall, S., Buckner, R., & Gold, B. (2006). Consistency and regularity in past-tense verb generation in healthy ageing, Alzheimer's disease, and semantic dementia. *Cognitive Neuropsychology*, *23*(6), 856–876.
- Crawford, J. R., & Parker, D. M. (2018). Assessment of Frontal Lobe Dysfunction. In *A Handbook of Neuropsychological Assessment* (pp. 267–292).
- Crawford, J. R., Venneri, A., & O'Carroll, R. E. (2009). Neuropsychological Assessment of the Elderly. In *Comprehensive Clinical Psychology* (pp. 133–169).
- Cresti, E. 2014. Syntactic properties of spontaneous speech in the Language into Act Theory: Data on Italian complement and relative clauses. In Raso, T. & Mello, H. (eds), *Spoken Corpora and Linguistic Studies*. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company. 365-410.
- Crocco, C., & Savy, R. (2003). Fenomeni di esitazione e dintorni: una rassegna bibliografica (Progetto API - Istituto Universitario Orientale).

- Croisile, B., Ska, B., Brabant, M. J., Duchene, a, Lepage, Y., Aimard, G., & Trillet, M. (1996). Comparative study of oral and written picture description in patients with Alzheimer's disease. *Brain and Language*, 53(1), 1–19.
- Croot, K., Hodges, J. R., Xuereb, J., & Patterson, K. (2000). Phonological and articulatory impairment in Alzheimer's disease: A case series. *Brain and Language*, 75(2), 277–309.
- Cuetos, F., Herrera, E., & Ellis, A. W. (2010). Impaired word recognition in Alzheimer's disease: The role of age of acquisition. *Neuropsychologia*, 48(11), 3329–3334.
- Davis, B. H., & MacLagan, M. (2009). Examining pauses in alzheimer's discourse. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, 24(2), 141–154.
- De Lira, J. O., Ortiz, K. Z., Campanha, A. C., Bertolucci, P. H. F., & Minett, T. S. C. (2011). Microlinguistic aspects of the oral narrative in patients with Alzheimer's disease. *International Psychogeriatrics*, 23(3), 404–412.
- Dijkstra, K., Bourgeois, M. S., Allen, R. S., & Burgio, L. D. (2004). Conversational coherence: Discourse analysis of older adults with and without dementia. *Journal of Neurolinguistics*, 17(4), 263–283.
- Druks, J., Masterson, J., Kopelman, M., Clare, L., Rose, A., & Rai, G. (2006). Is action naming better preserved (than object naming) in Alzheimer's disease and why should we ask? *Brain and Language*, 98(3), 332–340.
- Drummond, C., Coutinho, G., Fonseca, R. P., Assunção, N., Teldeschi, A., de Oliveira-Souza, R., & Moll, J. (2015). Deficits in narrative discourse elicited by visual stimuli are already present in patients with mild cognitive impairment. *Deficits in Narrative Discourse Elicited by Visual Stimuli Are Already Present in Patients with Mild Cognitive Impairment*, 7(96), 1–11.
- E. Cresti, 2001, Per una nuova definizione di frase, in Bongralli P., Dardi A., Fanfani M., Tesi R. (a cura di), *Studi di storia della lingua italiana offerti a Ghino Ghinassi*, Le Lettere, Firenze, pp. 511-550.
- E. Cresti, 2005, Enunciato e frase: teoria e verifiche empiriche, in Biffi M., Calabrese O., Salibra L. (a cura di), *Italia Linguistica: discorsi di scritto e di parlato*. Scritti in onore di Giovanni Nencioni, Prolagon, Siena, pp. 249-260.

- Eklund, R. (2001). Prolongations: A dark horse in the disfluency stable. In *Proceedings of the ISCA Tutorial and Research Workshop Disfluency in Spontaneous Speech*, 5–8.
- Eklund, R. (2004). *Disfluency in Swedish human-human and human-machine travel booking dialogues*. Tesi di Dottorato.
- Eklund, R., & Shriberg, E. (1998). Crosslinguistic Disfluency Modeling: A Comparative Analysis of Swedish and American English Human Human and Human Machine Dialogs. In *Proceedings of the International Conference on Spoken Language Processing*, 2631–2634.
- Eklund, R., Fransson, P., & Ingvar, M. (2015). Neural correlates of the processing of unfilled and filled pauses. In *Proceedings of the 7th Workshop on Disfluency in Spontaneous Speech (DiSS 2015)*.
- Engelhardt, P. E., Nigg, J. T., & Ferreira, F. (2013). Is the fluency of language outputs related to individual differences in intelligence and executive function? *Acta Psychologica*, 144(2), 424–432.
- Feldman, H. H., & Jacova, C. (2005). Mild cognitive impairment. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 13(8), 645–655.
- Ferreira, F. (1993). Creation of Prosody During Sentence Production. *Psychological Review*, 100(2), 233–253.
- Feyereisen, P., Verbeke-Dewitte, C., & Seron, X. (1986). On fluency measures in aphasic speech. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology: Official Journal of the International Neuropsychological Society*, 8(4), 393–404.
- Finlayson, I. (2014). *Testing the roles of disfluency and rate of speech in the coordination of conversation*. Tesi di Dottorato.
- Fjell, A. M., McEvoy, L., Holland, D., Dale, A. M., & Walhovd, K. B. (2014). What is normal in normal aging? Effects of aging, amyloid and Alzheimer's disease on the cerebral cortex and the hippocampus. *Progress in Neurobiology*, 117, 20–40.
- Flanagan, K. J., Copland, D. A., Chenery, H. J., Byrne, G. J., & Angwin, A. J. (2013). Alzheimer's disease is associated with distinctive semantic feature loss. *Neuropsychologia*, 51(10), 2016–2025.

- Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). Mini-mental state: a practical method for grading the mental state of patients for clinicians. *Journal of Psychiatric Research*, *12*, 189–198.
- Forbes, K. E., Venneri, A., & Shanks, M. F. (2002). Distinct patterns of spontaneous speech deterioration: an early predictor of Alzheimer's disease. *Brain and Cognition*, *48*(2–3), 356–361.
- Fraser, K. C., Meltzer, J. A., & Rudzicz, F. (2015). Linguistic features identify Alzheimer's disease in narrative speech. *Journal of Alzheimer's Disease*, *49*(2), 407–422.
- Fraundorf, S. H., & Watson, D. G. (2011). The disfluent discourse: Effects of filled pauses on recall. *Journal of Memory and Language*, *65*(2), 161–175.
- Fung, T. D., Chertkow, H., Murtha, S., Whatmough, C., Péloquin, L., Whitehead, V., & Templeman, F. D. (2001). The spectrum of category effects in object and action knowledge in dementia of the Alzheimer's type. *Neuropsychology*, *15*(3), 371–379.
- Fyndanis, V., Manouilidou, C., Koufou, E., Karampekios, S., & Tsapakis, E. M. (2013). Agrammatic patterns in Alzheimer's disease: Evidence from tense, agreement, and aspect. *Aphasiology*, *27*(2), 178–200.
- Gauvin, H. S., De Baene, W., Brass, M., & Hartsuiker, R. J. (2016). Conflict monitoring in speech processing: An fMRI study of error detection in speech production and perception. *NeuroImage*, *126*, 96–105.
- Gayraud, F., Lee, H. R., & Barkat-Defradas, M. (2011). Syntactic and lexical context of pauses and hesitations in the discourse of Alzheimer patients and healthy elderly subjects. *Clinical Linguistics and Phonetics*, *25*(3), 198–209.
- Giannini, A. (2003). Vocalizzazioni e prolungamenti vocalici. In P. Cosi, E. Magno Caldognetto, & A. Zamboni (Eds.), *Voce, canto, parlato. Scritti in onore di Franco Ferrero*. Padova: Unipress. (pp. 163–172).
- Goldman-Eisler, F. (1958). Speech analysis and mental processes. *Language and Speech*, *1*(1), 59–75.
- Goldman-Eisler, F. (1961). A comparative study of two hesitation phenomena. *Language and Speech*, *4*, 18–26.
- Goldman-Eisler, f. (1968). *Psycholinguistics: Experiments in spontaneous speech*. London: Academic Press.

- Goldman-Eisler, F. (1972). Pauses, clauses, sentences. *Language and Speech*, 15(2), 103–113.
- Gomez, R. G., & White, D. A. (2006). Using verbal fluency to detect very mild dementia of the Alzheimer type. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21(8), 771–775.
- Gómez-Vilda, P., Rodellar-Biarge, V., Nieto-Lluis, V., De Ipiña, K. L., Álvarez-Marquina, A., Martínez-Olalla, R., ... Martínez-Lage, P. (2015). Phonation biomechanic analysis of Alzheimer's disease cases. *Neurocomputing*, 167, 83–93.
- Gonnerman, L. M., Andersen, E. S., Devlin, J. T., Kempler, D., & Seidenberg, M. S. (1997). Double dissociation of semantic categories in Alzheimer's disease. *Brain and Language*, 57(2), 254–279.
- Gonzalez-Moreira, E., Torres-Boza, D., Kairuz, H. A., Ferrer, C., Garcia-Zamora, M., Espinoza-Cuadros, F., & Hernandez-Gómez, L. A. (2015). Automatic prosodic analysis to identify mild dementia. *BioMed Research International*, 2015.
- Gorno-Tempini, M., Hillis, A., Weintraub, S., Kertesz, A., Mendez, M., Cappa, S., ... Grossman, M. (2011). Classification of primary progressive aphasia and its variants. *Neurology*, 76(11), 1006–1014.
- Grande, M., Meffert, E., Schoenberger, E., Jung, S., Frauenrath, T., Huber, W., ... Heim, S. (2012). From a concept to a word in a syntactically complete sentence: An fMRI study on spontaneous language production in an overt picture description task. *NeuroImage*, 61(3), 702–714.
- Greene, J. O., & Cappella, J. N. (1986). Cognition and Talk: the Relationship of Semantic Units To Temporal Patterns of Fluency in Spontaneous Speech. *Language and Speech*, 29(2), 141–157.
- Griffin, Z. M., & Bock, K. (2000). What the eyes say about speaking. *Psychological Science*, 11(4), 274–279.
- Grossman, M. (2012). The non-fluent/agrammatic variant of primary progressive aphasia. *The Lancet Neurology*, 11(6), 545–555.
- Grossman, M., & Ash, S. (2004). Primary progressive aphasia: A review. *Neurocase*, 10(1), 3–18.
- Grossman, M., Smith, E. E., Koenig, P. L., Glosser, G., Rhee, J., & Dennis, K. (2003). Categorization of object descriptions in Alzheimer's disease and frontotemporal

- dementia: Limitation in rule-based processing. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 3(2), 120–132.
- Hardy, C. J. D., Buckley, A. H., Downey, L. E., Lehmann, M., Zimmerer, V. C., Varley, R. A., ... Warren, J. D. (2015). The language profile of behavioral variant frontotemporal dementia. *Journal of Alzheimer's Disease*, 50(2), 359–371.
- Heeman, P. A. (1997). *Speech Repairs, Intonational Boundaries and Discourse Markers: Modeling Speakers' Utterances in Spoken Dialog*. Tesi di Dottorato.
- Hernández-Domínguez, L., Ratté, S., Sierra-Martínez, G., & Roche-Bergua, A. (2018). Computer-based evaluation of Alzheimer's disease and mild cognitive impairment patients during a picture description task. *Alzheimer's and Dementia: Diagnosis, Assessment and Disease Monitoring*, 10, 260–268.
- Hieke, A. E. (1981). A content-processing view of hesitation phenomena. *Language and Speech*, 24(2), 147–160.
- Hieke, A. E., Kowal, S., & O'Connell, D. (1983). The trouble with “articulatory” pauses. *Language and Speech*, 26(3), 203–214.
- Hier, D. B., Hagenlocker, K., & Shindler, A. G. (1985). Language disintegration in dementia: Effects of etiology and severity. *Brain and Language*, 25(1), 117–133.
- Hlavac, J. (2011). Hesitation and monitoring phenomena in bilingual speech: A consequence of code-switching or a strategy to facilitate its incorporation? *Journal of Pragmatics*, 43(15), 3793–3806.
- Hodges, J. R., Erzinçlioğlu, S., & Patterson, K. (2006). Evolution of cognitive deficits and conversion to dementia in patients with mild cognitive impairment: A very-long-term follow-up study. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 21(5–6), 380–391.
- Hodges, J. R., Hodges, J. R., Salmon, D. P., Salmon, D. P., Butters, N., & Butters, N. (1992). Semantic Memory Impairment in Alzheimers-Disease - Failure of Access or Degraded Knowledge. *Neuropsychologia*, 30(4), 301–314.
- Hodgson, C., & Ellis, A. W. (1998). Last in, first to go: Age of acquisition and naming in the elderly. *Brain and Language*, 64(1), 146–163.
- Hudon, C., Belleville, S., Souchay, C., Gély-Nargeot, M.-C., Chertkow, H., & Gauthier, S. (2006). Memory for gist and detail information in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Neuropsychology*, 20(5), 566–577.

- Indefrey, P., & Levelt, W. J. M. (2000). The Neural Correlates of Language Production. In M. Gazzaniga (Ed.), *The new cognitive neurosciences* (pp. 845–865). Cambridge, MA: MIT.
- Indefrey, P., & Levelt, W. J. M. (2004). The spatial and temporal signatures of word production components. *Cognition*, 92(1–2), 101–144.
- James, L. E., & Burke, D. M. (2000). Phonological Priming Effects on Word Retrieval and Tip-of-the-Tongue Experiences in Young and Older Adults. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(6), 1378–1391.
- Jarrold, W. L., Peintner, B., Yeh, E., Krasnow, R., Javitz, H. S., & Swan, G. E. (2010). Language analytics for assessing brain health: Cognitive impairment, depression and pre-symptomatic Alzheimer's disease. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 6334 LNAI, 299–307.
- Joubert, S., Brambati, S. M., Ansado, J., Barbeau, E. J., Felician, O., Didic, M., ... Kergoat, M. J. (2010). The cognitive and neural expression of semantic memory impairment in mild cognitive impairment and early Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, 48(4), 978–988.
- Juncos-Rabadán, O., Rodríguez, N., Facal, D., Cuba, J., & Pereiro, A. X. (2011). Tip-of-the-tongue for proper names in mild cognitive impairment: Semantic or post-semantic impairments? *Journal of Neurolinguistics*, 24(6), 636–651.
- Jürgens, U. (2002). Neural pathways underlying vocal control. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26(2), 235–258.
- Kaprinis, S., & Stavrakaki, S. (2007). Morphological and syntactic abilities in patients with Alzheimer's disease. *Brain and Language*, 103(1), 59–60.
- Kavé, G., & Goral, M. (2016). Word retrieval in picture descriptions produced by individuals with Alzheimer's disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 38(9), 958–966.
- Kavé, G., & Levy, Y. (2003). Morphology in Picture Descriptions Provided by Persons with Alzheimer's Disease. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 46(2), 341.

- Kavé, G., Leonard, C., Cupit, J., & Rochon, E. (2007). Structurally well-formed narrative production in the face of severe conceptual deterioration: A longitudinal case study of a woman with semantic dementia. *Journal of Neurolinguistics*, *20*(2), 161–177.
- Kemper, S., & Sumner, A. (2001). The structure of verbal abilities in young and older adults. *Psychology and Aging*, *16*(2), 312–322.
- Kemper, S., Cheung, H., Cheung, H., Labarge, E., Storandt, M., & Ferraro, F. R. (1993). On the Preservation of Syntax in Alzheimer's disease: Evidence from Written Sentences. *Archives of Neurology*, *50*(1), 81–86.
- Kempler, D. & M. Goral (2008). Language and dementia: neuropsychological aspects. In M. McGroarty (ed.), *Annual Review of Applied Linguistics*, vol. 28. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 73-90.
- Kempler, D., Curtiss, S., & Jackson, C. (1987). Syntactic preservation in Alzheimer's disease. *Journal of Speech and Hearing Research*, *30*(3), 343–350.
- Kendall, T. (2009). *Speech Rate, Pause and Linguistic Variation: An Examination through the Sociolinguistic Archive and Analysis Project*. Tesi di Dottorato.
- Khodabakhsh, A., Kusxuoglu, S., & Demiroglu, C. (2014). Natural language features for detection of Alzheimer's disease in conversational speech. In *IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI)* (pp. 581–584).
- Khodabakhsh, A., Yesil, F., Guner, E., & Demiroglu, C. (2015). Evaluation of linguistic and prosodic features for detection of Alzheimer's disease in Turkish conversational speech. *Eurasip Journal on Audio, Speech, and Music Processing*, *2015*(1).
- Kim, M., & Thompson, C. K. (2004). Verb deficits in Alzheimer's disease and agrammatism: Implications for lexical organization. *Brain and Language*, *88*, 1–20.
- Kircher, T. T. J., Brammer, M. J., Levelt, W., Bartels, M., & McGuire, P. K. (2004). Pausing for thought: Engagement of left temporal cortex during pauses in speech. *NeuroImage*, *21*(1), 84–90.
- Kircher, T. T. J., Brammer, M. J., R. Williams, S. C., & McGuire, P. K. (2000). Lexical retrieval during fluent speech production. *NeuroReport*, *11*(18), 4093–4096.
- Klimova, B., & Kuca, K. (2016). Speech and language impairments in dementia. *Journal of Applied Biomedicine*, *14*(2), 97–103.

- König, A., Satt, A., Sorin, A., Hoory, R., Toledo-Ronen, O., Derreumaux, A., ... David, R. (2015). Automatic speech analysis for the assessment of patients with predementia and Alzheimer's disease. *Alzheimer's and Dementia: Diagnosis, Assessment and Disease Monitoring*, 1(1), 112–124.
- Krein, L., Jeon, Y. H., Amberber, A. M., & Fethney, J. (2019). The Assessment of Language and Communication in Dementia: A Synthesis of Evidence. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 27(4), 363–377.
- Laforce, R. (2013). Behavioral and language variants of frontotemporal dementia: A review of key symptoms. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 115(12), 2405–2410.
- Lambon Ralph, M. A., Patterson, K., Graham, N., Dawson, K., & Hodges, J. R. (2003). Homogeneity and heterogeneity in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease: A cross-sectional and longitudinal study of 55 cases. *Brain*, 126(11), 2350–2362.
- Levelt, W. J. M. (1983). Monitoring and self-repair in speech. *Cognition*, 14, 41–104.
- Levelt, W. J. M. (1989). *Speaking: From intention to articulation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Levelt, W. J. M., Roelofs, A., & Meyer, A. S. (1999). A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(1), 1–75.
- Levelt, W. M., & Cutler, A. (1983). Prosodic Marking in Speech Repair. *Journal of Semantics*, 2, 205–217.
- Lickley, R. (2015). Fluency and Disfluency. In M. A. Redford (Ed.), *The Handbook of Speech Production* (pp. 445–469). John Wiley & Sons.
- Lickley, R. J. (1994). *Detecting Disfluency Spontaneous Speech*. Tesi di Dottorato.
- Little, D. R., Oehmen, R., Dunn, J., Hird, K., & Kirsner, K. (2013). Fluency Profiling System: An automated system for analyzing the temporal properties of speech. *Behavior Research Methods*, 45(1), 191–202.
- López-de-Ipiña, K., Alonso, J.-B., Travieso, C., Solé-Casals, J., Egiraun, H., Faundez-Zanuy, M., ... Lizardui, U. (2013). On the Selection of Non-Invasive Methods Based on Speech Analysis Oriented to Automatic Alzheimer Disease Diagnosis. *Sensors*, 13(12), 6730–6745.

- Lundholm Fors, K. (2015). *Production and Perception of Pauses in Speech*. Tesi di Dottorato.
- MacGregor, L. J. (2008). *Disfluencies affect language comprehension: evidence from event-related potentials and recognition memory*. Tesi di Dottorato.
- Maclay, H., & Osgood, C. E. (1959). Hesitation Phenomena in Spontaneous English Speech. *WORD*, 15(1), 19–44.
- Mahl, G. F. (1956). Disturbances and silences in the patient's speech in psychotherapy. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 53(1), 1–15.
- Martin, R. C., Crowther, J. E., Knight, M., Tamborello, F. P., & Yang, C. L. (2010). Planning in sentence production: Evidence for the phrase as a default planning scope. *Cognition*, 116(2), 177–192.
- Mast, B. T., & Gerstenecker, A. (2010). Screening Instruments and Brief Batteries for Dementia. In *Handbook of Assessment in Clinical Gerontology* (pp. 503–530).
- McGee, S. (2012). Mental status examination. In *Evidence-Based Physical Diagnosis*.
- McKhann, G. M., Knopman, D. S., Chertkow, H., Hyman, B. T., Jack, C. R., Kawas, C. H., ... Phelps, C. H. (2011). The diagnosis of dementia due to Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's and Dementia*, 7(3), 263–269.
- McKhann, G., Drachman, D., Folstein, M., Katzman, R., Price, D., & Stadlan, E. M. (1984). Clinical diagnosis of Alzheimer's disease: Report of the NINCDS-ADRDA Work Group* under the auspices of Department of Health and Human Services Task Force on Alzheimer's Disease. *Neurology*, 34(7), 939–944.
- McNamara, P., Obler, L. K., Au, R., Durso, R., & Albert, M. L. (1992). Speech monitoring skills in Alzheimer's disease, Parkinson's disease, and normal aging. *Brain and Language*, 42(1), 38–51.
- Meilán, J. J. G., Martínez-Sánchez, F., Carro, J., López, D. E., Millian-Morell, L., & Arana, J. M. (2014). Speech in alzheimer's disease: Can temporal and acoustic parameters discriminate dementia? *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 37(5–6), 327–334.

- Murphy, K. J., Rich, J. B., & Troyer, A. K. (2006). Verbal fluency patterns in amnesic mild cognitive impairment are characteristic of Alzheimer's type dementia. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12, 570–574.
- Murphy, K. J., Rich, J. B., & Troyer, A. K. (2006). Verbal fluency patterns in amnesic mild cognitive impairment are characteristic of Alzheimer's type dementia. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12(4), 570–574.
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bedirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., ... Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A Brief Screening. *Journal of the American Geriatrics Society*, 695–699.
- Nebes, R. D., Brady, C. B., & Huff, F. J. (1989). Automatic and attentional mechanisms of semantic priming in Alzheimer's disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 11(2), 219–230.
- Nozari, N., Dell, G. S., & Schwartz, M. F. (2011). Is comprehension necessary for error detection? A conflict-based account of monitoring in speech production. *Cognitive Psychology*, 63(1), 1–33.
- O'Connell, D. C., Kowal, S., & Hörmann, H. (1969). Semantic determinants of pauses. *Psychologische Forschung*, 33(1), 50–67.
- O'Connell, D., & Kowal, S. (2004). The History of Research on the Filled Pause as Evidence of The Written Language Bias in Linguistics. *Journal of Psycholinguistic Research*, 33(6), 459–474.
- O'Shaughnessy, D. (1992). Analysis of false starts in spontaneous speech. In *Proceedings of the International Conference on Spoken Language Processing* (pp. 2–5).
- Ogden, R. (2001). Turn transition, creak and glottal stop in Finnish talk-in-interaction. *Journal of the International Phonetic Association*, 31(1), 139–152.
- Oomen, C. C. E., & Postma, A. (2001). Effects of time pressure on mechanisms of speech production and self-monitoring. *Journal of Psycholinguistic Research*, 30(2), 163–184.
- Orange, J. B., Lubinski, R. B., & Higginbotham, D. J. (1996). Conversational repair by individuals with dementia of the Alzheimer's type. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 39(4), 881–895.
- Orimaye, S. O., Wong, J. S.-M., & Golden, K. J. (2014). Learning Predictive Linguistic Features for Alzheimer's Disease and related Dementias using Verbal Utterances. In

- Proceedings of the 1st Workshop on Computational Linguistics and Clinical Psychology (CLPsych)* (pp. 78–87). Baltimore, US.
- Östberg, P., Bogdanović, N., & Wahlund, L. O. (2009). Articulatory agility in cognitive decline. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, *61*(5), 269–274.
- Owens, S. J., Thacker, J. M., & Graham, S. A. (2018). Disfluencies signal reference to novel objects for adults but not children. *Journal of Child Language*, *45*, 581–609.
- Parris, B. A., & Weekes, B. S. (2006). Naming actions and objects in dementia. *Brain and Language*, *99*(1), 130–131.
- Peter, J., Kaiser, J., Landerer, V., Köstering, L., Kaller, C. P., Heimbach, B., ... Klöppel, S. (2016). Category and design fluency in mild cognitive impairment: Performance, strategy use, and neural correlates. *Neuropsychologia*, *93*, 21–29.
- Peters, F., Majerus, S., Baerdemaeker, J. De, Salmon, E., & Collette, F. (2009). Impaired semantic knowledge underlies the reduced verbal short-term storage capacity in Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, *47*, 3067–3073.
- Petersen, R. C., & Morris, J. C. (2003). Clinical features. In R. C. Petersen (Ed.), *Mild cognitive impairment: Aging to Alzheimer's disease* (pp. 15–40). New York, NY: Oxford University Press
- Petersen, R. C., Caracciolo, B., Brayne, C., Gauthier, S., Jelic, V., & Fratiglioni, L. (2014). Mild cognitive impairment: A concept in evolution. *Journal of Internal Medicine*, *275*(3), 214–228.
- Petersen, R. C., Smith, G. E., Waring, S. C., Ivnik, R. J., Tangalos, E. G., & Kokmen, E. (1999). Mild Cognitive Impairment. Clinical Characterization and Outcome. *Archives of Neurology*, *56*, 303–308.
- Pirani, A., Brodaty, H., Martini, E., Zaccherini, D., Neviani, F., & Neri, M. (2010). The validation of the Italian version of the GPCOG (GPCOG-It): A contribution to cross-national implementation of a screening test for dementia in general practice. *International Psychogeriatrics*, *22*(1), 82–90.
- Pistono, A., Jucla, M., Barbeau, E. J., Saint-Aubert, L., Lemesle, B., Calvet, B., ... Pariente, J. (2016). Pauses during Autobiographical Discourse Reflect Episodic Memory Processes in Early Alzheimer's Disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, *50*, 687–698.

- Pistono, A., Pariente, J., Bézy, C., Lemesle, B., Le Men, J., Jucla, M. (2019). What happens when nothing happens? An investigation of pauses as a compensatory mechanism in early Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, *124*, 133-143.
- Plauché, M., & Shriberg, E. (1999). Data-driven subclassification of disfluent repetitions based on prosodic features. In *Proceedings of the International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS-99)*, San Francisco. 1-4.
- Plug, L. (2011). Phonetic reduction and informational redundancy in self-initiated self-repair in Dutch. *Journal of Phonetics*, *39*(3), 289–297.
- Prince, M., Wimo, A., Guerchet, M., Ali, G.-C., Wu, Y.-T., & Prina, M. (2015). World Alzheimer Report 2015. The Global Impact of Dementia: An analysis of prevalence, incidence, cost and trends. *Alzheimer's Disease International*.
- Radanovic, M, B.S., Diniz., R.M., Mirandez, T.M., Da Silva Novaretti, M.K., Flacks, M.S., Yassuda, & O.V., Forlenza (2009). Verbal fluency in the detection of mild cognitive impairment and Alzheimer's disease among Brazilian Portuguese speakers: The influence of education. *International Psychogeriatrics*.
- Reilly, J., Peelle, J. E., Antonucci, S. M., & Grossman, M. (2011). Anomia as a Marker of Distinct Semantic Memory Impairments in Alzheimer's Disease and Semantic Dementia. *Neuropsychology*, *25*(4), 413–426.
- Reisberg, B., Ferris, S. H., de Leon, M. J., Franssen, E. S. E., Kluger, A., Mir, P., ... Cohen, J. (1988). Stage-specific behavioral, cognitive, and in vivo changes in community residing subjects with age-associated memory impairment and primary degenerative dementia of the Alzheimer type. *Drug Development Research*, *15*(2–3), 101–114.
- Rispoli, M., & Hadley, P. (2001). The leading-edge: The significance of sentence disruptions in the development of grammar. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *44*(5), 1131–1143.
- Roark, B., Mitchell, M., & Hollingshead, K. (2007). Syntactic complexity measures for detecting Mild Cognitive Impairment. In *Proceedings of the Workshop on BioNLP 2007* (pp. 1–8).
- Roark, B., Mitchell, M., Hosom, J. P., Hollingshead, K., & Kaye, J. (2011). Spoken language derived measures for detecting mild cognitive impairment. *IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing*, *19*(7), 2081–2090.

- Sajjadi, S. A., Patterson, K., Tomek, M., & Nestor, P. J. (2012). Abnormalities of connected speech in semantic dementia vs Alzheimer's disease. *Aphasiology*, 26(6), 847–866.
- Salehi, M., Reisi, M., & Ghasisin, L. (2017). Lexical retrieval or semantic knowledge? Which one causes naming errors in patients with mild and moderate Alzheimer's disease? *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders Extra*, 7(3), 419–429.
- Satt, A., Sorin, A., & Toledo-Ronen, O. (2102). Vocal Biomarkers for Dementia Patient Monitoring. In *Proceedings of Interspeech 2012*. ISCA.
- Satt, A., Sorin, A., Toledo-Ronen, O., Barkan, O., Kompatsiaris, I., Kokonozi, A., & Tsolaki, M. (2013). Evaluation of speech-based protocol for detection of early-stage dementia. In F. Bimbot, C. Cerisara, C. Fougeron, G. Gravier, L. Lamel, & F. Pellegrino (Eds.), *Proceedings of Interspeech 2013, 14th annual conference of the International Speech Communication Association* (pp. 1692–1696). Lyon, France: ISCA.
- Schnadt, M. J. (2009). *Lexical influences on disfluency production*. Tesi di Dottorato.
- Shafto, M. A., & Tyler, L. K. (2014). Language in the aging brain: The network dynamics of cognitive decline and preservation. *Science*, 346(6209), 583–588.
- Shriberg, E. (1994). *Preliminaries to a theory of speech disfluencies*. Tesi di Dottorato.
- Shriberg, E. (1995). Acoustic Properties of Disfluent Repetitions. In *Proceedings of the 13th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS)*, 4, 384–387.
- Shriberg, E. (2001). To “errrr” is human: Ecology and acoustics of speech disfluencies. *Journal of the International Phonetic Association*, 31(1), 153–169.
- Shriberg, E. E., & Lickley, R. J. (1993). Intonation of clause-internal filled pauses. *Phonetica*, 50, 172–179.
- Shulman, K. I. (2000). Clock-drawing: Is it the ideal cognitive screening test? In *International Journal of Geriatric Psychiatry* (Vol. 15, pp. 548–561).
- Silveri, M. C., Cappa, A., Mariotti, P., & Puopolo, M. (2002). Naming in patients with Alzheimer's disease: Influence of age of acquisition and categorical effects. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(6), 755–764.
- Silveri, M. C., Daniele, A., Giustolisi, L., & Gainotti, G. (1991). Dissociation between knowledge of living and nonliving things in dementia of the Alzheimer type. *Neurology*, 41(4), 545–546.

- Singh, S., Bucks, R. S., & Cuerden, J. M. (2001). Evaluation of an objective technique for analysing temporal variables in DAT spontaneous speech. *Aphasiology*, *15*(6), 571–583.
- Snowdon, D. A., Greiner, L. H., & Markesbery, W. R. (2000). Linguistic ability in early life and the neuropathology of Alzheimer's disease and cerebrovascular disease. Findings from the Nun Study. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *903*, 34–38.
- Snowdon, D. A., Kemper, S. J., Mortimer, J. A., Wekstein, D. R., & Markesbery, W. R. (1996). Linguistic Ability in Early Life and Cognitive Function from the Nun and Alzheimer's Disease in Late Life Study. Findings from the Nun study. *Journal of the American Medical Association*, *275*, 528–532.
- Sperling, R. A., Aisen, P. S., Beckett, L. A., Bennett, D. A., Craft, S., Fagan, A. M., ... Phelps, C. H. (2011). Toward defining the preclinical stages of Alzheimer's disease: Recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimer's and Dementia*, *7*(3), 280–292.
- Szatloczki, G., Hoffmann, I., Vincze, V., Kalman, J., & Pakaski, M. (2015). Speaking in Alzheimer's disease, is that an early sign? Importance of changes in language abilities in Alzheimer's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *7*, 1–7.
- Taler, V., & Phillips, N. A. (2008). Language performance in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment: A comparative review. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *30*(5), 501–556.
- Taler, V., Voronchikhina, A., Gorfine, G., & Lukasik, M. (2016). Knowledge of semantic features in mild cognitive impairment. *Journal of Neurolinguistics*, *38*, 56–70.
- Tang, C. (2013). Planning units in speech production: Evidence from anticipatory retracing in spoken Mandarin Chinese narratives. *Chinese Language and Discourse*, *4*(2), 253–275.
- Thomas, C., Keselj, V., Cercone, N., Rockwood, K., & Asp, E. (2005). Automatic detection and rating of dementia of Alzheimer type through lexical analysis of spontaneous speech. In *IEEE International Conference Mechatronics and Automation, 2005* (Vol. 3, pp. 1569–1574).

- Tippett, L. J., Meier, S. L., Blackwood, K., & Diaz-Asper, C. (2007). Category specific deficits in Alzheimer's disease: Fact or artefact? *Cortex*, *43*(7), 907–920.
- Toledo, C. M., Aluísio, S. M., dos Santos, L. B., Brucki, S. M. D., Trés, E. S., de Oliveira, M. O., & Mansur, L. L. (2018). Analysis of macrolinguistic aspects of narratives from individuals with Alzheimer's disease, mild cognitive impairment, and no cognitive impairment. *Alzheimer's and Dementia: Diagnosis, Assessment and Disease Monitoring*, *10*, 31–40.
- Tombaugh, T. N., & McIntyre, N. J. (1992). The Mini-Mental State Examination: A Comprehensive Review. *Journal of the American Geriatrics Society*, *40*(9), 922–935.
- Tóth, L., Gosztolya, G., Vincze, V., Hoffmann, I., Szatloczki, G., Biró, E., ... Kálmán, J. (2015). Automatic Detection of Mild Cognitive Impairment from Spontaneous Speech using ASR. In *Proceedings of Interspeech 2015* (pp. 2694–2698). Dresden, Germany.
- Troiani, V., Fernandez-Seara, M. A., Wang, Z., Detre, J. A., Ash, S., & Grossman, M. (2008). Narrative speech production: An fMRI study using continuous arterial spin labeling. *NeuroImage*, *40*(2), 932–939.
- Tyler, L. K., & Moss, H. E. (2001). Towards a distributed account of conceptual knowledge. *Trends in Cognitive Sciences*, *5*(6), 244–252.
- Verfaellie, M., & Giovanello, K. S. (2006). Conceptual priming in semantic dementia: A window into the cognitive and neural basis of conceptual implicit memory. *Cognitive Neuropsychology*, *23*(4), 606–620.
- Verhaeghen, P. (2003). Aging and vocabulary scores: A meta-analysis. *Psychology and Aging*, *18*(2), 332–339.
- Vigneau, M., Beaucoisin, V., Hervé, P. Y., Duffau, H., Crivello, F., Houdé, O., ... Tzourio-Mazoyer, N. (2006). Meta-analyzing left hemisphere language areas: Phonology, semantics, and sentence processing. *NeuroImage*, *30*(4), 1414–1432.
- Walenski, M., Sosta, K., Cappa, S., & Ullman, M. T. (2009). Deficits on irregular verbal morphology in Italian-speaking Alzheimer's disease patients. *Neuropsychologia*, *47*(5), 1245–1255.

- Weakley, A., Schmitter-Edgecombe, M., & Anderson, J. (2013). Analysis of verbal fluency ability in amnesic and non-amnesic mild cognitive impairment. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 28(7), 721–731.
- Wieling, M., Grieve, J., Bouma, G., Fruehwald, J., Coleman, J., & Liberman, M. (2016). Variation and Change in the Use of Hesitation Markers in Germanic Languages. *Language Dynamics and Change*, 6(2), 199–234.
- Williamson, D. J. G., Adair, J. C., Raymer, A. M., & Heilman, K. M. (1998). Object and action naming in Alzheimer's disease. *Cortex*, 34(4), 601–610.
- Wilson, S. M., Isenberg, A. L., & Hickok, G. (2009). Neural correlates of word production stages delineated by parametric modulation of psycholinguistic variables. *Human Brain Mapping*, 30(11), 3596–3608.
- Young, J. J., Lavakumar, M., Tampi, D., Balachandran, S., & Tampi, R. R. (2018). Frontotemporal dementia: latest evidence and clinical implications. *Therapeutic Advances in Psychopharmacology*, 8(1), 33–48.
- Zacks, R. T., & Hasher, L. (2006). Aging and Long-Term Memory: Deficits Are Not Inevitable. In E. Bialystok & F. I. M. Craik (Eds.), *Lifespan Cognition: Mechanisms of Change* (pp. 45–66). Oxford University Press.
- Zannino, G. D., Caltagirone, C., & Carlesimo, G. A. (2015). The contribution of neurodegenerative diseases to the modelling of semantic memory: A new proposal and a review of the literature. *Neuropsychologia*, 75, 274–290.

Appendice A Tagset di annotazione

Descrizione della produzione orale

ETICHETTA	DESCRIZIONE	ESEMPIO
SP	Parlato fluente	/
M	Segnali discorsivi	<u>Bene</u> , vedo un gatto che gioca con il gomitolo
SPN	Parlato rivolto dal soggetto all'intervistatore	/
IN	Parlato rivolto dall'intervistatore al soggetto	/
DG	Dialogo	/
- (trattino alto)	Frammento di parola	Vedo un soggiorno, una madre che sta <u>cu-</u> sta facendo a maglia
: (due punti)	Prolungamento vocalico	Mi <u>alzo</u> : faccio colazione
_ (trattino basso)	Parlato non comprensibile	Andavo in macchina da _ in macchina

Annotazione formale di disfluenze e fenomeni di esitazione

ETICHETTA	DESCRIZIONE	ESEMPIO
S	Sostituzione	C'è <u>un tavolo</u> eeh una <i>libreria</i>
I	Inserzione	E poi tornavo a casa, tornavo <u>direttamente</u> a casa

D	Cancellazione	<u>La mattina invece mi</u> / Io non sono mai stato un dormiglione
P	Pause vuote	Sul mobile c'è // un candelabro
F	Pause piene	La bambina <u>eeh</u> guarda la televisione
Li	Prolungamenti sillabici iniziali	Il nonno legge il <u>giornale</u>
Lf	Prolungamenti sillabici finali	E la mamma lavora <u>a</u> maglia
R	Ripetizioni	Il bambino <u>gioca</u> gioca con le costruzioni
B	Inspirazione	/
H	Suoni extra-linguistici	/
_G	Fenomeni di esitazioni grammaticali	/
_NG	Fenomeni di esitazioni non grammaticali	/

Annotazione funzionale delle disfluenze

ETICHETTA	DESCRIZIONE	ESEMPIO
AAR	Errore che introduce possibili ambiguità nel discorso	<u>si fanno le richieste tutto quello che ha richiesto il medico</u>
ALR	Errore relativo al livello appropriatezza di un termine utilizzato	<u>c'è una signora che fa a maglia che lavora a maglia</u>
ACR	Errore che riguarda la coerenza con il testo precedente.	<u>ti muovi di uno verso l'alto, c'è un eeh arrivi ad un punto giallo</u>
ALCR	Errore relativo alla coerenza e al livello appropriatezza di un termine utilizzato.	/

ELR	Errori riguardanti il livello lessico-semantico	<u>nella stanza c'è una scrivania // no una libreria</u>
ESR	Errori di tipo sintattico o morfosintattico	<u>e la televisione senza attaccata eeh senza essere attaccata al muro</u>
EFR	Errori di natura fonetico-fonologica	una camicetta e una gomma <u>una gonna</u>
DR	Cancellazioni	<u>E infine sono</u> / Che poi non mi è mai piaciuto il cinema
CVR	Covert repair	/
PSR	Errore riguardante la curva intonativa	/
RR	Tutti quegli errori che non rientrano nelle categorie appena	/
RER	Ripetizione retrospettiva	/
PRR	Ripetizione prospettiva	/
CVRREP	Covert repair repetition	/
R[n]	Numero dell'elemento ripetuto	/
OU	Original utterance	<u>è una cosa breve</u> , cioè una cosa piccola
EP	Editing phase	è una cosa breve, // <u>cioè</u> una cosa piccola
RE	Repair	è una cosa breve, // cioè <u>una cosa piccola</u>
RP	Reparandum	è una cosa <u>breve</u> , // cioè una cosa piccola
AL	Alteration	è una cosa breve, // cioè una cosa <u>piccola</u>
ET	Editing term	è una cosa breve, // <u>cioè</u> una cosa piccola
SP	Span of retracing	è una cosa breve, // cioè <u>una cosa piccola</u>

DE	Delay	una bambina <u>che</u> eeh un bambino che sta giocando con dei cubi
----	-------	--

LEGENDA:

- La parte annotata a cui l'etichetta fa riferimento è quella sottolineata nella colonna "Esempio".
- Il simbolo "/" nella colonna "Esempio" indica che non può essere riprodotto un esempio della rispettiva etichetta utilizzando esclusivamente il testo.
- Il simbolo "/" indica una pausa vuota.

Appendice B Esempi di script

ESEMPIO 1

#####

Il seguente script utilizza le informazioni estratte dal TextGrid annotato e organizzate in una matrice come da esempio nella Tabella 5.7.

Vengono quindi calcolati alcuni valori volti a descrivere la produzione orale dei soggetti.

#####

```
# Importa tre librerie Python utili per poter gestire i file di testo in una cartella
```

```
from os.path import splitext
```

```
from os.path import basename
```

```
from os import listdir
```

```
# Crea una lista di tutti i percorsi dei file presenti nella cartella target
```

```
def lista_file(directory):
```

```
    textfile = []
```

```
    for filename in listdir(directory):
```

```
        if filename.endswith(".txt"):
```

```
            textfile.append(directory + "/" + filename)
```

```
    return textfile
```

```
# Per ogni percorso del file estrate il nome del file senza estensione
```

```
def rimuovi_ext(filename):
```

```
    root, ext = splitext(filename)
```

```
    return root
```

```
# Organizza in una lista tutte le informazini presenti nel tier FOR-ANN del TextGrid
```

```
def lettura_file_for(nome_file):
```



```

infile = open(nome_file, 'r', encoding='utf-8')
textgrid = infile.readlines()
infile.close()

data = []
data2 = []

for whatever in textgrid:
    if 'FOR-ANN' in whatever:
        data.append(whatever.split())

for whatever in data:
    data2.append([whatever[0], whatever[1], float(whatever[2]),
float(whatever[3]), float(whatever[4])])

return data2

# Calcola la durata del compito
def utterance_duration(recording):
    utt_duration = 0
    for whatever in lettura_file_for(recording):
        if whatever[1] != "/":
            utt_duration += float(whatever[4])
    return utt_duration

# Crea un file di output in cui salvare le informazioni estratte
outfile =
open('/home/lorenzo/Scrivania/temporal_features/script/output_for/descrizione
_corpus.txt', mode='w')

# Aggiunge l'intestazione all'interno del file di output
outfile.write('GROUP_SP' + '\t' + 'SUBJ' + '\t' + 'TASK' + '\t' +
'DUR_RECORDING' + '\t' + 'DUR_SPEECH' + '\t' + 'NUM_DIALOG' + '\t' +
'DUR_DIALOG' + '\t' + 'NUM_INTERV' + '\t' + 'DUR_INTERV' + '\t' + 'TOT_NON-
SPEECH' + '\t' + 'PERC_NON-SPEECH' + '\n')

# Itera tutti i file di testo contenuti nella cartella
for files in
lista_file('/home/lorenzo/Scrivania/temporal_features/script/textgrid_output/
'):

```

APPENDICE B ESEMPI DI SCRIPT

```
dur_file = lettura_file_for(files)[-1][3]
num_dg = 0
num_in = 0
dur_dg = 0
dur_in = 0

# Estrarre i parametri come numero di parti dialogate, degli interventi
dell'intervistatore e le rispettive durate
for hes in lettura_file_for(files):
    if 'DG' in hes[1]:
        num_dg += 1
        dur_dg += hes[4]
    if 'IN' in hes[1]:
        num_in += 1
        dur_in += hes[4]

# Calcola la durata totale delle parti dialogate e degli interventi
dell'intervistatore
tot_no_speech = dur_dg + dur_in

# Calcola la percentuale delle parti dialogate e degli interventi
dell'intervistatore rispetto alla durata totale del compito
perc_no_speech = (tot_no_speech/utterance_duration(files))*100

# Aggiunge nel file di output i valori estratti riportando anche
l'informazione relativa all'ID del soggetto, al tipo di compito e il gruppo
di appartenenza (CON, MCI e-D)
outfile.write(str(basename(rimuovi_ext(files))[14:]) + '\t' +
str(basename(rimuovi_ext(files))[:6]) + '\t' +
str(basename(rimuovi_ext(files))[7:13]) + '\t' + str(dur_file) + '\t' +
str(utterance_duration(files)) + '\t' + str(num_dg) + '\t' + str(dur_dg) +
'\t' + str(num_in) + '\t' + str(dur_in) + '\t' + str(tot_no_speech) + '\t' +
str(perc_no_speech) + '\n')

# Chiude il file di output rendendolo non più modificabile dallo script
outfile.close()
```

ESEMPIO 2

```
#####
```

Il seguente script utilizza le informazioni estratte dal TextGrid annotato e organizzate in una matrice come da esempio nella Tabella 5.7.

Vengono quindi calcolati i valori relativi al numero di pause grammaticali e non grammaticali.

```
#####
```

```
# Importa tre librerie Python utili per poter gestire i file di testo in una cartella
```

```
from os.path import splittext
```

```
from os.path import basename
```

```
from os import listdir
```

```
# Crea una lista di tutti i percorsi dei file presenti nella cartella target
```

```
def lista_file(directory):
```

```
    textfile = []
```

```
    for filename in listdir(directory):
```

```
        if filename.endswith(".txt"):
```

```
            textfile.append(directory + "/" + filename)
```

```
    return textfile
```

```
# Per ogni percorso del file estrate il nome del file senza estensione
```

```
def rimuovi_ext(filename):
```

```
    root, ext = splittext(filename)
```

```
    return root
```

```
# Organizza in una lista tutte le informazini presenti nel tier FOR-ANN del TextGrid
```

```
def lettura_file_for(nome_file):
```

```
    infile = open(nome_file, 'r', encoding='utf-8')
```

```
    textgrid = infile.readlines()
```

```
    infile.close()
```

```

data_l2 = []
data_l2_float = []
for whatever in textgrid:
    if 'FOR-ANN' in whatever:
        whatever = whatever.replace('\n', '')
        data_l2.append(whatever.split('\t'))
for whatever in data_l2:
    data_l2_float.append([whatever[0], whatever[1], float(whatever[2]),
float(whatever[3]), float(whatever[4])])
return data_l2_float

```

Organizza in una lista tutte le informazini presenti nel tier SEN-B del TextGrid

```

def lettura_file_sen(nome_file):
    infile = open(nome_file, 'r', encoding='utf-8')
    textgrid = infile.readlines()
    infile.close()
    data_l2 = []
    data_l2_2 = []
    for whatever in textgrid:
        if 'SEN-B' in whatever:
            data_l2.append(whatever.split())
    for whatever in data_l2:
        data_l2_2.append([whatever[0], whatever[1], float(whatever[2]),
float(whatever[3]), float(whatever[4])])
    return data_l2_2

```

Calcola la durata del compito

```

def utterance_duration(recording):
    utt_duration = 0
    for whatever in lettura_file_for(recording):
        if whatever[1] != "/":
            utt_duration += float(whatever[4])

```

```

return utt_duration

# Crea un file di output in cui salvare le informazioni estratte

outfile =
open('/home/lorenzo/Scrivania/temporal_features/script/output_fun_def_2/HES_g
_ng_count.txt', mode='w')

# Aggiunge l'intestazione all'interno del file di output

outfile.write('GROUP_SP' + '\t' + 'SUBJ' + '\t' + 'TASK' + '\t' +
'UTT_DURATION' + '\t' + 'SEN' + '\t' + 'P_g' + '\t' + 'P_ng' + '\t' + 'F_g'
+ '\t' + 'F_ng' + '\n')

# Itera tutti i file di testo contenuti nella cartella

for files in
lista_file('/home/lorenzo/Scrivania/temporal_features/script/textgrid_output'
):

hesitation = {'P_g' : 0, 'P_ng' : 0, 'F_g' : 0, 'F_ng' : 0, 'SEN' : 0}

# Estrare i parametri relativi al numero di pause piene e vuote,
grammaticali e non grammaticali

for hes in lettura_file_for(files):

if hes[1] in hesitation:

hesitation[hes[1]] += 1

for sen in lettura_file_sen(files):

if sen[1] in hesitation:

hesitation[sen[1]] += 1

# Aggiunge nel file di output i valori estratti riportando anche
l'informazione relativa all'ID del soggetto, al tipo di compito e il gruppo
di appartenenza (CON, MCI e-D)

outfile.write(str(basename(rimuovi_ext(files))[14:]) + '\t' +
str(basename(rimuovi_ext(files))[:6]) + '\t' +
str(basename(rimuovi_ext(files))[7:13]) + '\t' +

```

APPENDICE B ESEMPI DI SCRIPT

```
str(utterance_duration(files)) + '\t' + str(hesitation['SEN']) + '\t' +  
str(hesitation['P_g']) + '\t' + str(hesitation['P_ng']) + '\t' +  
str(hesitation['F_g']) + '\t' + str(hesitation['F_ng']) + '\n')
```

```
# Chiude il file di output rendendolo non più modificabile dallo script  
outfile.close()
```