



UNIVERSITÀ TELEMATICA
INTERNAZIONALE UNINETTUNO

UNIVERSITÀ TELEMATICA INTERNAZIONALE UNINETTUNO
FACOLTÀ DI SCIENZE DELLA COMUNICAZIONE

Corso di Laurea in Comunicazione digitale d'impresa

Elaborato finale
in Informatica per la comunicazione digitale

**METAVERSO E METACOGNIZIONE:
NUOVI STRUMENTI PER L'APPRENDIMENTO NEI DISTURBI
DEL NEUROSVILUPPO**

RELATORE

Prof.ssa Gabriella Campo

CANDIDATO

Marco Capobianchi
Matr: 1368HHHCLCMP

Anno Accademico

2022/2023

*A mia figlia Alessia,
la cosa migliore che io abbia fatto nella mia vita,
a mia moglie Floriana,
la scintilla capace di accendere sempre il mio motore... il mio punto fermo.
Alla mia famiglia, ai miei amici e alle mie amiche di sempre,
che non hanno mai smesso di farmi sentire una persona importante
e infine,
a mia madre e a mio padre, Maria e Franco,
per i valori che mi hanno trasmesso,
per il loro amore e per la loro presenza assidua e costante... "il mio porto sicuro",
con la consapevolezza che, se riuscirò a dare a mia figlia
anche solo la metà di quello che loro hanno dato a me,
allora sarò stato un buon padre!*

Indice

Presentazione	1
Introduzione	5
I. Disturbi del neurosviluppo	15
1. Disturbi Specifici dell'Apprendimento.....	17
1.1 La D nella sigla DSA.....	19
1.1.1 D come disturbo e/o disabilità.....	20
1.1.2 D come difficoltà.....	22
1.1.3 D come differenza.....	24
1.2 Evoluzione dei DSA.....	26
1.3 Stili di apprendimento.....	26
1.4 Stili cognitivi.....	28
1.5 Gli strumenti compensativi.....	31
1.6 Studiare con le mappe.....	35
2. La Disprassia.....	37
2.1 Cosa è la disprassia.....	38
2.1.1 Secondo il DSM-5.....	39
2.1.2 Secondo l'ICD-10.....	40
2.2 Disturbo congenito o acquisito precocemente.....	41
3. Legge 170/2010: obiettivi e finalità.....	42
3.1 Finalità della legge.....	42
II. La metacognizione	44
1. Metacognizione nella lettura.....	47
2. Metacognizione nell'apprendimento immersivo.....	47
III. L'apprendimento	49
1. Tipi di apprendimento.....	51
1.1 Comportamentismo.....	51
1.2 Cognitivismo.....	52
1.3 Costruttivismo.....	54
1.4 Sociocostruttivismo.....	56
1.5 Apprendimento collaborativo e ambienti di apprendimento.....	57

2. Tecnologia e didattica a distanza.....	58
2.1 Il self-regulated learning.....	59
2.2 Learning by doing.....	61
3. Processo di apprendimento nei soggetti con DSA.....	62
3.1 Prima tappa: accesso alle informazioni.....	63
3.2 Seconda tappa: comprensione.....	64
3.3 Terza tappa: rielaborazione e selezione delle informazioni.....	64
3.4 Quarta tappa: memorizzazione.....	66
3.5 Quinta tappa recupero dei contenuti.....	68
IV. Il metaverso.....	70
1. Come funziona.....	71
2. Dimostrazioni.....	76
3. Miglioramenti nell'elaborazione cognitiva.....	79
4. Miglioramenti dello stato emotivo e dell'autostima.....	81
5. Metaverso come tecnologia simulativa.....	86
6. Metaverso come “embodied technology”.....	88
V. Neuroni GPS.....	93
1. Neuroni GPS anche per la posizione degli altri.....	99
2. Estratto della videointervista di Paolo Magliocco a Edvard I. Moser (2017).....	101
VI. Lo strumento.....	106
VII. Analisi.....	110
1. Metodologia di analisi e somministrazione test.....	110
2. Analisi delle anomalie nella somministrazione del test.....	113
3. Valutazione dei risultati.....	114
Conclusioni.....	121
Ringraziamenti.....	126
Bibliografia.....	128
Sitografia.....	128

Presentazione

In questo elaborato verrà trattato un argomento emerso prepotentemente negli ultimi anni, che ha tutte le caratteristiche per affermarsi come una nuova rivoluzione: il metaverso. Si entrerà nello specifico cercando di capire se questo strumento avrà le potenzialità per risolvere una serie di problematiche intrinseche ai tradizionali metodi didattici, che persone con Disturbi Specifici di Apprendimento (DSA) devono affrontare quotidianamente lungo tutto il percorso scolastico. Si osserveranno più da vicino le caratteristiche dei soggetti con DSA, con le loro debolezze ma soprattutto con i loro punti di forza su cui ci si concentrerà per raggiungere l'obiettivo. Si approfondiranno i concetti di metacognizione e apprendimento, strettamente legati tra di loro ed infine, ci si concentrerà sul concetto di metaverso, inteso per ora come realtà virtuale (VR) e realtà aumentata/mista (AR/MR). L'obiettivo è delineare la potenziale efficacia di tali ambienti virtuali nel migliorare l'esperienza educativa degli individui con DSA, anticipando possibili sviluppi futuri in questo ambito.

Nel primo capitolo si parlerà dei Disturbi del neurosviluppo, con particolare attenzione al Disturbo Specifico di Apprendimento (DSA) e alla Disprassia. Nell'ambito dell'apprendimento sono sempre più menzionati i disturbi del neurosviluppo, un complesso di disturbi che comporta molte difficoltà a livello generale, ma soprattutto nell'ambito del funzionamento personale, sociale, scolastico e lavorativo. Considerando che l'apprendimento è un processo continuo di acquisizione ed elaborazione di nuove informazioni e di trasformazioni di informazioni già acquisite, ci si soffermerà su quegli aspetti in cui l'allievo con DSA mostra difficoltà più o meno marcate. La loro neurodiversità suggerisce una maggiore affinità con modalità di apprendimento meno convenzionali; un approccio strategico si rivela particolarmente vantaggioso poiché capitalizza sull'intelligenza, che costituisce il principale punto di forza delle persone con DSA.

Nel secondo capitolo approfondiremo il concetto di metacognizione. Nel campo dell'apprendimento, la metacognizione si concretizza in molti modi diversi e svolge un ruolo cruciale. Applicare la metacognizione è la differenza che esiste tra uno studente passivo e inconsapevole, che studia senza una precisa strategia e si ritrova risultati mediocri e uno studente attivo, consapevole, che mette in atto strategie definite sulle quali ha totale padronanza, con risultati sempre superiori. L'esercizio metacognitivo permette, tra le varie funzioni, il controllo dei propri pensieri e, di conseguenza, la gestione dei processi di apprendimento.

Nel terzo capitolo ci soffermeremo sull'apprendimento, fondamentale per l'evoluzione dell'essere umano. Lo sviluppo e la sopravvivenza degli individui si basano principalmente sulla loro abilità di apprendimento. L'apprendimento è un processo di cambiamento relativamente permanente, che si manifesta a seguito di nuove esperienze o dalla pratica di nuovi comportamenti. Si tratta di una modifica di un comportamento complesso, derivante dalle esperienze di vita e/o dalle attività del soggetto. Ci sarà una panoramica sulle principali teorie di apprendimento studiate e analizzate durante il corso del XX secolo e verranno approfonditi i processi di apprendimento nei soggetti con DSA.

Nel quarto capitolo esploreremo dettagliatamente il metaverso, cercando di capire cos'è attualmente e come sarà potenzialmente in un futuro prossimo. Con metaverso si denota uno spazio virtuale collettivo, nato dalla convergenza tra la realtà virtuale immersiva e una realtà fisica migliorata virtualmente. Il metaverso presenta vaste e imprevedibili prospettive, ma per un metaverso completamente interconnesso, con l'integrazione di mondi virtuali e reali, ci sarà ancora bisogno di tempo e di risorse tecnologiche non ancora disponibili. Considerando l'evoluzione tecnologica degli ultimi decenni, è lecito ipotizzare un avvicinamento a un metaverso globale più rapido del previsto. Parlare di metaverso adesso, implica la focalizzazione su ambienti virtuali tridimensionali, con interazione tra persone e cose simile al mondo reale. Grazie alla realtà virtuale (VR) e alla realtà aumentata/mista (AR/MR), il metaverso promette nuove opportunità nel campo

della comunicazione, del lavoro, dell'intrattenimento, dell'apprendimento e importanti contributi nella medicina. Prima di addentrarci però, bisognerà comprendere il funzionamento del cervello, per capire l'enorme similitudine che c'è tra i meccanismi che utilizza il cervello e quelli utilizzati dalla realtà virtuale, avvalendoci di dimostrazioni concrete ed esperimenti scientifici.

Per approfondire la ricerca, nel quinto capitolo si farà riferimento a un argomento specifico già trattato negli anni '70 del '900 e venuto alla ribalta nell'ultimo decennio: i neuroni GPS. Un recente studio ha rivelato l'esistenza di neuroni GPS nella regione cerebrale dell'ippocampo. Queste particolari cellule di posizione non solo registrano la posizione passata e attuale di un individuo, ma sono in grado di anticipare e immaginare la sua posizione futura: si è studenti se ci si trova a scuola, atleti se ci si trova in palestra e così via. La particolarità è che questi neuroni GPS, nelle videoconferenze bidimensionali (2D) non vengono attivati, mentre vengono attivati nella realtà virtuale, conferendoci la sensazione di vivere effettivamente all'interno dell'ambiente che stiamo esplorando attraverso il visore VR, pur essendo fisicamente in un altro luogo. In questo capitolo viene illustrato un estratto dell'intervista a Edvard I. Moser che, grazie alla scoperta dei neuroni GPS, ha vinto insieme alla moglie May-Britt e al professor John O'Keefe il Nobel per la medicina e la fisiologia 2014.

Nel capitolo sesto verrà descritto uno strumento, appositamente sviluppato dall'autore (Web-architect, Web-designer, Front-end developer) per la stesura di questo elaborato: un sito web interattivo con cui si è tentato di simulare le dinamiche che caratterizzeranno l'ambiente virtuale definitivo. Questo sito è fruibile in realtà virtuale attraverso l'impiego di un visore VR, che permetterà un'esperienza immersiva. L'obiettivo del sito consiste nel simulare in modo dinamicamente funzionante, ciò che si verificherà effettivamente nel progetto finale del metaverso, sfruttando un prototipo in grado di offrire un'anteprima dell'esperienza. Nel sito viene riprodotto un video di tipo documentaristico (argomento della lezione) diviso in 4 frazioni equivalenti. Al termine di ciascuna

frazione il video si interrompe, consentendo di selezionare parole chiave preimpostate e segnate su post-it, direttamente inerenti al contenuto appena narrato. Attraverso l'utilizzo del visore VR nell'ambiente virtuale, gli utenti possono afferrare con le proprie mani (virtualmente catturate e riprodotte dai sensori del visore VR) i post-it con le parole chiave scelte e trasferirli su un foglio di quaderno apposito. Ciascuna parola chiave è associata a immagini pertinenti, anche queste potranno essere afferrate e collocate sullo stesso foglio, consentendo la personalizzazione dell'esperienza. Si procederà ripetendo lo stesso processo ad ogni interruzione di frazione. Alla fine dell'intero video, una pagina riepilogativa mostrerà la mappa concettuale costruita dinamicamente dal sistema. Questa mappa conterrà le parole chiave e le immagini associate, selezionate dall'utente durante le varie frazioni di video. La mappa concettuale, il testo riassuntivo e il testo integrale del video, saranno disponibili in formato PDF, visibili, scaricabili o inviabili a un indirizzo email. Questo permetterà agli utenti di conservare, consultare e condividere la loro esperienza completamente personalizzata. Questo approccio darà la possibilità di sfruttare il canale visivo, il canale orale e quello cinestesico, punti di forza dei soggetti con DSA.

Nel settimo capitolo verrà spiegato il processo di sperimentazione, adottato per verificare le ipotesi formulate nella ricerca. I test sono stati effettuati su un campione eterogeneo di discenti con DSA e di discenti normotipo. L'approccio metodologico prevedeva l'erogazione dello stesso contenuto prima tramite canali tradizionali (lettura di un testo) e poi, dopo circa 15 giorni, tramite realtà virtuale con visore VR (visione e ascolto di un video con interazione cinestesica). Il campione in esame ha compilato un questionario sugli stili di apprendimento all'inizio e un questionario di gradimento alla fine e, dopo entrambe le somministrazioni, ha risposto alla stessa lista di domande inerenti all'argomento. L'obiettivo del test era valutare eventuali differenze di apprendimento tra discenti normotipi e discenti con DSA, in seguito all'esposizione del medesimo argomento con le due diverse modalità.

Introduzione

L'evoluzione tecnologica, dalla rivoluzione industriale al metaverso, rappresenta un lungo e complesso percorso di trasformazione sociale, economica e culturale, che va dalla trasformazione dei processi produttivi industriali all'era digitale e all'avvento di nuove esperienze virtuali immersive. Questo processo è stato guidato da innovazioni tecnologiche e ha avuto un impatto significativo sulla società, sull'economia e sulla vita quotidiana delle persone, aprendo enormi orizzonti al miglioramento della qualità della vita.

Alla fine del XIX secolo iniziò la seconda rivoluzione industriale e proseguì il suo sviluppo nel corso del XX secolo. Questo periodo segnò il passaggio da un'economia basata sull'agricoltura e l'artigianato a un'economia industriale. Le principali innovazioni includevano la meccanizzazione dei processi produttivi, la produzione di massa e l'uso diffuso delle macchine a vapore. Questo provocò una serie di conseguenze inevitabili come la crescita significativa dell'industria, ma anche la migrazione dalle aree rurali a quelle urbane e una profonda e irreversibile trasformazione del tessuto sociale.

Il XX secolo vide la continuazione dell'industrializzazione e nella seconda metà del '900 ci fu un'altra rivoluzione, altrettanto importante rispetto a quella industriale: la rivoluzione digitale. In questa fase si assistette all'ascesa della tecnologia dell'informazione, l'informatica e le comunicazioni assunsero un ruolo centrale con l'evoluzione dei computer, l'invenzione e la diffusione di Internet e lo sviluppo della telefonia mobile. Questi avanzamenti diedero vita a una società sempre più orientata alla conoscenza, con una crescente dipendenza dalla tecnologia e una maggiore interconnessione globale. Ci fu un'evidente trasformazione delle regole della comunicazione. L'era digitale vide la diffusione generalizzata dei dispositivi digitali, l'espansione di Internet e lo sviluppo di moltissimi servizi online. Questa nuovo impulso contribuì alla creazione di nuove

industrie nel settore tecnologico e portò alla digitalizzazione di settori tradizionali come l'intrattenimento, l'editoria, il commercio e ovviamente la comunicazione.

Nel XXI secolo sta emergendo un nuovo concetto altrettanto rivoluzionario: il metaverso. Il termine "metaverso" si riferisce a un ambiente virtuale tridimensionale, in cui le persone possono interagire tra loro e con oggetti digitali, in modo simile all'esperienza nel mondo reale. Il tutto grazie ad alcuni importanti sviluppi tecnologici come la realtà virtuale (VR) e la realtà aumentata/mista (AR/MR)¹. Il metaverso promette di offrire nuove opportunità di comunicazione, lavoro, intrattenimento e apprendimento, oltre a creare nuovi modelli economici e a dare un enorme contributo alla medicina.

Il termine "Metaverso" è stato originariamente introdotto nel romanzo di fantascienza "Snow Crash" di Neal Stephenson nel 1992, influenzando successivamente il modo in cui le persone hanno immaginato l'evoluzione della tecnologia e della connettività. Il metaverso oggi, denota uno spazio virtuale collettivo condiviso, nato dalla convergenza tra la realtà virtuale immersiva e una realtà fisica migliorata virtualmente. Questo fenomeno apre le porte a prospettive di applicazione e sviluppo enormi e, in gran parte, ancora non prevedibili.

¹ La realtà virtuale (VR), la realtà aumentata (AR) e la realtà mista (MR) sono concetti correlati ma distinti. La realtà virtuale (VR) crea un ambiente completamente virtuale che sostituisce il mondo reale. Gli utenti indossano dispositivi VR come visori o occhiali che isolano completamente o prevalentemente il loro campo visivo, immergendoli in un ambiente generato al computer. Gli utenti possono interagire con questo mondo virtuale tramite gesti, movimenti del corpo o controller dedicati.

La realtà aumentata (AR) è una tecnologia che sovrappone elementi digitali (come immagini, suoni o dati) al mondo reale. Questi elementi digitali possono essere visualizzati attraverso dispositivi come smartphone, tablet o occhiali AR. L'applicazione più comune di AR è l'aggiunta di informazioni visive, come frecce di navigazione o informazioni sul prodotto, visualizzate sopra la vista del mondo reale attraverso il display di uno smartphone o di un dispositivo simile.

La realtà mista (MR) è un concetto più ampio che combina elementi del mondo reale con elementi digitali in modo più integrato e interattivo. Contrariamente all'AR, che sovrappone solo elementi digitali, la MR integra oggetti digitali in modo più dinamico con l'ambiente fisico circostante. Un esempio di MR potrebbe essere un'app che consente agli utenti di interagire con oggetti digitali 3D che sembrano coesistere con il mondo reale. Questi oggetti potrebbero rispondere alle azioni dell'utente o interagire con gli oggetti fisici.

In sostanza, la VR crea un ambiente completamente virtuale, mentre invece la principale differenza tra AR e MR risiede nella natura dell'interazione tra elementi digitali e fisici. Mentre l'AR sovrappone semplicemente gli elementi digitali al mondo reale, la MR crea una sorta di fusione più dinamica e interattiva tra elementi virtuali e fisici.

Nel corso dell'intero elaborato faremo un uso indiscriminato di VR, AR e MR, senza entrare nel dettaglio della tecnologia utilizzata.

Nonostante ciò, è cruciale esaminare filosoficamente e giuridicamente, la natura e il significato di questo spazio emergente, le dinamiche tra i partecipanti e i controllori e, soprattutto, le implicazioni fondamentali per la tutela dei dati personali.

Il metaverso a differenza dei suoi predecessori come la televisione e i social media, che sono tecnologie persuasive per la loro capacità di influenzare i comportamenti e le abitudini delle persone, si distingue come una tecnologia trasformativa in grado di modellare la percezione stessa della realtà. Attraverso l'hacking di meccanismi cognitivi chiave, il metaverso si spinge oltre l'influenza superficiale, riuscendo a plasmare la nostra esperienza di luogo, corpo e interazione sociale. Queste possibilità definiscono scenari totalmente nuovi con esiti positivi e negativi, sottolineando l'importanza di un approccio "umano", integrato e multidisciplinare, per comprendere e affrontare le sfide che questa tecnologia presenta.

La realtà virtuale sembra più efficace perché condivide con il cervello lo stesso meccanismo di base: le simulazioni incarnate. Secondo le ricerche neuroscientifiche, il cervello crea una simulazione incarnata del corpo nel mondo, per regolare e controllare il nostro essere nel contesto circostante, anticipando azioni, concetti ed emozioni. Questo processo trova un riflesso sorprendente nella funzionalità della realtà virtuale: l'esperienza VR cerca di prevedere le reazioni sensoriali ai movimenti individuali, offrendo una rappresentazione predittiva che si allinea alla realtà. Per raggiungere tale obiettivo il sistema VR, emulando il cervello, mantiene un modello, una simulazione del corpo e dello spazio circostante, creando così una simbiosi cognitiva tra l'utente e l'ambiente virtuale. Al momento, non esiste ancora un metaverso completamente sviluppato e accessibile al pubblico, tuttavia, ci sono diverse piattaforme ed esperienze che stanno progressivamente avvicinandosi a un'idea di metaverso come Second Life, Fortnite e Spatial, considerando anche gli enormi investimenti di colossi mondiali come Facebook che ha anche cambiato il nome in Meta, con chiaro riferimento al

metaverso. Potremmo definire il metaverso come un'evoluzione di Internet ma in realtà non lo sostituisce, si tratta di un concetto molto più ampio e complesso, ancora da definire esattamente, che prefigura un insieme di mondi virtuali e reali interconnessi.

Quando si discute del concetto di metaverso, è possibile delineare due significati distinti. Da un lato, si fa riferimento all'interfaccia, intesa come struttura fondamentale regolata da protocolli di sistema e standard tecnici, che assicurano l'interazione armoniosa tra diverse tecnologie, garantendo in sostanza la loro interoperabilità. Questa configurazione richiama un parallelismo con ciò che già avviene nel contesto attuale di Internet, dove l'HTTP e il browser rappresentano l'impalcatura che facilita l'accesso e l'interazione con la World Wide Web (WWW)². Questa struttura portante, sviluppata e gestita prevalentemente da poche aziende, costituisce il fondamento neutro di trasferimento, l'ossatura su cui si articola il secondo aspetto del concetto di metaverso, ovvero le diverse stanze, i vari mondi accessibili.

Ogni stanza, ogni metaverso, è gestito dai rispettivi provider, simile al modo in cui vengono gestiti oggi i social o altre applicazioni. In questo contesto, il metaverso può essere concepito sia come una struttura portante (analogamente all'HTTP di Internet) sia come spazi specifici (simili alle applicazioni). Visivamente, è utile immaginare il metaverso come il desktop del nostro smartphone: una stanza in cui sono presenti diverse "app", cioè degli spazi accessibili. Su uno smartphone, ogni app rappresenta un "universo bidimensionale", mentre nel metaverso reale queste applicazioni assumono una dimensione tridimensionale, diventando praticamente "abitabili"; metaverso come insieme di universi.

² L'architettura *client-server*, cioè il sistema per la trasmissione d'informazioni del futuro metaverso, che si prospetta unico e interoperabile, dovrebbe adottare a livello applicativo un protocollo "neutro", sul modello di quello che avviene già ora per Internet con l'Hypertext Transfer Protocol (http), nucleo base del World Wide Web (www), adottato fin dagli anni Novanta dagli enti normatori di Internet.

Il termine “metacognizione” invece, rappresenta un costrutto teorico di rilevanza, sia nel contesto psicologico sia educativo. Letteralmente tradotto come “oltre la cognizione”, questo concetto riveste un ruolo fondamentale nello studio e, soprattutto, nell’apprendimento in generale. La metacognizione si riferisce alla cognizione sulla cognizione, rappresentando la capacità di riflettere sul proprio pensiero, sul proprio ragionamento e sui processi mentali in atto. In pratica, si manifesta come la consapevolezza e il controllo del proprio processo mentale, delle scelte effettuate e degli studi compiuti. Questa capacità di introspezione e riflessione sull’attività mentale, riveste un ruolo cruciale nell’apprendimento, contribuendo a delineare il modo in cui gli individui comprendono, gestiscono e regolano il proprio processo di apprendimento. La metacognizione, in definitiva, emerge come un elemento indispensabile per sviluppare una comprensione più profonda e consapevole di come la mente umana opera, fornendo una base solida per migliorare le strategie di apprendimento e l’efficacia generale del processo cognitivo.

Nel campo dell’apprendimento, che è quello che ci interessa particolarmente, la metacognizione si concretizza in mille modi diversi e svolge un ruolo cruciale. Applicare la metacognizione è la differenza che esiste tra uno studente passivo e inconsapevole, che studia senza una precisa strategia, che non si pone grandi domande e si ritrova risultati mediocri e uno studente attivo, consapevole, che mette in atto strategie definite sulle quali ha totale padronanza. I risultati, in questo caso, sono sempre superiori. Consideriamo la questione in modo semplice e diretto: c’è una differenza abissale tra chi studia come ha sempre studiato, come gli viene in modo naturale o come gli è stato spiegato, ma senza rifletterci, e chi ha una chiara visione d’insieme e applica volontariamente un certo metodo di studio, con tattiche e strategie.

L’apprendimento costituisce uno dei fenomeni psicologici chiave per l’evoluzione coinvolgendo, oltre all’essere umano, una vasta gamma di specie

animali e vegetali³. Lo sviluppo e la sopravvivenza degli individui si basano intrinsecamente sulla loro abilità di apprendimento. Questo concetto ha suscitato interesse e continua ad essere oggetto di studio sia da parte dell'etologia che delle scienze psicologiche, approfondendo le sue diverse forme, manifestazioni e applicazioni. In una prospettiva generale, l'apprendimento può essere definito come una modifica comportamentale che deriva da un'interazione con l'ambiente. È il risultato di esperienze che plasmano nuove configurazioni di risposta agli stimoli esterni. Tale definizione sottolinea il ruolo cruciale dell'esperienza nell'evoluzione comportamentale degli individui, evidenziando come le interazioni con l'ambiente influenzino la configurazione delle risposte agli stimoli esterni. L'ampia portata di questo fenomeno rende l'apprendimento un campo di studio continuo, contribuendo a comprendere le complesse dinamiche che governano il comportamento degli organismi, nel loro ambiente circostante.

Lo studio dell'apprendimento diventa centrale in ambito psicologico, con l'avvento del comportamentismo, negli anni 1930-1950. Il comportamentismo definisce l'apprendimento come la somma dei cambiamenti osservabili nel comportamento dell'individuo, derivanti da modifiche nella situazione in cui l'individuo si trova. Secondo questo approccio meccanicistico e associazionista, vi è un principio associativo diretto tra stimolo e risposta, che avrebbe un'importanza fondamentale nei processi di apprendimento. I comportamentisti non vogliono entrare all'interno della mente, non vogliono capire i meccanismi interni del cervello ma si limitano ad analizzare gli effetti degli stimoli esterni ad esso.

Di contro, le teorie cognitive, a partire dagli anni '50, non si limitano a considerare la modificazione del comportamento e il meccanismo associativo, come condizione essenziale per l'apprendimento. In tal senso, secondo le teorie cognitive, l'apprendimento presuppone la creazione di rappresentazioni mentali che mediano il rapporto tra lo stimolo e la risposta. Già negli anni '30, Edward

³ OggiScienza. La ricerca e i suoi protagonisti (02/2014), *Le piante imparano e ricordano*, <https://oggiscienza.it/2014/02/07/le-piante-imparano-e-ricordano/>.

Tolman⁴ aveva ipotizzato che l'apprendimento non si manifestasse esclusivamente sul piano dei comportamenti osservabili ma su quello delle rappresentazioni mentali: l'animale apprende perché si crea una rappresentazione mentale della situazione e sulla base di questa agisce di conseguenza. È utile sottolineare che vi sono alcuni cambiamenti nel comportamento che non sono ascrivibili ai processi di apprendimento, come ad esempio i cambiamenti comportamentali imputabili a tendenze innate alla risposta, alla maturazione o a stati temporanei del soggetto (ad esempio cambiamenti relativi allo sviluppo di determinate fasi di età oppure cambiamenti comportamentali conseguenti all'uso di sostanze psicoattive).

A differenza dei comportamentisti, i cognitivisti vogliono capire i meccanismi cognitivi interni, con le dinamiche, la pianificazione e l'organizzazione gerarchica di quella che loro chiamano "Black box": la mente. Dal cognitivismo si arriverà al costruttivismo e sociocostruttivismo, teorie dell'apprendimento e della conoscenza, che si basano sull'idea che gli individui costruiscano la propria comprensione del mondo attraverso l'esperienza e l'interazione con l'ambiente circostante. Questa prospettiva mette in evidenza il ruolo attivo dei discenti, che hanno la facoltà e la capacità di costruire significati e conoscenze piuttosto che riceverle passivamente.

Restando in tema di apprendimento, è interessante notare che al giorno d'oggi, è sempre più frequente sentir parlare dei disturbi del neurosviluppo, che di fatto comprendono diversi tipi di disturbo quali: la disabilità intellettiva, i disturbi della comunicazione, il disturbo dello spettro autistico, il disturbo da deficit di attenzione e l'iperattività, i disturbi del movimento e il disturbo specifico dell'apprendimento (DSA). Questo complesso di disturbi comporta molte difficoltà a livello generale, ma soprattutto nell'ambito del funzionamento personale, sociale, scolastico e lavorativo. L'ambito scolastico rappresenta il focus

⁴ Edward Tolman, West Newton (USA), 1886 – Berkeley (USA), 1959. È stato uno psicologo statunitense. Fu il più noto neocomportamentista nonché precursore del cognitivismo, noto per i suoi studi sull'apprendimento nei topi in scatole sperimentali apposite.

principale dell'argomento che verrà presentato in questo lavoro, perché ormai, è di dominio pubblico che i Disturbi Specifici di Apprendimento rivestono una percentuale che si aggira tra il 5% e il 7% della popolazione scolastica. In tutte le realtà scolastiche ormai, sia nella scuola primaria sia nella scuola secondaria ma anche a livello universitario, sono numerosi gli studenti che presentano difficoltà di apprendimento ed è per questo che esistono oggi molte metodologie, tecniche e strategie compensative, per favorire l'apprendimento di questi individui. Gli strumenti informatici rivestono un ruolo importantissimo in qualità di strumenti compensativi (Legge 170/2010) e rappresentano un aiuto notevole nelle difficoltà di lettura e scrittura.

Il 27 gennaio 2023 è stata organizzata dall'Università degli Studi "Giustino Fortunato" di Benevento, in collaborazione con la Catholic University of North (Chile), l'UDIMA Online University of Madrid e la SSML Internazionale, la Conferenza Internazionale "Digital Transition: Research & Development"⁵. La conferenza è stata una importante occasione di riflessione multidisciplinare sulla transizione digitale. Il tema è stato letto da diverse prospettive: da quella economica a quella giuridica, da quella sociologica a quella psicologica. Tra le varie tematiche trattate, particolare rilievo è stato dato anche all'ambito dell'apprendimento in età adulta, in particolar modo quello universitario digitalmente mediato. I quesiti proposti sono stati i seguenti: *"Apprendimento e transizioni digitali, quali sono gli sviluppi e le potenzialità? Quali invece le sfide e le opportunità?"*

L'esperienza delle Università telematiche, suggerisce che le tecnologie digitali non rappresentano un ostacolo al successo accademico e alle interazioni formative digitalmente mediate, tutt'altro: possono costituirsi come preziose opportunità per tutti coloro che per motivazioni varie (lavorative, personali, geografiche, familiari), avrebbero difficoltà a seguire un corso universitario erogato in forma

⁵ INAPP Istituto Nazionale per l'Analisi delle Politiche Pubbliche, *Digital transition: research & development*, <https://www.inapp.gov.it/eventi/digital-transition-research-development>.

esclusivamente presenziale. L'esperienza pedagogica di Alberto Manzi⁶, attraverso la trasmissione televisiva "Non è mai troppo tardi"⁷ (1960-1968), rappresenta storicamente un esempio emblematico di come la didattica a distanza possa aprire molteplici opportunità. In collaborazione con il Ministero della Pubblica Istruzione, Manzi si è impegnato nell'insegnare a leggere e scrivere a telespettatori italiani al di fuori dell'età scolare, completamente o parzialmente analfabeti, sfruttando il medium televisivo.

Questa iniziativa dimostra chiaramente che la didattica a distanza, quando ben strutturata, può assumere un significato profondo non solo sul piano educativo, ma anche sociale e culturale. Rendere accessibile l'istruzione a chiunque, indipendentemente dalla fascia d'età o dal livello di alfabetizzazione, tramite i mezzi di comunicazione di massa, ha il potenziale di abbattere barriere e di promuovere l'uguaglianza nell'accesso all'educazione. Oggi, con le tecnologie digitali, questa visione può essere amplificata ulteriormente, aprendo a nuove opportunità di apprendimento per persone di diverse età e contesto sociale. Una didattica a distanza ben progettata può, quindi, non solo offrire un'alternativa valida all'insegnamento tradizionale, ma anche contribuire in modo significativo a una società più inclusiva e culturalmente arricchita.

Per approfondire la nostra ricerca faremo riferimento anche ad un argomento specifico, già trattato negli anni '70 e venuto alla ribalta nell'ultimo decennio: i neuroni GPS. Un recente studio ha rivelato l'esistenza di neuroni GPS nella regione cerebrale dell'ippocampo. Queste particolari cellule di posizione non solo registrano la posizione passata e attuale di un individuo, ma sono in grado di anticipare e immaginare la sua posizione futura. La scoperta è emersa attraverso

⁶ Alberto Manzi, Roma (IT), 1924 – Pitigliano (IT), 1997. È stato un docente, pedagogista e scrittore italiano, noto principalmente per aver condotto la fortunata trasmissione televisiva "Non è mai troppo tardi", messa in onda fra il 1960 e il 1968, il cui successo fu tale che, successivamente, venne riprodotta all'estero in ben 72 Paesi, e riuscì a far prendere a quasi un milione e mezzo di italiani la licenza elementare.

⁷ Rai Teche, *Non è mai troppo tardi*, <https://www.teche.rai.it/programmi/non-e-mai-troppo-tardi/>.

l'analisi dell'attivazione neuronale di topi, impegnati nella scelta della direzione da intraprendere all'interno di un labirinto.

L'obiettivo principale della nostra ricerca è esaminare, in questa prima fase, la fattibilità e l'efficienza di un approccio innovativo: il metaverso. Collegato all'evoluzione della nostra attuale tecnologia, ha tutte le potenzialità per giocare un ruolo di primaria importanza nel prossimo futuro, soprattutto parlando di strumenti informatici in generale o sfruttando le capacità potenziali del metaverso stesso.

I. Disturbi del neurosviluppo

I disturbi del neurosviluppo si manifestano nelle prime fasi dello sviluppo e sono caratterizzati da deficit del funzionamento personale, sociale, scolastico o lavorativo. Questi deficit possono variare da limitazioni specifiche nell'apprendimento a una compromissione più ampia delle abilità sociali e dell'intelligenza. Questa eterogeneità di manifestazioni rende i disturbi del neurosviluppo un campo estremamente complesso. I disturbi del neurosviluppo sono categorizzati nel DSM-5⁸ e comprendono: la disabilità intellettiva, i disturbi della comunicazione, il disturbo dello spettro autistico, il disturbo da deficit di attenzione/iperattività (DDAI), i disturbi del movimento, il disturbo specifico dell'apprendimento (DSA). Questo complesso di disturbi comporta un elevato carico sanitario, sociale ed economico. Per comprendere meglio i disturbi del neurosviluppo faremo un breve riassunto, in modo da poterli distinguere e poterne recepire le differenze.

- La disabilità intellettiva è caratterizzata da deficit delle capacità mentali generali, come il ragionamento, il problem solving, la pianificazione, il pensiero astratto, la capacità di giudizio, l'apprendimento scolastico e l'apprendimento dell'esperienza. Tali deficit comportano una compromissione del funzionamento adattivo tale che l'individuo risulta incapace di essere autonomo.
- I disturbi della comunicazione comprendono il disturbo del linguaggio, il disturbo fonetico-fonologico, il disturbo della comunicazione sociale e il disturbo della fluenza. I primi tre disturbi sono caratterizzati da deficit dello sviluppo e dell'utilizzo rispettivamente del linguaggio, dell'eloquio e della comunicazione sociale.
- Il disturbo dello spettro dell'autismo è caratterizzato da deficit persistenti della comunicazione sociale e dell'interazione sociale in molteplici contesti, compresi

⁸ Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 5th ed.

deficit della reciprocità sociale, della comunicazione non verbale utilizzata per le interazioni interpersonali. In aggiunta ai deficit della comunicazione sociale, la diagnosi di disturbo dello spettro dell'autismo richiede la presenza di un repertorio di comportamenti, interessi o attività limitato e ripetitivo.

- Il disturbo da deficit di attenzione/iperattività (DDAI) è un disturbo del neurosviluppo caratterizzato da livelli invalidanti di disattenzione, disorganizzazione e/o iperattività-impulsività. La disattenzione e la disorganizzazione comportano l'incapacità di mantenere l'attenzione su un compito, l'apparente mancanza di ascolto e la perdita di oggetti a livelli inadeguati all'età o al livello di sviluppo.
- I disturbi del movimento comprendono il disturbo dello sviluppo della coordinazione motoria, il disturbo da movimento stereotipato e i disturbi da tic:
 - Il disturbo dello sviluppo della coordinazione motoria è caratterizzato da deficit dell'acquisizione e dell'esecuzione delle abilità motorie coordinate e si manifesta con lentezza o imprecisione nello svolgimento delle abilità motorie, che interferiscono con le attività della vita quotidiana. In questo disturbo rientra anche la Disprassia, caratterizzata da un deficit della coordinazione motoria e dalla difficoltà ad automatizzare gesti semplici nelle attività quotidiane e scolastiche.
 - I disturbi da movimento stereotipato vengono diagnosticati quando un individuo presenta comportamenti motori ripetitivi, apparentemente intenzionali, come scuotere le mani, dondolarsi, battersi la testa, morsiarsi o colpirsi.
 - I disturbi da tic sono caratterizzati dalla presenza di tic motori o vocali, che sono movimenti stereotipati o vocalizzazioni improvvisi, rapidi e non ritmici.
- Il disturbo specifico dell'apprendimento (DSA) viene diagnosticato quando sono presenti deficit specifici dell'abilità di un individuo di percepire o elaborare

informazioni in maniera efficiente e accurata. Questo disturbo del neurosviluppo si manifesta la prima volta durante i primi anni di scuola ed è caratterizzato da progressive difficoltà nell'apprendere le abilità scolastiche di base come la lettura, la scrittura e/o il calcolo. La prestazione dell'individuo nelle abilità scolastiche è di gran lunga al di sotto della media per l'età rispetto ai coetanei.

Tutti questi disturbi hanno il loro esordio nelle prime fasi del periodo evolutivo, in genere prima che il bambino inizi la scuola primaria. I deficit che ne derivano causano difficoltà nel funzionamento personale, sociale e scolastico. Spesso vi è comorbilità tra i diversi disturbi del neurosviluppo: per esempio, un bambino con disturbo dello spettro dell'autismo può presentare anche una disabilità intellettiva oppure può presentare un disturbo da deficit di attenzione e iperattività. Un ragazzo con deficit di attenzione e iperattività può presentare anche un disturbo specifico dell'apprendimento. È importante, quindi, sapere che spesso sono presenti nello stesso soggetto più disturbi del neurosviluppo. I disturbi del neurosviluppo possono essere specifici o globali:

- I disturbi specifici coinvolgono solo uno specifico funzionamento come, per esempio, quello linguistico nel caso del disturbo specifico dell'apprendimento;
- I disturbi globali sono deficit che coinvolgono il funzionamento globale dell'individuo come nel caso della disabilità intellettiva, perché i deficit si possono riscontrare a livello cognitivo, adattivo, sociale, linguistico, ecc.

Ai fini di questo lavoro, focalizzeremo la nostra attenzione sui Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA).

1. Disturbi Specifici dell'Apprendimento

I Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA) sono disturbi del neurosviluppo che riguardano la capacità di leggere, scrivere e calcolare in modo

corretto e fluente e che si manifestano con l'inizio della scolarizzazione. I DSA sono classificati in base alla difficoltà specifica che comportano. Si dividono in:

- Dislessia: disturbo specifico della lettura che si manifesta con una difficoltà nella lettura accurata e fluente di un testo in termini di velocità e correttezza. Questa difficoltà, a causa della fatica nella lettura, si riflette spesso nella comprensione del testo.
- Disortografia: disturbo specifico della scrittura che è legato ad aspetti linguistici e consiste nella difficoltà di scrivere in modo corretto.
- Disgrafia: disturbo specifico della grafia che riguarda la componente motoria della scrittura, per cui scrivere risulta difficoltoso e poco veloce. È come per un mancino scrivere con la mano destra e viceversa: si fa una fatica enorme e la scrittura risulta spesso incomprensibile.
- Discalculia: disturbo specifico che riguarda una difficoltà nella manipolazione dei numeri, i calcoli veloci a mente e il recupero dei risultati nelle diverse operazioni aritmetiche.

Questi disturbi dipendono dalle diverse modalità di funzionamento delle reti neurali coinvolte nei processi di lettura, scrittura e calcolo, cioè da un diverso funzionamento del cervello e delle sue modalità di apprendimento. Non sono causati da un deficit di intelligenza, da problemi ambientali o psicologici e nemmeno da deficit sensoriali. I DSA non sono una malattia, in quanto non sono dovuti a un danno organico ma a un diverso neuro funzionamento del cervello, che non impedisce la realizzazione della specifica abilità (lettura, scrittura, numerazione o altro) ma necessita di tempi più lunghi e carichi maggiori di attenzione. Questa caratteristica è innata e non è transitoria: accompagna l'individuo per tutta la vita, anche se si modifica nell'età evolutiva. Quindi non si "guarisce" dai Disturbi Specifici dell'Apprendimento, ma le difficoltà che li

accompagnano possono essere compensate con il tempo e con una buona attività riabilitativa e di potenziamento.

L'obiettivo del nostro lavoro è verificare se attraverso il metaverso, utilizzando gli strumenti necessari (il visore VR/AR/MR con la realtà virtuale e la realtà aumentata/mista), ci sia la possibilità di facilitare e quindi favorire l'apprendimento nei soggetti con Disturbi Specifici dell'Apprendimento, con software e ambienti virtuali appositamente strutturati. L'utilizzo di determinati strumenti dovrebbe favorire la realizzazione di un processo di studio facilitato rispetto ai comuni processi di studio "ufficiali" in cui, generalmente, il soggetto con DSA incontra molte difficoltà, dovendo spesso ricorrere al sostegno di tutor didattici o terapeuti specifici.

1.1 La D nella sigla DSA

La "D" nella sigla DSA, o LD in inglese *Learning Disability* (difficoltà di apprendimento), rappresenta la "D" di Disturbo Specifico dell'Apprendimento. Tuttavia, questa lettera può assumere significati diversi, riflettendo varie prospettive sulle caratteristiche delle persone con DSA. In molti paesi anglosassoni, il dibattito sul significato della "D" è attuale e acceso, poiché può essere interpretata in modi differenti: può sottendere la Difficoltà che osserviamo, oppure il concetto di Disturbo e Disabilità, enfatizzando una prospettiva basata sulla manifestazione di un disturbo che può limitare le abilità di apprendimento. Infine, la D di Differenza nel modo di apprendere. Questa prospettiva suggerisce che le persone con DSA hanno semplicemente un approccio unico e diverso nell'affrontare il linguaggio scritto, senza necessariamente considerare il termine come un disturbo o una disabilità. Le tre concettualizzazioni non sono necessariamente in antitesi tra loro, ma offrono piuttosto prospettive diverse di una stessa realtà. Ciascuna di esse stimola a un'azione specifica e offre l'opportunità di considerare il fenomeno dei DSA da angolazioni differenti. Esplorare i

molteplici significati della lettera “D” può arricchire la comprensione e la gestione di questo importante ambito della psicoeducazione⁹.

1.1.1 D come disturbo e/o disabilità

Il termine *Disorder* (disturbo) deriva da una delle prime formulazioni di Macdonald Critchley¹⁰ nel 1968, che introdusse il criterio della discrepanza (differenza) tra quoziente intellettivo e abilità scolastiche. Questo criterio rappresenta ancora oggi la base per formulare una diagnosi di DSA: infatti, le persone con DSA, per definizione sono intelligenti, ma hanno prestazioni nell’ambito della lettura scrittura e/o calcolo significativamente al di sotto della norma. La normalità è data dalla prestazione della maggioranza delle persone ed è rappresentata nel grafico (Figura 1.1)¹¹, dalla fascia media, quella verde, che mostra la distribuzione “normale” della popolazione. Quindi, le persone con DSA hanno un’intelligenza normale o al di sopra della norma (fascia verde e gialla nel grafico), mentre hanno prestazioni in compiti di letto-scrittura che si discostano per correttezza e/o velocità di almeno 2 deviazioni standard sotto la media (fascia rossa).

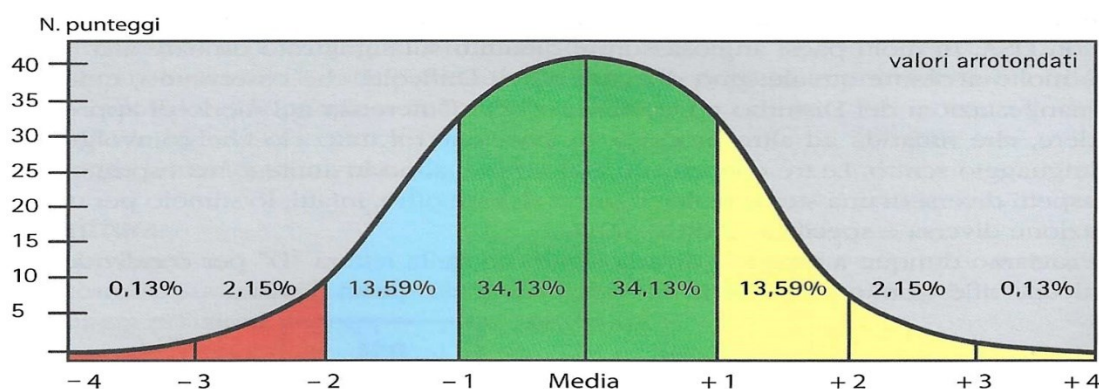


Figura 1.1

Rappresentazione gaussiana (a campana) della distribuzione normale della popolazione in una prestazione. La maggioranza della popolazione (68,26%) si situa nella fascia verde, corrispondente alla media.

⁹ La Psicoeducazione è una forma specifica di educazione volta a fornire supporto a coloro che soffrono di problemi psicologici o ai loro familiari. Il suo obiettivo principale è consentire loro di acquisire una serie di informazioni approfondite sulla natura del disturbo e su come gestirlo in modo efficace.

¹⁰ Macdonald Critchley, Bristol (GB), 1900 – Bridgwater (GB), 1997. È stato un neurologo britannico.

¹¹ Giacomo Stella, Luca Grandi, *Come leggere LA DISLESSIA e i DSA*, Giunti Scuola, 2011, p.10.

La definizione operativa di dislessia di G. Reid Lyon¹², Sally E. Shaywitz¹³ e Bennet A. Shaywitz¹⁴ (2003), condivisa in ambito scientifico, introduce il termine Disabilità. Se parliamo di disabilità è utile definire prima che cosa si intende per abilità. L'abilità è la capacità di mettere in atto una serie di azioni, spesso in sequenza tra loro, in modo rapido ed efficiente, per raggiungere uno scopo con un minimo dispendio di risorse (Stella, 2001)¹⁵. Leggere è un'abilità paragonabile ad abilità come nuotare o andare in bicicletta: una volta acquisita viene automatizzata e stabilizzata. Ad esempio, davanti a un testo scritto il bambino normolettore mette in atto una serie di azioni che gli consentono di decodificare il codice velocemente, senza commettere errori e con un minimo dispendio di energia. Il concetto di abilità si lega a quello di automatizzazione: un bambino è abile a leggere quando il processo di lettura è diventato automatico. Di conseguenza cos'è una disabilità? In relazione all'automatizzazione delle abilità, una disabilità può essere interpretata come l'incapacità di stabilizzare una routine di azioni che non possono essere eseguite in modo veloce e accurato con il minimo dispendio energetico. Ad esempio, un bambino è considerato abile a calcolare le tabelline se riesce a recuperare il risultato in modo automatico e rapido. Da cosa può dipendere la mancata acquisizione di un'abilità? Dalla mancanza di una delle seguenti condizioni:

- prerequisiti di base;
- esposizione agli stimoli;

¹² G. Reid Lyon, 1949. È un neuroscienziato, specialista in disturbi dell'apprendimento e ricercatore sulla scienza della lettura.

¹³ Sally E. Shaywitz, New York (USA) 1942. È una medico-scientista americana. Co-fondatrice e co-direttrice dello Yale Center for Dyslexia & Creativity.

¹⁴ Bennet A. Shaywitz. È un neurologo pediatrico, professore di Dislessia e Sviluppo dell'Apprendimento presso l'Università di Yale. Co-fondatore e Co-direttore dello Yale Center for Dyslexia & Creativity.

¹⁵ Giacomo Stella, Vicenza (IT), 1949. È professore ordinario al Dipartimento di Educazione e Scienze Umane (Università di Modena e Reggio Emilia). Fondatore dell'Associazione Italiana Dislessia e autore di numerose pubblicazioni, è membro del comitato tecnico-scientifico per l'attuazione della Legge 170/2010 e del Comitato promotore per il Panel di Aggiornamento e Revisione della Consensus Conference sui DSA.

– frequenza dell'esercizio (allenamento).

Nel caso dei DSA, la disabilità è causata dalla mancanza della prima condizione (prerequisiti di base), per questo motivo l'esposizione agli stimoli e l'allenamento non determinano gli effetti attesi e il processo non diventa automatico. Definire i DSA è necessario, in quanto è il primo passo, soprattutto a livello burocratico, per attuare strategie adeguate al riguardo e per il riconoscimento dei diritti delle persone con DSA.

1.1.2 D come difficoltà

Le persone con DSA incontrano numerose difficoltà nel loro percorso scolastico e nella vita quotidiana, con effetti critici significativi sugli apprendimenti ma anche a livello psicologico: bassa motivazione, scarsa fiducia in sé e disistima, che si ripercuote sull'attribuzione dei successi alla fortuna e degli insuccessi alla propria incapacità. Bisogna considerare che i DSA sono solo un aspetto di una persona con un proprio carattere, con i propri punti di forza e debolezza, caratteristiche e peculiarità che incidono anche sul modo di affrontare e gestire la propria vita, comprese le difficoltà; bisogna quindi avere una visione più ampia e non definire la persona soltanto attraverso questo aspetto.

Le figure che seguono¹⁶ aiutano a comprendere come si manifestano le principali difficoltà, già descritte a inizio capitolo.

¹⁶ La Figura 1.2 è gentilmente concessa da InEvoluzione - Centro di Logopedia, Psicologia e Neuropsicomotricità, <https://www.clpinevoluzione.it/>.
Le Figure 1.3 e 1.4 sono tratte da Giacomo Stella, Luca Grandi, *Come leggere LA DISLESSIA e i DSA*, Firenze, Giunti Scuola, 2011, p. 12.

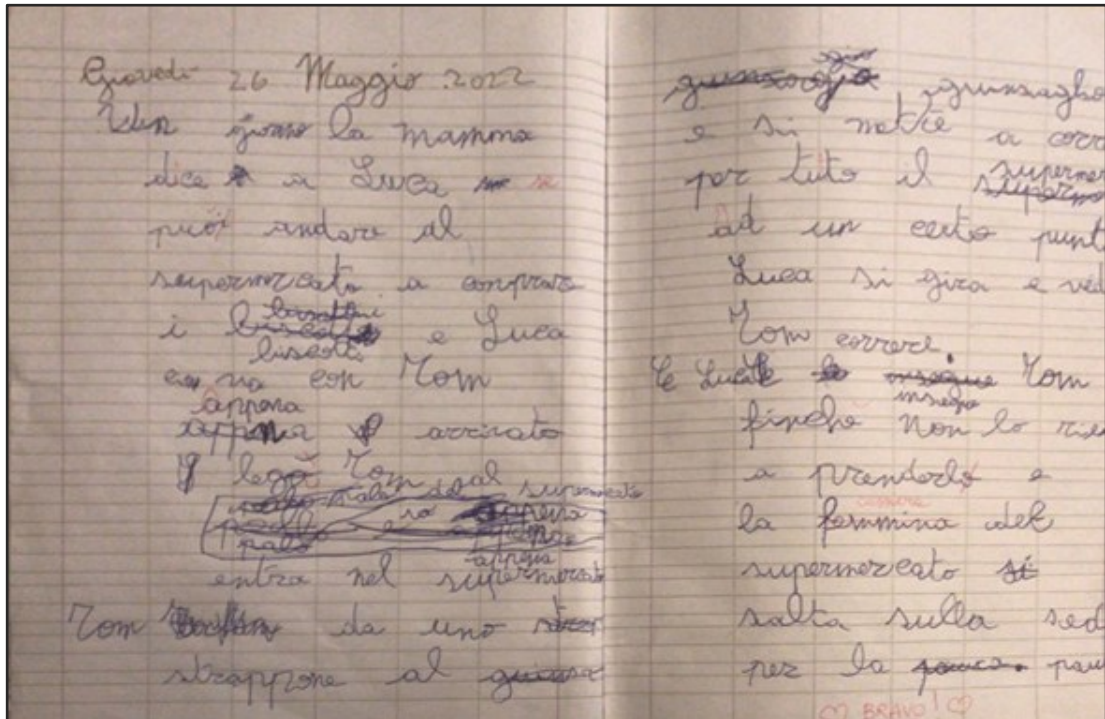


Figura 1.2

Disortografia

Sono presenti diverse tipologie di errori: omissioni, doppie e accenti. Questo testo è stato scritto da una bambina all'inizio della classe 4^a primaria.

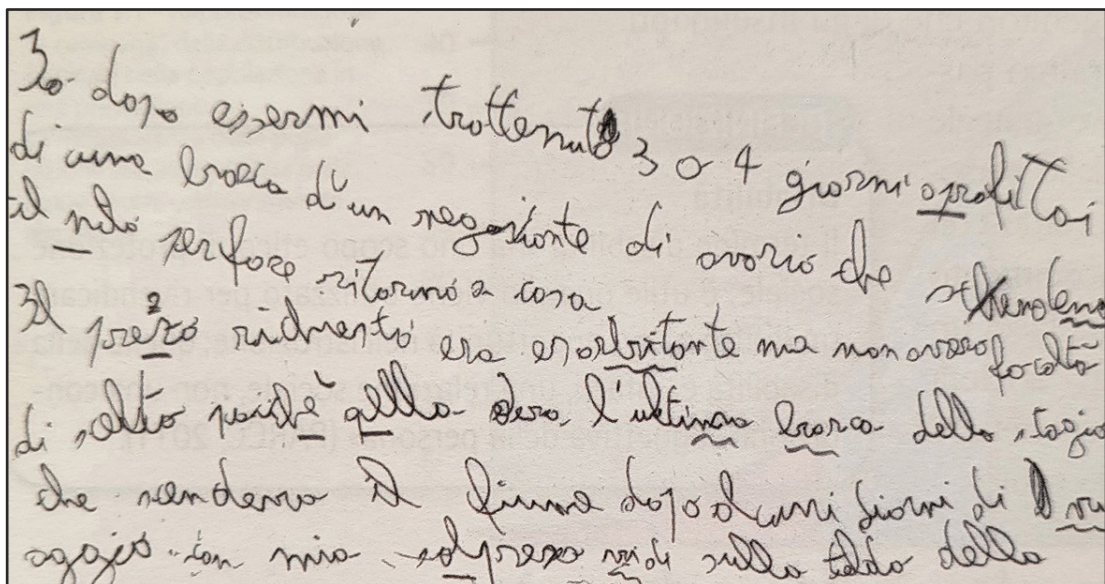


Figura 1.3

Disgrafia

Già dalle prime righe sono evidenti la scarsa fluidità del gesto, la difficile gestione del gesto, la difficile gestione del foglio, la confusione fra a-o; alcune parole sono unite per la difficoltà esecutiva e alcune lettere e parole sono irrecognoscibili al bambino stesso; la difficoltà è accentuata dall'uso del corsivo (b e v sono eseguite in modo scorretto). È la scrittura di un ragazzo di 1^a secondaria di I grado.

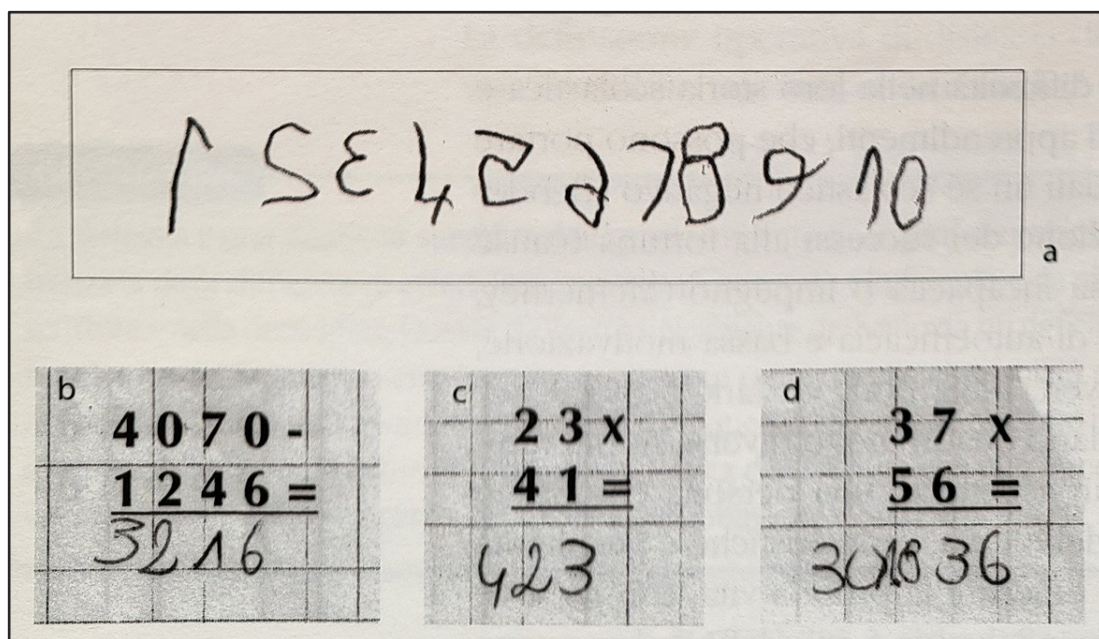


Figura 1.4

Discalculia

Nella prima immagine (a) i numeri sono scritti in modo speculare. Le operazioni nelle immagini b, c, d sono di una bambina al termine della 5^a primaria. Nella sottrazione (b) si notano le difficoltà con la procedura del prestito, per cui calcola $6 - 0$ e $2 - 0$ e gli errori di calcolo $7 - 4 = 1$. Nelle moltiplicazioni (c, d) si vedono errori nel recupero delle tabelline $6 \times 7 = 36$ ed errori con la procedura.

1.1.3 D come differenza

Secondo il modello sociale delle differenze individuali, la presenza di difficoltà, come i Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA), è fortemente influenzata dalla cultura in cui siamo immersi. In una cultura prevalentemente orale, l'assenza della richiesta di abilità di lettura e scrittura potrebbe impedire la manifestazione dei DSA, legati a queste abilità specifiche. Inoltre, le difficoltà delle persone con DSA possono essere accentuate o attenuate dalle richieste scolastiche: quando le valutazioni, gli strumenti didattici e le metodologie per l'apprendimento richiedono l'uso della lettura e scrittura, le difficoltà delle persone con DSA diventano più evidenti. In base a questo modello, i DSA possono essere considerati come parte delle variazioni naturali della neurodiversità umana¹⁷ (biodiversità

¹⁷ L'espressione fu coniata nel 1998 dalla sociologa australiana Judy Singer (12/04/1951) affetta da sindrome di Asperger. Con la sua definizione, la sociologa ha posto l'accento sulle qualità e le risorse delle persone neurodiverse, valorizzando i loro modi atipici di imparare, pensare ed elaborare informazioni, vedendoli come variazioni umane, <https://www.stateofmind.it/2018/12/neurodiversita-definizione-dibattito/>.

neurologica), secondo cui gli individui possono pensare o comportarsi, per certi aspetti, ognuno in modo differente dagli altri. Questo approccio sfida l'idea tradizionale che le differenze cognitive debbano essere necessariamente viste come disfunzionali e soggette a correzione.

Nel modello sociale interattivo è il contesto che determina se la neurodiversità è percepita come disabilità. Consideriamo il mancinismo e per quanto tempo i mancini sono stati trattati come disabili. I loro deficit erano messi in evidenza dalle difficoltà nella scrittura. L'esempio del mancinismo illustra come una caratteristica apparentemente disabilitante possa dipendere dagli strumenti e dalle pratiche utilizzate. Nel caso dei mancini, cambiare lo strumento (ad esempio la penna stilografica) ha eliminato la percezione di disabilità. Naturalmente non si può negare che esistano delle difficoltà, ma è fondamentale evidenziare anche altri aspetti e far leva sui punti di forza che di solito si riscontrano nelle persone con DSA, quali:

- intelligenza;
- capacità di memorizzare per immagini;
- approccio inusuale e diverso alle materie scolastiche;
- capacità di fare collegamenti non convenzionali;
- creatività e capacità di produrre facilmente nuove idee;
- propensione alla selezione di argomenti in una discussione;
- abilità nella soluzione dei problemi che richiedono di immaginare soluzioni possibili.

Molte di queste peculiarità cognitive sono connesse alla capacità di processare le informazioni in modo globale, piuttosto che sequenziale, e di pensare in modo visivo piuttosto che verbale. Inoltre, come tutti i bambini, anche quelli con DSA tendono ad avere un livello di pensiero divergente, che permette di trovare diverse

soluzioni in una data situazione. Spesso i bambini con DSA non valorizzano adeguatamente questi punti di forza, come il pensiero visivo e il pensiero divergente e cercano di adattarsi a metodologie poco congeniali per le loro caratteristiche cognitive. In realtà, queste caratteristiche sono fondamentali per superare le barriere che possono incontrare. È necessario trovare strumenti e strategie che siano in grado di valorizzare le loro abilità: attualmente la tecnologia ha fatto passi da gigante, offrendo soluzioni originali e innovative come la realtà virtuale, la realtà aumentata/mista e quindi, il metaverso.

1.2 Evoluzione dei DSA

Si stima che in Italia il 3-5% della popolazione in età scolare presenti un Disturbo Specifico di Apprendimento, tuttavia, le diagnosi effettive presso i Servizi Sanitari Pubblici riguardano circa l'1% della popolazione: risulta evidente che molti DSA non vengono riconosciuti, con conseguenze sia nella carriera scolastica e lavorativa, sia dal punto di vista psicologico e sociale. È ormai riscontrato che gli studenti affetti da dislessia, per esempio, si trovino spesso ad affrontare bocciature e abbandoni scolastici. Il loro percorso educativo è spesso influenzato più dalle difficoltà di apprendimento che dalle reali capacità e interessi personali. Questa situazione può avere ripercussioni negative sulla loro crescita psicologica e sulla loro integrazione sociale. Per evitare tali rischi, la recente legge incarica le scuole ad attivare interventi tempestivi per il riconoscimento dei casi sospetti: legge 170/2010, Art. 3.

1.3 Stili di apprendimento

Per comprendere meglio le diverse strategie che si possono adottare per ottimizzare l'apprendimento, cerchiamo di approfondire i seguenti concetti:

- canali di accesso alle informazioni;
- stili cognitivi;

– stili di apprendimento e strategie di insegnamento;

Questi concetti vengono sistematicamente applicati all'interno del quadro concettuale delle differenze interindividuali, al fine di sviluppare modalità didattiche personalizzate e sempre più efficaci, le quali tengano debitamente conto degli stili cognitivi e, di conseguenza, delle abilità peculiari di ciascun discente, sia affetto da Disturbi Specifici dell'Apprendimento come la dislessia e sia che presenti una lettura normale. È imperativo avviare il processo educativo da una base di conoscenza solida e da un'indagine approfondita dei diversi stili cognitivi e delle varie modalità di apprendimento, al fine di acquisire una consapevolezza puntuale delle preferenze eterogenee presenti nella popolazione studentesca.

Gli stili di apprendimento sono descritti come “caratteristici comportamenti cognitivi, affettivi e fisiologici che funzionano come indicatori relativamente stabili di come i discenti percepiscono l'ambiente di apprendimento, interagiscono con esso e vi reagiscono”. Questa definizione evidenzia tre elementi cruciali: la funzione del canale sensoriale, gli stili cognitivi e l'ambiente di apprendimento nel quale gli studenti e gli insegnanti interagiscono. In questa prospettiva, lo stile di apprendimento può essere definito come l'approccio preferito di una persona all'apprendimento, rappresentando il suo modo tipico e stabile di percepire, elaborare, immagazzinare e recuperare le informazioni. Lo stile, concepito come modalità sensoriale, fa riferimento ai canali sensoriali che ci consentono di percepire gli stimoli provenienti dall'ambiente esterno. La fase iniziale e imprescindibile di qualsiasi processo di apprendimento, inteso come acquisizione di conoscenze in questo contesto, è rappresentata dall'accesso alle informazioni.

Ogni individuo, sia esso adulto o bambino, possiede un proprio modo unico di apprendere, di conseguenza, sviluppa modalità preferenziali di accesso alle informazioni. Il percorso effettuato da ogni stimolo (input), dal momento in cui viene percepito a quando, attraverso un'elaborazione cognitiva, si produce una risposta (output) può utilizzare diversi canali sensoriali. Luciano Mariani (1996;

1999; 2000)¹⁸ definisce quattro canali sensoriali con cui l'informazione può essere percepita, che caratterizzano in modo peculiare l'accesso alle informazioni:

- visivo-verbale: preferenza per la lettoscrittura¹⁹, si impara leggendo;
- visivo-non verbale: preferenza per immagini, disegni, fotografie, simboli, mappe concettuali, grafici e diagrammi;
- uditivo: privilegia l'ascolto, è favorito dall'assistere a una lezione, partecipare a discussioni, lavorare con un compagno o a gruppi;
- cinestesico: predilige attività concrete, come fare esperienza diretta di un problema per comprendere ciò di cui si sta parlando.

1.4 Stili cognitivi

Gli stili cognitivi rappresentano le modalità predominanti di elaborazione dell'informazione adottate da un individuo nel corso del tempo, che si estendono a diverse attività. Essi si collegano alla selezione delle strategie cognitive impiegate per risolvere un determinato compito e devono essere compresi come preferenze nell'utilizzo delle proprie abilità. È cruciale non confondere gli stili cognitivi con i vari livelli di intelligenza e competenza; infatti, gli stili cognitivi delineano le preferenze nell'utilizzo delle abilità. È evidente che gli studenti con Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA) possono incontrare maggiori difficoltà con il canale visivo-verbale, che si basa principalmente sulla lettura e scrittura. In tal senso, il disturbo può influenzare inconsapevolmente le preferenze nello stile di apprendimento, costringendo l'individuo con DSA a orientarsi verso altre modalità preferite, come quelle visive non verbali, uditive e cinestesiche. D'altra parte, è importante riconoscere anche i punti di forza spesso presenti nelle persone con

¹⁸ Luciano Mariani è uno tra gli studiosi italiani più fecondi nel campo della metacognizione.

¹⁹ L'insieme delle abilità di lettura e scrittura, in particolare in relazione al loro apprendimento da parte dei bambini. Il metodo didattico che ha come fine l'acquisizione delle capacità di leggere e di scrivere da parte dei bambini, [https://www.treccani.it/vocabolario/lettoscrittura_\(Neologismi\)/](https://www.treccani.it/vocabolario/lettoscrittura_(Neologismi)/).

DSA²⁰: le informazioni elaborate attraverso il canale visivo-non verbale generalmente sono processate molto bene e possono avere buone capacità uditive e cinestesiche che, se potenziate, possono essere efficacemente sfruttate.

Nel metaverso, l'utilizzo delle mani per organizzare le informazioni in ambienti virtuali appositamente congegnati, allenano lo studente aiutandolo nell'incremento delle capacità cinestesiche, facilitando il processo di recupero di informazioni e di conseguenza migliorando l'apprendimento. In un soggetto con DSA, recuperare manualmente un oggetto che diventerà una parola chiave in una mappa, risulterà sicuramente più semplice rispetto alla costruzione scritta o disegnata della mappa stessa. Considerate le peculiarità degli allievi con DSA, emerge chiaramente che essi privilegiano stili di apprendimento non verbali, uditivi e cinestesici. È possibile dedurre che spesso prediligono uno stile cognitivo globale, caratterizzato dalla difficoltà nel cogliere informazioni in sequenza ma capace di fornire una visione d'insieme. Questa inclinazione è frequentemente associata a un modo di pensare di tipo visuale piuttosto che verbale.

Nell'ambito dell'apprendimento di individui con DSA, è essenziale considerare diverse caratteristiche individuali, tra cui le abilità sociali, cognitive e metacognitive, nonché le attribuzioni di successo e insuccesso. Le abilità metacognitive²¹, in particolare, si riferiscono alla capacità di riflettere sui propri processi mentali, come la memoria e l'attenzione, al fine di comprenderne il funzionamento. Questo consente agli individui di controllare tali processi il più possibile e di ottimizzare le risorse cognitive a loro disposizione. L'attenzione alle abilità metacognitive è di particolare rilevanza poiché fornisce agli studenti strumenti per monitorare e regolare il proprio apprendimento. Comprendere come funzionano i processi cognitivi consente loro di adottare strategie più efficaci,

²⁰ Capitolo I, Paragrafo 1.1.3, *Stili di apprendimento*.

²¹ Capitolo III, *La metacognizione*.

migliorando così la gestione delle risorse cognitive durante le attività di apprendimento.

Nel contesto dei DSA, dove possono esserci sfide specifiche legate all'elaborazione delle informazioni, sviluppare abilità metacognitive diventa un elemento chiave per affrontare le difficoltà e migliorare le prestazioni accademiche. L'empowerment (potenziamento) degli studenti con DSA attraverso la consapevolezza e il controllo dei propri processi mentali, contribuisce a creare un ambiente di apprendimento più adattato alle loro esigenze, promuovendo al contempo una maggiore efficacia e autonomia nell'acquisizione delle competenze. Se si vorrà raggiungere un apprendimento significativo, bisognerà tenere in considerazione come elementi basilari:

- la costruzione della conoscenza;
- un contesto che sia significativo;
- la collaborazione tra chi apprende e l'insegnante.

Ciò che conferisce valore all'apprendimento è la comprensione del significato. Sarà quindi di grande importanza spingere verso un apprendimento che sia metacognitivo, consapevole e attivo.

Ricapitolando, possiamo affermare che in generale, le persone hanno canali sensoriali di accesso alle informazioni preferenziali, che rimandano a stili di apprendimento peculiari: visivo-verbale, visivo-non verbale, uditivo e cinestesico. È dunque fondamentale applicare strategie didattiche, mirate a valorizzare le caratteristiche dei diversi stili di apprendimento, creando così anche le condizioni per una didattica individualizzata e personalizzata. Gli allievi con DSA, avendo difficoltà con il canale visivo-verbale basato sulla lettoscrittura, sviluppano una preferenza verso altri canali. Le informazioni vengono elaborate secondo stili cognitivi diversi, che determinano la scelta di una strategia piuttosto che un'altra.

È dunque importante sperimentare strategie diverse, adatte anche agli allievi con DSA, al fine di raggiungere un apprendimento significativo.

1.5 Gli strumenti compensativi

I primi riferimenti agli strumenti compensativi si sono manifestati con l'emissione della prima circolare ministeriale dedicata agli studenti con DSA nel 2004²². In tale documento, questi strumenti vengono menzionati per la prima volta e viene suggerita la loro adozione per gli studenti con DSA, con l'obiettivo di favorire un inserimento scolastico più efficace. Nel corso del tempo, circolari e comunicazioni, sia provenienti dagli uffici scolastici regionali che da quelli ministeriali, hanno cercato di approfondire e ampliare l'elenco degli strumenti compensativi²³. Infine, la legittimazione degli strumenti compensativi e delle misure dispensative, è stata sancita dalla Legge 170/2010, Art. 5 e dalle più recenti linee guida emanate in attuazione della stessa legge. Queste disposizioni normative rappresentano un quadro giuridico che riconosce e promuove l'utilizzo di strumenti compensativi, per favorire l'inclusione e il successo educativo degli studenti con DSA.

Giacomo Stella nel 2001 definisce gli strumenti compensativi, in riferimento ai DSA, come strumenti che permettono di compensare difficoltà di esecuzione di compiti automatici derivanti da una disabilità specifica, mettendo il soggetto in condizione di operare più agevolmente. Sebbene questa definizione risulti chiaramente accurata, è possibile approfondire ulteriormente il concetto, considerando gli strumenti compensativi come tutti quegli strumenti utili a migliorare e agevolare l'espressione delle proprie potenzialità. Le misure dispensative, invece, si riferiscono a strategie didattiche attuate per rendere le richieste più adeguate ed efficaci per l'apprendimento degli studenti. Da queste

²² Nota MIUR prot. N. 4099/A/4 del 5/10/2004.

²³ Per un approfondimento si può consultare il sito dell'AID Associazione Italiana Dislessia, <https://www.aiditalia.org/gli-strumenti-compensativi>.

definizioni emerge chiaramente che sia gli strumenti compensativi sia le misure dispensative non sono limitati esclusivamente agli studenti con DSA, ma potrebbero essere di beneficio per tutti. L'unica differenza risiede nel fatto che ciascuno degli studenti potrebbe necessitare di strumenti o misure personalizzate, adattate alle proprie esigenze specifiche.

I primi strumenti dispensativi che troviamo comunemente nelle scuole, come la penna, il quaderno e il libro, risultano estremamente utili per potenziare la memorizzazione dei concetti, agevolare lo studio e facilitare lo scambio di informazioni. Strumenti come i test a scelta multipla dispensano dalla necessità di scrivere la risposta, mentre quelli a risposta libera evitano la lettura delle opzioni presenti nei tipi di prova precedenti. La scelta delle misure dispensative sarà adeguata al contesto specifico. È pertanto cruciale individuare nuovi strumenti che possano essere utilizzati in affiancamento o in sostituzione a quelli tradizionali, come ad esempio l'uso del computer (con sintesi vocale), la calcolatrice, la creazione di mappe e schemi, già impiegati nelle scuole. In ottica futura, l'introduzione di nuovi strumenti, come i visori VR per entrare nel metaverso, potrebbe rappresentare un'innovazione significativa nell'ambito delle misure dispensative, offrendo nuove possibilità di interazione e di apprendimento.

Gli strumenti compensativi possono essere definiti come mezzi finalizzati a permettere la piena manifestazione del potenziale individuale. Rappresentano tutto ciò che può essere attuato per raggiungere obiettivi, altrimenti, difficilmente accessibili, se non del tutto irraggiungibili. Secondo le linee guida del 2011, essi sono descritti come «strumenti didattici e tecnologici che sostituiscono o facilitano la prestazione richiesta nell'abilità deficitaria». Per comprendere meglio l'utilità e la funzione degli strumenti compensativi si possono fare alcuni esempi: nel corso degli anni, l'essere umano ha imparato a compensare i limiti delle proprie gambe scegliendo di viaggiare con altri mezzi come l'automobile, il treno o l'aereo, a seconda delle circostanze. Questi mezzi, oltre a semplificare la vita quotidiana, hanno consentito di raggiungere destinazioni altrimenti molto difficili da

raggiungere (è impossibile arrivare negli Stati Uniti d'America a nuoto senza l'utilizzo di una nave).

Riflettendo sulle potenzialità degli strumenti compensativi, emerge che spesso svolgono anche una funzione aumentativa, nel senso che permettono di portare a termine attività che risulterebbero difficili, se non impossibili, senza il loro ausilio. In questo modo, gli strumenti compensativi rappresentano un supporto fondamentale per superare ostacoli e migliorare l'accesso a opportunità altrimenti limitate. Anche nell'ambito dell'apprendimento, alcuni strumenti sono percepiti come aumentativi poiché, stimolando l'apprendimento attivo, consentono all'utilizzatore di esprimere appieno il proprio potenziale, permettendogli di raggiungere un livello di autonomia altrimenti non raggiungibile. Un esempio di strumento compensativo classico sono gli occhiali da vista: personalizzati dall'oculista in base alle necessità visive, compensano una mancanza fisiologica consentendoci di vedere al massimo delle nostre capacità (10 decimi). Nel contesto scolastico, gli strumenti compensativi non mirano a pareggiare i conti, ma piuttosto a consentire a chi li utilizza di raggiungere il massimo obiettivo formativo possibile. Risulta quindi evidente che gli strumenti compensativi fanno parte integrante della vita di chiunque. In questo senso, non dovrebbe esserci timore nell'adottarli con bambini e ragazzi con Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA). Al contrario, è fondamentale comprendere che personalizzare la didattica, significa fornire a ciascuno gli strumenti di cui ha bisogno per raggiungere il successo educativo in modo individualizzato.

Gli strumenti compensativi possono essere suddivisi in due categorie principali: quelli a bassa tecnologia, come le tabelle compensative cartacee, e quelli ad alta tecnologia, come il computer con relativi software. Non è detto che uno strumento ad alta tecnologia sia intrinsecamente superiore a uno non tecnologico; l'efficacia e l'efficienza dell'uso delle tecnologie compensative dipendono da variabili come l'ambiente, il tipo di compito, le strategie padroneggiate dall'utilizzatore e le competenze richieste. Ciò implica la necessità di investire nello

sviluppo di competenze digitali e abilità strategiche nell'utilizzo delle tecnologie. In questo modo, gli studenti possono utilizzare autonomamente ed efficacemente gli strumenti informatici, integrandoli con le strategie di apprendimento. Se è vero che gli strumenti ad alta tecnologia non sono automaticamente superiori a quelli a bassa tecnologia, è altrettanto vero che l'informatica rappresenta attualmente il mezzo più efficace per convertire il materiale cartaceo in formato orale (sintesi vocale). Questo è particolarmente significativo nel favorire l'autonomia di bambini e ragazzi con DSA, superando le sfide legate alla lettura e scrittura tradizionali.

Gli strumenti ad alta tecnologia, come il computer e i relativi software compensativi, forniscono risposte immediate alle sfide e alle abilità delle persone con Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA). Questi strumenti informatici giocano un ruolo cruciale nella creazione di percorsi didattici abilitativi. In particolare, il computer, grazie anche alle caratteristiche dei software disponibili, non è percepito come una "protesi per disabili" ma consente di valorizzare aspetti importanti come la dimensione ludica, la componente multimediale e interattiva, il controllo attivo dell'apprendimento da parte dell'utente e la possibilità di intervenire a livelli diversi di difficoltà, con numerosi esempi pratici. Tra le caratteristiche fondamentali degli strumenti informatici, in relazione alle difficoltà delle persone con DSA, si annoverano: la velocità, la memoria, la reperibilità, la riproducibilità, la possibilità di accedere a infinite informazioni, la gestione dei canali orale (tramite sintesi vocale) e visivo per la trasmissione di informazioni, la multimedialità e l'interattività.

Questi elementi contribuiscono a risolvere o migliorare alcune caratteristiche negative dei soggetti con DSA, come la lentezza nell'esecuzione dei compiti, le difficoltà nella lettura e scrittura, l'accesso limitato alle informazioni in memoria, la disgrafia con produzione di testi illeggibili e la disortografia con numerosi errori. Inoltre, offrono la possibilità di applicare e utilizzare gli stili visivo, uditivo e cinestesico, contribuendo così a personalizzare l'apprendimento in modo efficace. È essenziale sottolineare che gli strumenti compensativi non costituiscono una

soluzione completa per gli allievi con DSA. Non eliminano le difficoltà, ma sono concepiti per facilitare il successo negli apprendimenti e migliorare l'accesso alle opportunità educative. Non vale quindi l'equazione:

soggetto con DSA + strumento compensativo = soggetto senza DSA.

È fondamentale riconoscere che l'efficacia degli strumenti compensativi, inclusi il computer e altri ausili tecnologici, dipende non solo dall'individuo che li utilizza, ma anche dal contesto circostante. Questo adattamento deve avvenire su entrambi i fronti: da parte del bambino/ragazzo con DSA e da parte del contesto educativo. I computer e gli strumenti compensativi sono, quindi, dei mediatori, dei mezzi che richiedono un impegno reciproco per ottenere risultati ottimali. Gli insegnanti svolgono un ruolo chiave in questo processo. È essenziale che essi non solo riconoscano le difficoltà degli studenti con DSA, ma anche valorizzino e incoraggino le loro abilità. Questo impegno non si limita solo all'introduzione di strumenti compensativi, ma coinvolge anche una progettazione didattica che tenga conto delle diverse modalità di apprendimento degli studenti, promuovendo un ambiente inclusivo e favorevole. In sostanza, la collaborazione e l'impegno reciproco tra insegnanti, studenti ed eventualmente altri professionisti coinvolti, sono elementi cruciali per garantire un utilizzo efficace degli strumenti compensativi, contribuendo a migliorare l'apprendimento e la partecipazione degli studenti con DSA.

1.6 Studiare con le mappe

Tra gli strumenti compensativi, utili per favorire la comprensione e l'apprendimento, possiamo considerare le mappe. Ne esistono di diversi tipi che si differenziano per strutturazione, modello teorico di riferimento, ambiti di utilizzo. Tra i vari tipi di mappe, due tra le più diffuse sono le mappe concettuali e le mappe mentali, ciascuna con le proprie caratteristiche distintive.

Le mappe concettuali, teorizzate da Joseph Novak²⁴ negli anni Settanta del '900, sono rappresentazioni grafiche di concetti espressi in modo sintetico, generalmente sotto forma di parole chiave o parole-concetto, all'interno di forme geometriche chiamate nodi. Questi concetti sono collegati tra loro mediante linee o frecce che evidenziano le relazioni attraverso parole-legamento. Le mappe concettuali sono utilizzate per visualizzare e organizzare le connessioni tra le idee in modo chiaro e strutturato. Possono essere utili per la schematizzazione di informazioni complesse o la rappresentazione di concetti interconnessi in vari ambiti di studio.

Le mappe mentali sono organizzate intorno a una parola o espressione chiave, assumendo una struttura gerarchico-associativa a forma di raggiera. Ideate dal cognitivista Tony Buzan²⁵ nel 1996, le mappe mentali sono utilizzate per generare e rappresentare idee e pensieri attraverso associazioni. Sono caratterizzate dalla presenza di immagini e colori, sottolineando l'aspetto evocativo della rappresentazione visuale. Le mappe mentali sono spesso utilizzate come strumenti per la creatività, la pianificazione e la memorizzazione, sfruttando l'aspetto visivo e la connessione delle informazioni in modo non lineare.

Le mappe possono essere considerate strumenti compensativi poiché offrono un approccio visivo e organizzato per la rappresentazione delle informazioni, fornendo alcune risposte immediate alle difficoltà e alle abilità delle persone con DSA. Le funzioni principali della mappa sono:

- evidenziano collegamenti logici tra concetti;
- sintesi con parole chiave o brevi frasi conosciute;

²⁴ Joseph Novak, Minneapolis (USA), 1932 - Lakewood Ranch (USA), 2023. È stato un educatore americano, professore emerito alla Cornell University e ricercatore senior presso il Florida Institute for Human & Machine Cognition.

²⁵ Tony Buzan, Londra (GB), 1942 - Oxford (GB), 2019. È stato uno psicologo inglese, conosciuto come autore di manuali su tecniche di apprendimento e di memorizzazione.

- aiutano il recupero delle informazioni tramite la scaletta dei punti principali durante le verifiche scritte e orali;
- associano immagini a parole;
- visualizzano l'ordine di presentazione degli argomenti;
- promuovono la scrittura secondo schemi preorganizzati.

Tutte queste funzioni sono fondamentali per risolvere problemi di apprendimento dovuti a caratteristiche specifiche dei DSA come:

- inefficiente organizzazione sequenziale;
- lentezza nella lettura;
- difficoltà nell'accesso autonomo alle informazioni;
- difficoltà nel recupero delle informazioni in memoria;
- difficoltà di accesso al lessico specifico;
- difficoltà nei processi di automatizzazione;
- difficoltà procedurali;
- difficoltà specifiche di scrittura.

L'utilizzo delle mappe sia per studiare e sia durante le verifiche scritte e orali è un diritto degli studenti con DSA secondo le Circolari Ministeriali.

2. La Disprassia

Il termine disprassia deriva dal greco *πράσσω* (*prásson*) che significa “fare” quindi, dis-prassia equivale a “incapacità di fare qualcosa”. Può essere descritta come l'incapacità o la limitata capacità di pianificare e organizzare azioni intenzionali, con l'obiettivo di raggiungere uno scopo specifico. Si tratta di un deficit nei movimenti volontari, che si caratterizza per l'assenza di altri evidenti

deficit cognitivi e sensoriali. Tra le difficoltà che si riscontrano nelle persone con disprassia ci sono sicuramente organizzare e pianificare impegni e attività come: scrivere, disegnare e colorare, acquisire nuove abilità.

2.1 Cosa è la disprassia

In ambito internazionale, i disturbi motorio-prassici sono comunemente denominati con il termine DCD (Developmental Coordination Disorders) in italiano Disturbo dello Sviluppo della Coordinazione. La sigla DCD, in Italia include implicitamente sia il DCM (Disturbo della Coordinazione Motoria) sia la Disprassia. Tuttavia, è fondamentale distinguere il deficit della coordinazione motoria dalle capacità prassiche. È essenziale definire le conseguenze specifiche dei disturbi della coordinazione motoria nell'ambito prassico sia nella valutazione sia nell'intervento terapeutico. Il termine "prassia" denota un'azione finalizzata ad alto livello di integrazione, coinvolgendo una serie di atti motori consecutivi per raggiungere determinati obiettivi. Implica anche la capacità di controllo e autoregolazione durante l'azione, evidenziando una stretta correlazione con le funzioni esecutive. Pertanto, è cruciale riconoscere che il deficit della coordinazione motoria è distinto dalle capacità prassiche, con queste ultime che coinvolgono aspetti più complessi e integrati delle abilità motorie. Il soggetto disprattico spesso presenta un deficit delle Funzioni Esecutive.

Le Funzioni Esecutive (FE) sono quelle abilità che consentono all'individuo di assumere un comportamento intenzionale e di promuovere azioni complesse al fine di raggiungere specifici obiettivi. Il concetto di controllo esecutivo delle azioni intenzionali si basa sui meccanismi di autoregolazione e autocontrollo, che includono processi di feedback durante l'azione e a posteriori, per giungere alla rappresentazione dell'azione finalmente appresa tramite ripetuti tentativi e controlli di nuove azioni (Letizia Sabbadini)²⁶. Questa capacità rende possibile la costruzione

²⁶ Letizia Sabbadini, Roma (IT), 1943. Psicologa clinica, neuropsicologa e psicoterapeuta, esperta in disturbi del neurosviluppo, in particolare del linguaggio, dell'apprendimento e dello sviluppo cognitivo. È stata per

e l'apprendimento di strategie con cui operare. La maturazione dei processi di controllo e delle Funzioni Esecutive si sviluppa durante l'infanzia e l'adolescenza, attraverso l'acquisizione graduale di esperienze e competenze diverse. Questo sviluppo è strettamente legato alla progressiva maturazione del sistema nervoso centrale.

Un altro aspetto importantissimo e spesso non conosciuto, riguarda la neurosensorialità intesa sia come iposensorialità sia come iperneurosensorialità; in molti casi, il soggetto non tollera o non recepisce adeguatamente alcuni stimoli sensoriali (uditivi, visivi, tattili, gustativi, olfattivi). Una qualsiasi patologia o evento lesionale che ostacoli, filtri e distorca le informazioni deputate a mirate azioni e scambi tra l'organismo e il suo ambiente, può impedire una corretta evoluzione delle funzioni in termini sociali ed adattivi. In età evolutiva e soprattutto nei primi mesi e anni di vita, alcuni deficit peculiari in diversi settori e in particolar modo alla qualità della percezione, possono determinare un rallentamento o delle atipie nelle principali fasi dello sviluppo della cognizione. Nell'ultimo ventennio, con l'avvento delle neuroimmagini, ci sono stati molti cambiamenti nel campo della ricerca, sia in ambito neuropsicologico sia neuroscientifico. Questi cambiamenti hanno permesso di verificare come alcune intuizioni cliniche, scaturite da anni di lavoro svolto nel settore della riabilitazione, abbiano avuto conferma da importanti ricerche in ambito neuroscientifico.

2.1.1 Secondo il DSM-5

Il DSM-5²⁷ include la Disprassia nella definizione del DCD (Developmental Coordination Disorder), noto in italiano come Disturbo dello Sviluppo della Coordinazione e lo colloca nella sezione "Disturbi del Movimento", con il codice

molti anni docente all'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" e all'Università LUMSA di Roma. È fondatrice e presidente dell'associazione AIDEE (Associazione Italiana Disprassia Età Evolutiva). Da molti anni si dedica alla ricerca e allo studio dei disturbi del neurosviluppo, in particolare del linguaggio, dell'apprendimento, dello sviluppo cognitivo e dei disturbi della coordinazione (DCD e Disprassia).

²⁷ Diagnostic and statistical manual of mental disorders.

315.4. La diagnosi di questo disturbo, secondo il manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali, richiede il soddisfacimento di specifici criteri:

1. L'individuo dimostra un livello di acquisizione ed esecuzione di abilità motorie coordinate, notevolmente inferiore rispetto all'età e alle opportunità che ha avuto per apprendere e utilizzare tali abilità. Le difficoltà più manifeste sono: goffaggine, lentezza, imprecisione nei movimenti.
2. Il deficit delle abilità motorie interferisce significativamente e persistentemente con le normali attività quotidiane, influenzando la produttività scolastica, le attività pre-professionali e professionali, il tempo libero e il gioco.
3. I sintomi appaiono già nei primi periodi dello sviluppo. Clinicamente, la diagnosi non viene effettuata prima dei 5 anni, anche se risulta molto importante riconoscerla il prima possibile.
4. I deficit delle abilità motorie non devono essere ricondotti a disabilità intellettiva o deficit visivo e non devono essere attribuibili a una condizione neurologica che influisce sul movimento.

2.1.2 Secondo l'ICD-10

Nel sistema di classificazione ICD-10²⁸ la Disprassia è classificata come Disturbo Evolutivo Specifico della Funzione Motoria, identificato con il codice F82. Attualmente, questo è il sistema di classificazione più utilizzato nelle diagnosi. Nel contesto dell'ICD-10, il Disturbo dello Sviluppo della Coordinazione (DCD) viene descritto attraverso i seguenti criteri:

1. La caratteristica principale del disturbo è una grave compromissione dello sviluppo della coordinazione motoria. Questo non è spiegabile in termini di

²⁸ La Classificazione Statistica Internazionale delle Malattie e dei Problemi Sanitari Correlati (ICD-10) è la decima revisione di ICD adottata nel 1990 dall'Assemblea Mondiale della Sanità (WHA) ed è in vigore dal 1° gennaio 1993.

disabilità intellettiva generale o di qualsiasi disordine neurologico specifico, congenito o acquisito.

2. Nella maggior parte dei casi, un attento esame clinico evidenzia segni di immaturità nello sviluppo neurologico. Questi segni possono includere movimenti coreiformi degli arti, movimenti a specchio e altre caratteristiche motorie associate, oltre a segni di compromissione della motricità grossolana e fine.
3. La definizione esclude anomalie della mobilità e della deambulazione, la mancanza isolata di coordinazione e la compromissione motoria secondaria a ritardo mentale o associata ad altri disturbi medici e psicosociali.

2.2 Disturbo congenito o acquisito precocemente

La disprassia viene riconosciuta come un disturbo che può essere congenito o acquisito precocemente. Sebbene non comporti un'alterazione globale dello sviluppo motorio, si manifesta con la difficoltà nella gestione dei movimenti comuni nelle attività quotidiane, come vestirsi, svestirsi o allacciarsi le scarpe. Inoltre, la disprassia influisce sulla capacità di eseguire gesti espressivi per comunicare emozioni e stati d'animo e comporta una deficitaria sensibilità nelle abilità manuali e gestuali a contenuto prevalentemente simbolico. Questi ostacoli possono impattare significativamente sulla vita quotidiana e sulle interazioni sociali dell'individuo affetto da disprassia. È fondamentale sottolineare che nella disprassia il deficit va oltre la semplice esecuzione di schemi di movimento, investe la capacità di rappresentarsi, programmare e pianificare movimenti intenzionali finalizzati al raggiungimento di un obiettivo. In alcuni casi, soprattutto quando è presente un disturbo del linguaggio (DFL con DCD), l'organizzazione del pensiero, intesa come capacità di organizzare un discorso, può essere deficitaria. Questo può comportare conseguenze che, nel corso della crescita, si potrebbero manifestare nelle diverse aree dello sviluppo, in particolare nella pianificazione orale e scritta.

È piuttosto semplice immaginare le difficoltà “manuali” che le persone con Disprassia possono incontrare nell’elaborazione, costruzione e realizzazione (scritta o disegnata) di mappe concettuali. Questo rappresenta una sfida significativa nell’apprendimento poiché, le abilità di pianificazione e organizzazione sono fondamentali per la creazione di rappresentazioni visive complesse e la strutturazione di concetti interconnessi. La consapevolezza di queste difficoltà è cruciale per adottare strategie didattiche mirate a supportare e facilitare l’apprendimento di coloro che presentano questo tipo di disturbo.

3. Legge 170/2010: obiettivi e finalità

La Legge n. 170 dell’8 ottobre 2010 “*Nuove norme in materia di disturbi specifici di apprendimento in ambito scolastico*” riconosce la dislessia, la disortografia, la disgrafia e la discalculia quali Disturbi Specifici dell’Apprendimento (DSA).

«Che si manifestano in presenza di capacità cognitive adeguate, in assenza di patologie neurologiche e di deficit sensoriali, ma possono costituire una limitazione importante per alcune attività della vita quotidiana» (Art. 1).

La legge 170 tutela il diritto allo studio dei bambini e ragazzi con DSA e dà alla scuola un’opportunità per riflettere sulle metodologie da mettere in atto per favorire tutti gli studenti, dando spazio al loro vero potenziale in base alle loro peculiarità.

Nel comma 1 della legge 170/2010 si definisce il diritto dello studente con diagnosi DSA di «fruire di appositi provvedimenti dispensativi e compensativi di flessibilità didattica nel corso dei cicli di istruzione e formazione e negli studi universitari».

3.1 Finalità della legge

– Garantire il diritto all’istruzione;

- favorire la diagnosi precoce e l’adozione di percorsi didattici riabilitativi;
- favorire il successo scolastico anche attraverso misure di supporto;
- garantire una formazione adeguata;
- promuovere lo sviluppo delle potenzialità del ragazzo/a;
- ridurre i disagi relazionali ed emozionali dovuti al disturbo;
- adottare forme di verifica e di valutazione adeguate alle necessità formative degli studenti;
- preparare gli insegnanti e sensibilizzare i genitori nei confronti delle problematiche legate ai Disturbi Specifici dell’Apprendimento;
- incrementare la comunicazione tra famiglia, scuola e servizi sanitari durante il percorso di istruzione e di formazione;
- assicurare uguali opportunità di sviluppo delle capacità in ambito sociale e professionale.

Il 12 luglio 2011 sono stati pubblicati anche il Decreto attuativo 5669 e le Linee Guida ad esso associate, che spiegano in forma chiara e dettagliata tutte le azioni che gli Uffici Scolastici Regionali, le scuole e le famiglie devono attuare per la tutela e il supporto degli allievi con DSA. La “Legge 170 del 2010” introduce, quindi, misure per la tutela dei bambini e dei ragazzi con Disturbi Specifici di Apprendimento nel sistema scolastico. La legge è stata emanata con l’obiettivo di garantire l’inclusione sociale e l’accesso all’istruzione per gli studenti con DSA, promuovendo un’educazione inclusiva per valorizzare il reale potenziale di uno studente con Disturbi Specifici di Apprendimento.

II. La metacognizione

Il concetto di metacognizione denota un costrutto teorico di rilevanza nei contesti psicologici ed educativi. La metacognizione si configura come una forma di autoriflessività (coscienza di sé) applicata al fenomeno cognitivo, realizzabile attraverso la capacità di distanziamento, auto-osservazione e riflessione sui propri stati mentali. L'esercizio metacognitivo permette, tra le varie funzioni, il controllo dei propri pensieri e, di conseguenza, la gestione e l'orientamento dei processi di apprendimento. Il termine metacognizione, in senso letterale, implica una dimensione "oltre la cognizione" e trova applicazione nel descrivere la cognizione sulla cognizione o più informalmente, il pensiero sul pensiero.

La metacognizione rappresenta la consapevolezza e la comprensione che un individuo possiede riguardo ai propri processi cognitivi. Questa abilità implica la capacità di riflettere, monitorare e regolare il proprio pensiero in diversi contesti, come ad esempio nell'apprendimento, nella risoluzione dei problemi (problem solving) e nella presa di decisioni. Tale consapevolezza si estende alla comprensione di ciò che si sa e di ciò che non si sa (conoscenza dichiarativa). La conoscenza metacognitiva comprende inoltre la consapevolezza dei processi utilizzati durante l'apprendimento e la capacità di applicare strategie per apprendimento stesso (conoscenza procedurale). Un elemento chiave della metacognizione è la capacità di regolare e controllare i processi cognitivi, che include la pianificazione, il monitoraggio dell'avanzamento, la riflessione sulle strategie adottate e la regolazione in base ai risultati ottenuti (controllo cognitivo).

Un individuo dotato di una forte conoscenza metacognitiva è in grado di riconoscere le difficoltà quando si presentano e di adottare strategie alternative per affrontare un problema. D'altra parte, la regolazione metacognitiva implica la capacità di controllare e adattare i propri processi cognitivi, in risposta a sfide specifiche o obiettivi di apprendimento. Questo aspetto della metacognizione consente agli individui di modulare l'intensità dello sforzo, monitorare la

comprensione e valutare la propria performance. La metacognizione assume un ruolo di fondamentale importanza nell'ambito educativo, poiché il suo sviluppo promuove la riflessione critica, la pianificazione strategica e la valutazione autentica. Favorire la consapevolezza metacognitiva attraverso approcci pedagogici mirati, può notevolmente potenziare le competenze di problem solving e l'autoregolamentazione degli studenti.

Nel processo di apprendimento, la metacognizione riveste un'importanza cruciale, consentendo agli individui di acquisire consapevolezza su come affrontare sfide intellettuali e di perfezionare le proprie strategie di studio e risoluzione dei problemi. Inoltre, la metacognizione costituisce un elemento chiave nello sviluppo delle abilità di pensiero critico, emergendo come campo di studio essenziale per la comprensione dei processi cognitivi umani e il potenziamento dell'apprendimento e delle performance. La sua implementazione in vari ambiti, tra cui quello educativo, offre ampie opportunità per stimolare lo sviluppo cognitivo e la flessibilità individuale. L'approfondimento della ricerca sulla metacognizione rimane un obiettivo cruciale per ampliare la nostra comprensione del funzionamento della mente umana. Il termine metacognizione, con un significato generale, viene utilizzato per indicare la consapevolezza e il controllo che un individuo ha sui propri processi cognitivi, spesso sostituito da termini più specifici, in relazione ai diversi tipi di processi in cui consapevolezza e il controllo si manifestano, come meta-memoria, meta-comprensione, meta-attenzione, e così via. La metacognizione consente di approfondire la comprensione del pensiero e di guidare i processi di apprendimento attraverso l'autoriflessione sul processo cognitivo.

Il termine “metacognizione” è stato coniato negli anni '70 da John H. Flavell²⁹, uno psicologo statunitense noto per i suoi studi sulla conoscenza della memoria. Già nel XX secolo, lo scienziato dello sviluppo cognitivo Jean Piaget

²⁹ John Hurley Flavell, Massachusetts (USA), 1928. È uno psicologo dello sviluppo americano specializzato nello sviluppo cognitivo dei bambini.

aveva sottolineato l'importanza di considerare le caratteristiche metacognitive nel pensiero infantile. Attualmente, la metacognizione si riferisce alle conoscenze sviluppate in relazione ai processi cognitivi, inclusi il monitoraggio e l'autoregolazione. La capacità di riflettere su come si apprende, permette di controllare i pensieri e di guidare i processi di apprendimento. Un deficit nella metacognizione può comportare vulnerabilità a livello affettivo e sociale, influenzando la comprensione dell'altro e le capacità di risolvere problemi (problem solving).

Poiché la metacognizione svolge un ruolo cruciale nel contesto dell'apprendimento, è fondamentale riconoscere la sua importanza nelle dinamiche di apprendimento e gli insegnanti, quindi, devono essere attivi nel promuovere la consapevolezza metacognitiva tra gli studenti, incoraggiandoli a riflettere sul loro approccio ai compiti cognitivi. L'adozione di un approccio metacognitivo risulta particolarmente benefica per gli studenti con difficoltà di apprendimento, relazionali e ritardi mentali lievi. Nell'ambito della didattica metacognitiva, è essenziale che gli insegnanti focalizzino lo sviluppo delle abilità mentali superiori, assumendo il ruolo di facilitatori nel processo di apprendimento. La metacognizione riveste un'importanza fondamentale per gli studenti con disabilità, consentendo tempi didattici più flessibili. La ricerca ha introdotto la "didattica cooperativa metacognitiva", un approccio che integra metacognizione e apprendimento cooperativo, dimostrando efficacia nel promuovere lo sviluppo cognitivo, relazionale ed emotivo degli studenti.

Diverse strategie didattiche metacognitive, come la strategia di selezione, di organizzazione, di elaborazione e di ripetizione, mirano a sviluppare la consapevolezza e il controllo dei processi cognitivi, favorendo un apprendimento più efficace e coinvolgente. La didattica metacognitiva non si limita allo studio, ma contribuisce a formare gli studenti come risolutori di problemi (problem solver), sviluppando autonomia nell'apprendimento e competenze nel superamento degli

ostacoli. Attraverso la didattica metacognitiva, si coltiva negli studenti la predisposizione a “imparare ad imparare”.

1. Metacognizione nella lettura

Nelle fasi iniziali dell'istruzione, l'attenzione nella pratica della lettura è incentrata sull'acquisizione delle competenze di decodifica, mirando a sviluppare la capacità di leggere in modo efficace. Successivamente, il focus si sposta verso la capacità di leggere con l'obiettivo di apprendere. Le strategie metacognitive emergono come strumenti chiave che consentono al lettore di affrontare questa attività complessa, la quale implica una serie di processi attivati in base agli scopi specifici della lettura. I primi processi metacognitivi sono comunemente considerati passivi, poiché il lettore si limita a ricevere e acquisire le informazioni dal testo. Al contrario, i processi di secondo tipo sono attivi, con il lettore che, basandosi sulle informazioni ricavate, genera aspettative e ne verifica la validità.

Tra le strategie metacognitive più comuni figurano la ricostruzione della coerenza locale e l'interconnessione dei vari significati. Sono ampiamente utilizzate le macro-strategie, che si suddividono in strategie contestuali, orientate alla valutazione della coerenza complessiva del testo e in strategie testuali, indirizzate alla comprensione della sintassi. La promozione delle strategie metacognitive ha un impatto positivo sulla capacità di comprensione della lettura, contribuendo inoltre a sviluppare la consapevolezza dell'identità cognitiva ed emotiva del lettore.

2. Metacognizione nell'apprendimento immersivo

Nel contesto dell'apprendimento immersivo, spesso caratterizzato dall'impiego di ambienti virtuali tridimensionali e simulazioni, la metacognizione assume un ruolo di rilevanza ancora maggiore. Gli studenti, non solo devono assimilare informazioni, ma anche navigare e interagire con elementi virtuali. La consapevolezza di come apprendere in un ambiente virtuale diventa un elemento cruciale per il successo del processo di apprendimento. Le applicazioni pratiche

della metacognizione nell'ambito dell'educazione digitale possono abbracciare l'autovalutazione, la pianificazione strategica e la regolazione delle strategie di apprendimento. Attraverso la metacognizione, gli studenti sono in grado di riflettere sulle proprie conoscenze, valutare la comprensione dei concetti e adattare il loro approccio di apprendimento per ottimizzare l'efficacia delle risorse digitali.

Tuttavia, le sfide non mancano. L'elevata complessità degli ambienti immersivi richiede una metacognizione avanzata e alcuni studenti potrebbero incontrare difficoltà nella navigazione di tali contesti. D'altra parte, le opportunità derivanti dall'interazione con tecnologie educative avanzate, possono favorire lo sviluppo di competenze metacognitive più sofisticate. Comprendere e potenziare la metacognizione degli studenti, può contribuire a migliorare l'efficacia dell'apprendimento in ambienti virtuali, promuovendo una formazione più consapevole e adattabile nell'era digitale.

III. L'apprendimento

L'apprendimento, nell'ambito della psicologia cognitiva, è il processo attraverso il quale si acquisiscono nuove conoscenze, comportamenti, abilità, valori o preferenze e può riguardare la sintesi di diversi tipi di informazione. Questa capacità è intrinseca agli esseri umani, agli animali e alle piante³⁰. L'evoluzione del comportamento nel tempo segue una curva di apprendimento, indicando una modifica o un'acquisizione di competenze. Lo studio dell'apprendimento umano costituisce un campo di indagine che rientra nella psicologia sperimentale, nella pedagogia, nella psicologia cognitiva e nelle scienze dell'educazione. Le istituzioni dell'educazione formale devono tener conto dei principi generali che regolano l'apprendimento, nella progettazione di programmi educativi. Possono essere appresi sia comportamenti adattativi che disadattivi. In questo contesto, l'apprendimento può avvenire attraverso varie modalità, compreso l'apprendimento formale nelle istituzioni educative e l'apprendimento informale nell'ambito sociale. La comprensione di come gli individui apprendono è fondamentale per sviluppare efficaci strategie educative e promuovere l'acquisizione di competenze positive.

L'apprendimento è un processo di cambiamento relativamente permanente, che si manifesta a seguito di nuove esperienze o dalla pratica di nuovi comportamenti. Si tratta di una modifica di un comportamento complesso, abbastanza stabile nel tempo, derivante dalle esperienze di vita e/o dalle attività del soggetto. È un processo "esperienziale" poiché le attività svolte e le nuove esperienze possono influenzare significativamente le connessioni neuronali e, di conseguenza, le strutture cerebrali. Dal punto di vista psicologico, l'apprendimento è considerato una funzione dell'adattamento di un soggetto alle esperienze di nuovi problemi o contesti, rappresentando un processo attivo di acquisizione di

³⁰ OggiScienza. La ricerca e i suoi protagonisti (02/2014), *Le piante imparano e ricordano*, <https://oggiscienza.it/2014/02/07/le-piante-imparano-e-ricordano/index.html>.

comportamenti stabili, per adattarsi ai cambiamenti nell'ambiente circostante (contesto). Fondamentalmente apprendere significa acquisire nuove modalità di azione o reazione, al fine di adattarsi ai cambiamenti ambientali, inclusi quelli relazionali. Quando i comportamenti modificati sono relativamente semplici si fa riferimento al condizionamento, un fenomeno che si verifica in risposta all'esposizione a nuovi stimoli, sia interni che esterni. È possibile caratterizzare nell'apprendimento due distinti aspetti:

- l'apprendimento come approccio legato ad un cambiamento nella configurazione di stimoli (o comparsa di nuovi problemi);
- l'apprendimento come approccio legato all'esperienza di un'esposizione continuativa alla stessa configurazione di stimoli.

È possibile distinguere l'apprendimento dalla maturazione, considerando che quest'ultima non dipende dall'esposizione a stimoli esterni, ma è correlata allo sviluppo delle strutture biologiche dell'individuo e della specie. Mentre la maturazione tende a far emergere caratteristiche comuni in individui ben adattati della stessa comunità, l'apprendimento, attraverso l'esposizione a contesti diversi, ha l'effetto di aumentare le competenze e i repertori comportamentali degli individui. L'apprendimento, dunque, si manifesta attraverso l'acquisizione di nuove conoscenze, comportamenti o abilità a seguito di esperienze specifiche. Esso amplia la gamma di problemi che gli individui possono affrontare e gestire, contribuendo così a una maggiore adattabilità. Al contrario, la maturazione è un processo biologico intrinseco, che porta all'emergere di caratteristiche comuni in individui della stessa comunità, senza necessariamente richiedere l'esposizione a stimoli esterni.

È importante notare che alcuni cambiamenti a breve termine, come la stanchezza o le influenze ormonali transitorie, non costituiscono apprendimento. D'altra parte, alcune modifiche a lungo termine possono non dipendere dall'apprendimento ma dall'avanzare dell'età, rappresentando processi di

maturazione o invecchiamento. In definitiva, lo sviluppo personale è il risultato di un intreccio complesso tra apprendimento e maturazione. Lev S. Vygotskij³¹ descrive la maturazione come la strutturazione della base culturale dell'individuo: questa sarebbe determinata dall'ambiente naturale e storico-sociale, che prende il controllo dei comportamenti al ridursi delle motivazioni biologiche. Tra le abilità che possono essere apprese c'è l'apprendimento stesso. Si può imparare ad apprendere. Lo spostamento da apprendimenti di primo livello a quelli di secondo livello produce quello che Gregory Bateson³² definisce Deuteroapprendimento³³. L'educazione risulta l'attività umana socialmente regolata e designata a promuovere l'altrui apprendimento.³⁴

1. Tipi di apprendimento

1.1 Comportamentismo

Nasce nel 1913 e si afferma subito come la prima delle più importanti teorie sull'apprendimento del XX secolo. Rappresentò una rottura nel campo della psicologia e grazie a John B. Watson³⁵, il suo fondatore, fu elevata al rango di scienza oggettiva. Il comportamentismo è fondato sullo studio scientifico del comportamento, focalizzandosi sui rapporti tra stimolo ricevuto e risposta del soggetto; l'apprendimento, secondo questa teoria, non è altro che un cambiamento di comportamento. I comportamentisti concepiscono l'essere umano come un essere passivo, sostenendo che sia sufficiente manipolare le sue condizioni ambientali per ottenere i comportamenti voluti secondo un approccio

³¹ Lev Semënovič Vygotskij, Orsa (BY), 1896 – Mosca (RU), 1934. È stato uno psicologo e pedagogista sovietico, padre della scuola storico-culturale.

³² Gregory Bateson, Grantchester (GB), 1904 – San Francisco (USA), 1980. È stato un antropologo, sociologo e psicologo britannico.

³³ Deuteroapprendimento: descrive il processo, contestuale a quello dell'imparare, attraverso cui si “impara ad imparare”. Per questo è definibile anche come “apprendimento di secondo livello”. Il concetto presenta alcune significative analogie con quello di metacognizione, Wikipedia, <https://it.wikipedia.org/wiki/Deuteroapprendimento>.

³⁴ Wikipedia, *Apprendimento*, <https://it.wikipedia.org/wiki/Apprendimento>.

³⁵ John Broadus Watson, Travelers Rest (USA), 1878 – Woodbury (USA), 1958. È stato uno psicologo statunitense, padre del comportamentismo.

meccanicistico e associazionista, non indagano su cosa succede all'interno della mente ma si limitano ad analizzare gli effetti degli stimoli esterni ad essa.

L'apprendimento diventa così una specie di addomesticamento, si utilizza il “condizionamento operante” che è una caratteristica fondamentale della teoria di Burrhus F. Skinner³⁶. Un famoso esempio è l'esperimento di Ivan P. Pavlov³⁷ sul riflesso condizionato del cane, al quale viene somministrato del cibo accompagnato dal suono di una campanella. Il cane collega il suono della campanella al fatto di ricevere cibo e ciò gli produce una maggiore salivazione solo nel sentirne il suono. Questo tipo di apprendimento, conosciuto anche come trasmissione di conoscenza lineare e verticale, può essere riscontrato in alcuni sistemi di formazione a distanza nell'ambito dell'apprendimento didattico. Skinner introduce anche il concetto di rinforzo, che può essere positivo o negativo³⁸. Attualmente, nell'ambito dell'apprendimento scolastico tradizionale, si privilegia l'uso di rinforzo positivo incentrato sulle capacità personali. Tuttavia, dinamiche di rinforzo positivo sono presenti anche in contesti come i videogiochi e la gamification (alcuni tipi di gratificazioni o premi).

1.2 Cognitivismo

Negli anni '50 del '900, nasce e si sviluppa una nuova consapevolezza, e cioè che l'apprendimento non segue un modello lineare o una trasmissione diretta di conoscenza, sfidando l'approccio dei comportamentisti che sostenevano un sistema causa-effetto basato su stimolo e risposta. In questo contesto, si sviluppa un nuovo approccio noto come cognitivismo, orientato verso l'elaborazione dell'informazione. I cognitivisti si dedicano a comprendere ciò che avviene nella

³⁶ Burrhus Frederic Skinner, Susquehanna Depot (USA), 1904 – Cambridge (USA), 1990. È stato uno psicologo statunitense che esercitò una grande influenza nell'ambito del comportamentismo.

³⁷ Ivan Petrovič Pavlov, Rjazan' (RU), 1849 - Leningrado (RU), 1936. È stato un medico, fisiologo ed etologo russo, il cui nome è legato alla scoperta sui cani del riflesso condizionato, da lui annunciata nel 1903.

³⁸ Il rinforzo positivo consiste nella comparsa di qualcosa di piacevole, una gratificazione, il rinforzo negativo, invece, consiste nell'eliminazione di qualcosa di spiacevole, molto diverso dalla punizione con la quale viene spesso confuso.

mente umana (Black box), esplorando il modo in cui le informazioni apprese vengono elaborate. L'essere umano è un elaboratore attivo di informazioni, simile ad un computer; non a caso questa teoria nasce e si sviluppa in concomitanza con lo sviluppo delle tecnologie e l'avvento dei primi computer. Secondo questa teoria, tra le informazioni provenienti dall'esterno, quelle ritenute interessanti vengono recepite dalla memoria a breve termine (MBT) e successivamente immagazzinate nella memoria a lungo termine (MLT), per poter essere richiamate e riutilizzate nel momento in cui al soggetto serve un'informazione (Information retrieval). L'apprendimento, quindi, diventa una modificazione all'interno delle strutture mentali dell'individuo, un'elaborazione personale delle conoscenze apprese. C'è una forte associazione fra apprendimento e memoria; per poter imparare è necessario saper codificare, immagazzinare, integrare e ricordare.

Tra i protagonisti più importanti di questo periodo abbiamo Alan M. Turing³⁹, matematico britannico che creò la prima “macchina intelligente”, sebbene rimase solo un prototipo. Il suo lavoro non solo diede l'avvio all'idea che le macchine in un certo senso potessero “pensare” grazie alla capacità di elaborazione dei dati, ma suggerì anche che il cervello umano potesse operare per algoritmi come un computer. Parallelamente, Norbert Wiener⁴⁰, altro genio matematico fondatore della cibernetica (a lui si deve tra l'altro il concetto di feedback), studiò le interazioni fra uomo e macchina. Entrambi gli studiosi partirono da un problema di natura bellica, durante la Seconda Guerra Mondiale, ed entrambi contribuirono in modo significativo a plasmare la visione cognitivista dell'apprendimento, enfatizzando l'importanza dell'elaborazione delle informazioni e delle interazioni complesse tra l'uomo e la tecnologia.

³⁹ Alan Mathison Turing, Londra (GB), 1912 – Wilmslow (GB), 1954. È stato un matematico, logico, crittografo e filosofo britannico, considerato uno dei padri dell'informatica e uno dei più grandi matematici del XX secolo.

⁴⁰ Norbert Wiener, Columbia (USA), 1894 – Stoccolma (SE), 1964. È stato un matematico e statistico statunitense. Famoso per ricerche sul calcolo delle probabilità, ma soprattutto per gli sviluppi dati, insieme a Claude Shannon, alla teoria dell'informazione, essendo riconosciuto come il padre della cibernetica moderna.

1.3 Costruttivismo

Questa teoria, emersa e sviluppatasi a partire dagli anni '90 del XX secolo, rappresenta attualmente l'approccio più ampiamente applicato, specialmente in considerazione della sua stretta integrazione con l'ultima generazione di tecnologie. Secondo i principi costruttivisti, l'allievo è collocato al centro del processo formativo e non l'insegnante, che non è più considerato il depositario di una conoscenza universale astratta e indipendente dal contesto di riferimento. La conoscenza è costruita dai discenti che, agendo in modo attivo, elaborano le idee confrontandole con il loro modello cognitivo preesistente. Questo processo implica che l'apprendimento significativo si verifica quando le nuove informazioni sono integrate e collegate alle preconoscenze già in possesso degli individui.

La conoscenza è collaborativa, si configura come un sostegno al percorso di apprendimento, in cui l'insegnante e gli altri studenti fungono da guida per il discente nella sua ricerca di significato. Il discente costruisce il proprio sapere grazie a interazioni con materiale o persone. È un principio simile al connettivismo⁴¹ di Derrick de Kerckhove⁴²: la nostra quota di conoscenza non si somma semplicemente ma collabora con quella degli altri. Questa sinergia conduce a risultati superiori rispetto a quelli che gli individui potrebbero raggiungere individualmente. La conoscenza è situata: è determinante il ruolo del contesto all'interno del processo di apprendimento.

Fra i fondatori del costruttivismo figura lo psicologo Jean Piaget⁴³, che ha studiato lo sviluppo dell'intelligenza nel bambino che attraversa vari stadi: senso-

⁴¹ Connettivismo: una nuova teoria dell'apprendimento nell'era digitale, emersa per cercare di spiegare una nuova modalità di apprendere, basata sul paradigma delle reti. Il connettivismo si rapporta alla teoria dell'apprendimento abbinata ai nuovi strumenti della tecnologia, Wikipedia, [https://it.wikipedia.org/wiki/Connettivismo_\(teoria_dell%27apprendimento\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Connettivismo_(teoria_dell%27apprendimento)).

⁴² Derrick de Kerckhove, Wanze (BE), 1944. È un sociologo accademico e giornalista belga, naturalizzato canadese. Dopo gli studi col maestro Marshall McLuhan, ha intrapreso un'approfondita ricerca sulla capacità dei media di influenzare la realtà percettiva umana, partendo dall'assunto che i mezzi di comunicazione di massa sono definibili in realtà come delle psicotecnologie, Treccani, <https://www.treccani.it/enciclopedia/derrick-de-kerckhove/>.

⁴³ Jean Piaget, Neuchâtel (CH), 1896 – Ginevra(CH), 1980. È stato uno psicologo, biologo, pedagogista e filosofo svizzero.

motorio (da 0 a 2 anni), pre-operatorio (da 2 a 6 anni), operatorio concreto (da 6 a 12 anni), operatorio formale (da 12 anni in poi)⁴⁴. Secondo Piaget, la sequenza di sviluppo è influenzata geneticamente, ma il soggetto contribuisce anche a costruirla in risposta a stimoli o vincoli ambientali attraverso due processi chiave: l'assimilazione, in cui nuove informazioni sono integrate nel quadro concettuale esistente e l'accomodamento, che comporta la modifica del quadro concettuale con l'adattamento alle nuove informazioni.

Vygotskij si dedicò molto allo studio dello sviluppo delle funzioni mentali superiori; particolarmente rilevante è il suo approccio che enfatizza il ruolo cruciale dell'interazione sociale e il concetto del linguaggio come strumento sociale del pensiero. Questa prospettiva ha ottenuto nuova rilevanza con l'avvento delle nuove tecnologie, in particolare con l'utilizzo del computer connesso a Internet come strumento cognitivo. Tale approccio ha permesso una autocostruzione del sapere, rafforzando la tendenza costruttivista. L'impiego delle nuove tecnologie ha influenzato notevolmente la dinamica dell'apprendimento, spostando l'attenzione sulla tecnologia stessa e sull'autonomia dell'allievo. In questo contesto, l'insegnante assume il ruolo di un tutor a distanza, supportando e guidando gli studenti nel loro percorso di apprendimento autonomo. Questa evoluzione riflette un cambiamento significativo nell'approccio educativo, dove la tecnologia diventa un facilitatore essenziale nella costruzione della conoscenza.

Jerome S. Bruner⁴⁵ introduce il concetto di "scaffolding" come di un'impalcatura, costruita inizialmente tramite il sostegno dei membri più competenti. Successivamente, questo supporto viene gradualmente ridotto per permettere all'individuo di sviluppare una propria autonomia, grazie al potere di auto-regolamentazione. Questo approccio mira a favorire una transizione fluida,

⁴⁴ STATE OF MIND. Il Giornale delle Scienze Psicologiche (06/2017), *Lo sviluppo del bambino: prime tappe e grandi conquiste. A che gioco giochiamo?*, <https://www.stateofmind.it/2017/06/piaget-sviluppo-bambino/>.

⁴⁵ Jerome Seymour Bruner, New York (USA), 1915 - New York (USA), 2016. È stato uno psicologo statunitense che ha dato notevoli contributi allo sviluppo della psicologia cognitiva, della psicologia culturale e della psicologia dell'educazione.

da un apprendimento guidato a uno più indipendente, consentendo all'individuo di assumere gradualmente il controllo del proprio percorso formativo.

1.4 Sociocostruttivismo

La teoria che si concentra sulle interazioni studente-ambiente sociale. In ambito didattico, questa teoria sottolinea che l'apprendimento è un processo socialmente costruito, in cui le dinamiche di interazione collaborativa tra gli individui, come studente-studenti o studente-docenti/tutor, giocano un ruolo fondamentale. L'apprendimento individuale è il risultato di un processo di gruppo. Questa teoria sostiene che l'apprendimento è un processo sociale, in cui gli individui costruiscono significato attraverso l'interazione con gli altri. Le discussioni di gruppo, la risoluzione collaborativa dei problemi e le attività che coinvolgono l'interazione sociale, facilitano la costruzione condivisa della conoscenza. L'approccio pedagogico si concentra sull'uso di attività collaborative che coinvolgono gli studenti in modo attivo e interattivo. In questa prospettiva, l'ambiente sociale gioca un ruolo chiave nel plasmare l'esperienza di apprendimento e nel raggiungimento di obiettivi comuni.

Le teorie di Vygotskij, che forniscono un fondamento teorico per comprendere l'importanza dell'interazione sociale e del linguaggio nel processo di apprendimento, sono alla base del modello di apprendimento dell'Università Telematica Internazionale Uninettuno⁴⁶. Il modello Uninettuno nasce da una ricerca pluritrentennale e ancora in corso, effettuata dalla Prof.ssa Maria A. Garito⁴⁷, che ha come obiettivo la realizzazione e il continuo miglioramento di un ambiente di apprendimento complesso a distanza, che converga in un unico medium connesso a Internet, tre diversi tipi di apprendimento: simbolico-ricostruttivo, learning by doing e apprendimento collaborativo. In effetti, il quadro

⁴⁶ Università Telematica Internazionale Uninettuno, <https://www.uninettunouniversity.net/>.

⁴⁷ Maria Amata Garito, Rettore/Presidente, Professore ed ideatrice del modello organizzativo e pedagogico dell'Università Telematica Internazionale UNINETTUNO.

psicopedagogico di Uninettuno si fonda sulle teorie del sociocostruttivismo e cioè sul passaggio dalla centralità del docente alla centralità dello studente; da trasmissione a costruzione della conoscenza e da apprendimento passivo ad apprendimento attivo e collaborativo.

1.5 Apprendimento collaborativo e ambienti di apprendimento

L'apprendimento collaborativo si basa sui principi del costruttivismo ed è un metodo educativo in cui gli studenti lavorano insieme verso un obiettivo comune. In questo approccio, gli obiettivi di ciascuno studente sono influenzati e condivisi dagli altri partecipanti, promuovendo un apprendimento che è il risultato di un processo di gruppo. Le interazioni fra gli attori coinvolti, come gli studenti e i docenti, sono valorizzate come elementi educativi di grande rilevanza in vari contesti. L'introduzione delle tecnologie telematiche nell'insegnamento ha reso possibile l'implementazione di processi di apprendimento collaborativo a distanza di alto livello. Tuttavia, il successo di tali approcci non dipende solo dalle tecnologie stesse; sono necessarie una serie di condizioni affinché l'apprendimento sia effettivamente collaborativo. Queste condizioni includono una fase di progettazione dell'esperienza collaborativa e una supervisione attiva da parte del tutor-docente. Quest'ultimo svolge un ruolo chiave nell'evoluzione del processo, passando gradualmente da una supervisione più forte a una sempre minore, consentendo agli studenti di sviluppare progressivamente capacità di auto-regolazione, in un processo noto come "scaffolding". Tale approccio è fondamentale per garantire che gli studenti diventino autonomi e capaci di gestire il proprio apprendimento collaborativo in modo efficace.

Oltre alle condizioni precedentemente menzionate per l'apprendimento collaborativo, ulteriori elementi cruciali includono la condivisione di un obiettivo comune all'interno del gruppo, la capacità di scambiarsi conoscenze in modo collaborativo e l'implementazione di una forma di competizione positiva che spesso stimola tutti i partecipanti a dare il massimo, contribuendo così a realizzare

progetti di livello superiore alla somma delle singole capacità individuali. Considerando che gli strumenti di interazione, dal punto di vista di didattica a distanza, favoriscono l'apprendimento collaborativo, il metaverso si presta perfettamente al miglioramento di tale approccio, creando un ambiente completamente immersivo in cui l'interazione tra studenti può essere notevolmente favorita e potenziata.

Questo ambiente virtuale fornisce nuove possibilità di collaborazione, consentendo una partecipazione più attiva e facilitando la condivisione di conoscenze in modo dinamico. La dimensione immersiva del metaverso crea un contesto interattivo e coinvolgente, arricchendo così l'esperienza di apprendimento collaborativo.

2. Tecnologia e didattica a distanza

Attualmente, la didattica a distanza può contare sulle potenzialità offerte dalle tecnologie digitali. Le piattaforme e-learning costituiscono ambienti in grado di richiamare le dinamiche formative presenti nei contesti di insegnamento presenziali. Tuttavia, è importante sottolineare che, sebbene tali piattaforme possano rievocare tali contesti, non replicano completamente le dinamiche psicosociali tipiche degli ambienti tradizionali. Questa distinzione è particolarmente significativa nei contesti blended (misti) o completamente distanziali, dove le interazioni sociali sono modulate in modo diverso. Questa diversità richiede un'approfondita analisi da parte degli esperti del settore.

Una delle sfide attuali nella transizione digitale, è la ricerca di modalità per rendere ancora più efficaci le proposte formative che utilizzano il canale telematico-digitale come mezzo di mediazione. In questo contesto il concetto di metaverso, offrendo un ambiente virtuale che va oltre le tradizionali piattaforme e-learning, emerge come una possibile risposta a questa sfida.

2.1 Il self-regulated learning

È ampiamente dimostrato che i cambiamenti innescati dalla transizione digitale coinvolgono ogni aspetto dell'esperienza umana, soprattutto in ambito formativo e universitario. In un'epoca caratterizzata dall'accelerazione digitale dell'accesso, possesso e scambio delle informazioni, i sistemi formativi sono chiamati a ridefinire le proprie prassi e offerte educative, in risposta alle esigenze sempre nuove e diverse. Diventa quindi sempre più cruciale comprendere come favorire i processi di apprendimento, attraverso un utilizzo sagace delle nuove tecnologie. Le proposte formative telematiche possono essere potenziate per aumentare l'efficacia, attraverso la valorizzazione dei processi di self-regulated learning (apprendimento autoregolato). Questo approccio si concentra sul rafforzamento delle capacità degli studenti nel costruire apprendimenti autoregolati, collocando al centro lo sviluppo di competenze e la capacità di gestire e controllare attivamente il proprio processo di apprendimento.

Attraverso soluzioni di self-regulated learning, gli studenti possono apprendere a gestire efficacemente e autonomamente il proprio tempo e il proprio studio, sviluppando una maggiore consapevolezza delle proprie capacità di apprendimento. Inoltre, un e-learning ben strutturato, include la possibilità di vivere socialmente la comunità universitaria di appartenenza. Va sottolineato che acquisire esperienza in queste competenze, significa anche imparare a utilizzare in modo produttivo e flessibile le diverse risorse digitali, competenza spesso essenziale nei successivi contesti lavorativi. Il self-regulated learning è un processo che si realizza quando un individuo è in grado di attivare in modo organizzato ed efficace tre processi operazionali specifici: la pianificazione, l'esecuzione e la valutazione dell'apprendimento (Barry Zimmerman, 1990, 2011)⁴⁸. Il digitale, in

⁴⁸ Barry Zimmerman, Wisconsin (USA), 1942. È un ricercatore educativo presso la City University di New York, dove detiene il titolo di Distinguished Professor of Educational Psychology.

questo settore, si propone come un'opportunità per incentivare e curare questi tre processi, aumentando così la possibilità di successo accademico:

- pianificazione: coinvolge la pianificazione di obiettivi di apprendimento e la creazione di strategie per raggiungerli. Gli strumenti tecnologici possono essere utilizzati per aiutare gli studenti a organizzare le proprie attività di studio e a tenere traccia dei propri progressi;
- esecuzione: riguarda l'effettiva attuazione di queste strategie e la partecipazione attiva nell'apprendimento, fornendo agli studenti una certa autonomia nella scelta dei materiali e incoraggiandoli a prendere decisioni informate sulle strategie di studio, monitorando il proprio progresso.
- valutazione: implica una riflessione critica sul proprio processo di apprendimento, identificando punti di forza e debolezza. Oltre alla valutazione tradizionale, le proposte formative telematiche possono sfruttare gli strumenti digitali per incoraggiare la riflessione metacognitiva e l'autovalutazione degli studenti.

In questo contesto, il metaverso può diventare uno strumento fondamentale per migliorare le dinamiche psicosociali nei contesti non presenziali. La sua capacità di creare ambienti virtuali interattivi e immersivi offre un'opportunità unica per superare, in modo piuttosto verosimile, le limitazioni della distanza fisica reale durante l'utilizzo del canale telematico-digitale. Attraverso il metaverso gli utenti possono interagire in ambienti virtuali che simulano la presenza fisica, consentendo loro di partecipare a incontri, eventi o attività come se fossero fisicamente presenti. Questo può contribuire a ridurre il senso di isolamento e migliorare la connessione tra le persone che operano in ambienti non presenziali. Inoltre, il metaverso offre possibilità avanzate di personalizzazione e interazione sociale, permettendo agli utenti di creare avatar, esplorare ambienti virtuali condivisi e partecipare a esperienze comuni. Ciò favorisce un senso di comunità e collaborazione, mitigando

le sfide psicosociali associate alla separazione fisica, contribuendo così a colmare il divario tra la presenza fisica e la comunicazione a distanza.

2.2 Learning by doing

Il learning by doing (imparare facendo) si basa sull'assunto che la comprensione più profonda e il vero apprendimento avvengono soprattutto attraverso l'azione diretta. Le persone, quindi, non imparano molto attraverso lezioni frontali di tipo tradizionale che trasmettono una quantità definita di conoscenze, ma piuttosto "imparano facendo". Questo approccio didattico affonda le sue radici alla fine del 1900, quando il filosofo John Dewey⁴⁹ fondò a Chicago una scuola elementare sperimentale presso il Dipartimento Pedagogico dell'Università di Chicago. Tuttavia, nel learning by doing, l'azione da sola non costituisce il punto di partenza; l'esperienza è valida e fertile nella misura in cui è accompagnata dalla consapevolezza e dalla riflessione sulle connessioni tra l'attività compiuta e le conseguenze che ne derivano. Al fare però va sempre accompagnato il pensare, quindi, non solo learning by doing ma anche thinking by doing (pensare facendo). Operare pensando, riflettendo, discutendo con se stessi e con gli altri per arrivare al cooperative learning (apprendimento cooperativo). I vantaggi del learning by doing sono molteplici ma possono essere riassunti in quattro punti:

- aumenta l'engagement dei partecipanti perché si apprende attraverso esperienze coinvolgenti e dinamiche;
- contribuisce a colmare il divario formativo derivante da un approccio esclusivamente teorico, rendendo i processi di apprendimento efficaci, veloci e continui;
- aiuta a contestualizzare le nozioni, i principi e gli strumenti appresi in situazioni reali;

⁴⁹ John Dewey, Burlington (USA), 1859 – New York (USA), 1952. È stato un filosofo e pedagogista statunitense. È stato anche scrittore e professore universitario.

- permette di mettere alla prova immediatamente le competenze oggetto di formazione.

Il learning by doing posiziona il sapere nell'ambito applicativo effettivo, evitando così di accumulare conoscenze inutilizzate. Per garantire un apprendimento efficace, è fondamentale coinvolgere gli studenti in attività pratiche, presentando loro problemi concreti che favoriscano l'acquisizione di abilità e l'integrazione tra teoria e pratica.

3. Processo di apprendimento nei soggetti con DSA

Considerando che l'apprendimento è un processo continuo di acquisizioni di nuove informazioni, di elaborazioni di queste nuove informazioni e di trasformazioni di informazioni già acquisite, ci soffermiamo su quegli aspetti in cui l'allievo con DSA mostra difficoltà più o meno marcate, alcune tipiche della dislessia altre trasversali a tutti i DSA. Tradizionalmente l'apprendimento avviene passando attraverso varie fasi che potremmo articolare in 5 tappe:

- accesso all'informazione;
- comprensione;
- rielaborazione, selezione/sintesi;
- memorizzazione;
- recupero/verbalizzazione.

L'accesso all'informazione, la comprensione, la rielaborazione dei contenuti e la selezione delle informazioni cruciali, la memorizzazione e il successivo recupero attraverso espressione verbale o scritta, delineano un percorso educativo in cui gli allievi con DSA possono incontrare diverse difficoltà. La loro neurodiversità suggerisce una maggiore affinità con modalità di apprendimento meno convenzionali. Nell'analisi delle varie fasi, emergono ostacoli potenziali per i bambini e i ragazzi con DSA e si evidenziano gli accorgimenti e le strategie che

possono essere proposti, per adattare le richieste educative alle loro specifiche caratteristiche. Un approccio strategico si rivela particolarmente vantaggioso poiché capitalizza sull'intelligenza, che costituisce il principale punto di forza degli allievi con DSA. Pertanto, è fondamentale apprendere l'uso appropriato delle strategie, in relazione al tipo di compito e alle specifiche difficoltà presenti.

3.1 Prima tappa: accesso alle informazioni

Il primo stadio di apprendimento può presentare ostacoli legati alla decodifica (insita nella natura del disturbo), soprattutto in presenza di testi scritti, e difficoltà a trattenere le informazioni nella Memoria a Breve Termine (MBT), oltre a deficit nella Memoria di Lavoro. Di fronte a tali sfide specifiche, si suggerisce l'adozione di modalità alternative di accesso alle informazioni. Per i bambini con DSA, un approccio idoneo consiste nell'utilizzare prevalentemente il canale orale, noto come "lettura con le orecchie"⁵⁰, per affrontare i testi scritti. Al fine di compensare eventuali deficit nella Memoria a Breve Termine, specialmente di natura verbale, può risultare vantaggioso ricorrere agli indici testuali. Sono quelle parti del testo che consentono di accedere ai contenuti senza necessariamente leggere l'intero documento: immagini, titoli, sottotitoli, parole evidenziate, riquadri, ecc. Tali elementi agevolano la formulazione di ipotesi sul contenuto del testo, l'attivazione di conoscenze pregresse sull'argomento, la creazione di mappe concettuali e schemi, il tutto a supporto di appunti e ripasso.

Oltre al tradizionale libro e alla carta stampata, esistono alternative informative che sfruttano canali sensoriali diversi da quello visivo-verbale, contribuendo a superare la problematica della decodifica. Ascoltare la radio, guardare la televisione, cercare un video su piattaforme come YouTube, osservare modelli competenti, sperimentare nella pratica, rappresentano modalità accessibili e più aderenti agli stili di apprendimento dei bambini con DSA.

⁵⁰ Stile uditivo: permette la gestione orale delle informazioni tramite, per esempio, la sintesi vocale.

3.2 Seconda tappa: comprensione

L'accesso alle informazioni costituisce un passaggio essenziale per raggiungere l'obiettivo ultimo della lettura, ossia la comprensione. La comprensione, sebbene non rappresenti in sé una difficoltà distintiva per i bambini e ragazzi con Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA), può presentare sfide legate a problemi specifici di comprensione o a pregressi ostacoli linguistici. Nonostante ciò, la comprensione è un compito impegnativo e complesso che richiede sforzi da parte di tutti, e può risultare particolarmente gravosa per coloro che investono più energie nei processi di decodifica o controllo attentivo. Una soluzione comunemente adottata per facilitare la comprensione del testo è la semplificazione, che implica l'intervento di un adulto per riassumere, tagliare e mettere in evidenza i concetti principali, evitando la lettura diretta da parte del bambino. Sebbene questa pratica presenti vantaggi immediati, come il risparmio di tempo, potrebbe non favorire l'autonomia a lungo termine, poiché la rielaborazione è a carico dell'adulto.

Sarebbe utile considerare strategie che agevolino il lavoro dell'alunno e al contempo promuovano la crescita personale, insegnando gradualmente come affrontare il processo in modo autonomo. Le strategie dovrebbero rispettare il principio dell'economia delle risorse, comune a ogni approccio strategico valido, rendendo il compito più immediato e beneficiando non solo chi presenta difficoltà, ma tutti gli allievi. La comprensione può essere considerata un obiettivo autonomo, non necessariamente parte di un processo più ampio. Quando l'obiettivo trascende la comprensione del testo e mira all'apprendimento effettivo dei contenuti, si rende necessaria la rielaborazione e la selezione/sintesi delle informazioni.

3.3 Terza tappa: rielaborazione e selezione delle informazioni

Questa fase, anche se presentata come una tappa singola, in realtà amplia e completa il processo di comprensione, facilitando al contempo la preparazione alla memorizzazione. È cruciale sottolineare la differenza tra capire e ricordare: la

comprensione dei contenuti non garantisce necessariamente la capacità di recuperarli quando necessario, ad esempio durante le verifiche. Questa sfida è particolarmente ardua per i bambini e i ragazzi con dislessia, che possono trovare difficoltà nel procedere in sequenza e affrontare testi che presentano informazioni in successione lineare, talvolta senza una visione d'insieme, influenzata anche dalla limitata capacità della Memoria di Lavoro. Di conseguenza, riorganizzare il materiale in una modalità immediatamente visualizzabile, come una mappa concettuale, in cui i collegamenti tra le parti sono chiaramente evidenti o ricorrere a rappresentazioni visive come immagini, schemi, vignette o cartoni animati, risulta molto più utile. Questi elementi non solo attraggono l'attenzione, ma stimolano anche la curiosità e l'interesse.

La psicologia ci insegna che gran parte delle conoscenze sono codificate mentalmente non in strutture logico-formali, bensì in modalità che conservano le caratteristiche fisico-percettive della realtà. L'utilizzo di modalità grafiche, con caratteristiche analogiche, fornisce un ancoraggio al dato percettivo, facilitando l'apprendimento. Queste strategie rafforzano la comprensione e contribuiscono al processo di memorizzazione. Nel percorso di studio, la fase di rielaborazione può manifestarsi nel passaggio diretto dagli indici alla mappa: vengono estratte dal testo le informazioni in evidenza e collegate in una visione d'insieme non più sequenziale (Figura 3.1).

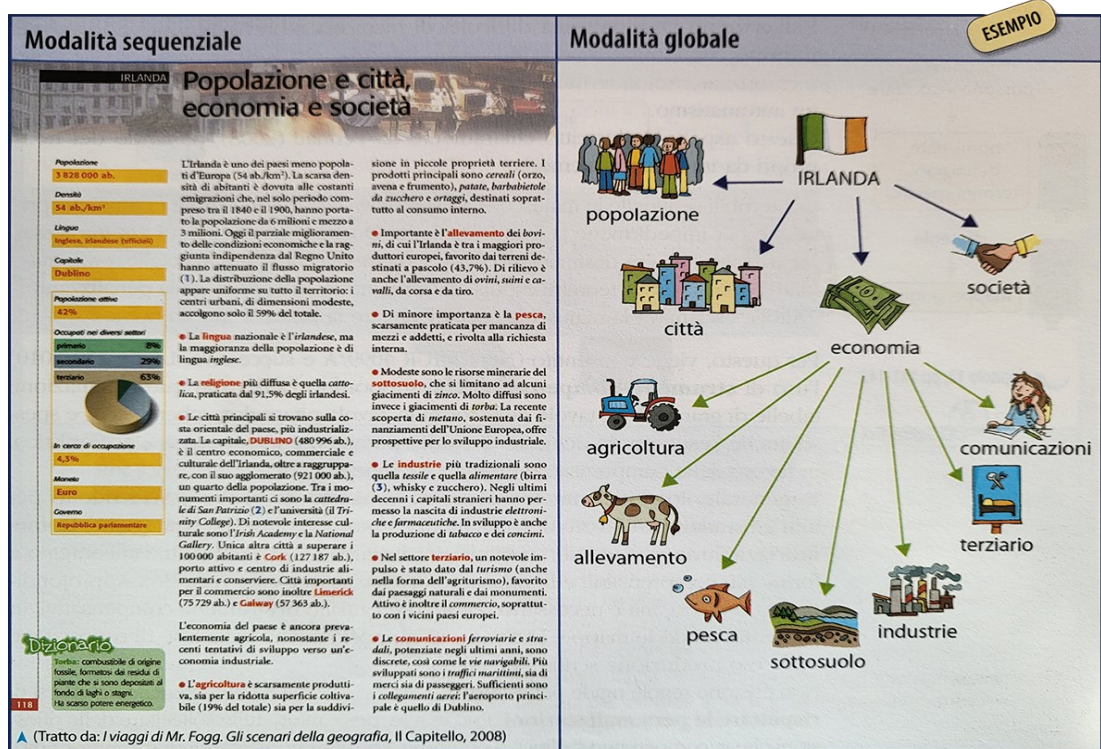


Figura 3.1

Una volta rielaborato il materiale, è fondamentale selezionare ciò che è essenziale, seguendo il criterio di importanza. La capacità di sintesi è una competenza complessa che richiede tempo e pratica ed è cruciale non solo per lo studio, ma in ogni processo di apprendimento. Nelle mappe concettuali è preferibile utilizzare poche parole chiave per favorire una rappresentazione chiara e sintetica.

3.4 Quarta tappa: memorizzazione

L'allievo con DSA manifesta difficoltà nella Memoria a Breve Termine, così come nel naming (rapidità nel denominare informazioni verbali) e nella memorizzazione dei nomi, termini specifici, definizioni e date. Di conseguenza, è consentito l'utilizzo di strumenti compensativi⁵¹ che possano fornire supporto: tabelle di grammatica, tavole delle formule, la tavola pitagorica, mappe concettuali,

⁵¹ Nota MIUR 4099/A e successive, Legge 170/2010.

schemi, ecc.; spesso, viene concesso anche l'esonero da compiti che richiedono un puro approccio mnemonico e nozionistico, a vantaggio della comprensione e rielaborazione dei contenuti. Sarebbe opportuno ridurre, in generale, l'approccio mnemonico e nozionistico per tutti gli studenti, orientandosi verso tecniche di memorizzazione più strategiche.

La memorizzazione efficace avviene attraverso la rielaborazione dei contenuti, ancorandoli a forme più comprensibili e sfruttando diverse strategie (Figura 3.2). È tuttavia fondamentale consentire l'utilizzo di strumenti compensativi, in particolare le mappe, che risultano utili anche durante le fasi di esposizione orale e produzione scritta (Figura 3.3).

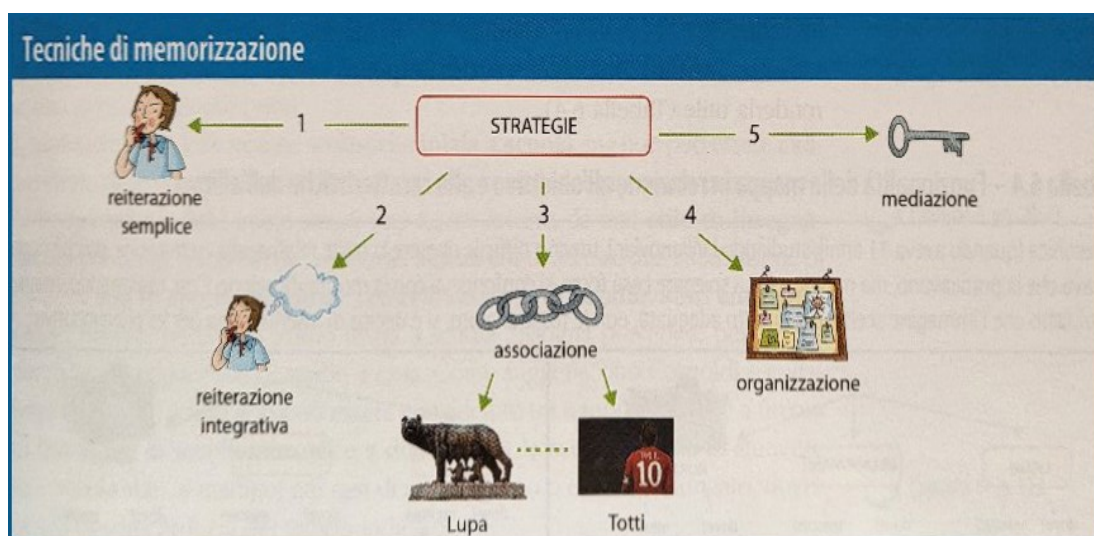


Figura 3.2

1. Reiterazione semplice: consiste nel ripetere più volte, a livello vocalico e sub vocalico, l'informazione raccolta per evitarne il decadimento. Può sostenere il mantenimento dell'informazione il tempo necessario al suo utilizzo, quindi per breve tempo, ma non ne consente l'immagazzinamento. È un tipo di apprendimento superficiale e temporaneo.

2. Reiterazione integrativa: è simile alla reiterazione semplice, ma il ripasso vocalico e subvocalico è utilizzato per riassemblare l'informazione e concatenarla a immagini mentali. Lo sforzo cognitivo è maggiore e a esso corrisponde una maggiore possibilità di immagazzinare l'informazione.

3. Associazione: associare le informazioni da ricordare a elementi familiari che possono aiutare ad attivare il recupero. Per esempio, per ricordare che il simbolo di Roma è la Lupa, si può associare l'immagine della Lupa alla maglia della Roma di Totti.

4. Organizzazione: organizzare le informazioni sulla base di quelle precedentemente archiviate, in strutture organiche e coerenti, prima astratte e poi eventualmente concretizzate attraverso rappresentazioni grafiche, quali schemi, mappe o tabelle.

5. Mediazione: trasformare un'informazione complessa in una più semplice attraverso un legame (mediatore) verbale o immaginativo. L'esempio classico di mediazione è la parola chiave.

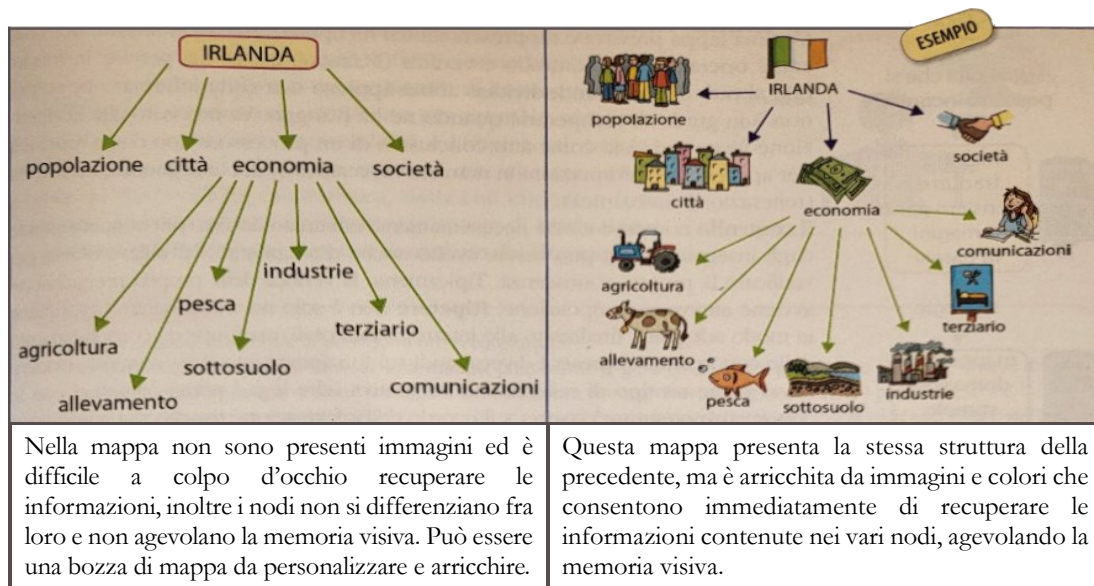


Figura 3.3

Lo sviluppo delle mappe non segue regole rigide, ma è essenziale tenere presente l'importanza di personalizzarle in base alle esigenze specifiche di ciascun individuo. Sollecitare riflessioni da parte dell'allievo può risultare particolarmente utile, poiché contribuisce a una comprensione più profonda di ciò che può essere di maggiore aiuto. Questo processo di coinvolgimento attivo favorisce l'identificazione delle strategie e degli elementi visivi che si adattano meglio alle esigenze individuali. Inoltre, coinvolgere l'allievo nel processo di progettazione delle mappe concettuali, potrebbe incrementare il senso di proprietà e la motivazione nell'utilizzarle come strumenti di apprendimento.

3.5 Quinta tappa recupero dei contenuti

L'ultima fase del processo educativo è rappresentata dal recupero delle informazioni, non solo come operazione di controllo e verifica, ma anche perché l'apprendimento vero e proprio implica la capacità di recuperare le conoscenze quando necessario. È importante sottolineare che la ripetizione viene considerata qui come l'atto conclusivo di un processo e non come un mezzo per apprendere informazioni in modo meccanico e transitorio (reiterazione meccanica). Diversi studi sulla memoria indicano che un tipo di ripetizione integrativa, che collega i

nuovi contenuti alle conoscenze pregresse, favorisce il ricordo delle informazioni rispetto alla ripetizione meccanica, in cui i contenuti appresi tendono a svanire nel tempo. È fondamentale considerare che, se l'allievo ha difficoltà nella strutturazione del discorso, significa che la mappa concettuale di riferimento potrebbe non essere sufficientemente funzionale all'obiettivo e quindi, necessita di essere modificata e arricchita per renderla più utile.

In questo contesto, l'aggiunta di domande o parole-stimolo sulle frecce della mappa, può facilitare l'avvio del discorso fornendo un vero e proprio incipit. Alcuni bambini con DSA, nonostante non abbiano disturbi di linguaggio, possono avere difficoltà nell'esprimersi, soprattutto nel riportare contenuti specialistici che richiedono sequenzialità e l'uso di termini specifici. Si dice infatti, che i dislessici ragionino "per immagini", rendendo necessaria una traduzione del pensiero per immagine al pensiero mediato dal linguaggio. Per l'esposizione orale di un argomento è molto utile basarsi su una mappa, possibilmente gerarchica, che includa parole chiave di ogni concetto, collegamenti ordinati fra le parti del contenuto, immagini evocative e associazioni personali. Inoltre, facilitare il recupero in memoria del lessico specifico, soprattutto attraverso le immagini, può essere di grande aiuto, riportando tale lessico nei nodi della mappa.

In conclusione, il percorso di apprendimento può essere analizzato attraverso una serie di tappe, consentendo di identificare le difficoltà che i bambini con DSA possono incontrare e come queste possono essere superate con strategie utili, utilizzando i loro punti di forza. Ci stiamo avvicinando sempre di più allo strumento che abbiamo immaginato per il metaverso, con l'obiettivo di facilitare e migliorare l'apprendimento dei bambini e ragazzi con Disturbi Specifici di Apprendimento.

IV. Il metaverso

Prima di esplorare il Metaverso, è fondamentale esplorare e comprendere il funzionamento del cervello, in particolare come esso integri la memoria e le sensazioni percepite per formare l'identità autobiografica. Le ricerche condotte dai coniugi e premi Nobel per la medicina May-Britt e Edvard I. Moser, forniscono preziosi contributi a tale comprensione, sottolineando che il cervello registra la memoria, fissa il ricordo di persone ed eventi, ne conserva le sensazioni e contribuisce a formare l'identità autobiografica, solo quando questi avvengono in luoghi precisi e ben definiti.

La condizione cruciale in questo processo è: il cervello deve riconoscere lo spazio in cui ci muoviamo. Per farlo utilizza i neuroni GPS (descritti dai coniugi Moser) che si attivano quando ci muoviamo in uno spazio riconoscibile. Questo meccanismo consente al cervello di associare le esperienze a luoghi specifici. In termini più semplici, potremmo dire che ci sentiamo lavoratori quando siamo sul posto di lavoro o ci identifichiamo come sportivi quando frequentiamo la palestra. Una volta che il cervello ha identificato lo spazio in cui ci muoviamo, deve combinare questa informazione con le percezioni sensoriali che riceve. Per fare questo crea una simulazione: una rappresentazione mentale che integra la memoria spaziale e le sensazioni, contribuendo così a formare l'identità autobiografica.

Ogni azione intrapresa è il risultato di una simulazione creata dal cervello, basata sulla percezione dei vari stimoli generati dal corpo all'interno di uno spazio definito. Consideriamo, ad esempio, il gesto di afferrare una penna: il cervello, consapevole che la penna si trova in uno spazio specifico, riconosce visivamente se è fatta di plastica o metallo e calcola la distanza che la mano deve percorrere per raggiungerla. Quando si deve afferrare la penna sul tavolo poco distante, il cervello inizia a simulare il movimento della mano che si allontana dal corpo e si avvicina alla penna. Durante questo processo elabora una sequenza di immagini che rappresenta il movimento della mano, partendo dalla sua posizione vicino al corpo

fino al momento in cui afferra la penna. Contemporaneamente, il cervello genera una percezione tattile, anticipando la sensazione di plastica o metallo a seconda del tipo di penna che sta per essere afferrata. La simulazione prodotta dal cervello si completa quando la mano prende effettivamente la penna e riconosce la sensazione tattile del materiale di cui è composta (plastica o metallo). Questo processo evidenzia la complessità e la precisione con cui il cervello crea simulazioni, per guidare le nostre azioni quotidiane in risposta agli stimoli ambientali.

1. Come funziona

Anche il metaverso è una simulazione che avviene integrando la realtà fisica, la realtà virtuale e la realtà aumentata/mista, mediante l'utilizzo di particolari strumenti come visori VR, tute speciali e altri accessori. In questo contesto il cervello percepisce di muoversi all'interno di uno spazio definito, attiva i neuroni GPS e sperimenta sensazioni che contribuiscono a formare una memoria e un'identità autobiografica legate all'esperienza. La fusione tra il mondo reale e quello virtuale è così stretta che l'avatar, rappresentazione digitale di noi stessi, coesiste con la nostra presenza. Quando ci muoviamo nello spazio fisico, l'avatar si muove con noi e se l'avatar viene toccato nel mondo digitale, avvertiamo la sensazione nel mondo reale e viceversa. L'impatto dell'esperienza è così significativo che i comportamenti possono essere profondamente condizionati. Questo tipo di esperienza non ha precedenti, superando ampiamente l'influenza esercitata fino ad ora dalla televisione. Mentre la televisione può influenzare opinioni e comportamenti umani, il metaverso ha il potenziale di rivoluzionare radicalmente la percezione di noi stessi. Questo rappresenta la vera rivoluzione!

Nelle videoconferenze regolarmente condotte, specialmente dopo l'avvento del COVID-19, attraverso strumenti bidimensionali (2D) come Zoom, Teams, Meet e altri, i neuroni GPS non vengono attivati e, di conseguenza, non si genera alcuna traccia di memoria né esperienza costruttiva di identità. In questo contesto, c'è una chiara ed evidente separazione dalla piattaforma. La percezione rimane

nitidamente ancorata al nostro ambiente fisico e non si verifica un coinvolgimento totale all'interno della riunione, a differenza di quanto accade durante la simulazione in ambienti di realtà virtuale. L'idea della realtà come simulazione ha radici antiche e, contemporaneamente, rappresenta una scoperta recentissima. La concezione che il nostro mondo, e tutto ciò che contiene, possa essere un'illusione è stata ampiamente esplorata nella letteratura e, ancor prima, nei miti:

- Platone sosteneva che la maggior parte degli uomini vive nell'illusione di considerare le ombre delle cose come le cose stesse⁵².
- Pedro Calderón de la Barca esprimeva l'idea che la vita è un sogno⁵³.
- Le Upanishad⁵⁴ vedevano il processo cosmico come il sogno di un Dio, mentre nel Buddismo si sostiene che viviamo in un universo illusorio creato da una forza magica chiamata Maya. Questa intuizione fondamentale è stata poi ripresa da parte della filosofia occidentale nell'Ottocento, come nel caso di Arthur Schopenhauer⁵⁵, il quale riteneva che il mondo che ci circonda esiste solo come rappresentazione⁵⁶.

La riflessione sull'illusione della realtà ha dunque attraversato diverse epoche e culture, rappresentando una tematica ricorrente che ha influenzato il pensiero filosofico e letterario nel corso della storia. La possibilità di accedere materialmente a “realtà virtuali” create dalla nostra mente, a mondi illusori in cui l'operatore-osservatore diventa attore, è diventata oggetto di indagine anche da parte della

⁵² Giovanni Salmeri, Agenda digitale (01/2022), *Il metaverso come la caverna di Platone? Il vero mondo è altrove*, nota un'analogia tra il progetto del metaverso e la caverna di Platone, non per considerare l'esperimento un passo ulteriore verso l'annebbiamento del senso della realtà (come molti affermano), ma per sostenere che noi ci troviamo già ora in un mondo illusorio come gli uomini incatenati nella caverna, mentre il digitale rappresenta solo un medium, un catalizzatore del rapporto con il sé, con gli altri e con il mondo.

⁵³ Pedro Calderón de la Barca (1600-1681), *La vida es sueño* (1635).

⁵⁴ Le Upaniṣad sono un insieme di testi religiosi e filosofici indiani composti in lingua sanscrita a partire dal IX-VIII secolo a.C. fino al IV secolo a.C.

⁵⁵ Arthur Schopenhauer, Danzica (PL), 1788 – Francoforte (DE), 1860. È stato un filosofo, orientalista e traduttore tedesco.

⁵⁶ A. Schopenhauer, *Il mondo come volontà e rappresentazione* (Die Welt als Wille und Vorstellung), Leipzig, 1819.

filosofia della scienza all'inizio degli anni '80 del Novecento⁵⁷. Questa riflessione è stata influenzata da precedenti considerazioni fornite da scienziati come Konrad Zuse⁵⁸, che aveva notato la corrispondenza tra la realtà fisica e il computer, in particolare tra il comportamento delle particelle digitali, dei bit e quello delle particelle subatomiche. Questo concetto giustificava, in modo più generale, la progressiva coincidenza tra la teoria dell'informazione e quella della fisica⁵⁹.

In questa prospettiva, la filosofia della scienza ha cominciato a esplorare l'idea che la nostra mente potrebbe creare realtà virtuali che vanno oltre la nostra percezione immediata, trasformando l'osservatore in un attore all'interno di mondi generati mentalmente. Queste riflessioni hanno contribuito a un dialogo più ampio tra la filosofia, la teoria dell'informazione e la fisica, aprendo la strada a nuove prospettive sulla natura della realtà e sulla nostra capacità di interagire con essa. Alla base di queste riflessioni si trova l'idea che la realtà non sia completamente oggettiva e che i nostri cervelli agiscano come enormi simulatori. La conferma scientifica di antiche tradizioni spirituali e delle intuizioni di fisici teorici come Zuse giunge solo recentemente. Esperimenti neuroscientifici hanno portato alla conclusione che la comprensione del mondo non è oggettiva e completa, bensì soggettiva e parziale: i nostri cervelli si stabilizzano su una frequenza della realtà,

⁵⁷ Si pensi a Tomás Maldonado, *Reale e virtuale*, Milano, 1992, che iniziò a studiare la virtualità nel contesto del sistema delle rappresentazioni visive della nostra civiltà a partire dalle sue radici storiche, facendo confluire molteplici contributi disciplinari, dalla filosofia della scienza alla storia dei mezzi di comunicazione, fino alle scienze cognitive.

⁵⁸ Konrad Zuse, Berlino (DE), 1910 – Hünfeld (DE), 1995. È stato un informatico e ingegnere tedesco, considerato come l'inventore del computer moderno.

⁵⁹ K. Zuse, *The Computing Universe*, in *International Journal of Theoretical Physics*, 21(6-7), -une, 1982, 589 ss. e, successivamente, E. Fredkin, *Digital Mechanics: An Informational Process Based on Reversible Universal Cellular Automata*, in *Physica*, 45, 1990, 254 ss., dalle cui riflessioni si ricava che l'informazione è il principio ultimo e definitivo della realtà, che il bit è il suo elemento costitutivo, l'*arché* immateriale alla sua base. Lo ricordano anche G.O. Longo - A. Vaccaro, *La nascita della filosofia digitale*, in *Mondo Digitale*, luglio 2014, n. 4, che aggiungono: «Al termine del convegno [dove Zuse presentò la sua teoria] erano tutti molto più convinti che l'asserzione "il Cosmo è un Grande Computer" non fosse da intendere come una semplice metafora, bensì come un valido strumento euristico». Cfr., anche N. Negroponte, *Being Digital*, New York, 1995.

escludendo le altre, sublimando la realtà oggettiva e filtrandola attraverso i propri parametri. In breve, i nostri cervelli creano un metaverso in cui vivere⁶⁰.

Oggi, il termine “metaverso” è utilizzato per descrivere uno spazio virtuale collettivo condiviso, creato dalla convergenza di una realtà virtuale (VR) immersiva e di una realtà fisica migliorata virtualmente (AR/MR). Questa scelta lessicale è felice poiché la preposizione greca “dopo”, “oltre”, “al di là” (meta) si inserisce perfettamente nell’ottica di promuovere l’idea di un mondo parallelo, cioè di una metafisica del reale. Metaverso, quindi, può essere inteso come “meta-realtà”, non nel senso di un aldilà della materia, ma piuttosto come una prospettiva al di là del modo in cui la nostra mente, collegata al cervello, comprende la materia. Il metaverso rappresenta forse un ulteriore passo nella comprensione dell’evoluzione dello spazio (fisico o digitale) che circonda l’utente, superando gli schemi tradizionali. La sua importanza non risiede tanto nel fatto che il mondo è cambiato, ma piuttosto sul fatto che la realtà digitale incide diversamente sui processi cerebrali di adattamento alla realtà.

Le funzioni dei neuroni specchio, dei neuroni GPS, delle reti di auto-attenzione e delle oscillazioni neuronali “interbrain” sono, per così dire, in gran parte “normalizzate” attraverso l’esperienza immersiva, percependo quella dimensione come un vero e proprio “luogo”⁶¹. Le realtà virtuali immersive, aumentate o miste⁶² pertanto, non sono semplicemente mondi aggiuntivi a quello

⁶⁰ Una conferma ci deriva peraltro proprio dall’utilizzo dei *bias* cognitivi e dalle euristiche, ovvero quei costrutti mentali fondati su una comprensione pregiudiziale della realtà che, pur rischiando di indurci in errore, sono attributi che ci consentono di arrivare a conclusioni rapide e prendere delle scelte. Per una ricognizione dei vari studi che hanno permesso di arrivare a questa conclusione l’editoriale “*Reality*” is constructed by your brain. Here’s what that means, and why it matters, pubblicato sul sito del Wu Tsai Neuroscience Institute della Stanford University.

⁶¹ Daria Grimaldi, Agenda Digitale (01/2022), *Il metaverso come viaggio dentro noi stessi*, afferma: «Il potere della presenza [...] è dato dalla capacità della realtà virtuale di prevedere i meccanismi simulativi della mente umana- così, applicando il concetto di presenza al funzionamento dei neuroni specchio, siamo in grado di distinguere tra noi e l’altro e generare delle interazioni sociali credibili».

⁶² Come già spiegato nel Capitolo I “Introduzione”, la realtà aumentata o mista è una tecnologia in cui il mondo reale viene “aumentato” attraverso l’aggiunta di elementi virtuali ed è utilizzata per arricchire l’esperienza utente aggiungendo elementi virtuali al mondo reale. Ad esempio, gli utenti potrebbero vedere informazioni aggiuntive su oggetti virtuali o interagire con oggetti virtuali in modo più realistico grazie alla tecnologia di realtà aumentata. Per un approfondimento, Roberto Moro Visconti - Andrea Cesaretti, *Il*

analogico, come avviene durante una conferenza su Meet o Zoom, in cui l'utente rimane nel mondo reale e comunica attraverso il mondo digitale. Esse sono piuttosto luoghi sostitutivi. Parafrasando Byung-Chul Han⁶³, nel metaverso ci troviamo nel crinale di passaggio tra l'era delle cose e l'era delle non-cose, dal momento che le informazioni, a mano a mano che la tecnologia grafica e simulativa si evolve, verranno sempre più percepite dal nostro io come veri e propri luoghi, come "cose" dunque, parte del mondo in cui l'uomo abita.

La rivoluzione del metaverso risiede nella sua capacità di alterare il modo in cui percepiamo la realtà. A differenza di Internet a due dimensioni, nel metaverso il nostro io dovrebbe tornare a percepire le "cose". Questo nuovo contesto richiede un approccio pragmatico e visionario simultaneamente, cioè la capacità di bilanciare ciò che è utile con ciò che ha senso. Le risposte sulla ragione e il significato delle cose possono emergere solo da una nuova filosofia delle forme. Non è un caso che già verso la fine degli anni '80, IBM assumesse anche laureati in filosofia per gestire le implicazioni dell'informatica. Nella realtà virtuale, questa filosofia delle forme prende vita sotto forma di forme sintetiche, simili o addirittura identiche a quelle fisiche, ma generate da processi di riproduzione. Non è solo un'operazione suggestiva, ma, parafrasando Walter B. S. Benjamin⁶⁴, si può parlare di realtà "nell'epoca della sua riproducibilità tecnica".

Anche senza considerare le numerose realtà prettamente ludiche, si pensi a programmi di gaming come Fortnite o alle piattaforme di socialità come Second Life o Spatial, che attualmente costituiscono le applicazioni più diffuse negli universi virtuali, gli utilizzi attuali e futuri sono principalmente rivolti ad attività integrative e migliorative dell'esperienza digitale non immersiva. Già in fase sperimentale sono in corso progetti di straordinaria utilità pratica, tra cui il

metaverso tra realtà digitale e aumentata: innovazione tecnologica e catena del valore, in *Diritto di Internet*, 3, 2022, 627 ss., secondo i quali il metaverso costituirebbe l'ideale estensione di Internet, cioè il suo potenziamento.

⁶³ Byung-Chul Han, Seul (KR), 1959. È un filosofo e docente sudcoreano che vive in Germania.

⁶⁴ Walter Bendix Schönflies Benjamin, Berlino (DE), 1892 – Portbou (ES), 1940. È stato un filosofo, scrittore, critico letterario e traduttore tedesco, pensatore eclettico che si è occupato di epistemologia, estetica, sociologia, misticismo ebraico e materialismo storico.

riconoscimento di oggetti e la formazione di specialisti nei campi meccanico o medico. In quest'ultimo ambito si sta sperimentando la possibilità di simulare interventi chirurgici, per fornire un'esperienza pratica agli specializzandi senza alcun rischio per i pazienti. Sempre nel settore sanitario, studi recenti hanno osservato che la realtà virtuale può essere impiegata per aiutare gli individui affetti da patologie legate alle relazioni, come autismo e agorafobia, o da ictus⁶⁵. Questi avanzamenti indicano il potenziale trasformativo della realtà virtuale nel migliorare le esperienze di apprendimento, formazione e assistenza sanitaria.

L'obiettivo principale sembra quello di sostituire una larga parte della realtà analogica con quella digitale. Di fronte a queste prospettive di sviluppo, sorgono dei quesiti a cui ora è difficile dare delle risposte. Ci si chiede se sia legittimo dare per scontato che alla base del metaverso ci sia un'evoluzione lineare, basata sull'ottimizzazione dei processi e delle realtà che già conosciamo o se questa esperienza aprirà un nuovo capitolo nel nostro rapporto, non solo con il digitale, ma con l'intera realtà analogica. In altre parole, dobbiamo chiederci se ci sono innovazioni imprevedibili, applicazioni e opportunità inimmaginabili da considerare, proprio come è accaduto con la rivoluzione digitale causata da Internet, che ha cambiato il mondo così come lo conosciamo. Queste domande richiamano l'attenzione sulla necessità di esplorare in modo critico e aperto le potenzialità del metaverso, senza dare per scontate le direzioni future e considerando la possibilità di cambiamenti radicali e imprevedibili, nella concezione attuale della realtà.

2. Dimostrazioni

La rappresentazione del corpo da parte del cervello è suscettibile di rapidi cambiamenti, nonostante solitamente consideriamo i nostri corpi come

⁶⁵ È la sperimentazione promossa dall'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Parma e coordinata dal Centro Cardinal Ferrari - Santo Stefano Riabilitazione (Gruppo Kos) e dall'istituto Clinico Quarenghi di San Pellegrino Terme, che permetterà di valutare i tempi di reazione, ma anche di stimolare la loro mobilità.

relativamente fissi e stabili. Un esempio di ciò è emerso attraverso ricerche che hanno dimostrato che un corpo a grandezza naturale, percepito nella realtà virtuale come sostitutivo del corpo reale del partecipante, può essere avvertito come se fosse il proprio. Inoltre, il tipo di corpo virtuale può influenzare comportamenti percettivi, attitudinali e comportamentali. È stato dimostrato che ci possono essere cambiamenti anche nei processi cognitivi e, soprattutto, nel funzionamento esecutivo.

Un esperimento ha coinvolto quindici partecipanti maschi, “incarnandoli” in un corpo virtuale associato a super-intelligenza (Albert Einstein)⁶⁶, mentre altri quindici in un corpo virtuale “normale” di età simile alla loro. I partecipanti incarnati nel corpo di Einstein hanno ottenuto risultati migliori in un compito cognitivo rispetto a quelli nel corpo “normale”, considerando la capacità cognitiva precedente (QI), con miglioramenti particolarmente evidenti tra coloro con bassa autostima. L’incarnazione delle persone in un corpo virtuale fortemente associato a capacità intellettive elevate, come nel caso di Albert Einstein, ha suggerito che avrebbe potuto comportare miglioramenti nelle capacità cognitive. Ci sono evidenze recenti che indicano che il tipo di corpo posseduto può influenzare cambiamenti oltre quelli percettivi, attitudinali e comportamentali, estendendosi anche all’elaborazione cognitiva. L’incarnazione nel corpo di Einstein ha anche ridotto i pregiudizi impliciti nei confronti delle persone anziane. Pertanto, la manipolazione della percezione del corpo virtuale può essere sfruttata per migliorare il funzionamento esecutivo e influenzare positivamente gli atteggiamenti e i comportamenti degli individui.

È stato evidenziato che è abbastanza semplice indurre in individui sani, l’illusione percettiva che un oggetto o una falsa parte del corpo sia parte del proprio corpo (un’illusione di proprietà del corpo), illustrando la sorprendente plasticità della rappresentazione corporea del cervello. Un esempio noto di questa plasticità

⁶⁶ Albert Einstein, Ulma (DE), 1879 – Princeton (USA), 1955. È stato un fisico tedesco naturalizzato svizzero e statunitense, generalmente considerato il più importante fisico del XX secolo.

del cervello è l'illusione della mano di gomma (RHI, Rubber Hand Illusion). Nell'RHI, picchiare e accarezzare una mano di gomma posizionata in modo anatomicamente plausibile su un tavolo di fronte a una persona, insieme al tocco sincronizzato sulla mano reale occlusa, induce l'illusione che la mano di gomma sia la propria. Questa illusione può essere oggettivamente misurata attraverso la "deriva propriocettiva": quando viene chiesto di puntare ciecamente verso la propria mano, i partecipanti punteranno più spesso verso la mano di gomma che verso la mano reale. Inoltre, se la mano di gomma è minacciata, si osservano forti risposte fisiologiche e corticali in risposta alla percezione della minaccia. Questa illusione è stata estesa anche alla realtà virtuale immersiva (VR), dove un braccio virtuale viene visto in 3D stereo come se emergesse dalla spalla reale del partecipante. In questo contesto, una minaccia alla mano virtuale induce risposte motorie, compresa l'attivazione della corteccia motoria. Inoltre, è stato dimostrato che è possibile suscitare l'illusione della proprietà di un intero corpo.

La manipolazione sperimentale consisteva nel vedere un corpo diverso da se stessi dalla prospettiva in prima persona (1PP) mentre si veniva sottoposti a stimoli visivi e tattili sincronizzati. È stato usato un manichino a grandezza naturale, piuttosto che il corpo di un'altra persona, per escludere discrepanze tra piccoli movimenti involontari (ad esempio la respirazione). Per fornire la prospettiva visiva in prima persona dell'altro corpo, due telecamere a circuito chiuso sono state posizionate su un manichino maschile, in modo tale che ciascuna registrasse gli eventi dalla posizione corrispondente a uno degli occhi del manichino. Una serie di visori montati sulla testa (HMD, Head-Mounted Display) collegati alle telecamere è stata indossata dai partecipanti e collegata in modo tale che le immagini delle videocamere sinistra e destra fossero presentate rispettivamente sui display dell'occhio sinistro e destro, fornendo una vera immagine stereoscopica. Ai partecipanti è stato chiesto di inclinare la testa verso il basso come se stessero

guardando i loro corpi. I partecipanti hanno guardato il corpo del manichino dove si aspettavano di vedere il proprio⁶⁷.

Questi risultati evidenziano un alto grado di plasticità cerebrale nella rappresentazione del nostro corpo. È interessante notare che il tipo di corpo virtuale può indurre cambiamenti percettivi, attitudinali e comportamentali nei partecipanti sperimentali, un fenomeno noto come Effetto Proteus (Proteus Effect)⁶⁸. Ad esempio, quando gli adulti sono incarnati in un corpo virtuale più piccolo, tendono a sovrastimare le dimensioni degli oggetti, inoltre, se il corpo virtuale rappresenta quello di un bambino, si osservano atteggiamenti impliciti e cambiamenti comportamentali orientati verso comportamenti più infantili.⁶⁹

3. Miglioramenti nell'elaborazione cognitiva

La generalizzazione della proprietà del corpo a capacità di livello superiore, ottenuta attraverso l'associazione del sé agli attributi del nuovo corpo trasformato, sembra consentire ai partecipanti di accedere a risorse mentali normalmente inaccessibili a causa dei loro modi familiari di pensare a se stessi. Questo processo ha portato a prestazioni migliorate nei compiti cognitivi. Nel caso specifico dell'incarnazione nel corpo virtuale di Einstein, i partecipanti hanno dimostrato migliori prestazioni in un compito TOL (Test di Logica)⁷⁰, il quale è stato collegato all'intelligenza fluida. Interessante è il fatto che le prestazioni di risoluzione dei problemi dei partecipanti erano associate a una misura del QI e ai punteggi di autostima, e queste associazioni variavano a seconda della condizione di

⁶⁷ Valeria I. Petkova, and H. Henrik Ehrsson (02/2008), *If I were you: perceptual illusion of body swapping*, PLoS ONE 3:e3832. doi: 10.1371/journal.pone.0003832.

⁶⁸ Proteus Effect (Yee & Bailenson, 2007): deve il suo nome a una divinità greca in grado di mutare forma a suo piacimento. Il Proteus Effect descrive il fenomeno per il quale il comportamento di un individuo si modifica sulla base delle caratteristiche del proprio corpo virtuale: se un individuo crede che gli altri si aspettino una determinata condotta in considerazione dell'aspetto del proprio avatar, è probabile che lui/lei si comporti in linea con tali aspettative.

⁶⁹ Nick Yee, Jeremy N. Bailenson (2007), *The proteus effect: the effect of transformed self-representation on behavior*, Hum. Commun. Res. 33, 271-290. doi: 10.1111/j.1468-2958.2007.00299.x.

⁷⁰ Tower of London, è un test progettato per valutare il funzionamento esecutivo e, in particolare, le capacità di pianificazione e risoluzione dei problemi.

incarnazione (Einstein vs. Normale). Ciò suggerisce che l'esperienza di incarnazione in un corpo associato a capacità cognitive elevate può influenzare positivamente non solo le prestazioni cognitive, ma anche la percezione di sé e la valutazione delle proprie abilità.

Lazar Stankov⁷¹ suggerisce che individui con punteggi più alti di intelligenza o maggiori abilità generale, potrebbero ottenere risultati peggiori in compiti semplici a causa della bassa eccitazione o noia. Questo è interessante perché suggerisce che la relazione tra intelligenza e prestazioni cognitive, può variare in base al livello di sfida o stimolo fornito dal compito. Se un compito è troppo semplice o prevedibile, gli individui più intelligenti potrebbero sentirsi annoiati, riducendo la loro motivazione e sforzo nell'eseguire il compito, con conseguente diminuzione delle prestazioni. D'altra parte, in compiti più impegnativi o imprevedibili, la relazione tra intelligenza e prestazioni cognitive potrebbe essere positiva, poiché gli individui più intelligenti potrebbero essere maggiormente motivati e impegnati nel compito. In sintesi, il contesto e la natura del compito possono influenzare la relazione tra intelligenza e prestazioni cognitive, suggerendo che la noia o la mancanza di stimolo possono giocare un ruolo significativo in questo rapporto complesso. Una spiegazione analoga potrebbe essere applicata ai risultati pregressi.

Nonostante la parità di natura del compito nelle condizioni sperimentali e di controllo, la variazione principale risiedeva nella tipologia di corpo sperimentata dai partecipanti. Coloro che, nella condizione di controllo si sono visti rappresentati da un corpo giovane, con caratteristiche fisiche possibilmente simili alle proprie, senza alcun grado aggiuntivo di eccitazione durante la sessione sperimentale, congiuntamente alla relativa semplicità del compito, potrebbe aver suscitato un interesse limitato, influenzando così negativamente le loro prestazioni. In contrasto, i partecipanti alla condizione sperimentale sono stati confrontati con

⁷¹ Lazar Stankov, È uno psicologo e accademico australiano noto per il suo lavoro nel campo dell'intelligenza e della psicologia educativa.

una nuova e significativa testimonianza dell'identità personale: "Io sono Einstein". Questa dimostrazione, tutt'altro che insignificante, si associa alla concetto di "super-intelligenza". L'osservarsi nella veste di Einstein potrebbe aver incanalato i partecipanti verso un livello più elevato delle loro capacità cognitive, quasi ad essere in sintonia con la propria celebrità acquisita, determinando un miglioramento nelle prestazioni complessive del compito.

4. Miglioramenti dello stato emotivo e dell'autostima

Un'altra domanda interessante è come l'autostima possa aver influito sulle performance compiute nei compiti durante la condizione di Einstein. Nello specifico, è emerso che i punteggi di autostima erano correlati negativamente alle performance dei compiti per i partecipanti incarnati come Einstein. Tale correlazione inversa è derivata dall'osservazione che la variazione delle performance (dscore) è stata più pronunciata tra i partecipanti con bassa autostima, mentre tra coloro con un alto livello di autostima si sono verificati minimi cambiamenti nelle performance. In altre parole, vi è stata un aumento nei punteggi TOL per coloro con bassa autostima, mentre per quelli con alta autostima le performance hanno subito scarse alterazioni.

Ricerche antecedenti hanno già dimostrato come un maggiore livello di autostima sia generalmente associato a una miglior salute mentale e fisica^{72 73 74}. Diverse tecniche cliniche e programmi standard di potenziamento dell'autostima vengono ampiamente impiegati per favorire il miglioramento dell'autostima, comprese attività che coinvolgono l'apprendimento di tecniche di approvazione e accettazione sociale, così come l'assunzione di prospettive. L'elemento distintivo

⁷² S. E. Taylor, J. D. Brown (1988), *Illusion and well-being: a social psychological perspective on mental health social cognition, reality, and illusion*, Psychol. Bull. 103, 193–210. doi: 10.1037/0033-2909.103.2.193.

⁷³ R. F. Baumeister, J. D. Campbell, J. I. Krueger, K. D. Vohs (2003), *Does high self-esteem cause better performance, interpersonal success, happiness or healthier lifestyle?* Psychol. Sci. Public Interest 4, 1–44. doi: 10.1111/1529-1006.01431.

⁷⁴ S. E. Taylor, J. S. Lerner, D. K. Sherman, R. M. Sage, N. K. McDowell (2003), *Portrait of the self-enhancer: well adjusted and well liked or maladjusted and friendless?* J. Pers. Soc. Psychol. 84, 165–176. doi: 10.1037/0022-3514.84.1.165.

risiede nel fatto che l'incarnazione virtuale suscita un'illusione percettiva di proprietà del corpo, senza richiedere ai partecipanti di immaginare come sarebbe avere un corpo diverso, ma piuttosto offrendo loro l'opportunità di sperimentare direttamente tale condizione. Di conseguenza, si potrebbe avanzare l'ipotesi che conferire ai partecipanti l'esperienza di essere Einstein potrebbe comportare maggiori benefici sulle prestazioni cognitive, per coloro che presentano margini di miglioramento, come ad esempio coloro con bassa autostima. Inoltre, considerando che Einstein è generalmente ritenuto una personalità socialmente approvata e altamente accettata, si potrebbe argomentare che ciò conduca a un potenziamento dell'autostima nelle persone con bassa autostima. Questo, a sua volta, potrebbe riflettersi in migliori prestazioni cognitive.

Questi cambiamenti, che il tipo di corpo sembra portare, possono anche applicarsi a livelli più elevati di elaborazione cognitiva, piuttosto che solo a livello percettivo e comportamentale. In uno studio descritto da Sofia A. Osimo⁷⁵, le persone sono state incarnate in un corpo virtuale che rappresentava un famoso counselor, il dottor Sigmund Freud⁷⁶, o in alternativa una rappresentazione virtuale di se stesse. È emerso che una forte illusione di proprietà del corpo, quando il corpo del consulente era il dottor Freud, consentiva loro di trovare una soluzione più soddisfacente a un problema personale e influenzava positivamente il loro umore rispetto a quando il consulente era un duplicato di se stessi. Essere incarnati come Freud ha avuto un impatto che va oltre l'essere incarnati come una copia di se stessi, suggerendo che alcuni attributi cognitivi di un famoso terapeuta potrebbero essere stati mappati sui partecipanti.

Nel caso specifico dell'incarnazione in un corpo virtuale raffigurante Sigmund Freud, l'illusione di proprietà del corpo ha avuto un impatto positivo sull'umore e la felicità dei partecipanti dopo l'esperienza. Inoltre, hanno dimostrato

⁷⁵ Sofia Adele Osimo, Milano (IT), 1989. È una psicologa ad indirizzo sistemico relazionale.

⁷⁶ Sigmund Schlomo Freud, noto come Sigmund Freud, Příbor (CZ), 1856 – Londra (GB), 1939. È stato un neurologo, psicoanalista e filosofo austriaco, fondatore della psicoanalisi, la più antica tra le correnti della psicologia dinamica.

di essere in grado di trovare soluzioni più soddisfacenti a problemi personali, rispetto a coloro che hanno sperimentato un corpo di controllo (rappresentazione virtuale di se stessi). Questi risultati sono stati spiegati dagli autori, attraverso l'attivazione dei meccanismi di assunzione della prospettiva e del concetto di "sé". Gli studi sulla rappresentazione corporea hanno evidenziato l'impatto del proprio corpo sullo stato emotivo e sull'autostima, con i partecipanti che riportano sensazioni più positive e un incremento dell'autostima.

Nelle ricerche condotte da Sofia A. Osimo e Ana Tajadura-Jiménez⁷⁷, i partecipanti hanno riferito di provare una maggiore felicità dopo aver sperimentato l'incarnazione rispettivamente nel corpo del dottor Sigmund Freud o in un corpo di bambino rispetto ai gruppi di controllo. Tuttavia, non sono stati registrati dati specifici sull'autostima in questi studi. È riconosciuto che un possibile aumento dell'autostima potrebbe influenzare anche i livelli di stress dei partecipanti, come evidenziato in studi precedenti. Inoltre, è stato dimostrato che lo stress può compromettere le capacità cognitive, compresa l'attenzione selettiva, la memoria di lavoro e le abilità di risoluzione dei problemi, sia verbali sia visive^{78 79 80 81}. Pertanto, potrebbe essere ipotizzato che l'incarnazione nel corpo di un autorevole scienziato, abbia potuto aumentare la fiducia in se stessi nei partecipanti con bassa autostima, riducendo così lo stress associato al compito e portando a prestazioni cognitive migliori.

È essenziale sottolineare che, pur senza poter dedurre conclusioni definitive sull'aumento dell'autostima, della motivazione, dell'umore o dei livelli di stress sulla

⁷⁷ Ana Tajadura-Jimenez, Madrid (ES). È professoressa associata presso l'UC3M e ricercatrice associata onoraria presso l'University College London Interaction Center (UCLIC).

⁷⁸ G. Keinan, N. Friedland, Y. Ben-Porath (1987), *Decision making under stress: scanning of alternatives under physical threat*, Acta Psychol. 64, 219–228. doi: 10.1016/0001-6918(87)90008-4.

⁷⁹ H. Braunstein-Bercovitz, I. Dimentman-Ashkenazi, R. E. Lubow (2001), *Stress affects the selection of relevant from irrelevant stimuli*, Emotion 1, 182–192. doi: 10.1037/1528-3542.1.2.182.

⁸⁰ M. Luethi (2008), *Stress effects on working memory, explicit memory, and implicit memory for neutral and emotional stimuli in healthy men*, Front. Behav. Neurosci. 2:5. doi: 10.3389/neuro.08.005.2008.

⁸¹ C. Tiferet-Dweck, M. Hensel, C. Kirschbaum, J. Tzelgov, A. Friedman, M. Salti (2016), *Acute stress and perceptual load consume the same attentional resources: a behavioral-ERP study*, PLoS ONE 11:e0154622. doi: 10.1371/journal.pone.0154622.

base di questi dati, i risultati ottenuti potrebbero essere correlati all'esperienza di una maggiore auto-rassicurazione, purché si tenga conto del ruolo cruciale del corpo. Questa interpretazione trova un certo sostegno nel fatto che si sono verificati cambiamenti nelle prestazioni cognitive esclusivamente nei partecipanti alla condizione sperimentale, e solo tra coloro con bassa autostima. Come precedentemente suggerito, poiché in questa condizione il “sé” è associato a Einstein, ciò concede ai partecipanti l'accesso a risorse mentali interne, che potrebbero essere connesse a quel corpo e altrimenti rimarrebbero inaccessibili.

Non è possibile dedurre che simili cambiamenti si verificherebbero se fossero testate diverse abilità cognitive. Infatti, non è chiaro se l'incarnazione come Einstein abbia un effetto specifico sull'elaborazione cognitiva legata esclusivamente alla risoluzione dei problemi o se tale effetto possa trasferirsi a diverse funzioni cognitive o aree di competenza. Pertanto, ulteriori compiti dovrebbero essere esaminati e valutati al fine di controllare e comprendere questi effetti in modo più approfondito. Certamente, non si può affermare con certezza ma si può esplorare se l'incarnazione in un corpo diverso, indipendentemente dalla prestigiosa personalità rappresentata, possa fornire alle persone l'accesso a nuove conoscenze (ad esempio nella meccanica quantistica o nella fisica). Tuttavia, è possibile che tale esperienza renda le persone più propense ad acquisire nuove conoscenze. Sono indubbiamente necessarie ulteriori ricerche, per comprendere appieno i contributi della proprietà del corpo a questi effetti. Ad esempio, studi precedenti hanno evidenziato che l'esperienza di interazione con i movimenti del corpo virtuale, rappresenta un elemento essenziale affinché l'illusione si rifletta in atteggiamenti comportamentali, percettivi e impliciti^{82 83 84}.

⁸² D. Banakou, R. Groten, M. Slater (2013), *Illusory ownership of a virtual child body causes overestimation of object sizes and implicit attitude changes*, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 110, 12846–12851. doi: 10.1073/pnas.1306779110.

⁸³ S. A. Osimo, R. Pizarro, B. Spanlang, M. Slater (2015), *Conversations between self and self as sigmund freud—a virtual body ownership paradigm for self counselling*, Sci. Rep. 5:13899. doi: 10.1038/srep13899.

⁸⁴ D. Banakou, M. Slater (2017), *Embodiment in a virtual body that speaks produces agency over the speaking but does not necessarily influence subsequent real speaking*, Sci. Rep. 7:14227. doi: 10.1038/s41598-017-14620-5.

È emerso che la semplice proprietà del corpo da sola, non è sufficiente a spiegare gli effetti collaterali comportamentali; è necessario che la proprietà del corpo sia principalmente indotta dalla sincronia visuo-motoria⁸⁵, tra i movimenti dei partecipanti e i movimenti del corpo virtuale, sempre nel contesto di 1PP (prima persona) sul corpo virtuale. L'idea che la presenza nel corpo sia il risultato di diverse simulazioni incarnate, i concetti siano simulazioni incarnate e la realtà virtuale sia una tecnologia incarnata, suggerisce un nuovo approccio. Questo nuovo approccio potrebbe essere la possibilità di alterare l'esperienza del corpo e facilitare la modellazione cognitiva, attraverso la progettazione di ambienti virtuali mirati. Questi ambienti sarebbero capaci di simulare sia il mondo esterno sia quello interno, aprendo la strada a potenziali sviluppi nell'integrazione tra la realtà virtuale e la comprensione della mente e del corpo.

Un aspetto cruciale da considerare è il grado di “presenza” offerto dall'esperienza virtuale. La realtà virtuale offre agli individui un luogo digitale nel quale possono immergersi e vivere un'esperienza sintetica, ma realistica. Alcuni scienziati hanno suggerito che la realtà virtuale possa essere concepita come un sistema immaginale avanzato^{86 87}: una forma evoluta di immaginazione, efficace quanto la realtà nel suscitare esperienze ed emozioni. Questa forma di autoriflessione offre un livello di prevedibilità e controllo superiore rispetto alla realtà, ma allo stesso tempo superiore a quanto fornito dalla memoria e dall'immaginazione.

⁸⁵ Le abilità visuo-motorie si riferiscono alla capacità di coordinare i movimenti del corpo con l'elaborazione visiva delle informazioni. Queste abilità sono essenziali per molte attività quotidiane, tra cui la scrittura, la lettura, il gioco e le attività sportive.

⁸⁶ F. Vincelli, G. Riva, *Virtual reality as a new imaginative tool in psychotherapy*, *Studies in Health Technology & Informatics* 2000; 70:356–358.

⁸⁷ G. Riva, E. Molinari, F. Vincelli., *Interaction and presence in the clinical relationship: virtual reality (VR) as communicative medium between patient and therapist*, *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* 2002; 6:198–205.

5. Metaverso come tecnologia simulativa

Un'ipotesi sempre più diffusa, nota come codifica predittiva^{88 89}, postula che il cervello mantenga attivamente un modello interno (simulazione) del corpo e dello spazio circostante. Tale simulazione si prefigge di generare previsioni relative agli input sensoriali attesi, cercando simultaneamente di minimizzare gli errori di previsione o sorpresa. Uno dei principi fondamentali sottesi alla codifica predittiva afferma che, al fine di regolare e controllare efficacemente il corpo nell'ambiente circostante, il cervello sviluppa una simulazione incarnata del corpo stesso all'interno del mondo. Questa simulazione si caratterizza per due elementi principali. In primo luogo, consiste in una rappresentazione simulata di esperienze senso-motorie, comprensiva di informazioni viscerali/autonomiche (interocettive), motorie (proprioceettive) e sensoriali (ad esempio, visive e uditive). In secondo luogo, le simulazioni incarnate riattivano le reti neurali multimodali che previamente hanno prodotto gli effetti simulati o attesi.

Questo approccio alla codifica predittiva non si limita alle sole azioni, ma si estende anche a concetti ed emozioni. In particolare, un concetto è costituito da un insieme di “modelli” multimodali di attività, distribuiti tra diverse popolazioni di neuroni nelle aree motorie, somatosensoriali⁹⁰, limbiche⁹¹ e frontali⁹², al fine di facilitare il raggiungimento di un determinato obiettivo. La simulazione di un concetto implica quindi la sua evocazione in specifiche regioni cerebrali corrispondenti alle modalità coinvolte. Inoltre, il cervello fa uso dei concetti di emozione per classificare le sensazioni. Conformemente a quanto sottolineato da

⁸⁸ K. Friston, *The free-energy principle: a unified brain theory?*, Nature Reviews Neuroscience 2010; 11:127–138.

⁸⁹ A. Clark, *Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science*, Behavioral & Brain Sciences 2013; 36:181–204.

⁹⁰ Il sistema somatosensoriale ci permette di percepire tatto, pressione, temperatura, dolore, attraverso le fibre sensitive che si trovano, in quantità differenti, in tutto l'organismo.

⁹¹ Il sistema limbico agisce nell'integrazione dell'olfatto e della memoria a breve termine; svolge funzioni importanti in relazione alle emozioni, all'umore e al senso di autocoscienza.

⁹² La parte anteriore del cervello (lobi frontali) è deputata all'organizzazione del movimento (aree motorie primarie, supplementari e premotorie) e alla pianificazione del comportamento motorio complesso nel tempo (area prefrontale).

Lisa F. Barrett⁹³, il cervello costruisce il significato anticipando, prevedendo e adattandosi correttamente alle sensazioni in arrivo. Le sensazioni vengono categorizzate in modo da risultare utilizzabili e significative, basandosi sull'esperienza pregressa. Quando le esperienze emotive precedenti, come ad esempio la felicità, vengono impiegate per classificare la gamma sensoriale prevista e guidare l'azione, si sperimenta o si percepisce quella stessa emozione (felicità). In questa prospettiva, la sensazione di presenza in uno spazio può essere interpretata come uno strumento evolutivo, utilizzato per tracciare la differenza tra le sensazioni previste e quelle provenienti dal mondo sensoriale, sia esternamente che internamente.

La realtà virtuale opera in modo analogo, sfruttando la tecnologia informatica per creare un ambiente simulato che gli individui possono manipolare ed esplorare, come se fossero fisicamente immersi in esso. In modo simile al cervello, il sistema VR mantiene attivamente un modello (simulazione) del corpo e dello spazio circostante. Questo modello è essenziale per prevedere e anticipare le conseguenze sensoriali dei movimenti dell'utente nel mondo virtuale. L'hardware VR monitora il movimento dell'utente, mentre il software VR regola le immagini sul display dell'utente, per riflettere le variazioni causate dal movimento nello spazio virtuale. Allo stesso modo in cui il cervello predice le esperienze sensoriali attese, il sistema VR utilizza la simulazione per fornire, tramite l'hardware VR, gli input sensoriali previsti. Per garantire un'esperienza realistica, il modello VR cerca di emulare il modello cerebrale il più fedelmente possibile, poiché la somiglianza tra il modello VR e quello cerebrale contribuisce a intensificare la sensazione di presenza dell'individuo nel mondo virtuale.

⁹³ Lisa Feldman Barrett, Toronto (CA), 1963. è un'illustre professoressa universitaria di psicologia presso la Northeastern University di Boston, dove si concentra sulla scienza affettiva.

6. Metaverso come “embodied technology”

“Embodied technology” può essere tradotto come tecnologia incarnata o anche come tecnologia integrata o incorporata. Si riferisce a tecnologie che sono integrate o incorporate nel corpo umano o in oggetti fisici. Questo concetto si concentra sull’interazione diretta tra il corpo umano e la tecnologia, cercando di integrare dispositivi tecnologici nel nostro ambiente quotidiano in modo più naturale e intuitivo. Questa integrazione può comprendere dispositivi indossabili, come visori VR/AR/MR, impianti embedded, protesi avanzate e altre tecnologie che interagiscono direttamente con il corpo umano. L’obiettivo principale della tecnologia incorporata è creare un’interazione più fluida e integrata tra l’uomo e la macchina, migliorando l’esperienza utente e offrendo nuove possibilità di interazione.

La realtà virtuale costituisce una forma di tecnologia incarnata (embodied technology) in virtù della sua capacità di alterare l’esperienza corporea. Tuttavia, il corpo non è semplicemente un oggetto come gli altri; esso possiede uno stato speciale. La percezione corporea avviene in modo multisensoriale, coinvolgendo sia la percezione esterna (esterocezione, che riguarda la percezione corporea attraverso i sensi) che quella interna (corpo interno, che include l’interocezione, ovvero il senso delle condizioni fisiologiche del corpo), la percezione della posizione del corpo/segmenti corporei tramite l’input vestibolare, la percezione del movimento corporeo (propriocezione) e la memoria. Questo si applica anche al codice simulativo impiegato dal cervello per la creazione di concetti, come precedentemente evidenziato, poiché esso integra informazioni viscerali/autonome (interocezione), motorie (propriocezione) e sensoriali (visive e uditive).

Considerando che i concetti sono simulazioni incarnate e la realtà virtuale rappresenta una tecnologia incarnata, emerge la possibilità di agevolare la modellazione e il cambiamento cognitivo progettando ambienti virtuali mirati, in

grado di influenzare i concetti sia dall'esterno che dall'interno. Tuttavia, al momento, la simulazione del corpo interno risulta più limitata rispetto all'ambiente esterno. La tecnologia VR attuale dimostra un'elevata efficacia nel replicare le caratteristiche esteroceettive (esterne) del corpo mediante la vista e l'udito, ma mostra una minore efficacia nel replicare gli altri sensi (come il tatto e l'olfatto). Si rileva una parziale efficacia nella riproduzione delle caratteristiche propriocettive (motorie) del corpo attraverso tecnologie tattili, ma non si è ancora raggiunta la capacità di replicare completamente le caratteristiche interoceettive/ vestibolari (interne) del corpo.

Recentemente, Giuseppe Riva⁹⁴ et al. hanno presentato il concetto di “sonocezione” (sonoception.com)⁹⁵, un nuovo paradigma tecnologico non invasivo che si basa su trasduttori acustici e vibrotattili indossabili. Questo approccio emerge come una possibile strategia per strutturare, potenziare e/o sostituire il contenuto del corpo interno. La peculiarità di tale approccio risiede nella sua capacità di modulare la percezione interna del corpo, includendo l'interocezione, la proprioccezione e l'input vestibolare. Ciò viene ottenuto attraverso la stimolazione dei meccanoceettori in diverse parti del corpo, come lo stomaco, il cuore e i muscoli, nonché degli organi otoliti⁹⁶ del sistema vestibolare.

La matrice corporea delinea la collocazione del sé, identificando il corpo che il nostro cervello riconosce come la sua sede più probabile. Come evidenziato da Matthew A. J. Apps⁹⁷ e Manos Tsakiris⁹⁸, la rappresentazione mentale delle caratteristiche fisiche del sé è anch'essa di natura probabilistica. In altre parole, il

⁹⁴ Giuseppe Riva, è professore ordinario di psicologia generale e psicologia della comunicazione presso l'Università Cattolica di Milano, Italia e ricercatore capo del laboratorio di tecnologie applicate alla neuropsicologia - ATN-P Lab., Istituto Auxologico Italiano, Verbania, Italia, <https://www.giusepperiva.com/>.

⁹⁵ Sonoception: the use of sound, pressure and vibration to simulate/stimulate our Internal Reality, <https://www.sonoception.com/>.

⁹⁶ Gli otoliti, sono dei cristalli di carbonato di calcio, contenuti all'interno di strutture presenti nella porzione interna dell'orecchio.

⁹⁷ Matthew A. J. Apps, Laboratory of Action and Body, Department of Psychology, Royal Holloway, University of London, UK. Electronic address: m.apps@rhul.ac.uk.

⁹⁸ Manos Tsakiris, Laboratory of Action and Body, Department of Psychology, Royal Holloway, University of London, UK. Electronic address: manos.tsakiris@rhul.ac.uk.

proprio corpo è quello che ha la probabilità più elevata di essere identificato come “me stesso”, poiché altri oggetti hanno, in modo probabilistico, una minore probabilità di generare input sensoriali simili. In sintesi, l’ipotesi dell’esistenza di un “sé” emerge come la spiegazione più parsimoniosa e accurata per gli input sensoriali ricevuti.

Se la sensazione di presenza nel corpo è il risultato di diverse simulazioni incarnate e la realtà virtuale rappresenta una tecnologia di simulazione, emerge la possibilità di modificare l’esperienza del corpo attraverso la progettazione di ambienti virtuali mirati. In questa prospettiva, la realtà virtuale può essere definita come una “embodied technology” (tecnologia incarnata). Come osservato da Riva et al., l’utilizzo della realtà virtuale consente ai soggetti di percepire l’ambiente sintetico come se fosse il “loro mondo circostante” (incarnazione: il corpo fisico si trova all’interno di un ambiente virtuale) oppure di sperimentare i propri avatar sintetici come se fossero il “loro proprio corpo” (incarnazione: il corpo fisico è sostituito da quello virtuale). In altre parole, la realtà virtuale è in grado di influenzare i meccanismi di codifica predittiva utilizzati dal cervello, generando la sensazione di presenza sia in un corpo virtuale e sia nello spazio digitale circostante.

Finora, la realtà virtuale è stata impiegata principalmente per simulare la realtà esterna, creando una sensazione di “realtà” in un ambiente che fisicamente non esiste. Tuttavia, la capacità della realtà virtuale di ingannare i meccanismi di codifica predittiva, regolanti l’esperienza del corpo, apre la possibilità di rendere “reali” persone che fisicamente non esistono. In altre parole, la realtà virtuale può offrire nuovi modi incarnati per valutare il funzionamento del cervello, agendo direttamente sui processi alla base dei comportamenti nel mondo reale. La realtà virtuale, e in futuro il metaverso, potrebbero costituire il nucleo di un nuovo campo di ricerca transdisciplinare: la medicina incarnata. Tale disciplina si prefigge di utilizzare tecnologie avanzate per alterare la matrice corporea, con l’obiettivo primario di migliorare la salute e il benessere delle persone. Questo approccio innovativo potrebbe aprire nuove prospettive per la comprensione e il trattamento

di varie condizioni mediche, sfruttando le potenzialità della realtà virtuale come strumento per influenzare direttamente i processi corporei.

Quindi, come abbiamo già visto, secondo le neuroscienze il cervello, al fine di regolare e controllare efficacemente il corpo nel mondo, genera una simulazione incarnata del corpo all'interno dell'ambiente circostante. Tale simulazione è impiegata per rappresentare e anticipare azioni, concetti ed emozioni. In particolare, essa viene utilizzata per prevedere eventi sensoriali imminenti, sia all'interno sia all'esterno del corpo, e per determinare la migliore azione da intraprendere di fronte a tali eventi. Questa simulazione si caratterizza per due aspetti principali. In primo luogo, essa simula esperienze sensomotorie, inclusi dati viscerali/autonomi (interocettivi), motori (proprioceettivi) e sensoriali (ad esempio, visivi e uditivi). In secondo luogo, le simulazioni incarnate riattivano le reti neurali multimodali che hanno precedentemente generato gli effetti simulati o attesi. La realtà virtuale opera in maniera analoga: l'esperienza VR si propone di anticipare le conseguenze sensoriali dei movimenti dell'individuo, offrendogli una rappresentazione identica a quella che percepirebbe nel mondo reale. Al fine di conseguire tale obiettivo il sistema VR, analogamente al cervello, conserva un modello (simulazione) del corpo e dello spazio circostante.

Alla luce di quanto espresso e approfondito finora, possiamo iniziare ad introdurre e affrontare l'obiettivo principale del nostro elaborato: la possibilità di utilizzare e sfruttare gli strumenti e le nuove opportunità che il metaverso ci mette o ci metterà a disposizione. Ampliando ulteriormente il campo di azione e le ipotesi di utilizzo, si può immaginare la creazione di un ambiente virtuale in cui soggetti con Disturbi del Neurosviluppo e in particolare con Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA), possano evitare operazioni che nell'approccio didattico tradizionale risultano causa di difficoltà e frustrazioni. Tali ostacoli, spesso, comportano rallentamenti nell'apprendimento e richiedono uno sforzo cognitivo nettamente superiore alla media. Per approfondire ulteriormente questo lavoro ci occuperemo di un altro argomento molto importante, che ci aiuterà a

capire meglio i vantaggi che si possono ottenere con l'utilizzo della realtà virtuale rispetto ai tradizionali strumenti di apprendimento. Ci concentreremo sugli studi che hanno permesso agli scienziati John O'Keefe, May-Britt Moser ed Edvard I. Moser di vincere il premio Nobel per la medicina e la fisiologia 2014: i neuroni GPS.

V. Neuron GPS

Nel 2014, gli scienziati John O'Keefe⁹⁹ e i coniugi May-Britt Moser¹⁰⁰ ed Edvard I. Moser¹⁰¹ sono stati insigniti del Premio Nobel per la Medicina e la Fisiologia. Tale prestigioso riconoscimento è stato assegnato in virtù del loro illuminante studio sul nostro “GPS interno”, che ha rivelato i meccanismi che ci consentono di comprendere la nostra posizione nello spazio circostante e di orientarci. Questa scoperta, evidenziata dall'Accademia di Stoccolma, ha fornito una risposta a un quesito che ha affascinato scienziati e filosofi per centinaia di anni: “come il cervello crea una mappa dello spazio circostante e come possiamo navigare attraverso un ambiente complesso”.

Negli anni Settanta, il primo a fornire risposte a questa domanda è stato John O'Keefe, che ha identificato specifiche cellule nel cervello di ratto, precisamente nell'ippocampo, le quali si attivano in maniera costante quando ci si trova in una posizione specifica all'interno di una stanza. Queste cellule attive cambiano in risposta a modifiche nell'ambiente circostante. O'Keefe ha denominato tali cellule “cellule di posizione” (place cells), suggerendo che siano fondamentali per la formazione di una mappa spaziale nel cervello. La teoria dello studioso americano sostiene che la memoria di un determinato ambiente, e quindi la sua mappa, sia codificata attraverso una combinazione specifica dell'attività delle cellule di posizione nell'ippocampo. In altre parole, a ogni mappa corrisponderebbe l'attività di un gruppo di queste cellule.

I coniugi norvegesi May-Britt ed Edvard I. Moser hanno esteso le ricerche di John O'Keefe, identificando un ulteriore componente di questo “GPS interno”: le cellule a griglia (grid cells), che costituiscono un sistema di coordinate fondamentali

⁹⁹ John O'Keefe, New York (USA), 1939. È uno psicologo statunitense con cittadinanza britannica (University College di Londra).

¹⁰⁰ May-Britt Moser, Fosnavåg (NO), 1963. È una psicologa e neuroscienziata norvegese (Norwegian University of Science and Technology di Trondheim).

¹⁰¹ Edvard Ingjald Moser, Ålesund (NO), 1962. È uno psicologo e neuroscienziato norvegese (Norwegian University of Science and Technology di Trondheim).

per il posizionamento e l'esplorazione dello spazio. Nel 2005, i coniugi Moser hanno individuato queste cellule nella corteccia entorinale (o entorinica), una parte della formazione dell'ippocampo, rilevando che si attivano durante la navigazione dei ratti seguendo una disposizione a griglia esagonale. Le cellule a griglia, insieme alle cellule di posizione e ad altre cellule della corteccia entorinale, che riconoscono i confini di una stanza e la direzione della testa dell'animale, sono connesse per formare un vero e proprio "GPS interno" nei ratti. Questo sistema non sembra molto diverso da quello presente negli esseri umani. Infatti, come suggeriscono studi di neuroimaging¹⁰², cellule analoghe esistono anche nel cervello umano. Le regioni della corteccia entorinale e dell'ippocampo, spesso colpite nei pazienti affetti da Alzheimer, sono quelle coinvolte nei problemi di memoria spaziale.

Recenti ricerche scientifiche si sono focalizzate sui neuroni "luogo" o "GPS"¹⁰³, evidenziando che essi non sono coinvolti solamente nell'orientamento spaziale, ma partecipano anche alla costruzione della mappa autobiografica. Questi neuroni sembrano organizzare la dimensione emotiva dei nostri ricordi in relazione alla percezione fisica dei luoghi, contribuendo a formare il senso di appartenenza a contesti specifici concreti che riguardano la nostra storia. È stato recentemente osservato che in esperienze digitali più diffuse, come quelle legate alla videocomunicazione, questi neuroni non si attivano¹⁰⁴. Di conseguenza, le piattaforme comunemente utilizzate per la videocomunicazione, a differenza delle esperienze mediante realtà virtuale aumentata, sembrano essere scarsamente riconosciute dal nostro cervello come "luoghi" digitali.

Alcune recenti indagini neuroscientifiche¹⁰⁵ hanno cercato di evidenziare l'esistenza di un marker biologico associato ai processi di sintonizzazione in classe.

¹⁰² Il Neuroimaging, o imaging cerebrale, è l'uso di varie tecniche per la mappatura diretta o indiretta della struttura, della funzione o della farmacologia del sistema nervoso.

¹⁰³ May-Britt ed Edvard I. Moser et al., 2015.

¹⁰⁴ Giuseppe Riva, 2020, <https://www.linkedin.com/pulse/relazioni-didattiche-distanza-e-presenza-che-cosa-cambia-giuseppe/?originalSubdomain=it>.

¹⁰⁵ Suzanne Dikker, Professoressa associata di ricerca, Dipartimento di Psicologia della New York University - Lu Wan, Università di Pittsburgh et al., 2017.

Utilizzando la tecnica dell'hypercanning¹⁰⁶, sono state misurate le onde cerebrali all'interno di una classe durante un'attività condivisa. È emerso un effetto fisico specifico: una sincronizzazione delle onde cerebrali direttamente proporzionale alle dinamiche sociali e al coinvolgimento durante le lezioni. Questo rappresenta una prova biologica della capacità del gruppo di lavorare armoniosamente insieme e di co-evolvere. Lo studio specifica anche come gli aspetti corporei della tessitura relazionale siano in grado di generare un'attenzione condivisa, fornendo così una dimostrazione biologica e neuroscientifica di una verità ben nota a ogni insegnante durante il processo di insegnamento.

In altre parole, la consapevolezza si concentra sulla presenza corporea e fisica, prima di tutto degli alunni e degli insegnanti, che converte il gruppo-classe in un organismo unico in continuo sviluppo, apprendimento, trasformazione e co-evoluzione. Esaminare come promuovere questa “circolarità” nel gruppo, sia in modalità remota sia in presenza, solleva riflessioni riguardanti la partecipazione e il senso di comunità. Questi elementi possono essere coltivati attraverso un'attenzione particolare alla ritualità dell'atto educativo. Come vedremo più dettagliatamente in seguito la realtà virtuale (VR), a differenza dei comuni sistemi di videoconferenza bidimensionali, è in grado di attivare i neuroni GPS rendendo il soggetto coinvolto, effettivamente presente nei luoghi digitali. Inoltre, è importante sottolineare una differenza significativa tra il concetto di metaverso descritto da Neal Stephenson e le attuali iniziative delle aziende tecnologiche.

La caratteristica distintiva del nuovo metaverso è la sua “interrealtà”, che rappresenta uno spazio sociale che mescola le esperienze del mondo reale con quello digitale, in una relazione in cui una dimensione ha forti influenze sull'altra. In pratica, nel metaverso le azioni compiute nel mondo fisico influenzano l'esperienza nel mondo virtuale e viceversa. La connessione tra i due mondi è resa possibile dalla presenza di cloni virtuali di oggetti reali, che sono direttamente

¹⁰⁶ È una tecnica che permette, attraverso una rete internet, di analizzare simultaneamente l'attività cerebrale di due o più individui, combinando tecniche diagnostiche utilizzate mentre essi si relazionano fra di loro.

collegati alle loro controparti fisiche. Indossando un paio di occhiali ibridi (visori VR/AR/MR), sarà possibile vedere e interagire nel nostro ambiente fisico con persone e oggetti digitali o viceversa, guardare e interagire con persone e oggetti reali all'interno di ambienti virtuali. Ad esempio, se ci si sposta nel mondo reale, il proprio avatar virtuale si muoverà di conseguenza; inoltre, se l'avatar viene toccato nel mondo digitale, si riceverà un riscontro tattile nel corpo fisico.

In un video realizzato alla fine del 2021¹⁰⁷, Mark Zuckerberg presenta diversi strumenti su cui Meta (ex Facebook) sta concentrando i suoi sforzi: occhiali immersivi ibridi, che consentono sia esperienze VR che AR/MR, avatar fotorealistici che replicano il corpo reale degli utenti, dispositivi indossabili, sensori in grado di monitorare i movimenti degli utenti e altro ancora. Queste tecnologie consentono al metaverso di offrire un'esperienza di "presenza", ossia la sensazione di essere veramente lì, all'interno di un luogo. In realtà, una delle caratteristiche meno ovvie del metaverso è ciò che rende possibile questo senso di presenza: il metaverso funziona in modo simile alla nostra mente¹⁰⁸. Per molto tempo, le scienze cognitive hanno concepito il cervello come un computer, in grado di elaborare e descrivere le informazioni ricevute. Nonostante questa visione continui a influenzare il pensiero comune, le neuroscienze odierne paragonano il nostro cervello a un simulatore, ossia un sistema mentale di realtà virtuale. Attraverso un lungo processo evolutivo, il cervello ha imparato ad anticipare gli stimoli sensoriali prima che vengano effettivamente percepiti, un concetto noto come "predictive coding".

Per approfondire questi concetti, consideriamo nuovamente l'esempio della penna menzionato in precedenza. Quando il nostro cervello ha un'intenzione (desidero prendere in mano una penna), cerca di prevedere le percezioni che si aspetta di ricevere (vedrò la mano ridurre la distanza dalla penna fino a toccarla).

¹⁰⁷ Youtube, *Watch Facebook reveal AR glasses Project Nazare*, <https://bit.ly/3gTpLzT>.

¹⁰⁸ Giuseppe Riva, Brenda K. Wiederhold, Fabrizia Mantovani, *Neuroscience of virtual reality: from Virtual Exposure to Embodied Medicine*, *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking* 2019; 22:82–96.

Queste previsioni consentono al cervello di guidare l'azione (muovo la mano verso la penna) e di valutare il risultato ottenuto (verifico se la mano ha raggiunto la penna). Se la previsione è corretta, l'azione è completata con successo. Tuttavia, se si verifica un problema, ad esempio se la penna è troppo lontana, il cervello attiverà la sua attenzione e le risorse cognitive per trovare una soluzione al problema. Per realizzare questo processo, la nostra mente sviluppa due distinti modelli predittivi che interagiscono tra loro: uno riguarda il mondo fisico e influenza le nostre percezioni (la penna), l'altro riguarda il nostro corpo e guida le nostre azioni in quel mondo (la mano).

La nostra esperienza corporea emerge dalla connessione di questi due modelli. Da un lato, il corpo è soggetto di percezione e, pertanto, la mente lo percepisce come uno degli oggetti presenti nel mondo, dall'altro lato, il corpo è ciò che ci consente di agire, fungendo quindi da strumento attraverso il quale la mente traduce le nostre intenzioni in azioni nel mondo. Per molte persone, accettare l'idea che la propria esperienza corporea sia il risultato di una simulazione può essere difficile. Il proprio corpo rappresenta qualcosa di estremamente concreto e personale: si può toccare, muovere e, in ultima analisi, "si è il proprio corpo". Tuttavia, la ricerca e l'esperienza clinica, evidenziate da condizioni come la sindrome dell'arto fantasma e l'anoressia nervosa¹⁰⁹, dimostrano che l'esperienza del corpo non è diretta, ma piuttosto il risultato di una simulazione creata dalla mente, mediante l'integrazione multisensoriale di diversi segnali corporei. Questa simulazione può talvolta presentare delle discrepanze o fallire.

Il metaverso opera in modo analogo. Sia la realtà virtuale (VR) che la realtà aumentata/mista (AR/MR) cercano di anticipare le conseguenze sensoriali dei movimenti degli utenti, ricreando la stessa scena visibile nel dispositivo e le stesse

¹⁰⁹ La sindrome dell'arto fantasma è forse la prova più evidente di questa affermazione: gli amputati che soffrono di questa sindrome continuano a percepire dolore nello spazio vuoto dove prima si trovava il loro arto. E qualcosa di simile accade nell'anoressia, dove la simulazione alterata del corpo è così potente da cancellare le informazioni che il soggetto percepisce attraverso i sensi. G. Riva, A. Dakanalis, *Altered processing and integration of multisensory bodily representations and signals in eating disorders: a possible path toward the understanding of their underlying causes*, *Frontiers in Human Neuroscience* 2018; 12:49. doi: 10.3389/fnhum.2018.00049.

sensazioni generate dai sensori, che sperimenterebbero nel mondo reale. In questa prospettiva il senso di presenza deriva dalla capacità del metaverso (software) di anticipare come la mente simula la realtà e di generare contenuti digitali coerenti con queste previsioni. Maggiore è l'accuratezza delle previsioni, maggiore sarà il senso di presenza del soggetto nell'ambiente virtuale, pur essendo consapevole che tale ambiente non è reale. Come già evidenziato, queste caratteristiche rendono il metaverso significativamente diverso dai suoi predecessori, come la televisione e i social media. Le sue potenzialità possono essere ulteriormente amplificate grazie all'integrazione con l'intelligenza artificiale^{110 111}. Numerosi studi dimostrano che il metaverso può essere impiegato per suscitare sia emozioni di base come gioia, tristezza, noia, rabbia, ansia, sia emozioni più profonde e complesse, quali stupore e gratitudine^{112 113 114}.

Il metaverso non si limita solo a suscitare emozioni sostituendosi alla realtà esterna, ma diversi ricercatori stanno esplorando anche la capacità del metaverso di alterare la nostra realtà interna^{115 116}. In un recente esperimento, Daniele Di Lernia¹¹⁷ et al. ha dimostrato che una tecnologia interocettiva¹¹⁸ può modificare significativamente l'intensità del dolore in un campione di pazienti affetti da dolore

¹¹⁰ Riva G, Wiederhold BK, Di Lernia D, et al., *Virtual reality meets artificial intelligence: the emergence of advanced digital therapeutics and digital biomarkers*, Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine 2019; 17:3–7.

¹¹¹ Luck M, Aylett R., *Applying artificial intelligence to virtual reality: intelligent virtual environments*, Applied Artificial Intelligence 2000; 14:3–32.

¹¹² Felnhofer A, Kothgassner OD, Schmidt M, et al. *Is virtual reality emotionally arousing? Investigating five emotion inducing virtual park scenarios*, International Journal of Human-Computer Studies 2015; 82:48–56.

¹¹³ Chirico A, Yaden DB, Riva G, et al., *The potential of virtual reality for the investigation of awe*, Frontiers in Psychology 2016; 7:1766.

¹¹⁴ Collange J, Guegan J., *Using virtual reality to induce gratitude through virtual social interaction*, Computers in Human Behavior 2020; 113:106473.

¹¹⁵ Schoeller F, Haar AJH, Jain A, et al., *Enhancing human emotions with interoceptive technologies*, Physics of Life Reviews 2019; 31:310–319.

¹¹⁶ Riva G, Serino S, Di Lernia D, et al., *Regenerative virtual therapy: the use of multisensory technologies and mindful attention for updating the altered representations of the bodily self*, Frontiers in System Neuroscience 2021; 15:749268. doi: 10.3389/fnsys.2021.749268.

¹¹⁷ Daniele Di Lernia, è uno psicologo a orientamento clinico e psico diagnosta specializzato.

¹¹⁸ L'interocettività coinvolge l'esperienza sensoriale del corpo interno. Questo può includere un senso di fame, sete, sonnolenza, vigilanza, temperatura corporea, tensione, dolore o irrequietezza.

cronico¹¹⁹. Inoltre, il gruppo di ricerca guidato da Pierpaolo Iodice¹²⁰ et al. ha indotto un'illusione di sforzo percepito utilizzando la tecnologia per generare falsi feedback sui segnali corporei degli individui coinvolti¹²¹. Infine, come già previamente e ampiamente descritto¹²², il metaverso offre la possibilità di sperimentare l'ingresso in un corpo diverso dal proprio (body swapping).

1. Neuron GPS anche per la posizione degli altri

Oltre ai “neuroni GPS” che codificano la propria posizione nello spazio, nell'ippocampo esiste un gruppo di cellule che controlla in modo specifico la posizione spaziale di altri individui appartenenti alla stessa specie. Accanto ai neuroni che consentono di identificare la propria posizione nello spazio, nel cervello ci sono gruppi di neuroni dedicati esplicitamente a monitorare la posizione spaziale dei propri conspecifici. Questo ulteriore aspetto del sistema cerebrale di localizzazione spaziale è emerso da due studi, condotti in modo indipendente da ricercatori del Weizmann Institute a Rehovot, in Israele, e del RIKEN Brain Science Institute a Wako, in Giappone, i quali hanno pubblicato i propri risultati su “Science”.

Fin dai pionieristici studi condotti da John O'Keefe negli anni Settanta, si è scoperto che la memoria spaziale è gestita da specifici gruppi di neuroni nell'ippocampo, noti come “neuroni GPS”. Questi gruppi comprendono le “cellule di luogo”, che identificano un luogo specifico, le “cellule griglia”, che creano un sistema di riferimento rispetto alla propria posizione e altre tipologie di cellule. Tuttavia, fino ad ora c'era poca conoscenza su come vengono rappresentate nel cervello le posizioni degli altri individui, fattore particolarmente importante nelle specie sociali, poiché la posizione di altri individui gioca un ruolo fondamentale

¹¹⁹ Di Lernia D, Lacerenza M, Ainley V, et al., *Altered interoceptive perception and the effects of interoceptive analgesia in musculoskeletal, primary, and neuropathic chronic pain conditions*, Journal of Personalized Medicine 2020; 10:201.

¹²⁰ Pierpaolo Iodice, professore associato all'Università di Rouen.

¹²¹ Iodice P, Porciello G, Bufalari I, et al., *An interoceptive illusion of effort induced by false heart-rate feedback*, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 2019; 116:13897–13902.

¹²² Capitolo IV: Il metaverso.

nelle interazioni sociali, nell'apprendimento osservativo e negli spostamenti di gruppo.

Nel primo studio, David B. Omer¹²³ e il suo team¹²⁴ hanno condotto un esperimento in cui un pipistrello osservava un altro pipistrello volare verso una posizione di atterraggio dove c'era una ricompensa¹²⁵. Successivamente, al pipistrello osservante è stata data la possibilità di recarsi anch'esso sul luogo della ricompensa. Durante l'esperimento i ricercatori hanno registrato l'attività di 350 neuroni nell'ippocampo. L'esperimento è stato poi replicato sostituendo il pipistrello osservato con un oggetto inanimato telecomandato. In questo modo i ricercatori hanno identificato un sottoinsieme di cellule nel cervello del pipistrello osservatore, che codifica specificamente la posizione spaziale del pipistrello osservato. Hanno anche scoperto che questo gruppo di neuroni è diverso da quello più piccolo che traccia la posizione dell'oggetto inanimato. In pratica, la posizione dei conspecifici è mappata con un'attenzione e una risoluzione maggiori, rispetto a quanto dedicato a oggetti o animali che non sono conspecifici.

Il secondo articolo¹²⁶ di Teruko Danjo¹²⁷, Taro Toyozumi¹²⁸ e Shigeyoshi Fujisawa¹²⁹ fornisce una prospettiva ancora più intricata. Attraverso una serie articolata di esperimenti condotti sui topi, gli autori hanno avanzato l'ipotesi che nell'ippocampo possano esistere aree specializzate per rispondere a quattro differenti tipologie di configurazioni spaziali. Queste includono una rappresentazione per i luoghi occupati dal topo, una per il territorio occupato da

¹²³ David Ben Omer, Department of Neurobiology, Weizmann Institute of Science, Rehovot 76100, Israel.

¹²⁴ Shir R. Maimon, Liora Las, & Nachum Ulanovsky, Department of Neurobiology, Weizmann Institute of Science, Rehovot 76100, Israel.

¹²⁵ Science, *Social place-cells in the bat hippocampus*, 2018, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aao3474>.

¹²⁶ Science, *Spatial representations of self and other in the hippocampus*, 2018, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aao3898>.

¹²⁷ Teruko Danjo, Laboratory for Systems Neurophysiology, RIKEN Brain Science Institute, 2-1 Hirosawa, Wako, Saitama, 351-0198, Japan.

¹²⁸ Taro Toyozumi, Laboratory for Neural Computation and Adaptation, RIKEN Brain Science Institute, 2-1 Hirosawa, Wako, Saitama, 351-0198, Japan.

¹²⁹ Shigeyoshi Fujisawa, Laboratory for Systems Neurophysiology, RIKEN Brain Science Institute, 2-1 Hirosawa, Wako, Saitama, 351-0198, Japan.

un altro topo, una terza per registrare la propria posizione in relazione a quella dell'altro e infine, una che si attiva quando una posizione specifica viene occupata indifferentemente dal topo stesso o da un altro topo. Shigeyoshi Fujisawa conclude:

«Pensiamo che la mappa cognitiva nell'ippocampo non serva solo per sapere dove si trova l'individuo ma anche per tracciare le posizioni degli altri, animali od oggetti e per comprendere l'ambiente spaziale circostante».

2. Estratto della videointervista di Paolo Magliocco a Edvard I. Moser (2017)¹³⁰

La scoperta per cui Edvard Moser ha vinto il premio Nobel insieme alla moglie May-Britt e al professor John O'Keefe è una di quelle che sembrano non solo destinate a passare alla storia, ma anche ad aprire nuovi scenari scientifici. Qui riportiamo un estratto della videointervista di Paolo Magliocco a Edvard Moser, realizzata durante il Festival della Scienza Medica che si è tenuto a Bologna dal 20 al 23 aprile 2017.

Professor Moser, possiamo dire che quello che avete scoperto è un modo in cui lo spazio è rappresentato nel nostro cervello. Avete scoperto le cellule griglia, che si trovano nella corteccia cerebrale. Ma c'è anche un altro sistema di rappresentazione dello spazio che è nell'ippocampo. Qual è il legame tra i due sistemi? E perché ne abbiamo due?

Non siamo sicuri di quale sia il legame tra i due sistemi, ma sappiamo che collaborano molto strettamente. Una differenza molto importante è che il sistema spaziale della corteccia entorinale ha le cellule griglia e molti altri tipi di cellule ed è

¹³⁰ Trascrizione e traduzione a cura di Paolo Magliocco (scrittore scientifico, collaboratore della rivista televisiva Superquark, ideatore e direttore del sito Videoscienza, <https://www.videoscienza.it/>), https://www.lscienze.it/news/2017/07/29/news/nobel_intervista_moser_neuroscienze-3615598/.

una sorta di mappa generale, che può funzionare ovunque, indipendentemente da dove ti trovi. Registra i movimenti, può dire quanto ti sei mosso o in quale direzione. Al contrario, nel sistema che si trova nell'ippocampo le cellule localizzatrici sono attive in modo unico per ogni ambiente. Così se registri l'attività delle cellule localizzatrici dell'ippocampo puoi dire se l'animale o l'essere umano si trovi in uno tra centinaia e probabilmente migliaia di ambienti diversi, luoghi diversi, situazioni diverse. Se registri l'attività delle cellule griglia della corteccia entorinale, invece, puoi dire esattamente in che punto si trovi, ma non puoi sapere se sia in questa stanza o in quella o in un'altra. Perché il sistema metrico è lo stesso ovunque.

E questi due sistemi lavorano insieme, cosicché hai un sistema di misura generale, nella corteccia entorinale, e poi hai un sistema correlato di memoria che è unico per ogni ambiente, che si trova nell'ippocampo.

E il passaggio del segnale avviene dalla corteccia verso l'ippocampo?

Sì, ma poi si genera una sorta di loop. Il segnale va dal sistema generale della corteccia entorinale a quello unico per ogni luogo che è nell'ippocampo, ma poi torna indietro e gira, in modo da aggiustare e migliorare entrambi i segnali. È un sistema molto "intelligente".

Una cosa che mi sembra molto importante notare è che il sistema sembra essere innato e non prodotto dalla nostra interazione con l'ambiente.

Sì, sembra che questo sistema, se non è proprio innato, dipenda molto dalla maturazione del sistema nervoso. Ma può darsi che l'aggiustamento e la calibrazione di questi sistemi avvenga durante le prime fasi dello sviluppo degli individui, un periodo che per i ratti può essere nelle prime due, tre o quattro settimane di vita e che per gli uomini può coincidere con i primi anni. Perché un sistema simile ha bisogno di essere calibrato su come appare il mondo e sui tuoi specifici movimenti nell'ambiente: quanto velocemente ti muovi e così via.

Ma questi sono aggiustamenti piccoli. La struttura del sistema è già molto presente fin dall'inizio. E questo ha senso, perché dal punto di vista evolutivo lo spazio è terribilmente importante per la sopravvivenza. Se non sai calcolare la tua posizione nello spazio non troverai cibo, oppure sarai mangiato, oppure non troverai un partner. È qualcosa che devi avere fin dall'inizio e non puoi fare errori. Probabilmente questo è il motivo per cui è così fortemente strutturato nel nostro cervello.

Dopo le cellule griglia state scoprendo altre cellule che sono collegate al sistema di posizionamento: cellule che registrano i confini, cellule che registrano la velocità... Quanti tipi pensa che ne troverete?

Beh, pensavo che fossimo già arrivati in fondo, ma sembra che ce ne siano altre, sulle quali non abbiamo ancora abbastanza dati. Quello che notiamo è che, mentre hai gruppi separati di cellule, poi ce ne sono alcune che sono miste. Non tutte, ma alcune sono cellule di tipo misto, cosicché parecchie cellule potrebbe essere di un tipo e di un altro allo stesso tempo. E questo è un modo molto efficiente di lavorare del sistema. Consente alle cellule di fare più cose contemporaneamente.

Il fatto di avere tipi di cellule differenti per fare cose diverse è in realtà piuttosto unico per questa area del cervello, perché il resto del cervello mescola le funzioni molto molto di più.

Ma per noi questa è stata una situazione fortunata, perché è molto più facile studiare delle cellule se sai che sono dedicate a differenti funzioni piuttosto che se hai cellule che fanno tutte le stesse cose. In questo secondo caso dovrei riuscire a capire ogni volta la funzione che la cellula sta svolgendo in quel momento, perché fa migliaia di cose contemporaneamente anziché soltanto una. Invece così quando vediamo attivarsi un neurone, sappiamo esattamente che cosa sta facendo.

Che cosa si può dire della struttura topologica di queste cellule, che sono disposte come esagoni nel nostro cervello, con una forma precisa?

Come mai si siano disposte a esagono in effetti è una delle domande interessanti. Non lo sappiamo, però è noto che l'esagono è una forma piuttosto comune in natura. Non solo nel cervello. È un modo molto funzionale di organizzare le cose.

Può essere un prodotto del modo in cui funziona la natura: se hai forze che competono una con l'altra questa può essere una delle poche forme di equilibrio possibili. Probabilmente un qualche tipo di processo simile avviene nel cervello e ha come risultato la formazione delle cellule griglia.

Lei pensa che questo sistema innato che abbiamo per il posizionamento nello spazio sia un unico oppure che sia solo il primo che abbiamo compreso e che ne scopriremo altri?

Penso che possa essere un unico dal momento che non lo abbiamo osservato in altre aree del cervello, fino ad oggi. Studiando queste cellule impareremo molto del sistema di computazione del cervello e di come si formano gli schemi, cose che probabilmente si applicano anche ad altre parti del cervello, o a tutto il cervello.

Sappiamo che l'ippocampo e la corteccia entorinale sono importanti anche per la memoria e sarebbe molto eccitante scoprire come queste cellule sono capaci di svolgere un ruolo nella formazione della memoria.

Pensa che tutto questo abbia a che fare con la tecnica di memorizzazione dei loci?

Sì, c'è un nesso. La tecnica dei loci¹³¹ è stata usata per duemila anni per ricordare lunghi elenchi. Lo facevano i Greci e i Romani e funzionava bene e gli esperti di tecniche di memorizzazione la usano anche oggi. Si immagina un sentiero e si mettono tutte le cose che si devono ricordare in sequenza lungo il sentiero. Oppure si può visualizzare una casa familiare, con molte stanze, e si mettono i vari

¹³¹ In genetica, il termine locus genico (o più semplicemente locus, plurale loci) designa la posizione, stabile, di un gene o di un marcatore genico all'interno di un cromosoma (Wikipedia), https://it.wikipedia.org/wiki/Locus_genico.

oggetti nelle stanze per poi richiamarli uno ad uno. E possono essere anche migliaia. Probabilmente funziona perché queste parti del cervello, l'ippocampo e la corteccia entorinale, si sono evolute per fare due cose: organizzare lo spazio e la memoria. E le stesse cellule che ti dicono dove sei nello spazio sono quelle che creano la memoria. E dunque la memoria riguarda cose che accadono nello spazio e che vengono memorizzate su una mappa spaziale. Lo può sperimentare da solo in modo semplice: se cerca di ricordare qualcosa, ricorderà sempre anche il luogo in cui questa cosa è avvenuta, non c'è alcun modo per separare il ricordo dallo spazio. E ciò mostra quanto siano strettamente collegati.

VI. Lo strumento

Alla luce delle considerazioni approfondite in questo studio, emerge con certezza che gli ambienti virtuali destinati a facilitare il processo di apprendimento degli studenti con Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA) devono essere caratterizzati da un elevato grado di avanzamento tecnologico e un cura grafica estremamente accurata. Tali sistemi richiedono una specifica progettazione da parte di professionisti esperti, dotati delle competenze necessarie per creare ambienti dinamicamente funzionanti, verosimili, accattivanti e in perfetta sintonia con l'argomento o la disciplina trattata. Questo implica, oltre a una competenza tecnica specifica di alto livello, anche un notevole impegno in termini di tempo e risorse finanziarie.

Per la stesura di questo elaborato è stato sviluppato un sito web interattivo¹³² con lo scopo di simulare le dinamiche che caratterizzeranno l'ambiente virtuale definitivo. Questo sito è fruibile in realtà virtuale attraverso l'impiego di un visore VR, che consentirà comunque un'esperienza immersiva, simulando una stanza-studio con uno schermo su cui sarà riprodotto il sito web. Il sito web interattivo sarà in grado di presentare, in forma bidimensionale, un video che narrerà in modo approfondito la storia di Piazza Navona a Roma; il video è tratto da una puntata di "Meraviglie" (stagione 2019), un programma televisivo documentaristico in onda su Rai Uno, ideato e condotto da Alberto Angela. Tale attribuzione viene debitamente citata all'interno del sito web. Per la realizzazione del sito sono stati utilizzati i seguenti codici e linguaggi di programmazione: Php, MySql, Html 5/Css 3, jQuery, Javascript. Il visore VR utilizzato per navigare l'ambiente virtuale in cui è presente il sito è il Meta Quest 3, 128 GB¹³³.

L'obiettivo del sito consiste nel simulare in modo dinamicamente funzionante, ciò che si verificherà effettivamente nel progetto finale del metaverso,

¹³² Per la realizzazione del sito web ho utilizzato le mie competenze professionali: web architect, web designer, front end developer.

¹³³ Meta Quest 3, <https://www.meta.com/it/quest/quest-3/>.

sfruttando un prototipo che offre un'anteprima dell'esperienza. Il video, corrispondente a una lezione della durata di circa 15 minuti, è suddiviso in quattro frazioni approssimativamente equivalenti. Al termine di ciascuna frazione il video si interrompe, consentendo l'attivazione di una finestra modale che offre la possibilità di selezionare parole chiave preimpostate e segnate su post-it, direttamente inerenti al contenuto appena narrato. Attraverso l'utilizzo del visore VR nell'ambiente virtuale, gli utenti possono afferrare con le proprie mani (virtualmente catturate e riprodotte dai sensori del visore VR) i post-it con le parole chiave scelte e trasferirli su un foglio di quaderno apposito; in questo modo viene offerta un'ulteriore possibilità di interazione, sfruttando un altro punto di forza riscontrato nei soggetti con DSA: il canale cinestesico.

Ciascuna parola chiave è associata a immagini pertinenti alla porzione di video appena visualizzata. Anche queste immagini potranno essere afferrate e collocate sullo stesso foglio, consentendo al discente di personalizzare l'esperienza in base alle proprie preferenze e alle rappresentazioni che ritiene più idonee per la porzione di video appena esaminata. Una volta effettuata la scelta delle parole chiave e delle relative immagini, si procede attraverso le successive porzioni di video, ripetendo lo stesso processo ad ogni interruzione di frazione. Alla fine dell'intero video, una pagina riepilogativa mostra la mappa concettuale costruita dinamicamente dal sistema. Questa mappa conterrà le parole chiave e le immagini associate, selezionate dall'utente durante le varie frazioni di video.

La mappa concettuale pronta, in formato PDF¹³⁴, sarà disponibile per il download o inviabile via email. Inoltre, la pagina riepilogativa includerà il testo riassuntivo e il testo integrale di quanto magistralmente narrato da Alberto Angela, durante il corso dell'intera puntata. Anche il testo riassuntivo e il testo integrale saranno in formato PDF, visibili, scaricabili o inviabili a un indirizzo email. Questo

¹³⁴ PDF è un acronimo che sta per Portable Document Format. È un formato di file versatile creato da Adobe che permette di presentare e scambiare documenti in modo semplice e affidabile, indipendentemente dal software, dall'hardware o dai sistemi operativi utilizzati da chi visualizza il file.

permetterà agli utenti di conservare, consultare e condividere la loro esperienza personalizzata.¹³⁵ Tutto questo si svolge all'interno dell'ambiente virtuale accessibile con il visore VR. Il sito, pur essendo un prototipo bidimensionale, anticipa l'idea finale di un ambiente virtuale nel metaverso, che offrirà un'esperienza immersiva completa. Ovviamente, essendo un prototipo non costruito specificamente per la realtà virtuale presenta alcune limitazioni, come la ridotta sensibilità durante il trascinarsi degli oggetti afferrati per effettuare le scelte (post-it e immagini).

L'obiettivo finale è di realizzare un ambiente totalmente immersivo, in cui si avrà la sensazione di essere realmente in Piazza Navona, di visitarla durante le varie epoche che ne hanno modificato l'uso e l'aspetto, di vivere l'evoluzione e il cambiamento avvenuto nel corso dei secoli. Gli utenti avranno la possibilità, lungo il percorso, di interagire fisicamente con degli oggetti virtuali che verranno raccolti all'interno di un proprio contenitore virtuale e che, alla fine, contribuiranno a comporre automaticamente le parole chiave e le immagini della mappa concettuale, evitando il faticoso processo di lettura, scrittura e/o disegno e offrendo una modalità di apprendimento più intuitiva, accessibile e coinvolgente.

Il sito è attualmente online e accessibile su un dominio di proprietà dell'autore¹³⁶, richiede l'autenticazione tramite login¹³⁷ ed è liberamente consultabile. Il sito web rispetta le regole di accessibilità, il font utilizzato è il Titillium Web¹³⁸, consigliato dall'Agenzia per l'Italia Digitale (AgID)¹³⁹. Per una dimostrazione pratica dell'intero processo sono stati registrati due video¹⁴⁰: uno più

¹³⁵ Per la registrazione dell'account sarà richiesto un indirizzo email che sarà automaticamente utilizzato per l'invio delle mappe e dei testi in formato PDF.

¹³⁶ marcoinweb.it, <https://www.marcoinweb.it>.

¹³⁷ Ad ogni richiedente saranno concessi username e password.

¹³⁸ Titillium Web è il carattere tipografico istituzionale per la composizione dei testi nei siti web dei servizi SPID. Disponibile come web font gratuita su Google font, all'indirizzo <http://www.google.com/fonts/specimen/Titillium+Web>.

¹³⁹ AGID Agenzia per l'Italia Digitale, <https://www.agid.gov.it/>.

¹⁴⁰ Il montaggio audio-video è stato realizzato con software Movavi Video Suite 2021, <https://www.movavi.com/it/>.

lungo e accurato (10 minuti) e uno più sintetico (5 minuti). Questo per offrire agli utenti, in particolare a coloro che non dispongono di un visore per la realtà virtuale (VR), la possibilità di comprendere e sperimentare il processo in modo più o meno approfondito, adattandosi alle proprie preferenze e alle proprie disponibilità di tempo. Entrambi i video sono disponibili al seguente indirizzo¹⁴¹:

<https://www.marcoinweb.it/tesi/videotesi.php>.

¹⁴¹ Anche l'accesso ai video richiede l'autenticazione.

VII. Analisi

1. Metodologia di analisi e somministrazione test

Per l'analisi di questo elaborato sono stati effettuati test utilizzando il sito¹⁴² appositamente creato e fruibile in realtà virtuale tramite il visore VR Meta Quest 3. Ad un campione eterogeneo¹⁴³ di 10 persone, 5 con Disturbo Specifico di Apprendimento certificato e 5 soggetti normotipo¹⁴⁴ che costituivano il gruppo di controllo, è stata proposta la lettura integrale del testo riguardante “Piazza Navona”, la trascrizione esatta del video utilizzato per il sito di test¹⁴⁵. In seguito, è stata proposta una lista di domande inerenti al testo letto, a cui i partecipanti dovevano rispondere.

Dopo un periodo di circa 15 giorni, allo stesso campione è stato sottoposto lo stesso argomento ma la somministrazione è avvenuta attraverso il sito, esplorato in ambiente virtuale tramite il visore VR. Dopo la somministrazione i partecipanti hanno risposto alle stesse domande proposte 15 giorni prima, per verificare se, con un tipo di approccio diverso allo stesso argomento, ci fosse un cambiamento nell'apprendimento. Tutti i ragazzi (10) a inizio sperimentazione, hanno compilato un “Questionario sugli stili di apprendimento” (Figura 7.1), in cui vengono descritte alcune abitudini di studio e modi di apprendere e a fine test hanno compilato un “Questionario di gradimento” (Figura 7.2), che ha evidenziato un apprezzamento generale verso lo strumento, considerato da tutti piacevole e facilitante. Sono state valutate eventuali differenze nell'apprendimento tra i soggetti normotipo e quelli con DSA, in seguito all'esposizione al medesimo argomento mediante le due diverse modalità.

¹⁴² Capitolo VI, *Lo strumento*.

¹⁴³ Giovani di entrambi i generi, con età dai 10 ai 25 anni.

¹⁴⁴ Reclutati in base ai loro successi formativi e accademici.

¹⁴⁵ “Meraviglie” (stagione 2019), un programma televisivo documentaristico in onda su Rai Uno, ideato e condotto da Alberto Angela.

ALLEGATO E

QUESTIONARIO SUGLI STILI DI APPRENDIMENTO

Le seguenti affermazioni descrivono alcune abitudini di studio e modi di imparare. Decidi in quale misura ogni affermazione si applica nel tuo caso; metti una Crocetta sui numeri secondo quanto corrisponde al tuo modo di studiare.

0 = per niente 1 = poco 2 = abbastanza 3 = molto

1	Quando studio, se sottolineo o evidenzio parole e frasi mi concentro di più.	0	1	2	3
2	Mi piace lavorare senza pianificare tutto all'inizio, ma "aggiustando il tiro" man mano che procedo.	0	1	2	3
3	Preferisco che l'insegnante ci assegni i lavori che ognuno di noi possa poi svolgere come preferisce.	0	1	2	3
4	Mi risulta difficile capire un termine o un concetto se non mi vengono dati degli esempi.	0	1	2	3
5	Mi confondono grafici e diagrammi che non sono accompagnati da spiegazioni scritte.	0	1	2	3
6	Preferisco i lavori da svolgere passo per passo, completando un compito prima di iniziare il successivo.	0	1	2	3
7	Ricordo meglio un argomento se posso fare un'esperienza diretta", per esempio facendo un esperimento di laboratorio, costruendo un modello, facendo una ricerca, ecc.	0	1	2	3
8	Preferisco imparare leggendo un libro piuttosto che ascoltando una lezione.	0	1	2	3
9	Sono soddisfatto se di un argomento capisco le idee generali, senza considerare i particolari.	0	1	2	3
10	Capisco meglio un argomento parlandone o discutendone con qualcuno piuttosto che soltanto leggendo un testo.	0	1	2	3
11	Mi piace lavorare in gruppo.	0	1	2	3
12	Quando studio sul libro imparo di più guardando figure, grafici e mappe piuttosto che leggendo il testo scritto.	0	1	2	3
13	Se devo raccontare o riferire qualcosa mi soffermo molto sui dettagli.	0	1	2	3
14	Riesco facilmente a seguire qualcuno che parla anche se non lo guardo in faccia.	0	1	2	3
15	Capisco meglio le istruzioni di un compito se mi sono presentate per iscritto.	0	1	2	3
16	Se si deve lavorare a gruppi, preferisco che sia l'insegnante a decidere come formare i gruppi.	0	1	2	3
17	Durante una lezione o una discussione scrivere o disegnare qualcosa mi aiuta a concentrarmi.	0	1	2	3
18	Imparo e ricordo di più quando studio da solo.	0	1	2	3
19	In un lavoro di gruppo preferisco che l'insegnante ci lasci liberi di distribuirci i compiti all'interno del gruppo.	0	1	2	3
20	Organizzo il mio tempo, sia nello studio che nelle altre attività.	0	1	2	3
21	Quando leggo un testo mi creo mentalmente delle immagini sulla storia, i personaggi o le idee.	0	1	2	3
22	Quando studio ho bisogno di pause frequenti e di movimento fisico.	0	1	2	3
23	Alla fine di un lavoro di gruppo mi sento di avere imparato di più che se avessi lavorato da solo.	0	1	2	3
24	Preferisco gli esercizi con una sola soluzione o risposta piuttosto che gli esercizi più "aperti" e "creativi".	0	1	2	3
25	Quando in classe lavoro con un compagno o in un gruppo ho la sensazione di perdere tempo.	0	1	2	3
26	Mi risulta più facile ricordare figure e illustrazioni in un libro se sono stampate a colori vivaci.	0	1	2	3
27	Imparo meglio se parto da una visione generale dell'insieme piuttosto che da dettagli e aspetti specifici.	0	1	2	3
28	Preferisco che una regola o una teoria mi venga chiaramente spiegata prima di applicarla in esempi ed esercizi.	0	1	2	3
29	Per capire un testo che sto studiando mi aiuto facendo disegni e diagrammi.	0	1	2	3
30	Imparo di più durante le lezioni in classe che studiando a casa.	0	1	2	3
31	Non mi piace leggere o ascoltare le istruzioni per un compito; preferirei cominciare subito a lavorarci.	0	1	2	3
32	Capisco meglio le istruzioni di un compito se mi vengono spiegate a voce e non soltanto fornite per iscritto.	0	1	2	3
33	Se un compito deve essere svolto a gruppi, preferisco che siano gli studenti stessi a decidere come formare i gruppi.	0	1	2	3
34	Prendo appunti durante le spiegazioni dell'insegnante e le discussioni in classe e li rileggo poi per conto mio.	0	1	2	3
35	Mi risulta abbastanza facile sintetizzare ciò che è stato detto in una discussione.	0	1	2	3
36	Quando studio mi concentro di più se leggo o ripeto a voce alta.	0	1	2	3
37	Imparo di più a casa che in classe.	0	1	2	3
38	Se devo decidere se qualcosa è giusto o corretto, mi baso più su l'istinto che sulla logica.	0	1	2	3
39	Preferisco imparare vedendo un video o ascoltando una cassetta piuttosto che leggendo un libro.	0	1	2	3
40	Quando studio su un libro prendo appunti o faccio riassunti.	0	1	2	3

Figura 7.1

Questionario sugli apprendimenti

Fonte: Mariani L. 2000. Portfolio. Strumenti per documentare e valutare cosa si impara e come si impara. Zanichelli, Bologna.

QUESTIONARIO POST ESPERIENZA

-HAI SCOPERTO QUALCOSA DI INTERESSANTE CIRCA IL TUO STILE DI APPRENDIMENTO?

-PENSI DI PROVARE A METTERE IN PRATICA QUALCHE STRATEGIA NUOVA PER STUDIARE? QUALE?

-TI È SEMBRATA INTERESSANTE QUESTA ESPERIENZA?

-TI SEMBRA UTILE L'ESPERIENZA DELLA REALTÀ VIRTUALE PER STUDIARE?

Grazie per la tua preziosa collaborazione

Figura 7.2

Questionario di gradimento

Il questionario è stato elaborato e gentilmente concesso dalla dott.ssa Anna Tramontano, InEvoluzione - Centro di Logopedia, Psicologia e Neuropsicomotricità, <https://www.clpinevoluzione.it/>.

2. Analisi delle anomalie nella somministrazione del test

Durante la sperimentazione, da considerarsi al momento uno studio pilota, sono state riscontrate alcune interferenze sulle variabili studiate, che richiedono un'attenzione specifica al fine di migliorare l'affidabilità dello strumento. In relazione al testo originale presentato ai 10 partecipanti, sono state evidenziate alcune criticità che meritano attenzione:

- a) è stato adottato un font classico, simile a quelli comunemente utilizzati nella redazione di libri presenti sul mercato, non ad alta leggibilità come invece sarebbe raccomandato da studi recenti sui Disturbi Specifici di Apprendimento;
- b) il testo è stato giustificato, sempre in rispetto dei comuni testi presenti sul mercato, anziché essere allineato a sinistra con il cosiddetto allineamento "a bandiera", che permette alle parole di avere uno spazio regolare tra loro favorendone la leggibilità. L'allineamento giustificato, inoltre, può influenzare negativamente la chiarezza e la fluidità della lettura perché non lascia punti di riferimento visivi nel cambio riga;
- c) l'interlinea utilizzata è inferiore a 1,5. L'interlinea rappresenta un elemento cruciale nella disposizione del testo, influenzando sulla chiarezza visiva e sulla separazione dei paragrafi.

Al fine di migliorare la qualità complessiva della somministrazione del test e garantire un ambiente di valutazione più equo e standardizzato, nel futuro si procederà all'implementazione di modifiche mirate per ottimizzare la comprensione del testo, favorendo un contesto di sperimentazione più accurato e attendibile.

3. Valutazione dei risultati

Nel processo di valutazione delle risposte fornite dal campione durante le fasi PRE (lettura del testo) e POST (visualizzazione di un video tramite visore VR), sono stati adottati specifici criteri di assegnazione di valori, definiti come segue:

0 = Non risposto; 1 = Insufficiente; 2 = Sufficiente; 3 = Risposta esatta.

In tal modo sono stati ottenuti dei punteggi che hanno permesso di discriminare le differenti prestazioni nelle fasi PRE e POST. Nei normotipo non sono emerse differenze significative, evidenziando risultati sostanzialmente simili all'interno del campione.

Nel campione con Disturbo Specifico di Apprendimento, sono emersi atteggiamenti e rendimenti divergenti in relazione all'approccio adottato. A titolo esemplificativo vengono presentati due casi distinti:

1. il soggetto identificato con il codice **D01**, studente di scuola secondaria di primo grado (I media), ha ottenuto un punteggio superiore nella fase PRE. Ciò è attribuibile con molta probabilità alla sua insicurezza che lo ha condotto a rileggere più volte il testo prima di rispondere, secondo l'approccio a cui è stato abituato dal tutor didattico, adottando uno stile di elaborazione delle informazioni di tipo analitico.

Nella fase POST, invece, ha ottenuto un punteggio inferiore probabilmente perché, nonostante avesse costruito la mappa della quale avrebbe potuto beneficiare visto che il suo canale sensoriale preferito è il “visivo-non verbale” (Figura 7.3), l'utilizzo del visore VR sembra avergli trasmesso una sicurezza tale da indurlo a non utilizzare la mappa, rispondendo d'istinto alle domande e commettendo alcuni errori.

2. Il soggetto identificato con il codice **D05** è una studentessa universitaria di 21 anni che, invece, ha consultato accuratamente la sua mappa fornendo un numero maggiore di risposte corrette nella fase POST, ottenendo così un

punteggio superiore rispetto alla fase PRE. Anche lei predilige il canale sensoriale visivo-non verbale e adotta uno stile di elaborazione delle informazioni di tipo analitico (Figura 7.4).

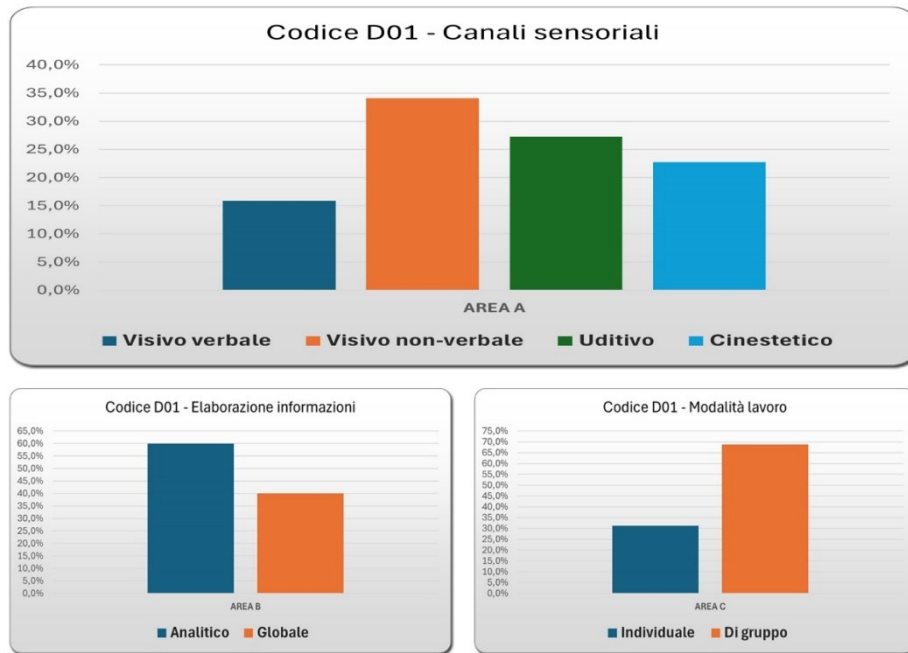


Figura 7.3
Canali sensoriali del campione (DSA) con codice **D01**.

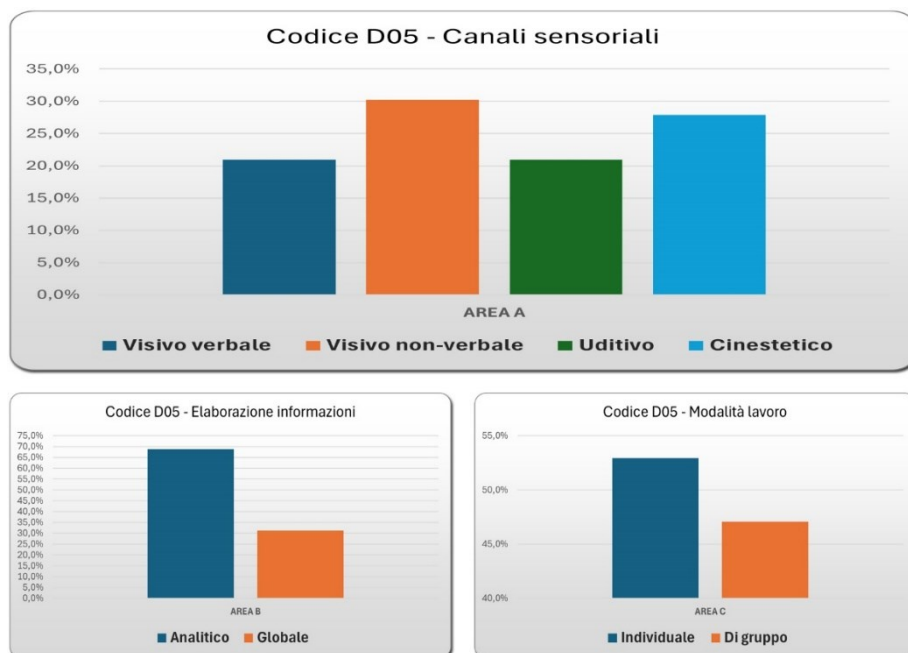


Figura 7.4
Canali sensoriali del campione (DSA) con codice **D05**.

Nonostante il numero limitato del campione, dalla sperimentazione sono emersi elementi interessanti: l'utilizzo del visore VR, soprattutto in bambini o ragazzi più giovani, potrebbe causare distrazione o una falsa sensazione di sicurezza, influenzando negativamente la costruzione o l'impiego della mappa. Tale fenomeno si è riscontrato in misura minore negli individui più grandi, caratterizzati da un maggior grado di autonomia e maggiore capacità di autoregolazione.

Relativamente al questionario sugli stili di apprendimento, i risultati sono stati elaborati mediante la tabella di conversione "Calcolo dei punteggi" (Figura 7.5).

CALCOLO DEI PUNTEGGI

Trascrivi il punteggio relativo ad ogni affermazione e calcola i totali.

AREA A							
Affermazione No.	Punteggio	Affermazione No.	Punteggio	Affermazione No.	Punteggio	Affermazione No.	Punteggio
5		4		10		1	
8		12		14		7	
15		21		32		17	
34		26		36		22	
40		29		39		31	
Totale Stile visivo verbale:		Totale Stile visivo non-verbale:		Totale Stile uditivo:		Total Stile cinestetico:	
Totale Area A:							
AREA B				AREA C			
Affermazione No.	Punteggio	Affermazione No.	Punteggio	Affermazione No.	Punteggio	Affermazione No.	Punteggio
6		2		3		11	
13		9		16		19	
20		27		18		23	
24		35		25		30	
28		38		37		33	
Totale Stile Analitico:		Totale Stile globale:		Totale Stile individuale:		Totale Stile di gruppo:	
Totale Area B:				Totale Area C:			

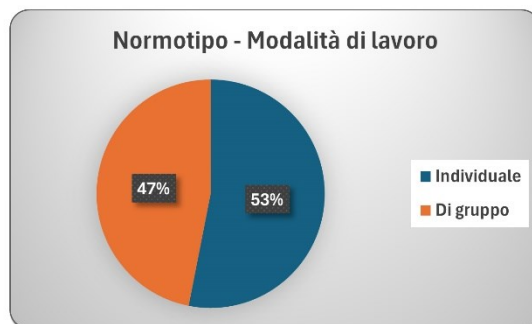
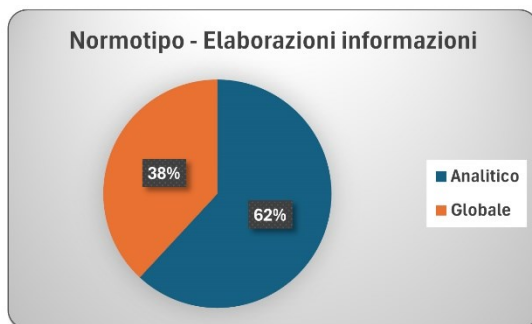
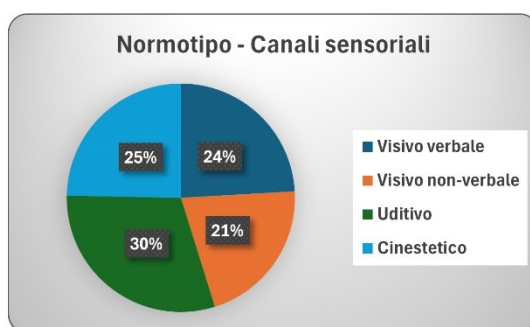
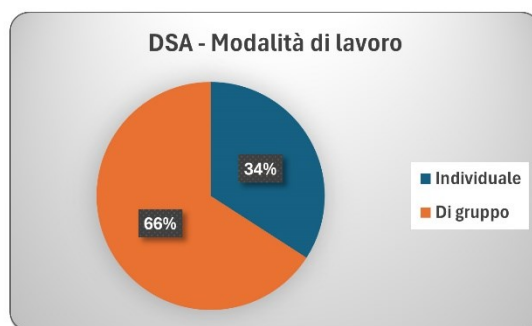
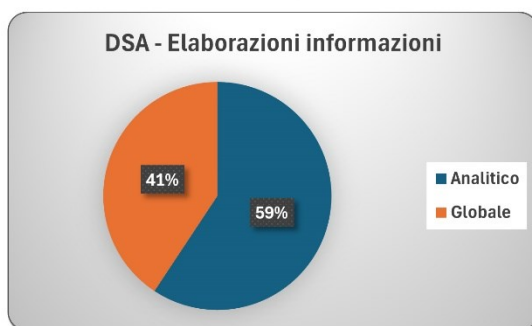
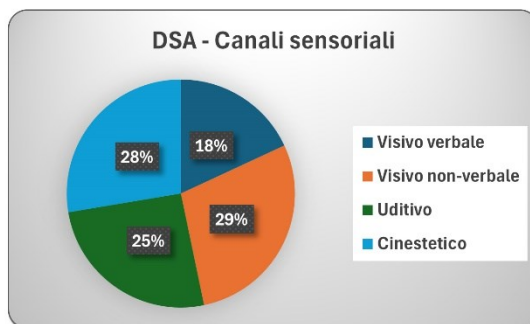
Calcola i valori percentuali.

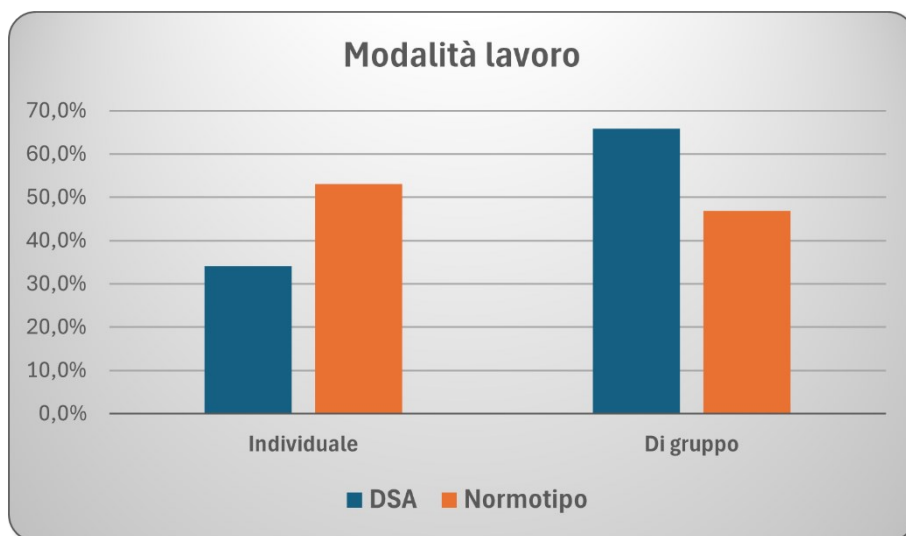
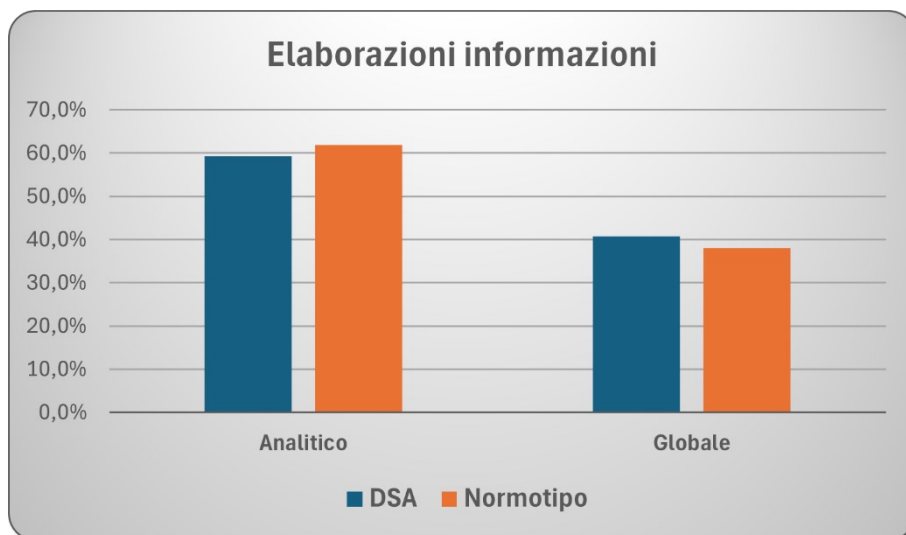
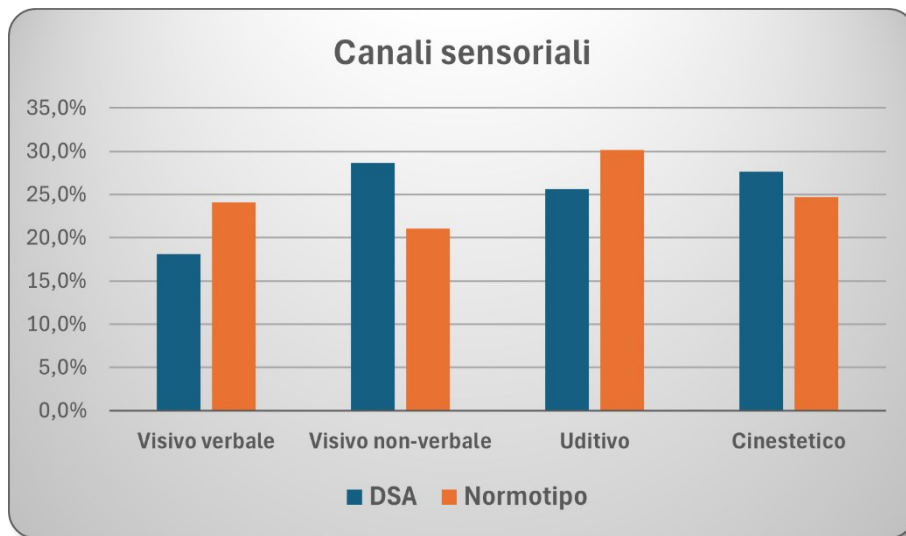
AREA A					
Visivo verbale	Totale Visivo verbale x 100	=%	Visivo non-verbale	Totale Visivo non-verbale x 100	=%
	diviso			diviso	
Totale Area A		Totale Area A			
Uditivo	Totale Uditivo x 100	=%	Cinestetico	Totale Cinestetico x 100	=%
	diviso			diviso	
Totale Area A		Totale Area A			
AREA B			AREA C		
Analitico	Totale Analitico x 100	=%	Individuale	Totale Individuale x 100	=%
	diviso			diviso	
Totale Area B		Totale Area B		Totale Area C	
Globale	Totale Globale x 100	=%	Di gruppo	Totale Di gruppo x 100	=%
	diviso			diviso	
Totale Area B		Totale Area B		Totale Area C	

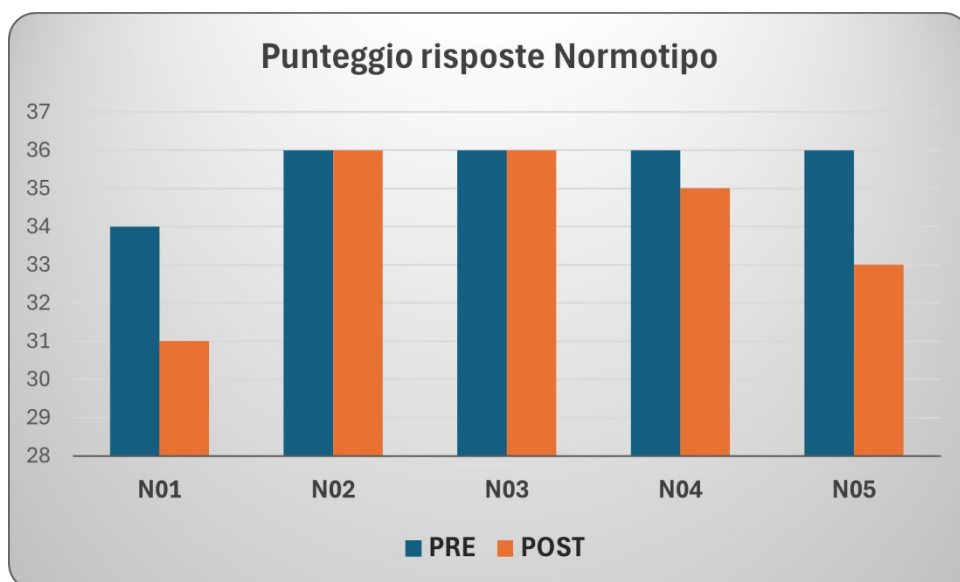
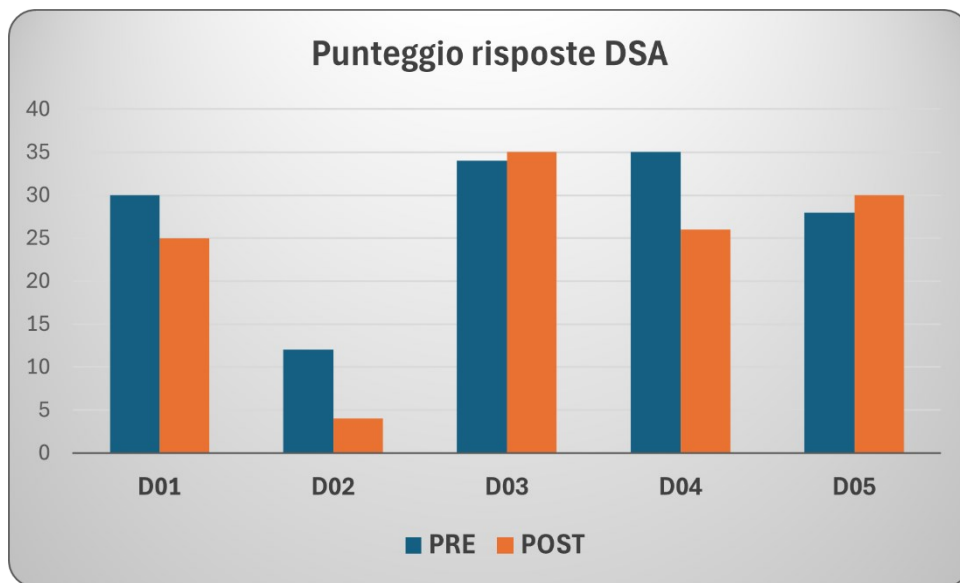
Figura 7.5

Tabella per il calcolo dei punteggi.

Utilizzando i dati raccolti sono stati elaborati diversi grafici, sia sui singoli partecipanti sia sull'insieme del campione, evidenziando le differenze tra i soggetti con Disturbo Specifico di Apprendimento (DSA) rispetto a quelli normotipo. Di seguito vengono riportati alcuni grafici di confronto sui valori totali:







Dall'analisi dei risultati, possiamo affermare che il visore VR, stimolando i canali verbale, uditivo e visivo con la somministrazione di video e immagini e cinestesico con l'esperienza manuale diretta, soddisfa i canali sensoriali preferiti dai soggetti con DSA. Gli audiolibri, ad esempio, spesso adottati per mitigare le difficoltà di lettura, possono risultare non altrettanto efficaci, poiché la simultanea attività di lettura e ascolto può compromettere l'attenzione dei soggetti con DSA, percependo la voce narrante come elemento di disturbo o distrazione.

È essenziale evidenziare che la ricerca è stata condotta utilizzando il sito interattivo, che simula l'ambiente desiderato ma non corrisponde esattamente alla futura immersività auspicata. Nonostante la somministrazione in un contesto virtuale, il sito interattivo mantiene una prospettiva bidimensionale all'interno di un browser standard. Nell'ambiente immersivo immaginato per il futuro, il discente si troverebbe all'interno dell'ambiente di studio e avrebbe la possibilità di interagire "fisicamente" con esso, da solo o con più partecipanti (ad esempio con il tutor didattico), concentrandosi su una serie di dettagli da poter approfondire e depositare meglio in memoria. Questo permetterebbe uno studio analitico più efficace rispetto a compiti automatizzati come la lettura classica o gli audiolibri, che possono comportare un calo di attenzione più frequente.

Conclusioni

In questo percorso accademico abbiamo esaminato e approfondito l'evoluzione tecnologica, partendo dalla rivoluzione industriale di fine '800, passando attraverso la rivoluzione digitale di metà '900, fino a giungere a ciò che si presenta come una potenziale nuova rivoluzione, la rivoluzione del terzo millennio: il metaverso. Ci siamo soffermati sulla metacognizione e l'apprendimento, strettamente legati tra di loro. Nel campo dell'apprendimento, la metacognizione si concretizza in molti modi diversi e svolge un ruolo cruciale. Nel contesto di questa analisi abbiamo visto che il termine metacognizione ha un significato generale, viene utilizzato per indicare la consapevolezza e il controllo che un individuo ha sui propri processi cognitivi. Abbiamo investigato il processo di apprendimento nell'essere umano, estendendo la nostra indagine anche agli aspetti storici dell'evoluzione degli studi su questa materia nel corso del XX secolo, comprendendo e analizzando i diversi tipi di approccio all'apprendimento. Infine, ci siamo dedicati a una riflessione più approfondita, esaminando le debolezze e i punti di forza nel processo di apprendimento di soggetti con Disturbo Specifico dell'Apprendimento (DSA).

Abbiamo cercato di capire più nel dettaglio “cos'è” o “cosa sarà” il metaverso, che al momento rappresenta più un'idea che una realtà tangibile. Attualmente siamo in grado di discutere apertamente di realtà virtuale, realtà aumentata e realtà mista, ottenute mediante l'utilizzo di strumenti specifici come visori VR, tute e guanti speciali, ma abbiamo anche constatato che per raggiungere quello che può essere considerato il vero metaverso, cioè una congiunzione di tutti gli universi virtuali, ci vorrà ancora del tempo. Questo perché la richiesta di risorse, a livello di reti informatiche e di tecnologie hardware e software, è enorme e non ancora disponibile. Tuttavia, considerando la velocità con cui si è sviluppata la tecnologia negli ultimi decenni, è legittimo pensare e sperare che il percorso di

avvicinamento ad un metaverso globale, sarà molto più veloce di quanto immaginiamo.

Le potenzialità e le opportunità che il metaverso ci mette a disposizione sono immense e straordinarie. Questo nuovo ambiente non è assolutamente paragonabile ai medium che già conosciamo, come la televisione (tecnologia persuasiva) ma anche a Internet, che non sostituisce bensì evolve. Infatti, stiamo parlando di due realtà completamente diverse: Internet resta una rete globale, mondiale, usufruibile da tutti, con le sue enormi capacità e potenzialità, che si sviluppa attraverso piattaforme bidimensionali come computer, smartphone e tablet. Il metaverso invece, è una realtà immersiva, una tecnologia trasformativa, che ci dà la possibilità di vivere l'ambiente che stiamo esplorando attraverso visori VR e speciali tute e lo fa in un modo diverso rispetto alla televisione o ai monitor dei Computer, perché nel metaverso abbiamo la totale sensazione di essere realmente presenti all'interno dell'ambiente virtuale che stiamo esplorando.

A tal riguardo abbiamo affrontato e approfondito anche l'affascinante tema dei neuroni GPS. Come ampiamente dimostrato dagli scienziati John O'Keefe, May-Britt Moser ed Edvard I. Moser che li hanno scoperti e grazie ai quali hanno vinto il Nobel per la medicina e la fisiologia 2014, i neuroni GPS sono quelli che ci consentono di orientarci nello spazio, di percepire la posizione delle altre persone rispetto a noi e di fornirci una rappresentazione mentale della situazione reale, nell'ambiente circostante. Possiamo ribadire un concetto tanto semplice quanto efficace: sono uno studente se mi trovo a scuola, sono un atleta se mi trovo in palestra, sono un pilota se mi trovo al volante di un'automobile e così via. Abbiamo scoperto che, a differenza degli ambienti bidimensionali in cui restano inattivi, nella realtà virtuale i neuroni GPS vengono attivati, conferendoci la sensazione di vivere effettivamente all'interno dell'ambiente che stiamo esplorando attraverso il visore VR, pur essendo fisicamente in un altro luogo. Questo ci permette di avviare, con grandi prospettive, una serie di nuove sperimentazioni in vari settori: sociale, lavorativo, medico e soprattutto nel campo didattico dell'apprendimento.

Il nostro obiettivo è impiegare il metaverso come strumento innovativo per agevolare e potenziare il processo di apprendimento per tutti i discenti, con particolare attenzione ai bambini e ai ragazzi con Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA), facendo leva su quegli aspetti che, abbiamo scoperto, essere i loro punti di forza e debolezza. Potremmo utilizzare l'ambiente virtuale per evitare alcune operazioni che, nell'approccio didattico tradizionale della scuola ordinaria, creano difficoltà e risultano molto limitanti come scrivere, prendere appunti, disegnare, ricordare nomi, date, ecc.

Ci siamo soffermati sull'importanza degli strumenti compensativi e aumentativi, scoprendo che questi strumenti possono essere anche le mappe concettuali, ma abbiamo anche visto che ci potrebbero essere dei problemi nella creazione delle mappe, anche solo a livello grafico. Utilizzando l'ambiente virtuale, adeguatamente costruito per l'argomento trattato, si possono creare situazioni in cui il soggetto con DSA, invece di dover leggere, scrivere e prendere appunti, può semplicemente "vivere" l'apprendimento come esperienza all'interno dell'ambiente correlato all'argomento di studio. Questo ambiente virtuale offrirà la possibilità di manipolare fisicamente oggetti virtuali, raccogliendo con le mani (virtualmente) elementi da mettere in archivio. Tali elementi andranno a costituire la mappa finale elaborata direttamente dal sistema, in base alle scelte effettuate lungo il percorso all'interno dell'ambiente virtuale (argomento trattato).

Questo approccio rende il percorso di studio non solo educativo ma anche divertente e motivante, con la possibilità di sfruttare anche i vantaggi ludici del gaming per attrarre l'attenzione e stimolare la creatività durante l'esplorazione dell'ambiente virtuale. Tale ambiente può spaziare su una vasta gamma di argomenti: storia, arte, letteratura, matematica, fisica, scienze e altro ancora. L'ambiente virtuale dovrà essere adeguatamente programmato e costruito, sia dal punto di vista grafico (dovrà essere un ambiente piacevole e verosimile all'argomento trattato) sia dal punto di vista dinamico (dovrà essere altamente interattivo durante l'esplorazione). Alla fine, una volta raccolti gli oggetti ritenuti

più pertinenti al percorso svolto, il sistema costruirà dinamicamente una mappa con le parole chiave e le immagini relative alle scelte effettuate durante la lezione e non ci sarà bisogno di scrivere o disegnare nulla. Tutto sarà costruito in funzione delle scelte fatte durante una piacevole passeggiata nel metaverso, dove il discente avrà partecipato ad una visita guidata, arricchita dalla narrazione di una guida (virtuale), magari eccellente. In questo modo, il metaverso, ci permetterebbe con buona probabilità, di facilitare e migliorare l'apprendimento dei bambini e ragazzi con DSA, ma probabilmente anche di tutti gli altri studenti.

Immaginiamo di immergerci nello studio della Divina Commedia e di ritrovarci nei cerchi dell'Inferno, accompagnati da Virgilio che ci guida e ci indica la strada, raccontandoci e spiegandoci chi sono, cosa fanno o cosa hanno fatto i vari personaggi che incontriamo lungo il percorso. Immaginiamo di poter raccogliere, lungo il cammino, degli oggetti a nostra scelta, inerenti al luogo in cui ci troviamo e che rappresentano un punto focale del percorso. Questi oggetti andranno a comporre le parole chiave e le immagini che ritroveremo alla fine del percorso, nella mappa concettuale su cui potremo studiare. Avremo vissuto realmente una piacevole ed emozionante visita immersiva e avremo potuto sfruttare vari canali: quello visivo, visitando l'Inferno dantesco, quello uditivo, avendo ascoltato le spiegazioni di Virgilio e anche quello cinestesico perché avremo raccolto fisicamente, con le nostre mani, gli oggetti che hanno rappresentato per noi dei punti chiave durante il percorso. In questo modo, avremo evitato tutti quegli aspetti che rappresentano dei limiti nello studio tradizionale e sfruttato tutti gli aspetti che rappresentano i punti di forza nell'apprendimento dei soggetti con DSA. Ci ritroveremo ad avere una mappa concettuale personalizzata, scelta e organizzata dal discente, senza la necessità di leggere, scrivere o disegnare nulla. Un modo innovativo e coinvolgente per apprendere, per rendere lo studio un'esperienza piacevole, attraente, motivante e ricca di significato.

Infine, è stata condotta un'indagine su un campione eterogeneo di studenti con Disturbo Specifico dell'Apprendimento (DSA) e studenti normotipo,

presentando lo stesso argomento prima tramite canali tradizionali (lettura di un testo) e poi, dopo circa 15 giorni, tramite realtà virtuale con visore VR (visione e ascolto di un video con interazione cinestesica). I partecipanti al campione hanno completato un questionario relativo agli stili di apprendimento all'inizio del test e un questionario di gradimento alla fine e, dopo entrambe le modalità di erogazione, hanno risposto alla stessa lista di domande attinenti al tema trattato. Lo scopo del test è stato quello di verificare eventuali differenze nell'apprendimento tra gli studenti normotipo e quelli con DSA, in seguito all'esposizione al medesimo argomento mediante le due diverse modalità.

In conclusione, l'obiettivo è proprio quello di utilizzare l'emergente metaverso, per creare ambienti educativi in cui lo studio e l'apprendimento si trasformino in un percorso piacevole, soddisfacente e motivante, anche per i soggetti con Disturbo Specifico di Apprendimento, evitando le pratiche più faticose, sfruttando i tantissimi punti di forza e riuscendo addirittura a trovare una forma di attrazione e divertimento nella fase di studio, sfruttando i benefici ludici del gaming.

«Ognuno è un genio, ma se si giudica un pesce dalla sua abilità di arrampicarsi sugli alberi, lui passerà tutta la sua vita a credersi stupido».

(Albert Einstein)

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato realizzato grazie all'aiuto e alla collaborazione di tante persone, vorrei ringraziarle tutte sperando di non dimenticare nessuno.

Ringrazio mia moglie Floriana, per la sua tenacia e la sua determinazione, per avermi dato sempre la certezza che ce l'avrei fatta e soprattutto per la competenza e la professionalità con cui mi ha accompagnato e sostenuto lungo tutto il cammino.

Ringrazio mia figlia Alessia, per il sostegno costante e per aver ereditato da noi quel suo modo di vivere e interpretare la vita fuori dagli schemi.

Ringrazio i miei genitori Maria e Franco, che avrebbero sacrificato tutto pur di vedermi laureato 35 anni fa. A loro dico "ce l'ho fatta", meglio tardi che mai.

Ringrazio mio fratello Mauro, anima candida e sincera, mia nuora Mimma e le mie splendide nipoti Chiara e Ilaria, che mi ricordano costantemente quanto sia importante avere una famiglia unita su cui poter contare.

Ringrazio la professoressa Gabriella Campo, per avermi voluto in questa fantastica esperienza e per avermi sostenuto e accompagnato costantemente, in un rapporto di amicizia e reciproca stima, senza farmi mai mancare il suo supporto e la sua enorme professionalità e competenza.

Ringrazio i miei amici fraterni Claudio Coraggio, Paolo Monacelli e Paolo Ranucci, per il sostegno e la spinta che mi hanno dato sin dall'inizio, facendomi realizzare che forse, questa assurda pretesa, sarebbe potuta diventare realtà.

Ringrazio Pepetto, perché è semplicemente Pepetto.

Ringrazio il mio amico speciale Gianluca Battistini, per la sua bellezza interiore, per tutte le opportunità che mi regala e per la sua capacità di farmi scoprire ed esplorare mondi sempre nuovi.

Ringrazio Fabio Tabacco, perché se oggi posso celebrare una laurea è grazie al fatto che avevo già conseguito un diploma, e questo, in buona parte, lo devo a lui.

Ringrazio Anna Tramontano, per il suo sostegno e per il lavoro che ha svolto per me, regalandomi oltre al suo tempo anche la sua professionalità, senza nulla chiedere.

Ringrazio tutte le persone che mi hanno dedicato un po' del loro tempo per questo lavoro, permettendomi di realizzare il mio sogno: le mie nipoti Chiara e Ilaria Capobianchi insieme a Damiano Baron, per la loro infinita e cortese disponibilità, Leonor Santiesteban, la “mi pequeña gran amiga”, per il prezioso aiuto con la lingua spagnola a me sconosciuta, Francesca Magostini, per i preziosi e ricercati contributi, sempre puntuali, i miei colleghi nonché amici di corso, Roberta Montanaro, Alessio Mosco e molti altri, con i quali ho condiviso gioie e dolori di questa fantastica avventura.

E infine, ringrazio me stesso, Marco Capobianchi detto “Capozzi”, per essere riuscito, dopo tanti anni, a tirare fuori dal cassetto quel sogno che consideravo ormai svanito!

Bibliografia

Matthew Ball, *Metaverso. Cosa significa, chi lo controllerà e perché sta rivoluzionando le nostre vite*, Milano, Garzanti, 2022.

Maria Amata Garito, Giovanni Anceschi, Massimo Botta, *L'ambiente dell'apprendimento - web design e processi cognitivi*, McGraw-Hill Education, 2006.

Maria Amata Garito, Olivia Roux, *Le teorie dell'apprendimento*, Università Telematica Internazionale Uninettuno, 2004.

Letizia Sabbadini, *Disprassia e disturbi dello sviluppo della coordinazione. Criteri di valutazione e intervento*, Firenze, Hogrefe Editore, 2023.

Letizia Sabbadini, *Disturbi del linguaggio e disprassia verbale. Inquadramento clinico e principi di valutazione e di intervento*, Roma, Carocci editore, 2021.

Letizia Sabbadini, *Disturbi specifici del linguaggio, disprassie e funzioni esecutive. Con una raccolta di casi clinici ed esempi di terapia*, Milano, Springer-Verlag Italia, 2013.

Giacomo Stella, Luca Grandi, *Come leggere LA DISLESSIA e i DSA*, Firenze, Giunti Scuola, 2011.

Sitografia

AID Associazione Italiana Dislessia, *Dislessia che fare. Che cosa sono i DSA*, <https://www.aiditalia.org/che-cosa-sono-i-dsa>, (consultato il 21/12/2023).

AID Associazione Italiana Dislessia, *Dislessia che fare. Gli strumenti compensativi*, <https://www.aiditalia.org/gli-strumenti-compensativi>, (consultato il 21/12/2023).

AID Associazione Italiana Dislessia, *La normativa. La legge 170/2010*, <https://www.aiditalia.org/scuola>, (consultato il 21/12/2023).

AIDEE Associazione Italiana Disprassia dell'Età Evolutiva, *Cosa è la disprassia*, <https://www.aidee.it/conoscere-la-disprassia>, (consultato il 28/12/2023).

D. Banakou, M. Slater (10/2017), *Embodiment in a virtual body that speaks produces agency over the speaking but does not necessarily influence subsequent real speaking*, *Sci. Rep.* 7:14227. doi: 10.1038/s41598-017-14620-5, <https://link.springer.com/article/10.1038/s41598-017-14620-5>, (consultato il 17/12/2023).

D. Banakou, R. Groten, M. Slater (07/2013). *Illusory ownership of a virtual child body causes overestimation of object sizes and implicit attitude changes*, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 110, 12846–

12851. doi: 10.1073/pnas.1306779110,
<https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1306779110>, (consultato il 17/12/2023).

Domna Banakou (06/2018), *Virtually Being Einstein Results in an Improvement in Cognitive Task Performance and a Decrease in Age Bias*,
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2018.00917/full>, (consultato il 17/12/2023).

M. Botvinick & J. Cohen (02/1998), *Rubber bands 'feel' touch that eyes see*, Nature 391:756,
<https://www.nature.com/articles/35784>, (consultato il 17/12/2023).

Ginevra Cerrina Feroni (06/2023), *Il metaverso tra problemi epistemologici, etici e giuridici*, Medialaws, (2023), <https://www.medialaws.eu/rivista/il-metaverso-tra-problemi-epistemologici-etici-e-giuridici/>, (consultato il 12/11/2023).

Alessandro De Concini, *METACOGNIZIONE: che cos'è e perché è FONDAMENTALE nello STUDIO*, <https://corsi.alessandrodeconcini.com/blog/metacognizione>, (consultato il 14/12/2023).

M. González-Franco, T. C. Peck, A. Rodríguez-Fornells, M. Slater (12/2013), *A threat to a virtual hand elicits motor cortex activation*, Exp. Brain Res. 232, 875–887. doi: 10.1007/s00221-013-3800-1,
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00221-013-3800-1>, (consultato il 17/12/2023).

Daria Grimaldi (01/2022), *Il metaverso come viaggio dentro noi stessi*,
<https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/presenza-e-persuasione-il-metaverso-come-viaggio-affascinante-dentro-noi-stessi/>, (consultato il 06/12/2023).

INAPP Istituto Nazionale per l'Analisi delle Politiche Pubbliche, *“Digital transition: research & development”*, <https://www.inapp.gov.it/eventi/digital-transition-research-development>, (consultato il 20/12/2023).

Istituto Superiore di Sanità (12/2019), *Disturbi del neurosviluppo*, <https://www.iss.it/i-disturbi-del-neurosviluppo>, (consultato il 18/12/2023).

Immacolata Lagreca, Educazione&Scuola (2018), *La metacognizione*,
<https://www.edscuola.eu/wordpress/?p=100970>, (consultato il 15/12/2023).

MIND (02/2020), *I neuroni GPS che immaginano il futuro*,
https://www.lescienze.it/mind/2020/02/04/news/neuroni_gps_immaginazione_cammino-4671627/, (consultato il 14/12/2023).

MIND Mente & Cervello (01/2018), *Neuroni GPS anche per la posizione degli altri*,
https://www.lescienze.it/news/2018/01/12/news/neuroni_gps_posizione_propria_altri_anim-3817454/, (consultato il 17/12/2023).

OggiScienza. La ricerca e i suoi protagonisti (02/2014), *Le piante imparano e ricordano*, <https://oggiscienza.it/2014/02/07/le-piante-imparano-e-ricordano/index.html>, (consultato il 01/02/2024).

S. A. Osimo, R. Pizarro, B. Spanlang, M. Slater (09/2015), *Conversations between self and self as sigmund freud-a virtual body ownership paradigm for self counselling*, Sci. Rep. 5:13899. doi: 10.1038/srep13899, <https://www.nature.com/articles/srep13899>, (consultato il 17/12/2023).

Valeria I. Petkova, and H. Henrik Ehrsson (02/2008), *If I were you: perceptual illusion of body swapping*, . PLoS One. 2008;3(12):e3832. doi: 10.1371/journal.pone.0003832. Epub 2008 Dec 3. PMID: 19050755; PMCID: PMC2585011, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19050755/>, (consultato il 06/02/2024).

Giuseppe Riva, Brenda K. Wiederhold (06/2022), *What the Metaverse Is (Really) and Why We Need to Know About It*, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35696299/>, (consultato il 21/12/2023).

Giuseppe Riva, Brenda K. Wiederhold, Fabrizia Mantovani (01/2019), *F. Neuroscience of Virtual Reality: From Virtual Exposure to Embodied Medicine*. Cyberpsychol Behav Soc Netw. 2019 Jan;22(1):82-96. doi: 10.1089/cyber.2017.29099.gri. Epub 2018 Sep 5. PMID: 30183347; PMCID: PMC6354552, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6354552/>, (consultato il 21/12/2023).

Giovanni Salmeri (01/2022), *Il Metaverso come la caverna di Platone? Il vero mondo è altrove*, <https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/il-metaverso-come-la-caverna-di-platone-il-vero-mondo-e-altrove/>, (consultato il 06/12/2023).

Springer Link (01/2014), *Experience teaches plants to learn faster and forget slower in environments where it matters*, <https://link.springer.com/article/10.1007/s00442-013-2873-7>, (consultato il 01/02/2024).

STATE OF MIND. Il Giornale delle Scienze Psicologiche (07/2023), *Apprendimento*, <https://www.stateofmind.it/apprendimento/>, (consultato il 14/12/2023).

STATE OF MIND. Il Giornale delle Scienze Psicologiche (06/2017), *Lo sviluppo del bambino: prime tappe e grandi conquiste. A che gioco giochiamo?*, <https://www.stateofmind.it/2017/06/piaget-sviluppo-bambino/>, (consultato il 05/02/2024).

STATE OF MIND. Il Giornale delle Scienze Psicologiche (12/2018), *Neurodiversità: verso la valorizzazione delle risorse, nel rispetto delle differenze. Dalla storia del termine all'odierno dibattito*, <https://www.stateofmind.it/2018/12/neurodiversita-definizione-dibattito/>, (consultato il 06/02/2024).

Wikipedia, *Disprassia*, <https://it.wikipedia.org/wiki/Disprassia>, (consultato il 28/12/2023).

Wikipedia, *La vita è sogno*, https://it.wikipedia.org/wiki/La_vita_è_sogno, (consultato il 28/12/2023).

Wikipedia, *Metacognizione*, <https://it.wikipedia.org/wiki/Metacognizione>, (consultato il 14/12/2023).

Wikipedia, *Upaniṣad*, <https://it.wikipedia.org/wiki/Upanisad>, (consultato il 14/12/2023).

Wired.it (10/2014), *Perché i neuroni Gps hanno vinto il Nobel per la medicina*, <https://www.wired.it/scienza/lab/2014/10/06/nobel-medicina-gps-cervello/>, (consultato il 17/12/2023).

N. Yee, J. N. Bailenson (07/2007), *The proteus effect: the effect of transformed self-representation on behavior*, *Hum. Commun. Res.* 33, 271-290. doi: 10.1111/j.1468-2958.2007.00299.x, <https://academic.oup.com/hcr/article-abstract/33/3/271/4210718>, (consultato il 20/12/2023).