

Intelligenza Artificiale ed Epigenetica nei Disturbi Specifici dell'Apprendimento: tra compensazione e nuove prospettive di funzionamento.

ABSTRACT

La presente tesi analizza i Disturbi Specifici dell'Apprendimento (DSA) all'interno di un quadro teorico integrato, che considera l'interazione tra dimensioni biologiche e ambientali nel determinare i profili di funzionamento individuale. Superando una prospettiva esclusivamente deficit-based, i DSA vengono interpretati come espressione di processi dinamici, influenzati da variabili contestuali e da meccanismi di sviluppo plastici e modificabili.

Particolare attenzione è dedicata al contributo dell'epigenetica, che evidenzia come fattori ambientali — quali lo stress, il contesto socioeducativo e la qualità delle esperienze precoci — possano modulare l'espressione genica e incidere sui percorsi di apprendimento. In questa prospettiva, il funzionamento dell'individuo si configura come il risultato di un equilibrio tra vulnerabilità e risorse, continuamente influenzato dall'ambiente.

All'interno di tale cornice, la tesi approfondisce il ruolo delle tecnologie digitali e, in particolare, dell'intelligenza artificiale, interpretata non solo come strumento compensativo, ma come componente attiva dell'ambiente di apprendimento. I sistemi basati su AI, attraverso meccanismi adattivi e personalizzati, possono incidere sulle condizioni di accesso al sapere, sostenendo i processi cognitivi e riducendo le barriere legate alla prestazione.

I risultati della riflessione teorica evidenziano come l'integrazione tra fattori biologici e ambientali — includendo le tecnologie emergenti — consenta di orientare pratiche educative più inclusive, eque ed efficaci, promuovendo pari opportunità e valorizzando le potenzialità degli studenti con DSA



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DELLA REPUBBLICA
DI SAN MARINO



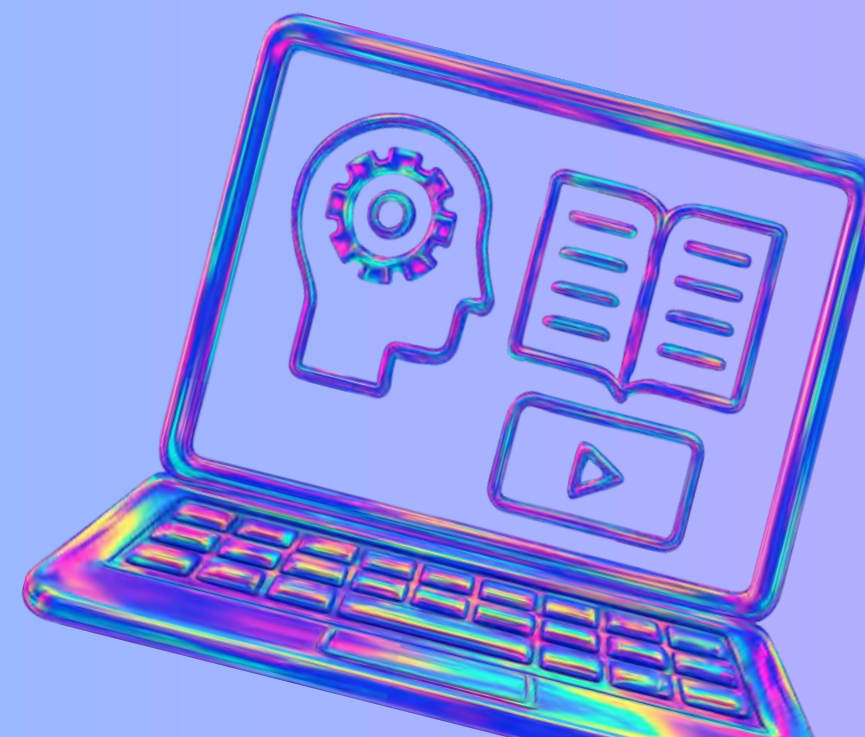
UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

INTELLIGENZA ARTIFICIALE ED EPIGENETICA NEI DISTURBI SPECIFICI DELL'APPRENDIMENTO: TRA COMPENSAZIONE E NUOVE PROSPETTIVE DI FUNZIONAMENTO.

Candidata:

Valentina Giobbe

matricola: 56788



Relatore:

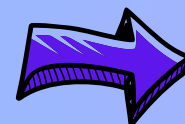
Dott. Luca Grandi



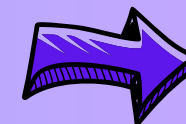
IL DIVARIO TRA POTENZIALE E PRESTAZIONE

DSA come interazione tra:

- **fattori neurobiologici**
- **fattori cognitivi**
- **fattori ambientali**



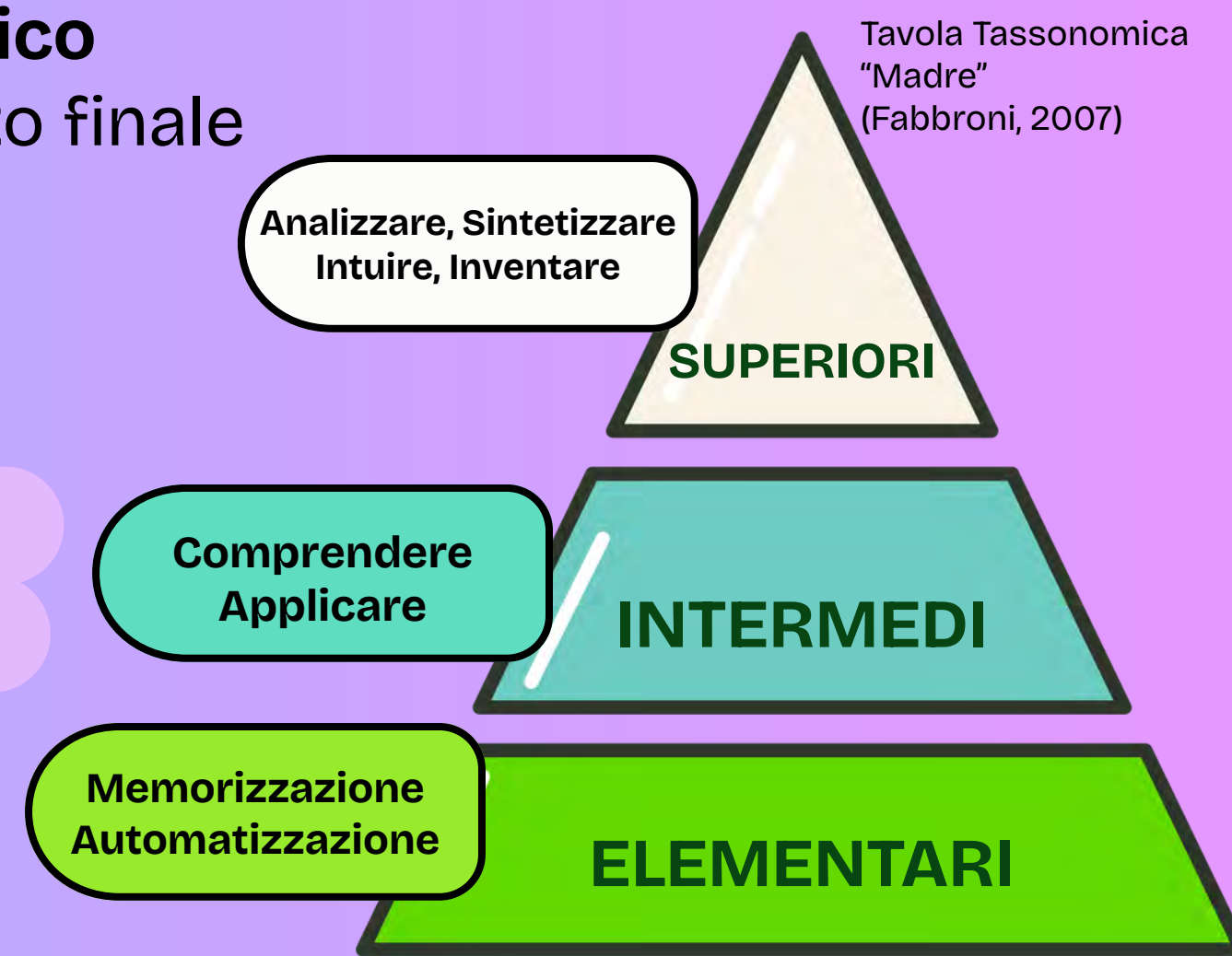
**NON ABBIAMO UNA
COMPROMISSIONE GENERALE
DELLE CAPACITÀ INTELLETTIVE**



Nei DSA le abilità superiori (comprensione) sono integre, ma l'accesso è bloccato dalla mancata automatizzazione dei processi di base (lettura, scrittura)

Le risorse attentive vengono "consumate" dai compiti esecutivi, generando **sovraccarico cognitivo** che penalizza la qualità del risultato finale

**ALLA LUCE DI CIO' E' FONDAMENTALE INTERPRETARE I DSA
COME UNA DIVERSA MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO, NON
COME UN'INCAPACITA'**



TRAIETTORIE DI APPRENDIMENTO: L'AMBIENTE CONTA

→ IMPATTO EMOTIVO-MOTIVAZIONALE

Impotenza Appresa (Learned Helplessness): L'insuccesso ripetuto può portare lo studente a credere di non poter influenzare i propri risultati, riducendo l'impegno

Autoefficacia: La convinzione di poter affrontare con successo un compito è fondamentale per la persistenza e la gestione delle difficoltà

→ TRAIETTORIE DI SVILUPPO-Matthew Effects

Le differenze iniziali nelle abilità tendono ad amplificarsi nel tempo: chi ha successo legge di più e migliora, chi fatica legge meno e accumula svantaggio.

CONTESTI EDUCATIVI:

FLESSIBILI (PROCESSO) > RIGIDI (PRESTAZIONE)

Alla luce di ciò
**l'AMBIENTE EDUCATIVO può essere un
fattore attivo in grado di influenzare in
modo significativo l'espressione del
funzionamento dei DSA,
potenziandone o attenuandone le
manifestazioni.
Ma come?**

GLI STRUMENTI COMPENSATIVI COME FATTORI AMBIENTALI

«strumenti finalizzati alla manifestazione del proprio potenziale»



MEDIATORI COGNITIVI

Gli strumenti compensativi (Legge 170/2010) non sono facilitazioni, ma strumenti che riducono il carico cognitivo e permettono di esprimere il proprio potenziale, favorendo comprensione e ragionamento.



SUPPORTI DIDATTICI E TECNOLOGICI

Rappresentano una modalità alternativa di accesso ai contenuti che consente allo studente di valorizzare il proprio potenziale.

POTENZIALE VS PRESTAZIONE

L'OBIETTIVO NON E' QUELLO
"LIVELLARE" LE PRESTAZIONI, MA DI
FAVORIRE L'ESPRESSIONE MIGLIORE
DEL PROPRIO POTENZIALE

Gli strumenti compensativi e le tecnologie (inclusa l'AI) configurano un ambiente inclusivo che riduce il carico cognitivo estraneo, trasformando il contesto da ostacolante a supportivo

EPIGENETICA E APPRENDIMENTO: L'AMBIENTE DIVENTA BIOLOGIA

L'Epigenetica studia le modificazioni dell'espressione genica che avvengono senza alterare la sequenza del DNA.
Rappresenta il livello di mediazione che spiega come l'esperienza moduli il patrimonio genetico

MECCANISMI DI REGOLAZIONE

Metilazione del DNA:

Aggiunta di gruppi metilici che generalmente reprimono l'espressione genica; è un processo altamente sensibile all'ambiente e allo stress

Modificazioni Istioniche:

Alterazioni delle proteine (istoni) che determinano quanto DNA sia "accessibile" per essere letto e trascritto

RNA non codificanti (miRNA):

Molecole che partecipano al controllo dell'attività genica regolano la traduzione delle proteine

OLTRE LE FINESTRE SENSIBILI: UN PROCESSO PERMANENTE

ESISTONO FASI DI MASSIMA PLASTICITÀ (INFANZIA E ADOLESCENZA) IN CUI IL CERVELLO È ESTREMAMENTE RECETTIVO AGLI STIMOLI AMBIENTALI.

TUTTAVIA LA NEUROPLASTICITÀ NON SI ESAURISCE CON LO SVILUPPO

IN ETÀ ADULTA, L'ESPERIENZA CONTINUA A MODELLARE LA MATERIA GRIGIA E A RIORGANIZZARE LE RETI NEURALI

NEUROPLASTICITA' E L'IMPATTO DELL'ESPERIENZA

ESPERIENZA / STIMOLO
(Apprendimento o interazione con l'ambiente)

ATTIVAZIONE SINAPTICA
(I neuroni comunicano tra loro attraverso impulsi elettrici)

RAFFORZAMENTO o POTATURA (Pruning)
(Le connessioni usate si stabilizzano, quelle inutilizzate vengono eliminate per efficienza)

RIORGANIZZAZIONE FUNZIONALE
(Il cervello modifica la propria struttura fisica e il proprio funzionamento)

I DSA TRA EPIGENETICA E AMBIENTE

I DSA non più interpretato come un deficit statico e immutabile, ma il risultato dell'interazione tra vulnerabilità neurobiologiche e ambiente.

Predisposizione genetica

La ricerca genetica mostra che i DSA, in particolare la dislessia evolutiva, derivano da varianti distribuite su più geni, senza un singolo fattore causale.

Fattori pre- e perinatali

Il peso alla nascita e la durata della gestazione, risultano tra i predittori più affidabili delle competenze di lettura successive

Early Life Stress

Lo stress ambientale (specialmente quello precoce) può alterare la regolazione epigenetica e l'asse HPA, influenzando la plasticità sinaptica necessaria per lettura e scrittura.

Contesto Socioeducativo:

Il livello socioeconomico e l'istruzione dei genitori sono associati agli esiti di lettura. Incidono non solo sulle risorse materiali, ma anche sulla qualità dell'ambiente cognitivo, sulla stimolazione linguistica e sulle pratiche educative.

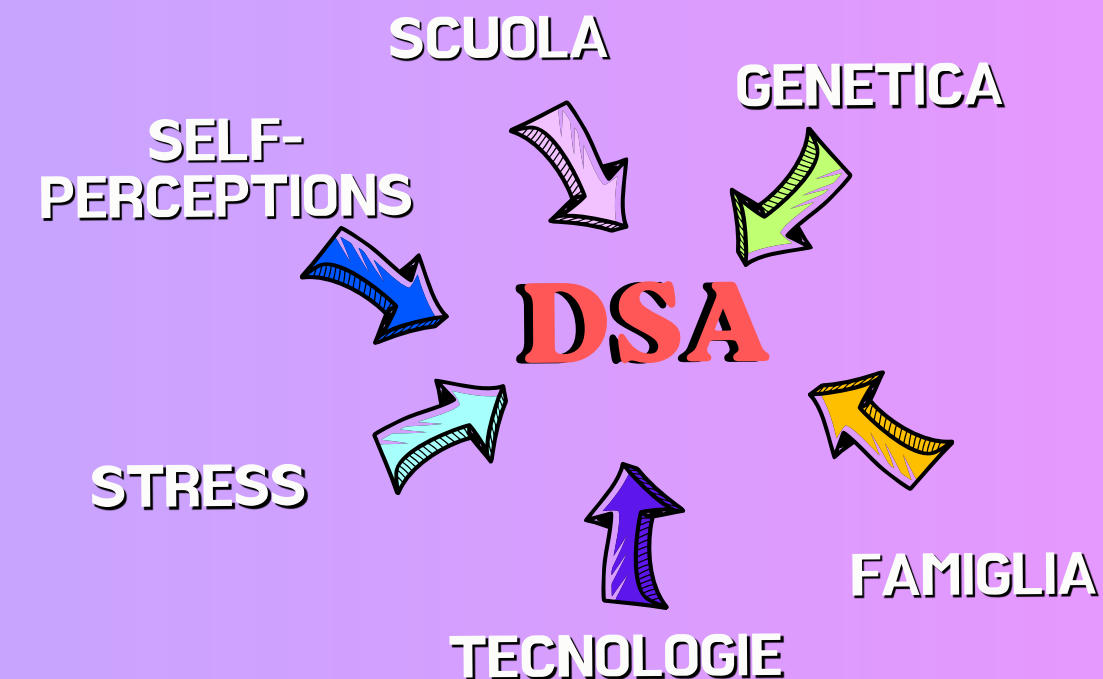
Self-Perceptions

Sono mediatori chiave del successo formativo.

L'insuccesso ripetuto e lo stress favoriscono l'impotenza appresa, mentre l'autoefficacia sostiene l'impegno e riduce l'evitamento, migliorando i processi di apprendimento.

Home Literacy Environment

Le esperienze linguistiche precoci (lettura condivisa, libri, stimoli verbali) potenziano le competenze fonologiche e lessicali, fungendo da fattore protettivo anche in caso di rischio familiare elevato.



OpenAI

Sistemi Computazionali

Sistemi computazionali che simulano funzioni cognitive umane come ragionamento, problem solving ed elaborazione del linguaggio naturale.



LLM & AI Generativa

Modelli di AI basati su reti neurali profonde, come ChatGPT, che apprendono dai dati e generano testi, simulando interazioni linguistiche complesse.



L'AI COME NUOVA FRONTIERA



Modalità Dialogica

Dalla consultazione passiva a una modalità interattiva, in cui lo studente interroga i contenuti, chiede spiegazioni e adatta i materiali al proprio livello.



Supporto Personalizzato

Sistema che guida l'apprendimento in modo dinamico, offrendo supporto continuo.

È IMPORTANTE DISTINGUERE TRA LINGUAGGIO SIMULATO DAI MODELLI E COMPrensione SEMANTICA, CHE RESTA UMANA.

STUDIARE E INSEGNARE CON L'AI: vantaggi e potenzialita' di una rivoluzione in atto

se l'ambiente e' così potente da poter influenzare la nostra biologia, allora come possiamo creare il contesto ideale per imparare?

ED E' QUI CHE ENTRA IN GIOCO L'AI

RIELABORAZIONE PROFONDA:

Riformula testi complessi e offre spiegazioni su più livelli, adattate ai bisogni individuali e alla comprensione approfondita.

APPRENDIMENTO AUTOREGOLATO:

Supporta le competenze metacognitive, aiutando lo studente a monitorare la comprensione tramite il dialogo con la macchina.

FEEDBACK IMMEDIATO:

Fornisce risposte in tempo reale, riducendo i tempi tra azione e revisione e favorendo la regolazione continua dello studio.

CARICO COGNITIVO & SCAFFOLDING

Automatizza ricerca, sintesi e riorganizzazione delle informazioni, riducendo il carico cognitivo e favorendo comprensione e integrazione.

Nel 2025, il 95,6% degli studenti dichiara di conoscere l'AI. Il suo utilizzo è destinato principalmente per la generazione di testi, la traduzione e la revisione dei contenuti.

L'AI non sostituisce l'insegnante, ma ne potenzia progettazione e personalizzazione. Il docente diventa mediatore strategico, guidando l'uso consapevole e **spostando il focus dal prodotto al processo**

RISCHI E SFIDE: Trasformare le Criticità in Opportunità

IL RISCHIO

- I modelli possono generare contenuti linguisticamente plausibili ma errati (hallucinations)
- Risposte rapide, se usate passivamente, possono ridurre l'attivazione cognitiva e la profondità di elaborazione.
- La facilità di generare elaborati mette in crisi la valutazione tradizionale centrata sul prodotto finale.
- I sistemi possono riflettere bias culturali e ampliare il divario digitale.

L'OPPORTUNITÀ'

- Spinge lo studente a non accettare passivamente l'output, ma a verificarlo e valutarlo criticamente.
- Da strumento sostitutivo a supporto metacognitivo, per pianificazione e monitoraggio, mentre lo studente costruisce il significato.
- Didattica centrata sul processo: non solo il prodotto, ma il modo in cui lo studente interagisce e rielabora criticamente i contenuti.
- Integrare l'alfabetizzazione all'AI come competenza strategica e diritto educativo, per garantire equità e pari opportunità di accesso e apprendimento.

Superare la didattica della prestazione: l'AI non è una scorciatoia, ma il mediatore che libera risorse per il pensiero superiore

DSA E NUOVI ORIZZONTI EDUCATIVI: L'AI TRA AMBIENTE ED EPIGENETICA



L'AI NON SI LIMITA A SUPPORTARE GLI STRUMENTI COMPENSATIVI TRADIZIONALI, MA NE RAPPRESENTA UN'EVOLOUZIONE, AMPLIANDONE LE POTENZIALITÀ.

LA RAPIDITÀ CON CUI UNO STRUMENTO (INCLUSA L'IA) OFFRE UN VANTAGGIO PERCEPIBILE È CRUCIALE PER LA SUA EFFETTIVA ADOZIONE DA PARTE DELLO STUDENTE.

AI SI CONFIGURA NON COME MERO AUSILIO TECNICO, MA COME UN VERO E PROPRIO AMBIENTE REGOLATIVO

1. Regolazione dello Stress e Neuroplasticità

Insuccesso ripetuto → stress cronico → attivazione asse HPA e ↑ cortisolo → compromissione di neurogenesi e plasticità sinaptica (ippocampo: memoria e apprendimento)

IMPATTO AI

Personalizzazione del livello e feedback immediato riducono ansia e frustrazione, favorendo condizioni più adatte alla neuroplasticità

2. Qualità dell'Input Linguistico

Le traiettorie di sviluppo, come la lettura, sono influenzate dalla qualità dell'esposizione linguistica nell'ambiente di crescita.

IMPATTO AI

Adatta il linguaggio in modo dinamico, offrendo un vocabolario ricco e personalizzato che facilita l'accesso al testo scritto e favorisce l'arricchimento lessicale.

3. Ricostruzione delle Self-Perceptions

Le difficoltà persistenti possono favorire un'immagine di sé negativa, ridotta autoefficacia e impotenza appresa, con la convinzione di non poter migliorare i propri risultati.

IMPATTO AI

L'IA rende i progressi visibili e i compiti occasioni di successo, aumentando l'autoefficacia e interrompendo il circolo dell'evitamento, favorendo impegno e partecipazione attiva.

DSA, AI ed Epigenetica: Una Nuova Sinergia per l'Apprendimento

Illustrare come l'Intelligenza Artificiale non sia solo uno strumento tecnologico, ma un fattore ambientale capace di influenzare positivamente il benessere biologico e il potenziale degli studenti con DSA.

La Sfida: Il Divario tra Potenziale e Prestazione



Competenza vs. Prestazione

Nei DSA, il potenziale intellettuale è integro ma l'output è ostacolato dalla mancata automatizzazione.



Il Peso dello Stress Tossico

Esperienze di insuccesso ripetuto attivano risposte biologiche che possono limitare la plasticità cerebrale.



L'Impotenza Appresa

La percezione di non poter influenzare i propri risultati riduce drasticamente l'impegno e l'autoefficacia.

La Soluzione: L'AI come Ambiente Biologicamente Rilevante



Riduzione del Carico Cognitivo

L'AI automatizza compiti esecutivi, liberando risorse mentali per la comprensione e il ragionamento superiore.



L'AI come Modulatore Epigenetico

Creando un ambiente meno stressante, l'AI favorisce indirettamente meccanismi biologici adattivi per l'apprendimento.



Feedback e Personalizzazione Dinamica

Supporti come NotebookLM o ChatGPT offrono interazioni su misura che trasformano il fallimento in successo.

L'AI come Mediatore Epigenetico? Una Prospettiva Evolutiva

Non ci sono ancora evidenze dirette di effetti epigenetici dell'AI, ma è plausibile che essa agisca come mediatore tra esperienza educativa e regolazione biologica dello sviluppo.

Quando la biologia pone un limite: uno sguardo personale

**COSA SUCCEDDE SE IL 'BRACCIO ESECUTIVO' SI FERMA?
LO STRESS TEST INASPETTATO...**

PROVA SUL CAMPO!

FUNZIONAMENTO STRAVOLTO:

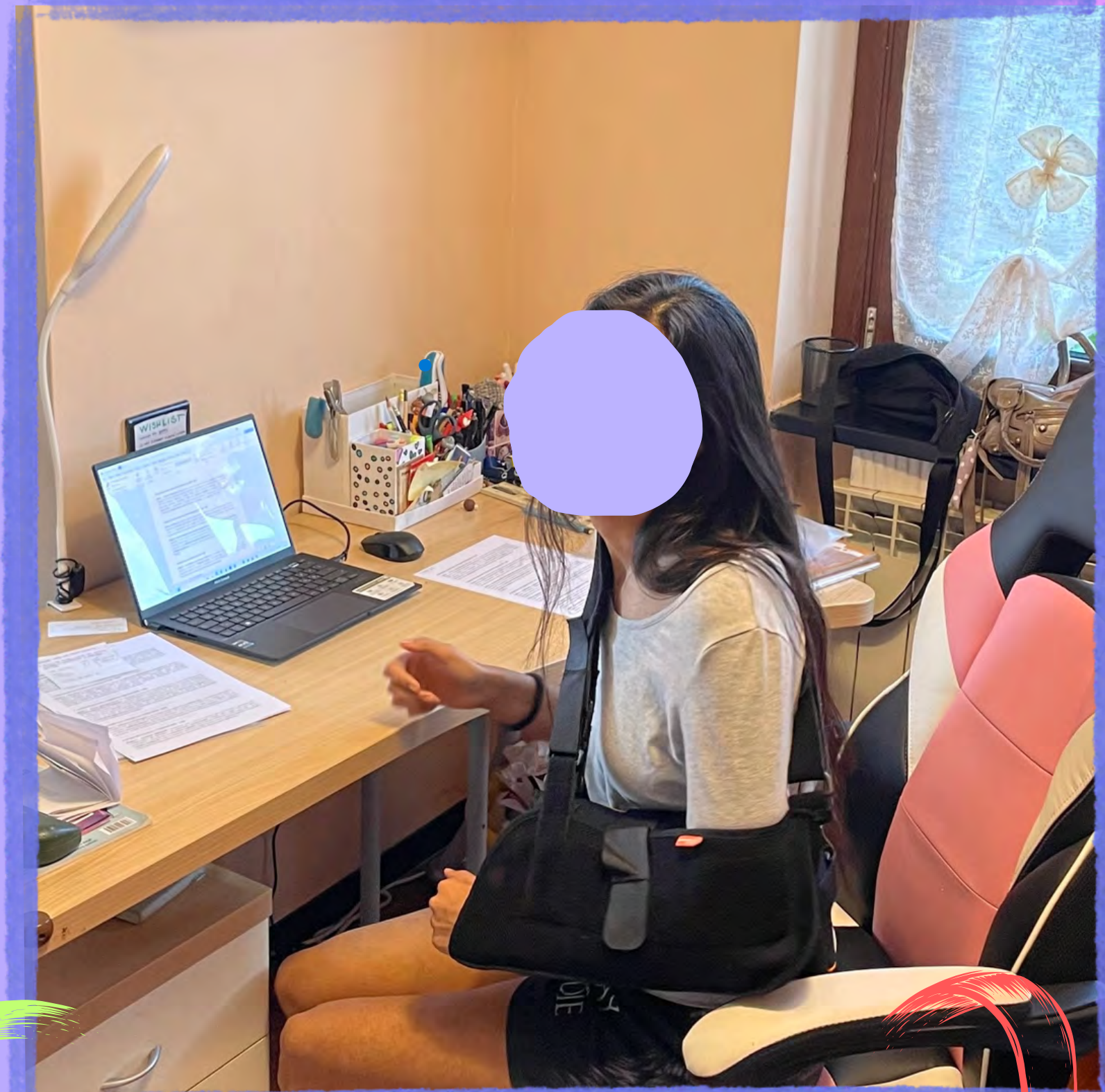
L'intervento alla spalla ha ridotto le risorse esecutive, rendendo la scrittura manuale un compito cognitivamente impegnativo.

LA MIA PROTESI COGNITIVA:

In questo contesto, l'AI è diventata uno strumento compensativo concreto, tramite dettatura e supporto dialogico.

IMPATTO EMOTIVO:

Compensare il limite fisico ha preservato l'autoefficacia, ridotto lo stress e permesso di esprimere il potenziale senza senso di impotenza.



SCRIVERE UNA TESI CON UN DITO SOLO E' DIVENTATO IL MIO COMPITO AD ALTO CARICO (E DECISAMENTE NON AUTOMATIZZATO!).

SENZA AI COME STRUMENTO COMPENSATIVO STAREI PROBABILMENTE ANCORA SCRIVENDO L'INDICE :)

"LAVORARE MEGLIO, NON DI MENO"

LO SPOSTAMENTO DEL BARICENTRO COGNITIVO:

- Riduzione dello sforzo concentrato sulla "scrittura materiale" e sulla trascrizione manuale, compiti che saturavano le risorse esecutive a causa del limite fisico
- Maggiore energia dedicata alle funzioni di ordine superiore: pianificazione, selezione critica delle fonti e integrazione dei contenuti

L'AI COME SPECCHIO E AMPLIFICATORE

- L'AI ha agito come un "confronto continuo", permettendo un ragionamento iterativo attraverso domande e connessioni
- Le intuizioni parziali sono state trasformate in contenuti strutturati, migliorando la precisione e la fluidità del testo finale

LA CENTRALITÀ DEL CONTROLLO UMANO

- Nonostante il supporto tecnologico, la costruzione del significato, l'interpretazione e la direzione del lavoro sono rimaste saldamente nelle mani dell'autore
- Ruolo attivo nella verifica, nel filtro e nella validazione delle fonti per garantire l'accuratezza scientifica

RISULTATO: QUALITÀ VS TEMPO

- L'obiettivo non è stato completare il lavoro più in fretta, ma raggiungere un'eccellenza qualitativa e una precisione altrimenti precluse dal limite biologico momentaneo

"LAVORARE MEGLIO, NON DI MENO".

L'obiettivo non è la riduzione dell'impegno, ma la piena espressione del potenziale e l'accessibilità

AI e Tesi: Dall'Esecuzione alla Strategia

METODO TRADIZIONALE (ESECUZIONE)



SCRITTURA MATERIALE

Sforzo concentrato sull'esecuzione, trascrizione e stesura manuale.

METODO CON AI (STRATEGIA)



Dalla Scrittura alla Direzione

Pianificazione, selezione, e integrazione; l'AI gestisce la stesura esecutiva.



IL CONTROLLO CRITICO UMANO

Verifica, filtro e validazione delle fonti indispensabili per evitare inesattezze.



SUPPORTO AI LIMITI FISICI

Permette la stesura anche con limitazioni fisiche, riducendo lo

SPAZIO DI CONFRONTO DIALOGICO

Ragionamento iterativo attraverso domande e connessioni continue.

AI COME AMPLIFICATORE COGNITIVO

Trasforma intuizioni parziali in contenuti strutturati, migliorando fluidità e precisione.

***"Lavorare meglio,
non di meno"***

L'obiettivo è l'eccellenza qualitativa e l'accessibilità, non la riduzione dell'impegno intellettuale.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE