Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU

MUR Ministero dell'Università e della Ricerca

Italiadomani PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

Università di Foggia

Università Pegaso

Corso di Dottorato in
Learning Sciences and Digital Technologies
XXXVIII ciclo

Ostacoli e strategie nella transizione dalla scuola secondaria all'università nei corsi di servizio di matematica: uno studio esplorativo

Tutor
Lucia Martiniello

Dottorando
Gaia Turconi

Co-tutor
Maria Luisa Sonia Spreafico

Anno Accademico 2024/2025

Abstract

La tesi indaga la transizione dalla scuola secondaria all'università nei corsi di servizio di matematica, contesti in cui la disciplina non è caratterizzante ma incide profondamente sulle traiettorie accademiche degli studenti. Partendo dalla consapevolezza che questo passaggio rappresenta una fase particolarmente delicata — soprattutto in matematica, disciplina spesso percepita come distante o minacciosa — la ricerca si propone di comprendere come gli studenti vivano tale transizione, quali difficoltà incontrino e quali risorse attivino per adattarsi ai nuovi ritmi e linguaggi universitari.

Per inquadrare il fenomeno a livello nazionale, la tesi presenta un'analisi di dati provenienti da *open database* (ANVUR, USTAT, AlmaLaurea), che evidenzia le criticità dei contesti scientifici: minore acquisizione di CFU nel primo anno e alti livelli di ritardo accademico. Questi risultati rafforzano la necessità di approfondire l'esperienza degli studenti in questi contesti, in particolare nel loro primo incontro con la matematica universitaria.

Il lavoro si colloca nel quadro teorico della *Secondary–Tertiary Transition* (STT) in matematica, ripercorrendone lo sviluppo e mettendo in luce una sottorappresentazione degli studenti dei corsi di servizio nella letteratura esistente. Le difficoltà tipiche della transizione vengono ricondotte a quattro categorie — cognitive, affettive, socioculturali e strutturali/didattiche — con particolare attenzione alle dimensioni affettive e socioculturali. La tesi mira a contribuire a questo ambito attraverso l'analisi di pratiche d'aula innovative, nate in risposta a bisogni concreti degli studenti e dei docenti.

La ricerca si sviluppa principalmente nella Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari dell'Università degli Studi di Milano, con alcune esperienze replicate anche al Politecnico di Milano, consentendo confronti tra contesti formativi differenti. L'indagine adotta un'impostazione esplorativa e orientata alla pratica, valorizzando contesti autentici di insegnamento.

Dopo aver definito le categorie interpretative — disposizione emotiva, visione della matematica, competenza percepita, strategie di studio, differenze strutturali e processi di cambiamento — la tesi presenta il nucleo

empirico articolato in più capitoli. Vengono descritte diverse esperienze didattiche (Padlet, Braccialetto della Fortuna, Ri-formuliamo), analizzate come spazi in cui emergono in modo spontaneo aspetti della transizione spesso marginali nella didattica universitaria. L'analisi dei diari degli studenti, condotta tramite *content analysis* e strumenti di analisi dei corpora, mostra il valore della scrittura riflessiva nel rendere visibili i processi che accompagnano la transizione. Il progetto AI.ME esplora invece il ruolo dell'interazione con sistemi di Intelligenza Artificiale Generativa nella costruzione del rapporto con la matematica universitaria.

Le interviste ad ex-studenti evidenziano infine che la STT non si esaurisce nel primo anno, ma include dimensioni osservabili solo nel medio periodo, come la stabilizzazione della competenza percepita e del rapporto con la disciplina. Il capitolo conclusivo ricompone i risultati, mostrando che accanto a difficoltà note emergono dinamiche specifiche dei corsi di servizio e suggerendo che la matematica assuma per molti studenti un valore simbolico legato alla possibilità stessa di "stare" all'università.

Indice

Introduzione 1

Capitolo 1 - Gli studenti universitari e la matematica: un'analisi a partire dai *database* nazionali 6

1.1 Gli studenti di area Scientifica e i *corsi di servizio* 17

Capitolo - 2 Le difficoltà nel passaggio dalla scuola secondaria di secondo grado all'università dal punto di vista matematico 22

2.1 Dalla prospettiva cognitiva all'approccio olistico: quarant'anni di ricerca sulla STT (1980 – 2023) 22

2.2 Nuovi sviluppi e prospettive future (2023-2025) 36

2.3 Comprendere la transizione nei corsi di servizio: obiettivi e prospettive di questa tesi 46

Capitolo 3 - Quadri teorici e categorie interpretative 51

3.1 Il *Three-Dimensional Model for Attitude* e le sue dimensioni 52

3.2 La transizione come *rito di passaggio*: dimensioni, limiti e integrazioni 60

3.3 Processi di cambiamento 71

3.4 Un approccio integrato 74

Capitolo 4 - Esperienze didattiche come spazi di riflessione: un'analisi qualitativa di pratiche d'aula 77

4.1 I braccialetti della fortuna matematica 82

4.2 Un Padlet per l'attitude nella GenZ 100

4.3 Il progetto *Ri-Formuliamo* 126

Capitolo 5 - Il Diario del Giorno e il Diario di Bordo: una prima *content analysis* 147

5.1 Lenti teoriche e obiettivi dell'attività 148

5.2 Contesti 151

5.3 Metodologie 155

5.4 Interventi didattici e una lezione di esempio 163

5.5 Analisi dei dati e dei contributi degli studenti: il *Diario del Giorno* - Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari 167

5.6 Analisi dei dati e dei contributi degli studenti: il *Diario di Bordo* - Progettazione dell'Architettura 188

5.7 Confronto tra esperienze e conclusioni 208

Capitolo 6 - Il progetto *AI.ME* e l'Intelligenza Artificiale Generativa nell'aula di matematica 220

6.1 Lenti teoriche e obiettivi dell'attività 222

6.2 Scelte metodologiche 226

6.3 Analisi dei dati e dei contributi degli studenti 234

6.3.1 Primo *prompt* e focalizzazione degli obiettivi 235
6.4 Conclusioni 255
Capitolo 7 - Le voci degli ex-studenti 258
7.1 Quadro metodologico 259
7.2 La traccia dell'intervista 262
7.3 Presentazione degli studenti intervistati 263
7.4 Risultati dell'analisi tematica 269
7.5 Dimensioni della STT nei corsi di servizio 285
Conclusioni 289
Bibliografia 305

Introduzione

La transizione dalla scuola secondaria all'università rappresenta, per molti studenti, uno dei passaggi più delicati del loro percorso formativo. Nel caso della matematica — disciplina spesso percepita come distante, selettiva o addirittura minacciosa — questo cambiamento assume caratteristiche ancora più complesse, intrecciando aspetti cognitivi, affettivi e socioculturali. È proprio a partire da questa consapevolezza che prende forma la presente ricerca, il cui obiettivo è indagare la *Secondary–Tertiary Transition* nei cosiddetti *corsi di servizio* di matematica, ossia contesti in cui la matematica è disciplina *di base*, non caratterizzante il percorso scelto, ma che la letteratura suggerisce incida profondamente sulle traiettorie accademiche degli studenti. La tesi nasce dall'esigenza di comprendere come questo passaggio viene esperito, quali difficoltà incontrino e quali risorse vengano attivate dagli studenti per adattarsi a ritmi e modi di "fare matematica".

Con l'obiettivo di inquadrare il contesto di interesse dal punto di vista nazionale, la tesi si apre presentando un'analisi dei dati tratti da *open database* quali ANVUR, USTAT e AlmaLaurea, delineando le differenze per Area Disciplinare di indici come il numero di immatricolati, la percentuale dei CFU acquisiti e il ritardo nel conseguimento del titolo accademico. Emergono così le difficoltà dei contesti scientifici, che presentano una minore percentuale di crediti acquisiti durante il primo anno e un ricardo accademico tra i maggiori in Italia. Si evidenzia dunque la necessità di comprendere più da vicino cosa accade agli studenti quando incontrano la matematica nel loro primo anno universitario, quali difficoltà riportano, quali rappresentazioni costruiscono e in che modo tali elementi influenzano il loro percorso formativo.

Alla luce di questi macro-obiettivi, viene presentato il quadro teorico entro cui tale fenomeno si inserisce e la letteratura scientifica di riferimento; si ripercorre così la nascita e lo sviluppo dell'ambito di ricerca della *Secondary to Tertiary Transition* (STT) in matematica, fino ad arrivare ai contribuiti presentati negli ultimi anni. Da questa analisi emerge una

sottorappresentazione degli studenti dei *corsi di servizio* — dato che sottolinea l'importanza di approfondire la loro peculiare esperienza con la matematica — oltre a delle difficoltà tipiche di questo passaggio, che possono essere suddivise in 4 categorie (De Guzmán et al., 1998): *difficoltà cognitive, difficoltà affettive, difficoltà socio-culturali* e *difficoltà strutturali e didattiche*. Il primo gruppo, che riguarda prevalentemente i problemi intrinsechi alla disciplina dovuti al passaggio da una matematica *elementare* ad una *avanzata* (Tall, 1991, 2008), è tradizionalmente il più studiato in questo ambito, mentre gli altri, più legati alle dimensioni personali, attitudinali ed esperienziali dell'apprendimento sono stati approfonditi maggiormente solo negli ultimi anni. Questa tesi si propone di contribuire alla comprensione proprio delle dimensioni affettive e socioculturali che accompagnano l'esperienza degli studenti, in particolare mediante pratiche d'aula innovative che rispondano in primo luogo ad alcune esigenze spesso proprie del docente universitario in questi contesti, come il ripasso dei prerequisiti o favorire negli studenti uno studio cadenzato e costante. In questo modo, ci si propone di rispondere alle seguenti domande di ricerca:

RQ1: In che modo le pratiche d'aula dei corsi di servizio di matematica permettono di osservare le dimensioni della *Secondary–Tertiary Transition* (STT), costituendo spazi privilegiati per la loro indagine?

RQ2: In che modo gli studenti dei corsi di servizio di matematica vivono la transizione dalla scuola secondaria all'università, e in che misura le loro esperienze riflettono o si discostano dalle caratteristiche della *Secondary–Tertiary Transition* (STT) descritte in letteratura?

La ricerca si sviluppa principalmente nella Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, in cui ho avuto occasione di insegnare durante il mio percorso dottorale sviluppando e/o portando avanti esperienze didattiche e attività d'aula. Alcuni progetti sono stati poi replicati anche in altri Atenei, come il Politecnico di Milano, permettendo di confrontare profili formativi molto

diversi ma accomunati dal ruolo di "corso di servizio" che la matematica assume al loro interno.

La peculiarità principale di questa indagine risiede quindi nell'offrire nuove prospettive e modalità di osservazione del fenomeno della STT nei corsi di servizio all'interno di contesti autentici di insegnamento e apprendimento, coerentemente con la natura contestuale e orientata alla pratica della *ricerca esplorativa* in ambito educativo (Miller et al., 2021).

Dopo aver delineato le *categorie interpretative* che orientano l'analisi dei materiali raccolti — disposizione emotiva, visione della matematica, competenza percepita, strategie e regolazione dello studio, differenze strutturali e processi di cambiamento — e il conseguente quadro teorico da esse strutturato, nei Capitoli 4, 5 e 6 viene presentato il nucleo empirico della ricerca. Queste non derivano da un unico progetto sperimentale strutturato a priori, ma nascono, infatti, in risposta a bisogni specifici degli studenti osservati dai docenti curricolari.

Nel Capitolo 4 vengono descritte tre tra le esperienze didattiche sviluppate negli anni: il *Padlet*, il *Braccialetto della Fortuna* e il progetto *Ri-formuliamo*. La loro natura prettamente contestuale permette di osservare aspetti della transizione che emergono in maniera spontanea, non sollecitata, configurano queste attività come interventi intenzionalmente orientati a esplorare aspetti che spesso passano in secondo piano nella didattica universitaria, come la dimensione emotiva o quella metacognitiva, con l'obiettivo di rendere lo studio della matematica più consapevole, accessibile ed emotivamente positivo per gli studenti.

Il Capitolo 5 approfondisce l'analisi qualitativa dei *Diari del corso*, un'altra esperienza didattica che ha portato alla raccolta di un'ampia quantità di dati complessi, necessitando così di metodologie analitiche *ad-hoc*. In particolare, mediante una *content analysis* coadiuvata anche da *software* di analisi dei corpora, viene evidenziato come la scrittura riflessiva consenta agli studenti di elaborare le proprie difficoltà e di rendere visibili i processi che accompagnano la transizione. Questa attività è stata proposta anche alle matricole di Architettura del Politecnico di Milano, permettendoci così di confrontare le esperienze dei due gruppi di studenti e

i due contesti educativi dal punto di vista della STT; lo scopo non sarà di valutare l'efficacia dei due progetti didattici o osservarli da un punto di vista *performativo*, bensì se (e come) avviene l'emergere delle dimensioni che caratterizzano il passaggio dalla scuola secondaria all'università.

Accanto a ciò trova spazio anche il progetto AI.ME, a cui è dedicato il Capitolo 6, in cui l'interazione con un sistema di Intelligenza Artificiale Generativa (IAG) ha favorito processi di riflessione sulla disciplina e sul ruolo dell'insegnante, mostrando un'altra modalità attraverso cui gli studenti entrano in contatto con la matematica universitaria. Si è deciso qui di utilizzare i paradigmi pedagogici del *Visible Learning* e dello *scaffolding*, con l'obiettivo di esplorare l'utilizzo nella didattica di uno strumento emergente con l'IAG. In particolare, questo progetto ha coinvolto anche le matricole del Corso di Laurea in Ingegneria Civile per la Mitigazione del Rischio del Politecnico di Milano, permettendoci di confrontare la creazione dei *prompt* e la tipologia di interazione con la macchina dei due gruppi di studenti.

In ultimo, nel Capitolo 7, vengono presentate una serie di interviste ad ex-studenti del corso di Scienze Agrarie e Alimentari, che permettono di comprendere retrospettivamente quali aspetti della loro esperienza universitaria del primo anno — didattici, relazionali e personali — abbiano avuto un impatto significativo sul percorso accademico e sulla percezione della matematica. Scopriamo, così, che il fenomeno della STT non si esaurisce nel primo anno, ma include dimensioni che diventano osservabili solo nel medio periodo, come la stabilizzazione (o meno) della competenza percepita e del rapporto con la disciplina. Inoltre, alcune dimensioni risultano prevalenti nell'esperienza dei *corsi di servizio*, mentre è meno presente nella letteratura, come il ruolo positivo di una relazione educativa efficace con i docenti del corso.

Il capitolo conclusivo discute i risultati emersi, mettendo in relazione i diversi materiali raccolti e riflettendo sulle implicazioni teoriche, didattiche e metodologiche della ricerca, delineando alcuni percorsi possibili per futuri approfondimenti. Accanto a difficoltà già note, emergono infatti dinamiche specifiche di questi contesti, che hanno portato a ipotizzare elementi

integrativi delle teorie esistenti e piste esplorative da approfondire. In particolare, i risultati suggeriscono che la matematica nei corsi di servizio assuma per molti studenti un valore simbolico legato alla possibilità stessa di "stare" all'università, indicando questi corsi come spazi centrali per comprendere e sostenere la transizione.

Capitolo 1
Gli studenti universitari e la matematica: un'analisi a partire dai *database* nazionali

Negli ultimi anni, il panorama dei corsi universitari in Italia ha mostrato trasformazioni significative, tanto nella distribuzione dell'offerta quanto nelle traiettorie degli studenti che li frequentano. La crescente varietà di percorsi, le diverse modalità di erogazione (in presenza, online e ibride) e i dati relativi a partecipazione, superamento degli esami e continuità negli studi delineano un quadro articolato.

In questo capitolo analizzeremo alcuni dei dati relativi agli studenti universitari italiani raccolti dai principali enti nazionali di indagine e valutazione dell'educazione terziaria, come l'Ufficio di Statistica del Ministero dell'Università e della Ricerca (USTAT), l'Agenzia Nazionale per la Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca (ANVUR) e il Consorzio Interuniversitario AlmaLaurea.

Per interpretare questo dati è importante evidenziare che il Ministero dell'Università e della Ricerca suddivide i percorsi di studio in due principali *macro-aree disciplinari* — Scientifica e Umanistica — suddivise a loro volta in *aree disciplinari* (Decreto Legge n. 1324, 2021), elencate nella **Tabella 1.1**; useremo qui la stessa classificazione. Sono evidenziati con un asterisco (*) quei gruppi disciplinari che prevedono corsi di laurea che erogano uno o più insegnamenti di matematica durante il primo anno, dato che ci sarà utile nelle prossime osservazioni e riflessioni. I corsi di laurea afferenti ai diversi gruppi disciplinari non sono esplicitamente qui riportati ma sono liberamente consultabili nel *open database* disponibile sul sito USTAT[1].

Tabella 1.1. Suddivisione in macro-area e area disciplinare proposta da USTAT.

Macro-area	Area Disciplinare	Gruppo

[1] https://dati-ustat.mur.gov.it/dataset/metadati/resource/adb4d6bd-0ad9-4004-8e23-b7baa2e45495

disciplinare		Disciplinare
Umanistica	Artistica, Letteraria e Educazione	Educazione e Formazione*
		Arte e Design*
		Letterario-Umanistico
		Linguistico
	Economica, Giuridica e Sociale	Economico*
		Psicologico
		Politico-Sociale e Comunicazione
		Giuridico
Scientifica	STEM	Scientifico*
		Informatica e Tecnologie ICT*
		Ingegneria industriale e dell'informazione*
		Architettura e Ingegneria civile*
	Sanitaria e Agro-Veterinaria	Medico-Sanitario e Farmaceutico
		Scienze motorie e sportive
		Agrario-Forestale e Veterinario*

Secondo l'ultimo rapporto dell'Agenzia Nazionale per la Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca (ANVUR, 2023), nell'a.a. 2021/2022, a livello di area disciplinare, i corsi di studio si distribuiscono in 1.813 (35%) nell'ambito delle discipline scientifico-tecnologiche (STEM), 1.327 (25,6%) nell'ambito sanitario e agro-veterinario, 1.236 (23,9%) nell'ambito

economico-giuridico e sociale e 804 (15,5%) nell'ambito artistico, letterario e dell'educazione; è evidente quindi una netta prevalenza dell'ambito scientifico, che ricopre più della metà dell'educazione terziaria erogata nel nostro paese[2].

Secondo il *database* disponibile sul sito ANVUR[3], gli iscritti all'università nell'ultimo quinquennio sono aumentati del 9.6%, raggiungendo i 2.067.684 nell'anno accademico appena concluso (**Figura 1.1**); di questi, più del 60% frequentano Corsi di Laurea Triennali (LT), circa il 20% Corsi di Laurea Magistrali (LM) e i restanti Corsi di Laurea a Ciclo Unico (CU).

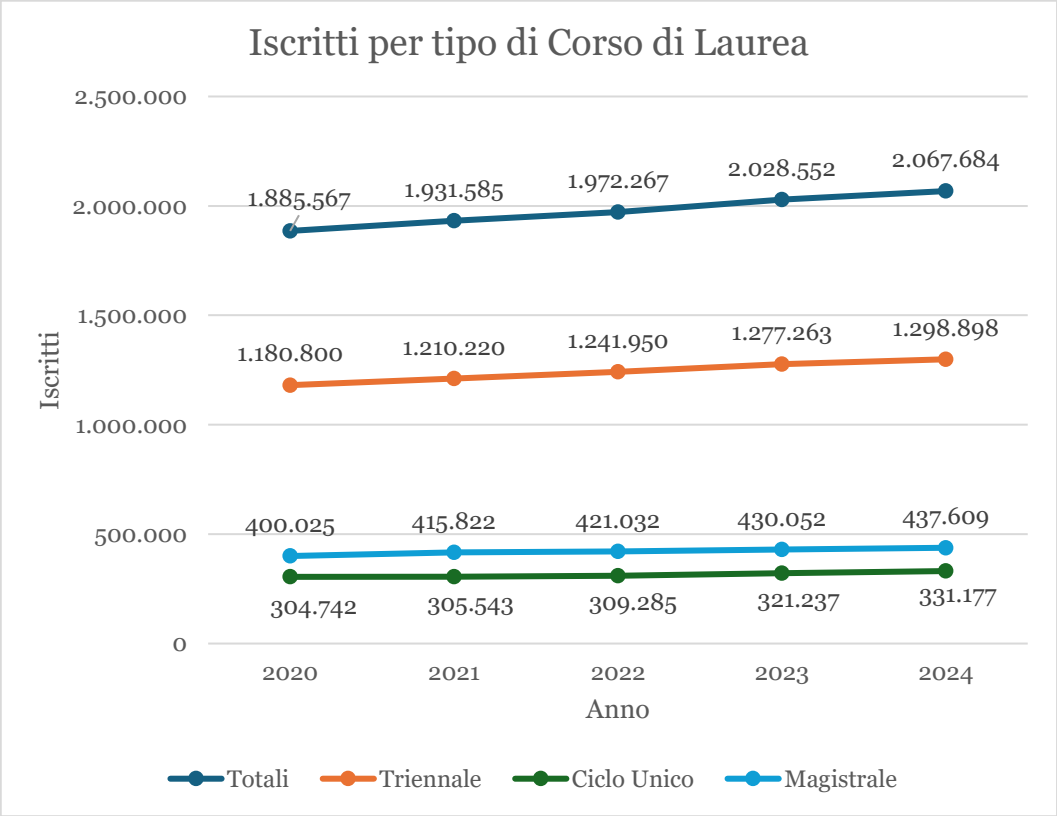


***Figura 1.1**. Serie storica degli iscritti all'università per tipologia di CdL.*

Nonostante questo, se confrontato con la media europea si evidenzia come vi sia ancora necessità di miglioramento: l'Italia, infatti, si posiziona penultima in classifica, con poco più del 30% di dottori con titolo (almeno)

[2] Dati tratti da (ANVUR, 2023).

[3] https://www.anvur.it/it/cruscotto

triennale contro una percentuale europea di quasi il 45% (**Figura 1.2**), come riportano i dati EUROSTAT (Ufficio statistico dell'Unione Europea, 2023).

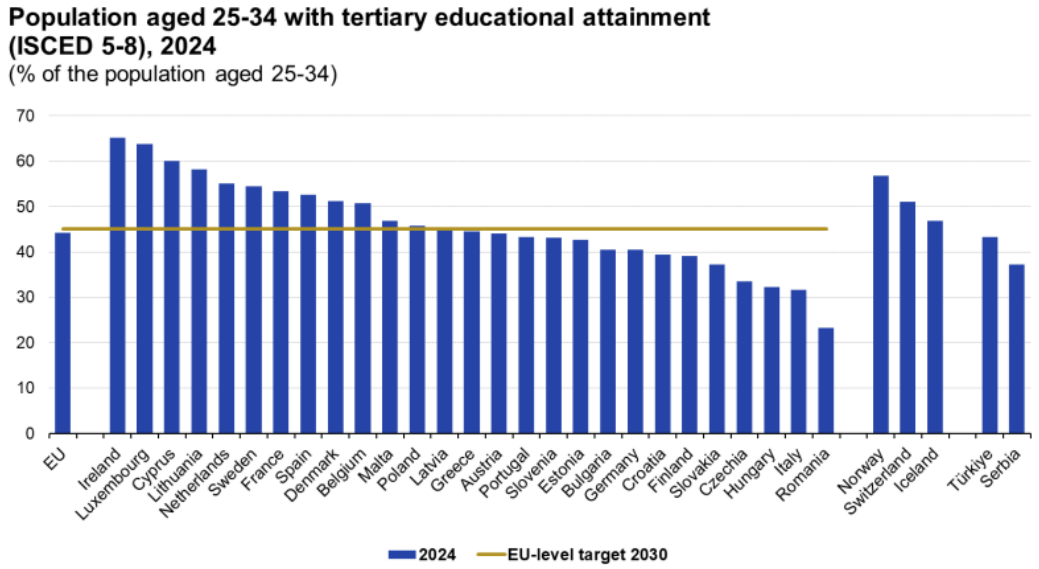


***Figura 1.2**. Percentuale della popolazione con un titolo di educazione terziaria (Ufficio Statistico dell'Unione Europea, 2023).*

In questa analisi ci concentreremo in particolar modo sui dati relativi a Lauree Triennali e a Ciclo Unico, in quanto è qui che avviene il passaggio dalla scuola secondaria all'università per gli studenti che affrontano questi percorsi, ossia il fenomeno che ci prospettiamo di indagare in questo lavoro di tesi.

Se analizziamo gli studenti iscritti a LT e CU, notiamo che di questi, più della metà sono iscritti a Corsi di Laurea (CdL) Umanistiche, ossia afferenti ai settori dell'area *Artistica, Letteraria ed Educazione* oppure *Economica, Giuridica e Sociale*, come mostrato in **Figura 1.3**, nonostante la prevalenza dell'offerta didattica italiana sia invece composta da CdL di ambito Scientifico.

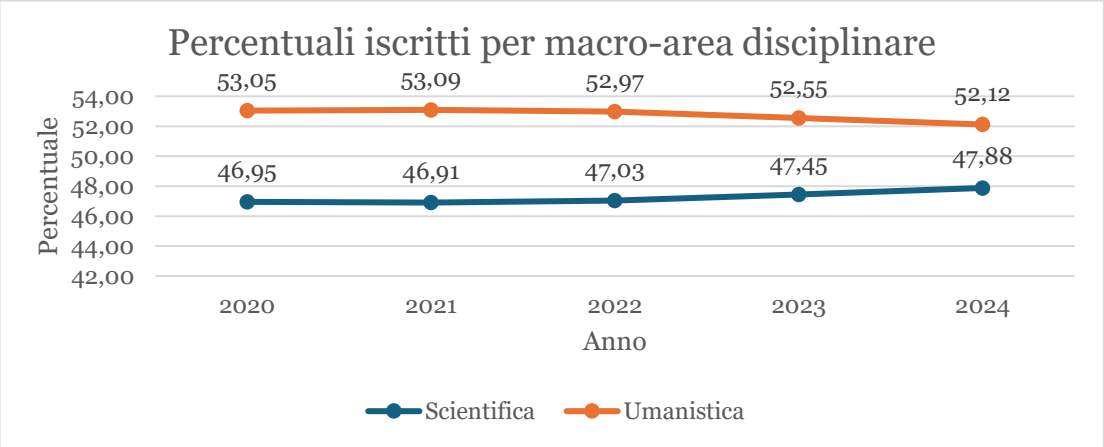


***Figura 1.3**. Serie storia delle percentuali iscritti a LT e CU per macro-area disciplinare.*

Analizzando più nel dettaglio la composizione della popolazione studentesca di macro-area Scientifica, notiamo che la maggior parte di questa è iscritta a corsi di laurea (LT o CU) afferenti all'area disciplinare Sanitaria e Agro-Veterinaria (**Figura 1.4**).

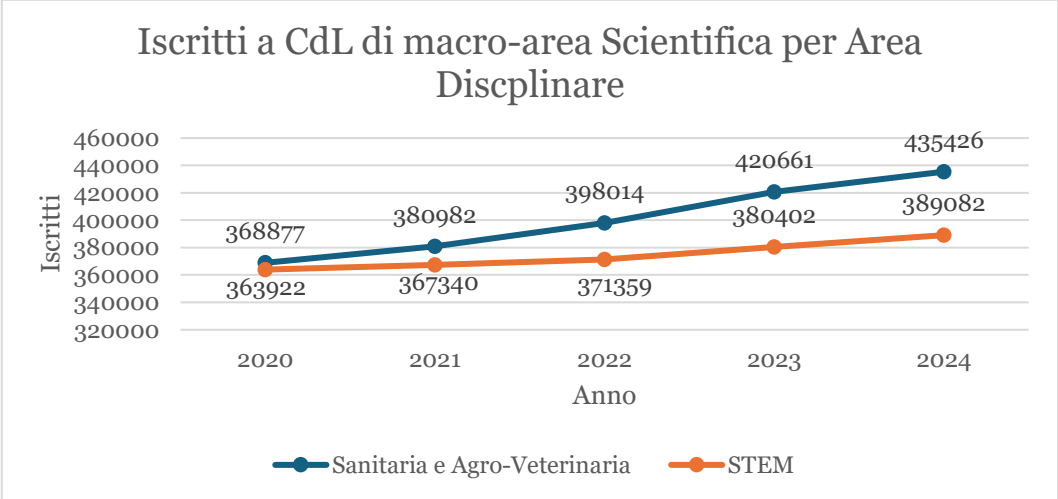


***Figura 1.4**. Serie storica degli iscritti a CdL Scientifici per Area Disciplinare.*

Nonostante il precedente grafico mostri un *trend* in crescita per entrambe le aree disciplinari — in linea con gli iscritti italiani —, la percentuale di studenti che scelgono discipline STEM tra quelli che scelgono corsi scientifici è diminuita di due punti percentuali rispetto all'a.a. 2020/2021, come mostrato in **Figura 1.5**.

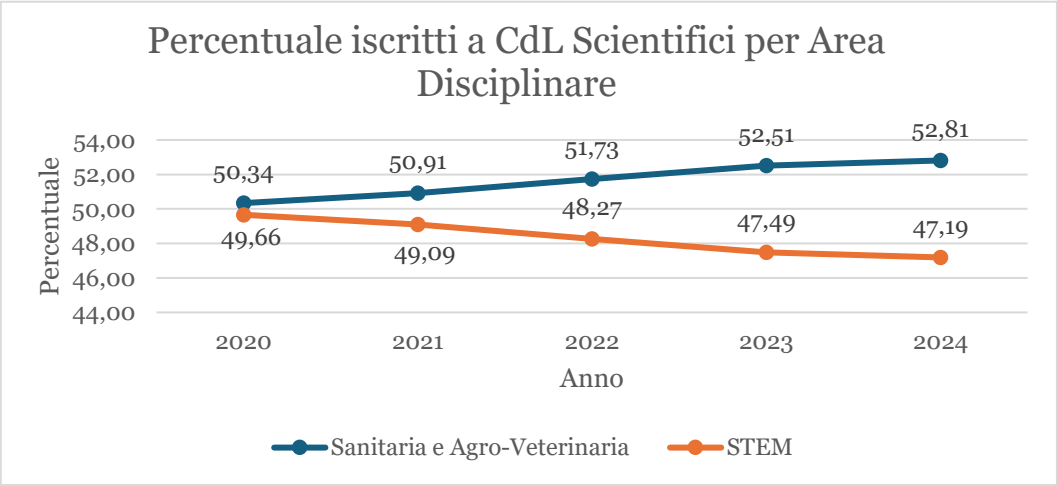


***Figura 1.5**. Serie storica delle percentuali di iscritti a CdL Scientifici (LT e CU) per area disciplinare.*

Per quanto riguarda gli studenti immatricolati, ossia coloro che si iscrivono al primo anno di un corso di studi universitario, notiamo una conferma nei *trend* di crescita e decrescita presenti nella popolazione studentesca italiana, come mostrano i grafici riportati nelle figure seguenti (**Figura 1.6, 1.7**, **1.8** e **1.9**).

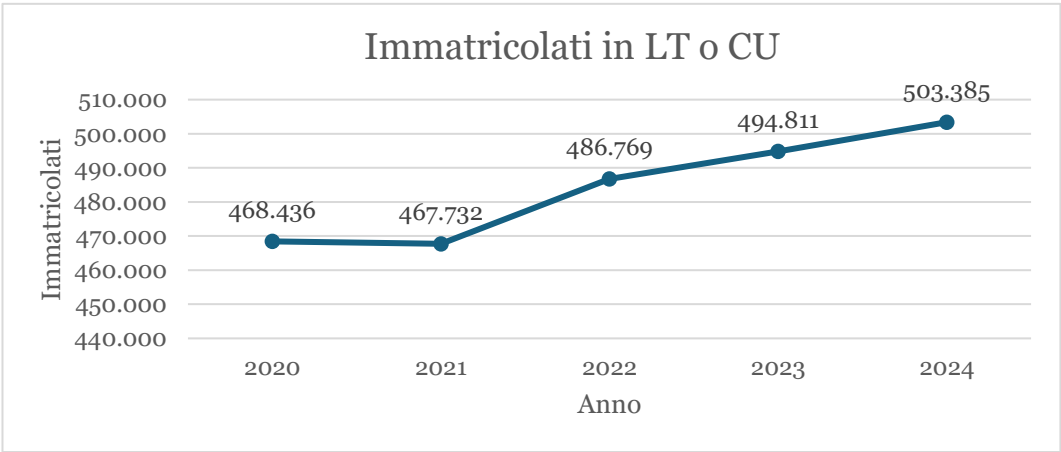


***Figura 1.6**. Serie storica degli studenti immatricolati nei CdL Triennali o a Ciclo Unico.*

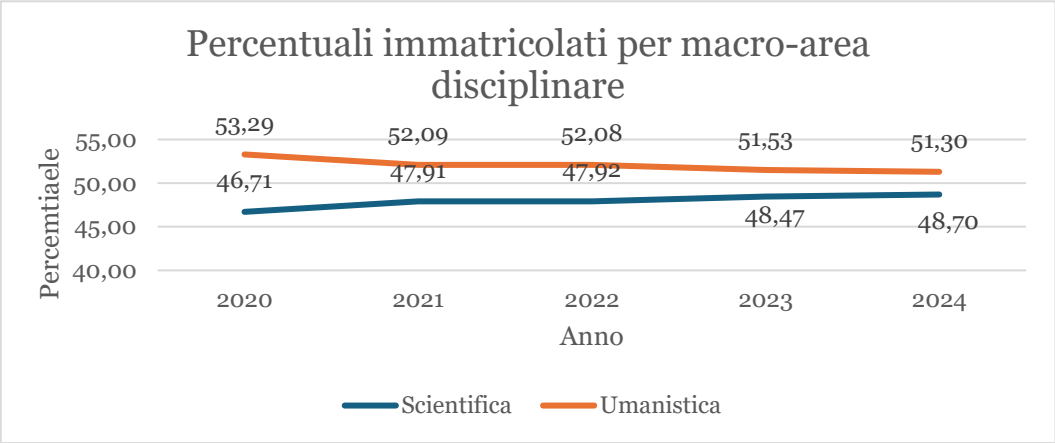


***Figura 1.7**. Serie storica degli studenti immatricolati per macro-area disciplinare.*

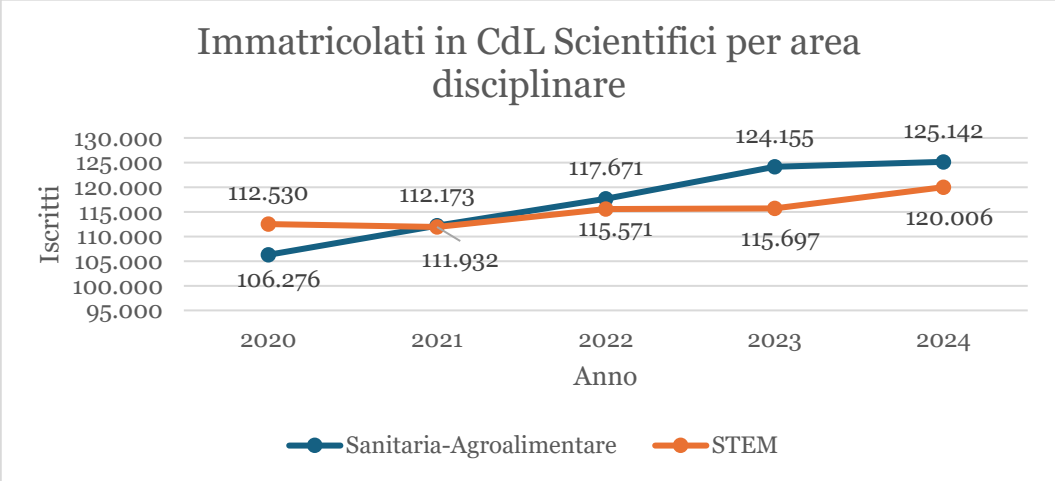


***Figura 1.8**. Serie storica degli studenti immatricolati in CdL Scientifici per area disciplinare.*

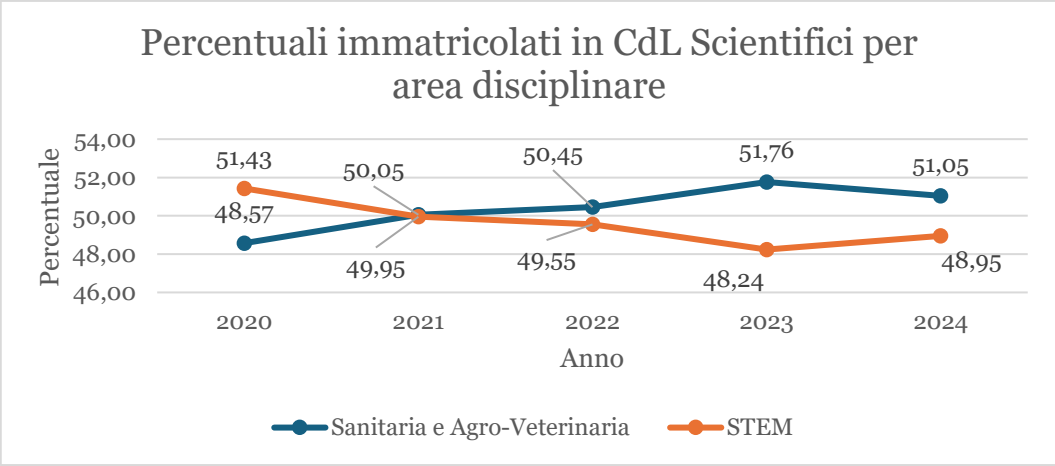


***Figura 1.9**. Serie storica delle percentuali di immatricolati in Cdl Scientifici per area disciplinare.*

È interessante notare che l'aumento degli iscritti all'area Sanitaria e Agro-Alimentare ha portato questo gruppo di studenti a superare in numero e in percentuale quelli iscritti all'area STEM (**Figura 1.9**).

Inoltre, il numero di iscritti all'area Scientifica rimane ancora inferiore a quello dell'area Umanistica (**Figura 1.7**), anche se sembra vi sia un *trend* che tende all'equilibrio nei due ambiti.

I dati qui presentati evidenziano una progressiva riduzione della frequenza dei corsi di laurea STEM, un fenomeno che si inserisce in un quadro ormai consolidato a livello europeo ed internazionale. Tale diminuzione non può essere interpretata come una semplice fluttuazione nelle preferenze degli studenti, ma rappresenta il risultato di un processo più profondo e strutturale: la scelta dei percorsi scientifici appare infatti sempre più selettiva e influenzata da un complesso intreccio di fattori, tra i quali potrebbe essere non trascurabile "il fattore matematica". Negli ultimi anni, infatti, diversi studi internazionali hanno evidenziato come i corsi di matematica del primo anno – che gli studenti spesso dichiarano trovare particolarmente impegnativi – possano rappresentare un nodo critico per la progressione universitaria. La letteratura mostra infatti che sia la *performance* nei primi esami di matematica che aspetti affettivi e identitari legati alla disciplina costituiscono un indicatore significativo del superamento del primo anno e, in alcuni casi, un fattore predittivo del rischio di abbandono (Geisler et al., 2023a; Kilian et al., 2020).

La matematica è, infatti, un cosiddetto *gateway course,* nome dato dalla letteratura internazionale a corsi introduttivi come Matematica di base, Chimica Generale o Fisica di base poiché rappresentano vere e proprie "porte di accesso" ai percorsi universitari più avanzati: insegnamenti obbligatori e selettivi che, da un lato, "abilitano" la progressione negli studi, ma dall'altro costituiscono punti di possibile rallentamento o uscita dal percorso, soprattutto nei corsi Scientifici. La letteratura conferma ulteriormente questo quadro: diversi autori mostrano come gli studenti che faticano in questi corsi tendano con maggiore probabilità a rallentare la propria carriera, cambiare indirizzo o abbandonare il percorso scelto, insieme a fattori come il *background* scolastico e la partecipazione alle attività formative (Cannistrà et al., 2022; Wu et al., 2018). Sebbene la matematica non possa essere interpretata come causa unica

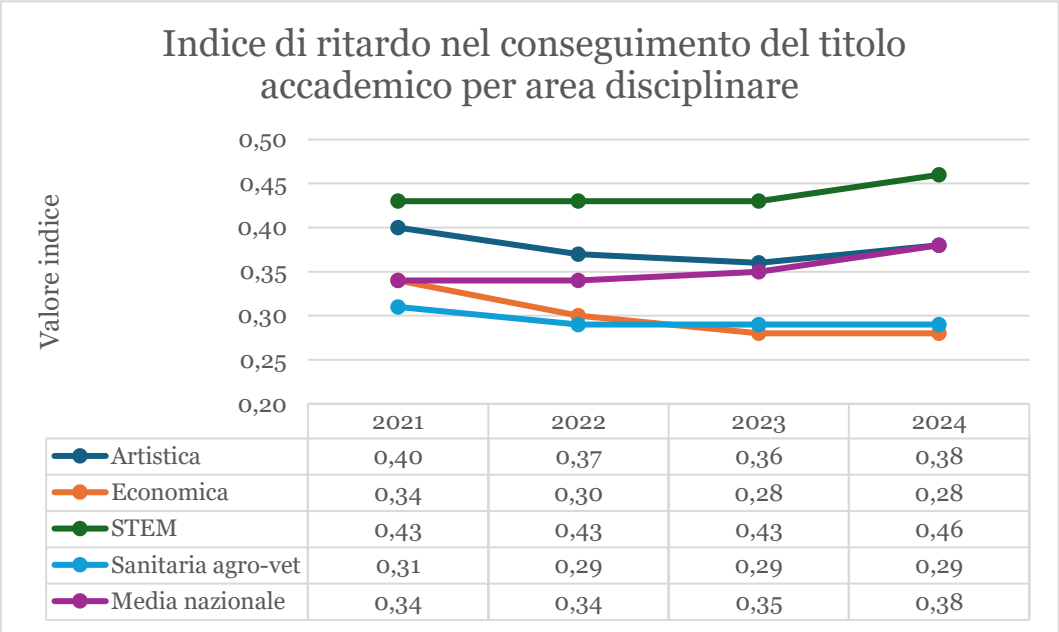
dell'abbandono, emerge chiaramente come essa costituisca un contesto privilegiato in cui si manifestano molte delle difficoltà tipiche della transizione scuola–università, soprattutto per gli studenti che provengono da percorsi scolastici meno solidi o con difficoltà socioculturali.

Nel contesto italiano, di coloro che si iscrivono all'Università, secondo ANVUR, uno studente su cinque (20%) abbandona prima del conseguimento del titolo, dato in diminuzione rispetto al decennio precedente e che riguarda soprattutto gli studenti diplomati in area tecnico-professionale: tra il venti e il trenta percento di loro, infatti, abbandona il proprio percorso prima di arrivare al secondo anno, contro circa il 10% dei liceali. Queste percentuali aumentano a uno studente su 4 (25%) a sei anni dall'immatricolazione, mostrando come il rischio di *drop-out* — seppur pur significativo all'inizio del percorso accademico — sia trasversale e presente per tutta la durata dell'esperienza universitaria, evidenziando la necessità di più efficaci azioni di orientamento all'ingresso ma anche di maggiori politiche di tutorato e supporto per l'intero ciclo di studi (ANVUR, 2023).

I dati nazionali — pur non isolando esplicitamente l'effetto della matematica – mostrano poi che i tassi di abbandono e di rallentamento sono più elevati nei settori disciplinari caratterizzati da una forte presenza di corsi matematici al primo anno.

Analizziamo, ad esempio, l'indice di ritardo nel conseguimento del titolo, disponibile sul sito di AlmaLaurea[4], un Consorzio Interuniversitario che raccoglie e diffonde informazioni sui laureati, le loro carriere e i loro percorsi universitari. Questo, calcolato attraverso il rapporto tra gli anni di ritardo e la durata normale del corso, è diminuito per tutte le discipline, ma riporta il valore più alto nei corsi di area STEM (**Figura 1.10**). Ciò significa che, nel 2024, un laureato in quest'area aveva impiegato circa quattro anni e mezzo per concludere il proprio percorso triennale, contro i meno di quattro anni di uno studente di area Economica.

[4] https://www.almalaurea.it/i-dati/le-nostre-indagini/profilo-dei-laureati



	2021	2022	2023	2024
Artistica	0,40	0,37	0,36	0,38
Economica	0,34	0,30	0,28	0,28
STEM	0,43	0,43	0,43	0,46
Sanitaria agro-vet	0,31	0,29	0,29	0,29
Media nazionale	0,34	0,34	0,35	0,38

***Figura 1.10**. Indice di ritardo nel conseguimento del titolo accademico per area disciplinare (dati di AlmaLaurea).*

Ciò sembra suggerire che il gruppo disciplinare delle "scienze dure", tra cui anche la matematica, possa svolgere, nei fatti, un ruolo non secondario nel completamento del percorso accademico.

Anche le percentuali di iscritti al secondo anno nello stesso corso di studi[5] e le percentuali di iscritti al secondo anno con almeno due terzi dei Crediti Formativi Universitari (CFU)[6] previsti al primo anno sembrano far emergere questo fenomeno anche nelle università italiane.

È importante sottolineare che i *database* nazionali mostrano queste

[5] Come indicato nella nota metodologica presente sul sito ANVUR (https://www.anvur.it/it/cruscotto), questa percentuale è calcolata come rapporto tra numero di studenti iscritti al secondo anno di un corso di studio nell'anno accademico corrente già iscritti allo stesso corso di studio nell'anno e accademico precedente e il totale degli studenti che risultano iscritti al secondo anno dei corsi di studio presso l'ateneo.

[6] Come indicato nella nota metodologica presente sul sito ANVUR (https://www.anvur.it/it/cruscotto), questa percentuale è calcolata come rapporto tra la somma degli studenti iscritti al secondo anno dei corsi di studio dell'ateneo, già iscritti agli stessi corsi di studio nell'anno accademico precedente e che hanno conseguito almeno i 2/3 dei CFU previsti nel primo anno e il totale degli studenti che risultano iscritti al secondo anno dei corsi di studio presso l'ateneo.

percentuali per ogni singolo CdL, ed è stato quindi necessario suddividere quest'ultimi in settori disciplinari e macro-aree disciplinare e calcolare la corrispettiva media percentuale per ogni sottogruppo considerato. Non potendo quindi reperire di dati grezzi o il numero puro di tutti i gruppi di studenti, non è stato possibile effettuare un test statistico che ci permettesse di affermare che la differenza tra questi sia statisticamente significativa, e che dunque la matematica sia uno dei fattori influenti in queste discrepanze; ci limitiamo dunque a riportare le rappresentazioni grafiche di questi andamenti, usandoli come spunto per le prossime riflessioni e approfondimenti.

Per quanto riguarda gli studenti che proseguono al secondo anno, notiamo in **Figura 1.11** che, nonostante il gruppo di area Scientifica è superiore di svariati punti percentuali in tutto il quinquennio rispetto ai colleghi di area Umanistica, la situazione si ribalta (**Figura 1.12**) se consideriamo soltanto i corsi di ambito Scientifico che hanno nel loro percorso almeno un esame di matematica (vengono esclusi, quindi, i corsi dell'ambito Medico-Sanitario Farmaceutico e Scienze Motorie e Sportive).

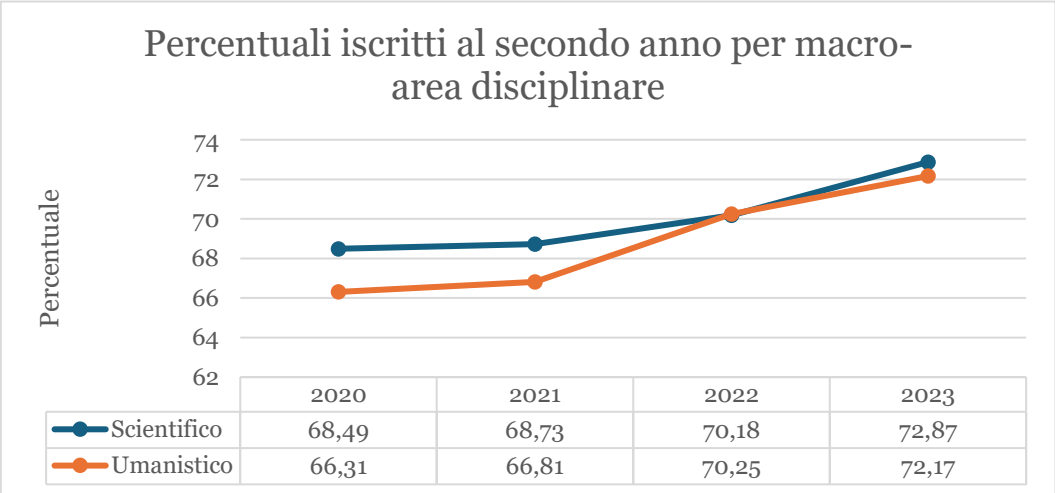


***Figura 1.11**. Serie storica delle percentuali iscritti al secondo anno per macro-area disciplinare (medie percentuali).*

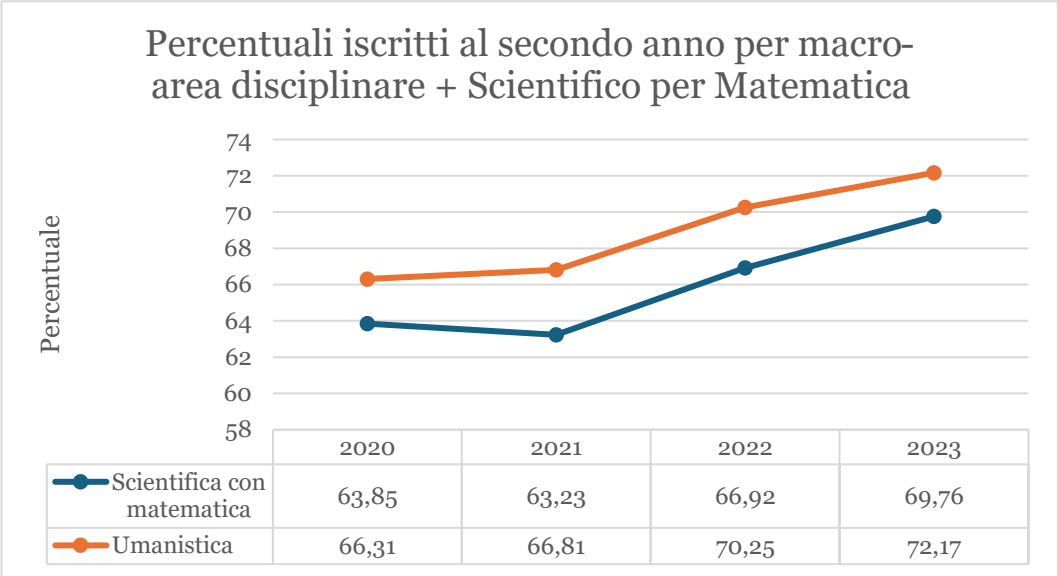


***Figura 1.12**. Serie storica delle percentuali di iscritti al secondo anno per macro-area disciplinare, considerando per l'ambito Scientifico solo i CdL che erogano almeno un corso di matematica (medie percentuali).*

I dati ANVUR mostrano anche come la percentuale di coloro che proseguono al secondo anno avendo conseguito almeno i due terzi dei CFU previsti durante il primo, tra quelli dell'area scientifica che erogano almeno un corso di matematica, ha raggiunto il 40%[7] solo nell'ultimo anno: su 10 studenti, quindi, non più di 7 si iscrivono al secondo anno, ma solo la metà di loro ha effettivamente conseguito almeno 40 dei 60 CFU richiesti.

Il "fattore matematica" potrebbe quindi essere particolarmente rilevante nell'ostacolare il superamento del primo anno nell'ambito Scientifico.

1.1 Gli studenti di area Scientifica e i *corsi di servizio*

Questi dati, pur preziosi, non consentono tuttavia di distinguere tra percorsi con strutture curricolari molto diverse, né di cogliere il ruolo specifico che la matematica assume nei diversi Corsi di Laurea inclusi nell'area scientifica così come definita dal Ministero dell'Università e della Ricerca. Questo gruppo risulta estremamente eterogeneo, con percorsi di natura profondamente diversa per finalità formative e ruolo assegnato alla matematica di base. Accanto a corsi in cui la matematica rappresenta una

[7] Media percentuale.

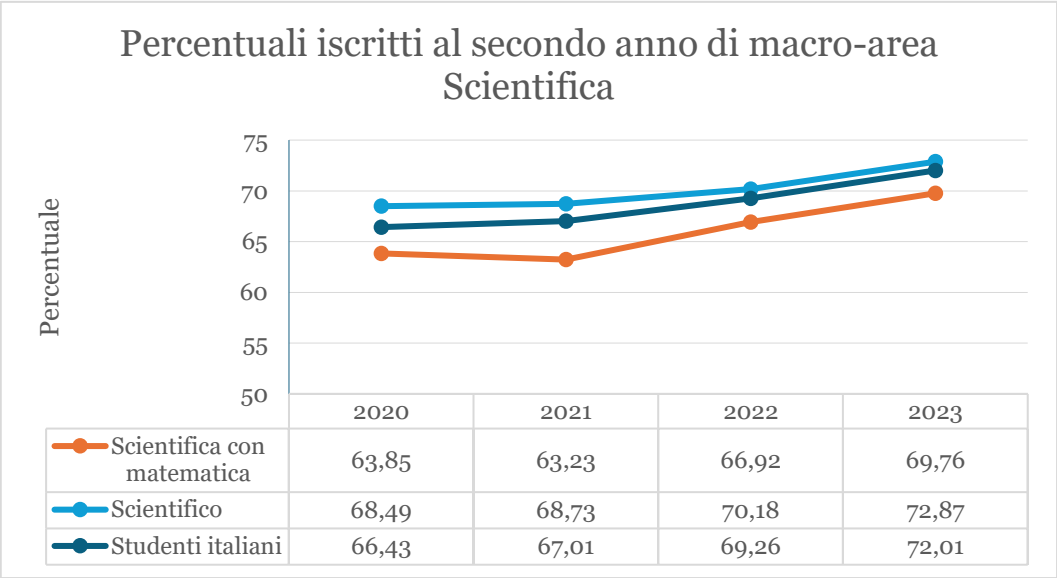
competenza fondativa e trasversale, tanto da coprire più di metà del primo anno di insegnamento — come accade per Ingegneria, Scienze Fisiche o Scienze Matematiche — rientrano infatti anche percorsi in cui essa assume una funzione prevalentemente *strumentale*, limitata a un singolo insegnamento di base spesso confinato al primo anno — come accade a Scienze Biologiche o Scienze Agrarie e Alimentari. In questi percorsi, la matematica funge prevalentemente da disciplina *di base*, fornendo sia i prerequisiti cognitivi necessari per affrontare contenuti più tecnici, sia i prerequisiti amministrativi richiesti per accedere alle discipline caratterizzanti — come biologia, agronomia, fisica tecnica o progettazione — attraverso meccanismi di propedeuticità o vincoli nel piano di studi.

Sono questi gli insegnamenti comunemente definiti *corsi di servizio*, che costituiscono un contesto particolarmente rilevante per interpretare le difficoltà della transizione scuola–università dal punto di vista della didattica della matematica, in quanto incontrano la disciplina in modo concentrato e non continuativo. L'eterogeneità dei *background*, la collocazione periferica della matematica nel *curriculum* e i vissuti talvolta problematici verso la disciplina rendono i corsi di servizio un terreno fertile per comprendere le tensioni emotive, cognitive e metacognitive di un gruppo di studenti spesso trascurato nella letteratura.

Focalizzandoci maggiormente sui corsi di macro-area Scientifica, notiamo infatti che quasi tutti gli indici analizzati in precedenza peggiorano notevolmente quando si tratta di studenti che hanno a che fare con la matematica. Peggiora infatti la percentuale di iscritti al secondo anno (**Figura 1.13**) e l'indice di ritardo nel conseguimento del titolo[8] (**Figura 1.15**), mentre risulta quasi identica la percentuale di chi continua avendo conseguito almeno i due terzi dei Crediti Formativi Universitari previsti durante il primo anno (**Figura 1.14**): sembra quindi che gli studenti che

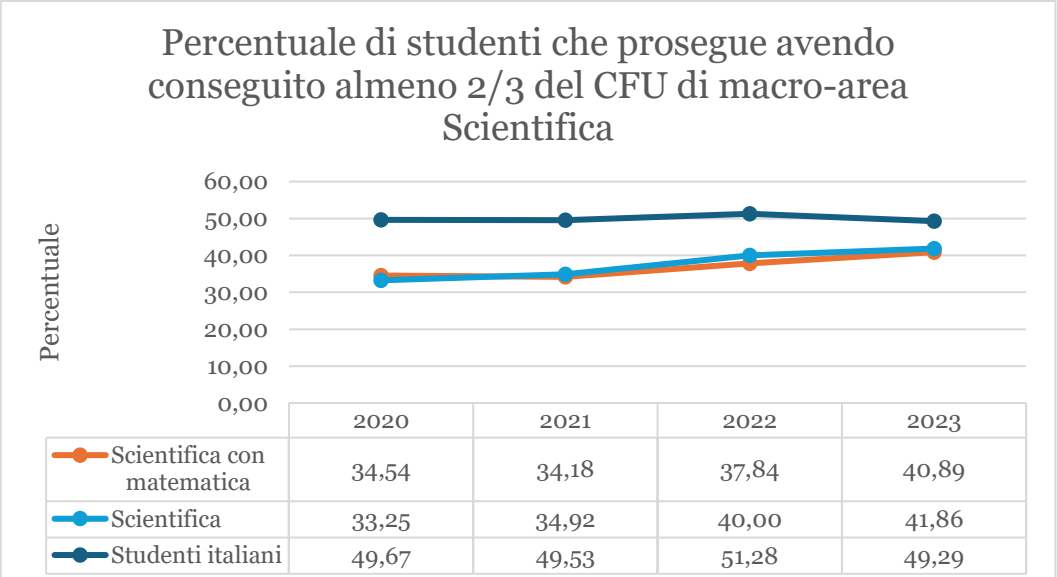
[8] Nel *open database* di AlmaLaurea non è possibile visualizzare l'indice di ritardo di conseguimento del titolo accademico di un solo gruppo selezionando di CdL di interesse. Per rimanere il più fedeli possibili ai dati disponibili, si è preferito riportare l'area STEM e l'area Agro-forestale separatamente, così come li riporta il *database*.

devono affrontare un percorso scientifico basato sulla matematica decidano di proseguire gli studi solo in seguito a *performance* sufficientemente positive, non sempre riuscendo però a portare a termine l'intero percorso. Questo potrebbe confermare il ruolo dei *gateway courses* nei percorsi accademici scientifici italiani.



	2020	2021	2022	2023
Scientifica con matematica	63,85	63,23	66,92	69,76
Scientifico	68,49	68,73	70,18	72,87
Studenti italiani	66,43	67,01	69,26	72,01

***Figura 1.13**. Serie storica delle percentuali di iscritti al secondo anno di macro-area Scientifica (medie percentuali).*



	2020	2021	2022	2023
Scientifica con matematica	34,54	34,18	37,84	40,89
Scientifica	33,25	34,92	40,00	41,86
Studenti italiani	49,67	49,53	51,28	49,29

***Figura 1.14**. Serie storica delle percentuali di iscritti al secondo anno avendo conseguito almeno i 2/3 dei CFU previsti al primo anno di macro-area Scientifica (medie percentuali).*

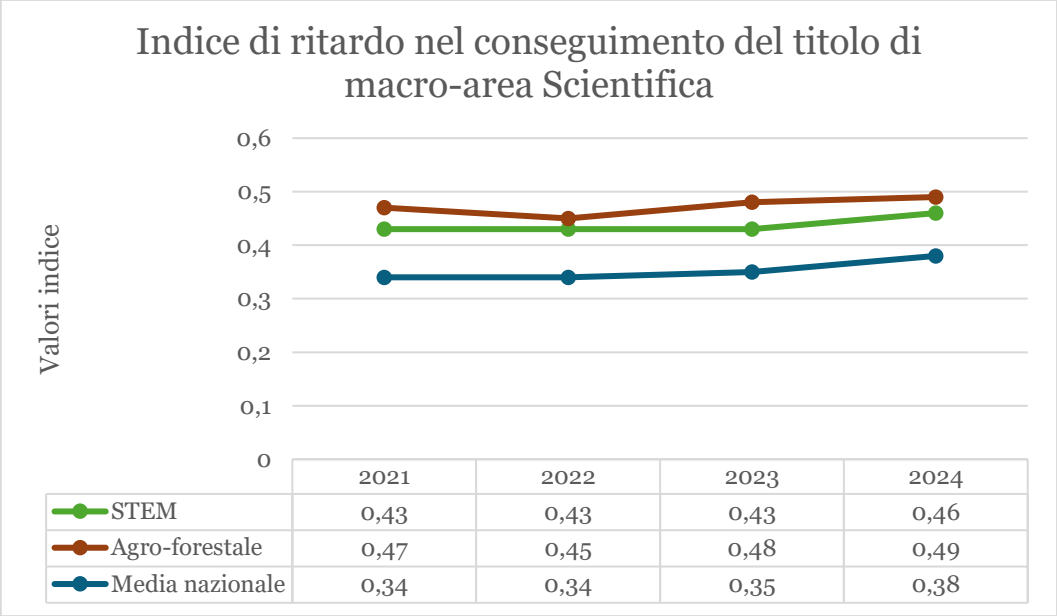


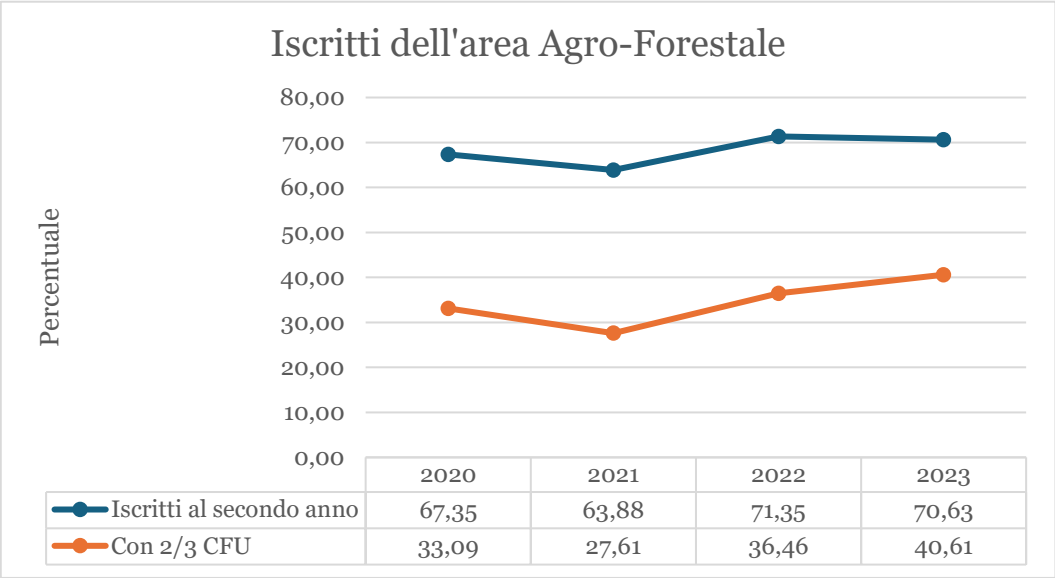
***Figura 1.15**. Indice di ritardo nel conseguimento del titolo accademico per CdL di macro-area Scientifica (dati AlmaLaurea).*

Per queste ragioni, l'analisi proposta in questa tesi si concentra proprio su tali contesti, nei quali le criticità legate all'apprendimento della matematica sembrano essere particolarmente rilevanti per poter concludere con successo il proprio percorso accademico.

In particolare, il principale contesto d'indagine sarà la Facoltà di Scienze Agrarie ed Alimentari dell'Università degli Studi di Milano, i cui corsi di laurea afferiscono quindi alla cosiddetta area *Agro-Forestale*.

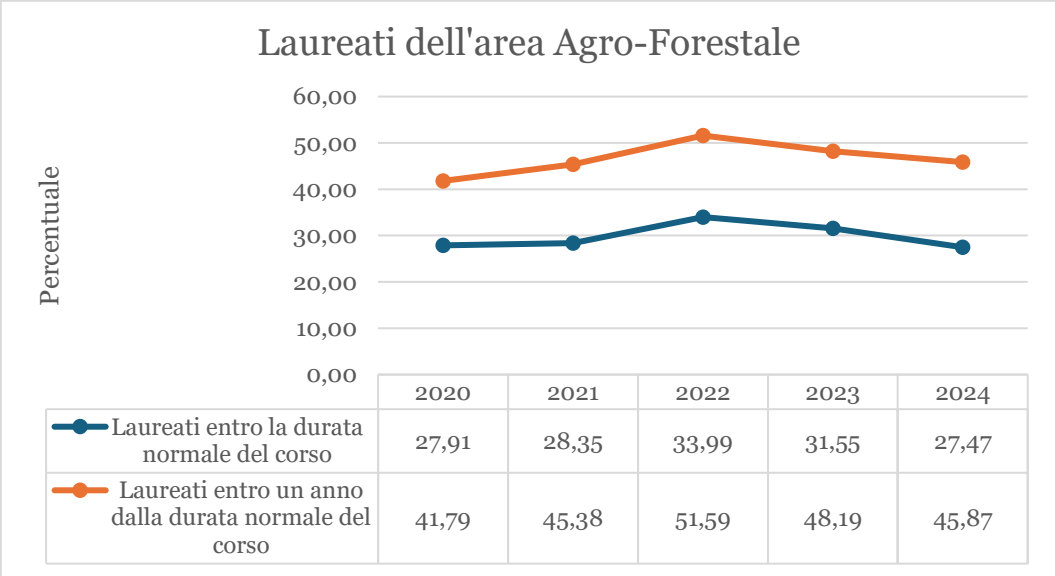
Per concludere questo capitolo introduttivo ci sembra opportuno presentare i dati nazionali relativi a questo specifico gruppo di studenti, così da poter inquadrare con maggior chiarezza questo contesto all'interno del panorama italiano.

Controcorrente rispetto al *trend* nazionale, qui il numero di iscritti è in diminuzione nell'ultimo quinquennio: si registrano 9.858 studenti nell'anno accademico 2020/2021, che diventano 8.133 nel 2024/2025 (-1725 unità). Nonostante circa il 70% si iscriva al secondo anno, poco meno della metà di loro ha conseguito almeno 40 dei 60 CFU previsti (**Figura 1.16**). Inoltre, solo il 30% completa il percorso triennale nei tempi previsti, dato che raggiunge a fatica il 50% dopo un anno (**Figura 1.17**).



	2020	2021	2022	2023
Iscritti al secondo anno	67,35	63,88	71,35	70,63
Con 2/3 CFU	33,09	27,61	36,46	40,61

***Figura 1.16**. Serie storica della percentuale di iscritti al secondo anno all'area Agro-Forestale e di iscritti con almeno 2/3 dei CFU previsti al primo anno nella stessa area (medie percentuali).*



	2020	2021	2022	2023	2024
Laureati entro la durata normale del corso	27,91	28,35	33,99	31,55	27,47
Laureati entro un anno dalla durata normale del corso	41,79	45,38	51,59	48,19	45,87

***Figura 1.17**. Serie storia della percentuale di laureati entro la durata normale del corso nell'area Agro-Forestale e dei laureati entro un anno della stessa area (medie percentuali).*

È in questo scenario complesso e sfidante che si colloca la presente ricerca, con l'obiettivo di comprendere più da vicino le difficoltà, le risorse e i processi che caratterizzano il primo incontro degli studenti con la matematica universitaria nei corsi di servizio, per comprendere quali dinamiche sostengano — o ostacolino — la loro permanenza nel sistema accademico.

Capitolo 2
Le difficoltà nel passaggio dalla scuola secondaria di secondo grado all'università dal punto di vista matematico

Il passaggio dalla scuola superiore all'università nell'ambito dell'educazione matematica è un processo complesso e delicato, che da decenni sollecita l'attenzione dei ricercatori del settore (cfr. Di Martino et al., 2023; Gueudet, 2008, 2023). A partire dagli anni Ottanta, la cosiddetta *Secondary to Tertiary Transition* (STT) è divenuta oggetto di studi che nel tempo hanno ampliato il proprio focus: dai primi lavori centrati sulle discontinuità cognitive e concettuali, fino alle più recenti prospettive socioculturali e identitarie.

2.1 Dalla prospettiva cognitiva all'approccio olistico: quarant'anni di ricerca sulla STT (1980 – 2023)

Tra i primi lavori sulla STT, pionieristici sono stati quelli di David Tall (1991, 1992, 1997). Riprendendo le osservazioni di Skemp (1978) — la cui teoria verrà approfondita adeguatamente nel prossimo capitolo —, l'autore evidenzia come vi siano differenze sostanziali tra l'educazione matematica offerta nelle scuole superiori (*Elementar Mathematical Thinking*) e quella universitaria (*Advanced Mathematical Thinking*), in particolare:

1. Differenze nell'enfasi Pedagogica e nel Metodo: nelle scuole superiori, l'insegnamento tende a enfatizzare la *sintesi* della conoscenza, partendo da concetti semplici, e costruendo la conoscenza attraverso l'esperienza e gli esempi. La giustificazione matematica si concentra sul convincere sé stessi e gli altri, ma non include la fase formale di astrazione e dimostrazione. All'università, invece, l'accento viene spesso posto sull'*analisi* della conoscenza, partendo da astrazioni generali per poi costruire catene deduttive. Tipicamente, si presenta la matematica come una teoria dedotta e conclusa, mostrando agli studenti il prodotto del pensiero matematico piuttosto che il processo attraverso cui è

stato creato. Questo approccio universitario, che presenta una teoria come una sequenza di definizioni, teoremi e dimostrazioni, pur mostrando la struttura logica della matematica, «*non tiene conto della crescita psicologica della mente umana in fase di sviluppo*» poiché «*esiste un enorme divario tra il modo in cui le idee vengono costruite cognitivamente e il modo in cui vengono organizzate e presentate in ordine deduttivo*»[9] (Tall, 1991, p. XIV).

2. La transizione Cognitiva (dalla Descrizione alla Definizione): il passaggio dal pensiero matematico *elementare* a quello *avanzato* è considerato una «*significant transition*» (*ivi*, p. 20) nel percorso educativo di un alunno, che porta alla gestione di entità astratte mediante due significativi cambiamenti: da "descrivere" a "definire" e da "convincere" a "dimostrare. Il primo, comporta il superamento della semplice descrizione dei concetti richiedendo la capacità di operare con definizioni formali, mentre il secondo introduce la dimostrazione formale basata su quelle definizioni per argomentare il proprio pensiero.
3. Ostacoli e Conflitti Cognitivi: la presentazione della matematica come un rigido sistema logico-deduttivo, all'università, ha diverse conseguenze problematiche per gli studenti, spesso collegate alla *Teoria dell'Immagine del Concetto e della Definizione del Concetto* (*Concept Image and Concept Definition*), sviluppata da Tall e Vinner (1981):
    a. Immagine del Concetto vs. Definizione Formale: lo studente sviluppa un'immagine del concetto — un'idiosincratica struttura cognitiva personale — attraverso l'esperienza, che può essere però in conflitto con la definizione formale data a livello universitario.

[9] Dal testo in lingua originale: «*It fails to allow for the psychological growth of the developing human mind*» e «*there is a huge gulf between the way in which ideas are built cognitively and the way in which they are arranged and presented in a deductive order*» (trad. dell'autrice).

b. Ostacoli Cognitivi: questi conflitti tra l'immagine del concetto e la definizione formale possono generare misconcezioni e fungere da barriera per il raggiungimento delle idee formali dettate dalla teoria. Un esempio proposto dagli autori è il concetto di limite, la cui esperienza pregressa degli studenti li porta spesso a credere che una successione a_n non possa mai effettivamente raggiungere il risultato del limite, una concezione che è in conflitto con la definizione formale.
c. Algoritmi vs. Astrazione: molti studenti, abituati alla matematica elementare, si aspettano di trovare un algoritmo per risolvere ogni problema. Nelle fasi iniziali dell'università, questa aspettativa persiste anche quando non è appropriata, portando a difficoltà nell'affrontare l'astrazione e la formalizzazione.
d. Dicotomia Processo/Prodotto (*Procept*): Tall introduce il termine «*procept*» (*ivi*, p. 254), per indicare un «*processo simbolizzato dagli stessi simboli del suo prodotto*» [10] (*ibidem*). Nelle università, la matematica avanzata introduce *procept* che funzionano in modo «*totalmente diverso e completamente enigmatico*» (*ivi*, p. 255) rispetto ai *procept* elementari. Rifacendosi sempre all'esempio del limite, l'autore sottolinea come il simbolo $\lim_{n\to\infty} a_n$ rappresenta sia il processo di tendere al limite sia il valore del limite stesso, ma comprendere il primo non porta necessariamente e direttamente al secondo, come avveniva invece con la matematica elementare — si pensi, ad esempio, al processo di somma $4 + 5$, la cui comprensione porta direttamente al calcolo del risultato.

In sintesi, mentre il pensiero matematico elementare prepara gli studenti

[10] Dal testo in lingua originale: «*a process which is symbolized by the same symbols as the product*».

a risolvere problemi utilizzando la sintesi e la descrizione, il Pensiero Matematico Avanzato richiede l'uso dell'analisi e della deduzione a partire da definizioni astratte e formali, un salto logico e cognitivo che la didattica tradizionale — sostiene Tall — non supporta adeguatamente.

Qualche anno dopo, Miguel De Guzmán e colleghi (1998) distinsero le difficoltà che intercorrono nel passaggio dalla scuola secondaria all'università in tre categorie principali: Difficoltà Epistemologiche e Cognitive — riprendendo e dettagliando i lavori di Tall (1992, 1997) —, Difficoltà Sociologiche e Culturali e Difficoltà Didattiche. Di seguito focalizziamo l'attenzione sulle ultime due categorie che, per la prima volta nella storia della disciplina, trovano spazio nel dibattito accademico, segnando un punto di svolta nella ricerca della STT. Le tematiche affrontate dagli autori, nonostante siano passati quasi trent'anni, sono ancora così attuali da rendere difficile qualsiasi sintesi: la chiarezza e la profondità con cui gli autori affrontano il tema costituiscono, a mio avviso, una testimonianza che non necessita di ulteriori mediazioni e merita di essere riportata con maggiore fedeltà possibile.

Nel secondo gruppo vi sono fattori "estrinseci" e istituzionali, molto legati al contesto specifico in cui si viene a contatto e rendendo quindi difficile stabilire delle regolarità; nonostante questo, è possibile identificare degli aspetti comuni alla maggior parte delle esperienze universitarie in ambiti scientifici. Una prima tematica emergente è il passaggio da un ambiente "a misura d'uomo" — come il gruppo classe della scuola superiore — a una di anonimato, in cui si è «*one in a crowd*» (De Guzmán et al., 1998, p. 755), in cui il docente raramente conosce lo studente come individuo e in cui, spesso, viene meno un senso di comunità di classe. Un altro aspetto legato a questa categoria di difficoltà è quella che gli autori chiamano *la cultura della competizione* («*culture of competition*», p. 756) e l'*atmosfera competitiva* («*competitive atmosphere*», *ibidem*) percepiti in questi ambienti: sono in realtà questi da cui gli studenti cercano di allontanarsi, e non dalla disciplina *in sé*. L'università, per questi studenti, è un luogo in cui dovrebbe prevalere l'«*amore per la propria disciplina*» («*love for one's subject*», *ibidem*) e per

cui il proprio percorso accademico dovrebbe essere animato prevalentemente da motivazioni intrinseche; essi, però, all'ingresso nel mondo accademico trovano un ambiente che enfatizza le ricompense estrinseche come l'ottenere buoni voti, portando gli studenti a focalizzarsi principalmente sul successo negli esami, anziché sull'apprendimento effettivo. L'ultima tematica in merito alle difficoltà legate ad aspetto Sociologici e Culturali riguarda la democratizzazione dell'insegnamento, che impatta maggiormente gli studenti meno preparati («*weak students*», *ibidem*). È importante evidenziare che tra la fine degli anni '90 e i primi anni 2000 — periodo in cui De Guzmán e colleghi scrivono — il tasso di partecipazione all'istruzione superiore, in Europa, vide una rapidissima crescita, passando dal 5% della popolazione al 40%, toccando picchi di anche il 60% in Finlandia e Svezia (Osborne, 2003). Questa tendenza si è mantenuta pressoché stabile anche nei due decenni successivi (Artyukhova et al., 2024), segnando l'ingresso nell'era della massificazione universitaria, in cui l'istruzione terziaria diventa un'esperienza comune e non più elitaria, facendo emergere una serie di nuove ed inedite problematiche di tipo didattico che anche gli autori prontamente evidenziarono. Tra queste vi è la presenza marcata di fragilità cognitive, come una conoscenza spesso inferiore a quanto ci si aspetterebbe o un livello di astrazione minore rispetto a quello richiesto all'ingresso nel mondo accademico, che portano gli studenti ad affidarsi prevalentemente a strategie *imitative* di ciò che il docente svolge il classe, senza compiere il vero e proprio cambiamento concettuale necessario per un apprendimento efficace della matematica universitaria. A causa di queste fragilità, questi studenti necessitano di una maggiore personalizzazione didattica ottenibile solo mediante un rapporto più stretto con il docente o un *tutor* opportunamente scelto, sostegni che l'attuale struttura universitaria rende quasi impossibile (De Guzmán et al., 1998, p. 756). Queste necessità diventano ancora più stringenti nei corsi di matematica di servizio, dove il ruolo della matematica rispetto alla carriera futura viene spesso sottovalutato, soprattutto quando il docente non esplicita le connessioni con le discipline di specializzazione, verso le quali è rivolto l'interesse principale degli studenti; in questi contesti, la matematica

svolge spesso il ruolo di *disciplina filtro* («*sieve*», p. 752) che limita l'ingresso al corso di laurea o il passaggio agli anni successivi al primo, enfatizzando così l'atmosfera competitiva e le strategie imitative, in un circolo vizioso.

L'ultimo gruppo di difficoltà messo in evidenza da De Guzmán e colleghi sono quelle Didattiche, in cui viene messo in discussione il ruolo e le competenze dei docenti universitari. Secondo gli autori, infatti, la mancanza di consapevolezza pedagogica manifestata da alcuni docenti universitari deriva dal fatto che essi vengono valutati principalmente per i loro contributi di ricerca, influenzando negativamente la loro motivazione per l'insegnamento. Inoltre, molti di loro credono che una conoscenza profonda della materia sia sufficiente per insegnarla, sottovalutando le complesse abilità — matematiche e didattiche — necessarie per trasmettere il sapere, che raramente sono presenti in modo spontaneo e che richiedono una specifica formazione e riflessione. Di conseguenza, gli studenti spesso non sono introdotti allo "stile di lavoro" richiesto per la matematica universitaria, vi è poca attenzione alla loro conoscenza e preparazione effettiva e al ritmo più adeguato al loro apprendimento, costruendo una didattica più incentrata sull'*ideale* matricola che i docenti credono di avere di fronte. Questi, poi, si limitano spesso a «*metodi di insegnamento poco fantasiosi*» («*unimaginative teaching methods*», p. 757), attuando principalmente una didattica frontale tradizionale in cui il docente parla e lo studente prende appunti, non prendendo in considerazione la possibilità di utilizzare nuove tecnologie per promuovere la partecipazione degli studenti.[11] Un altro aspetto evidenziato dagli autori è che, tipicamente, il docente non ha la possibilità di interagire frequentemente con gli studenti, mancando così di ricevere *feedback* sull'apprendimento degli studenti durante lo svolgimento del corso; i docenti, infatti, arrivano spesso in sede d'esame «*per scoprire, magari attraverso qualche esame poco realistico,*

[11] Questo lavoro è stato scritto nel 1998, quando le "nuove tecnologie" si limitavano principalmente a *software* in grado di graficare funzioni ed enti geometrici. Il discorso, però, è ancora attuale (e, forse, ancora più rilevante) ora che lo spettro degli strumenti digitali è ampissimo e variegato.

che quasi tutto ciò che pensavano gli studenti avessero imparato è completamente assente dalle loro menti».[12] (p. 758). Infine, gli autori evidenziano come molti docenti si affidino semplicemente a metodi tradizionali di valutazione, come quella sommativa scritta, non sforzandosi di familiarizzare con metodi di diversi di valutazione come portfolio, colloqui orali e domande aperte. È importante evidenziare anche che, con classi molto ampie come quelle italiane, che spesso superano il centinaio di studenti, non è sempre facile integrare attività non-tradizionali nelle proprie pratiche didattiche, che spesso richiedono molto tempo e progettazione per essere attuate.[13]

> L'analisi di De Guzmán e colleghi rappresenta, ancora oggi, una delle riflessioni più lucide e coraggiose sulle difficoltà legate al passaggio scuola–università. La loro capacità di intrecciare dimensioni cognitive, socioculturali e didattiche in un quadro unitario anticipa molte delle questioni che la ricerca contemporanea continua ad affrontare: dall'attenzione all'identità dello studente e al senso di appartenenza, alla necessità di una formazione pedagogica del docente universitario, fino al riconoscimento del ruolo cruciale del contesto istituzionale. A trent'anni di distanza, le loro parole suonano più attuali che mai, offrendo uno specchio sorprendentemente fedele delle criticità ancora presenti nei corsi universitari di matematica, e in particolare in quelli di servizio.

Dieci anni dopo, Ghislaine Gueudet, in suo lavoro del 2008 (Gueudet, 2008), presentò una prima revisione sistematica della letteratura di questo ambito di ricerca, riprendendo i lavori finora citati, approfondendo aspetti

---

[12] In lingua originale, dal testo: «*to find out, perhaps by means of some rather unrealistic examination, that almost all of what they thought students had learnt is completely absent from their minds*».

[13] È importante evidenziare che, negli ultimi anni, alcune università iniziano a muoversi in questa direzione, sviluppando progetti formativi per docenti universitari. Citiamo, come esempio, il *Teaching Lab* del Politecnico di Torino (https://www.polito.it/didattica/teaching-lab) e il *Faculty Development* dell'Università degli Studi di Milano (https://work.unimi.it/formazione/123668.htm

).

socioculturali evidenziati in seguito al lavoro di De Guzmán e colleghi e aggiungendo, a questi, difficoltà *linguistiche*. In particolare, l'autrice evidenzia i seguenti ulteriori elementi che contribuiscono a definire la complessità del fenomeno del passaggio dalla scuola secondaria all'università:

1. Aspetto Sintattico e Linguaggio: l'uso di simboli e quantificatori nella matematica avanzata rappresenta una "rottura" nel processo di associazione tra conoscenza semantica e sintattica della disciplina. L'acquisizione del linguaggio specifico usato dalla comunità matematica — il «*genre speech*» della disciplina (Nardi & Iannone, 2006) — inizia infatti proprio all'università, ma spesso le regole e le aspettative sul sapere sintattico non sono rese esplicite dai docenti.
2. Differenze Istituzionali e Contratto Didattico: tra gli aspetti coinvolti vi sono:
    a. Le Prasseologie: una prasseologia matematica, secondo la teoria della Trasposizione Didattica (Chevallard, 1992), è una quadrupla del tipo $(\mathrm{T}, \tau, \Theta, \theta)$ in cui è presente un *tipo di compito* (T), le *tecniche* ad esso associate (τ), una *tecnologia* (θ) — che è il discorso che spiega e giustifica la tecnica — e una *teoria* (Θ) — che è il discorso che giustifica la tecnologia. Nella scuola secondaria, le prasseologie sono *limitate* (focalizzate su un tipo di compito ristretto), *rigide* (associate a un'unica tecnica) e *scarsamente connesse* (le diverse prasseologie sono poco collegate tra loro). All'università, invece, l'aspetto pratico-tecnico (T, τ) si sposta su attività più complete che coinvolgono anche oggetti teorici, cosicché l'aspetto teorico (Θ, θ) di una prasseologia matematica già nota diventa l'aspetto pratico-tecnico di una nuova prasseologia (Winsløw, 2008).
    b. *Task* e Autonomia: nella scuola secondaria i *task* sono spesso suddivisi in sotto compiti più semplici e vengono fornite indicazioni per aiutare lo studente nel loro svolgimento,

limitando la necessità di sviluppare una vera autonomia che è invece richiesta all'università. Qui, infatti, si richiede una diversificazione dei compiti e una maggiore flessibilità, avendo inoltre meno tempo per acquisire le *routine*.

c. Aspettative e Valutazione: all'università le aspettative rispetto al sapere insegnato prevedono che gli studenti abbiano una crescente responsabilità verso la conoscenza insegnata, non fermandosi più a domandarsi "*Qual è il risultato*?" ma spingendosi fino a chiedersi "*È vero che…?*" (Gueudet, 2008, p. 248). Tuttavia, non sempre i docenti sviluppano pratiche didattiche *ad-hoc* per questi obiettivi, insegnando più "per sé stessi" che per gli studenti, ossia utilizzando le prasseologie matematiche tipiche dei professionisti; in questo modo, il lavoro degli studenti non può che limitarsi all'apprendimento di *strategie di imitazione* di soluzioni di esercizi prototipici, più che a sviluppare una reale comprensione — come già evidenziato da De Guzmán e colleghi (1998) e confermato da studi a loro contemporanei (Crawford et al., 1998). Questa tendenza è rafforzata dal sistema di valutazione, che spesso predilige questa tipologia di studenti.

In prospettiva storica, questo lavoro ha messo in evidenza la necessità di ulteriori studi e approfondimenti, in particolare per quanto riguarda la valutazione, il ruolo delle tecnologie e il tipo di lavoro necessario agli studenti per un ingresso efficace nel mondo universitario, invitando i ricercatori a una maggiore disseminazione delle loro ricerche in questi ambiti.

Si apre così una "nuova era" di ricerca in cui il focus si sposta da un aspetto cognitivo a uno più olistico, che include in misura crescente dimensioni e modelli teorici socioculturali e, in misura minore, anche affettivi. Proprio nello stesso anno in cui Gueudet pubblicava le sue riflessioni sullo stato dell'arte in questo ambito, emersero due modelli teorici specifici per il passaggio dalla scuola superiore all'università che

hanno contribuito a orientare la ricerca nei decenni successivi: *The Three Worlds of Mathematics* di David Tall (2008) e *The Rite of Passage* di Megan Clark e Miroslav Lovric (2008, 2009). La prima si focalizza sui cambiamenti nel modo di pensare e sullo sviluppo individuale necessari per la STT. Secondo questo modello, vi sono tre strutture mentali fondamentali che plasmano l'apprendimento a lungo termine e il pensiero matematico: il riconoscimento di schemi (*patterns*), la ripetizione di sequenze di azioni e il linguaggio. In questa prospettiva cognitiva ed epistemologica, l'autore identificò così tre *mondi della matematica* che si sviluppano con livelli di sofisticazione molto diversi:

1. La realizzazione concettuale (*Conceptual embodiment*), basata sull'intuizione e la visualizzazione.
2. Il simbolismo procettuale (*Proceptual symbolism*): include la teoria APOS (*Action-Process-Object-Schema*) e si basa sull'uso di simboli in modo processuale e concettuale.
3. Il formalismo assiomatico (*Axiomatic formalism*): tipico della matematica avanzata universitaria.

Tall evidenziò inoltre che la fusione di realizzazione (*embodiment*) e simbolismo (*symbolism*) possa offrire un modo più preciso per sviluppare la sofisticazione nel pensiero matematico. Dopo qualche anno, il modello teorico venne integrato per includere una dimensione *affettiva*, riconoscendo il ruolo delle emozioni nell'interpretazione delle esperienze precedenti con la matematica.

Clark e Lovric (2008, 2009) interpretarono la transizione dalla scuola superiore all'università come un vero e proprio *rito di passaggio*, articolato in tre fasi — separazione, liminalità e integrazione — che segnano il distacco dal contesto precedente, la rinegoziazione identitaria e infine l'ingresso nella nuova comunità accademica. A questo quadro antropologico gli autori affiancano due prospettive complementari: il *conflitto cognitivo* (Piaget, 1985), che spiega la difficoltà di integrare nuove conoscenze in schemi preesistenti generando misconcezioni e resistenze, e lo *shock culturale* (Ward et al., 2008), che descrive la dimensione emotiva del cambiamento

attraverso una sequenza di fasi — euforia iniziale, crisi, recupero e adattamento — fino alla costruzione di un nuovo equilibrio cognitivo e identitario. Nel complesso, la transizione appare come un processo multilivello, in cui dimensioni cognitive, emotive, sociali e culturali si intrecciano nel ridefinire il rapporto dello studente con la matematica e con il nuovo ambiente universitario. Approfondiremo nel dettaglio questo quadro teorico nel capitolo successivo, in quanto fondamentale per l'analisi delle esperienze didattiche che presenteremo.

Nel 2008 inoltre si fa strada, all'interno della comunità scientifica, anche la teoria della *Commognizione* (*Commognition Theory*) di Anna Sfard (2007, 2008), un quadro socio-culturale non specificatamente sviluppato per la transizione dalla scuola secondaria all'università ma che favorì significativamente il passaggio a una visione più olistica della STT. L'approccio commognitivo interpreta l'apprendimento come un processo di cambiamento nel modo di comunicare e di pensare (il termine nasce proprio dalla fusione di *communication* e *cognition*). Pensare, per l'autrice, significa partecipare a una particolare forma di comunicazione e, nell'ambito della matematica, imparare significa entrare nel discorso matematico adottandone il vocabolario, le narrazioni e le *routine* tipiche della comunità di pratica. Questa teoria si inserisce nella ricerca sulla STT affiancando e completando altri approcci più diffusi, contribuendo all'analisi del *gap* matematico tra i due livelli di istruzione identificandoli come *conflitti commognitivi*. Il filone di ricerca commognitivo nato del 2008 è ancora molto attivo; si ricordano, tra gli altri, il lavoro di Thoma e Nardi (2018) in cui vengono indagate le manifestazioni di conflitti commognitivi irrisolti nelle elaborazioni degli esami degli studenti del primo anno o, ancora, il lavoro di Kontorovich e Ovadiya (2023) su come le narrazioni sulla STT modellano la consapevolezza del proprio ruolo nei tutor universitari.

Un contributo fondamentale per comprendere l'evoluzione più recente degli studi sulla transizione scuola–università (STT) in matematica è rappresentato dalla revisione sistematica condotta da Di Martino, Gregorio e Iannone (2023), la prima a quindici anni di distanza da quella di Gueudet

(2008). Gli autori si propongono di ricostruire lo stato dell'arte della ricerca tra il 2008 e il 2021 analizzando in modo sistematico i lavori pubblicati nelle principali riviste internazionali e nei congressi di settore — in particolare quelle annuali dell'*International Group for the Psychology of Mathematics Education* (PME), quelle biennali dell'*International Network for Didactic Research in University Mathematics* (INDRUM) e quelle quadriennali dell'*International Commision on Mathematical Instruction* (ICME). L'obiettivo è duplice: da un lato, descrivere le tendenze teoriche e metodologiche emerse negli ultimi anni e, dall'altro, individuare gli aspetti ancora critici e le direzioni di sviluppo future.

Dall'analisi emerge un quadro in rapido mutamento. Se la letteratura precedente analizzata da Gueudet faceva emergere un'interpretazione della transizione soprattutto come discontinuità epistemologica e cognitiva, questa nuova revisione mette in luce un progressivo allargamento del campo verso prospettive socioculturali e, in misura minore, affettive. Gli autori descrivono questa evoluzione come un passaggio «*da una prospettiva puramente cognitiva a una più olistica*»[14] (p. 7), evidenziando come il fenomeno non possa più essere spiegato solo in termini di difficoltà individuali, ma vada letto come esperienza collettiva e culturale.

L'analisi delle conferenze internazionali conferma questa tendenza. Nonostante prevalga ancora l'uso della Teoria Antropologica della Didattica di Chevallard (1992), a partire dal 2015 si registra un sensibile spostamento verso approcci che considerano la transizione come un processo identitario, motivazionale e relazionale (Di Martino & Gregorio, 2019; Kouvela et al., 2018), facendo riferimento a cornici quali le *Comunità di Pratica* (Wenger, 1998) e il *Three-Dimensional Model for Attitude* (Di Martino & Zan, 2010). Si tratta di un'evoluzione teorica rilevante, che segna il passaggio da una visione centrata sul *gap* di conoscenze a una prospettiva più *ecologica*, attenta ai processi di appartenenza, alla costruzione dell'identità matematica e alla regolazione emotiva.

Sul piano metodologico, gli autori osservano una sostanziale varietà di

[14] In lingua originale, dal testo: «*from a purely cognitive to a more holistic perspective*».

approcci, con un buon equilibrio tra studi qualitativi e quantitativi, ma anche alcune criticità persistenti: la prevalenza di ricerche europee (soprattutto Francia, Regno Unito, Germania), la scarsa rappresentanza di contesti extraeuropei, la quasi totale assenza di indagini longitudinali, nonché la limitata attenzione riservata ai cosiddetti *corsi di servizio*, che rimangono un *target* sottorappresentato nella letteratura recente. Il panorama che ne emerge è dunque vivace e teoricamente articolato, ma ancora frammentato e fortemente concentrato in pochi paesi e ambiti.

A quindici anni di distanza dalla prima sintesi di Gueudet (2008) e a pochi mesi da quella di Di Martino e colleghi (2023), la nuova rassegna pubblicata da Gueudet nel 2023 come articolo conclusivo dello *Special Issue* "*Transition from school into university mathematics: experiences across educational contexts*" conferma le osservazioni di Di Martino, Gregorio e Iannone: se la prima revisione (Gueudet, 2008) delineava un quadro dominato da prospettive epistemologico-cognitive e istituzionali, la dimensione affettiva rimaneva in gran parte marginale, e la riflessione sui fattori socio-culturali era limitata a un numero ristretto di studi (ad esempio Bosch et al., 2004; Nardi & Iannone, 2006), in questo suo nuovo lavoro l'autrice evidenzia il progressivo *shift* verso una visione più integrata, olistica e complessa del fenomeno. Gueudet organizza la propria analisi attorno a quattro principali filoni:

1. L'interazione tra dimensioni affettive e socioculturali: l'autrice osserva che gli studi più recenti evidenziano la necessità di chiarire il ruolo reciproco di queste due dimensioni, come evidenziato anche da Di Martino e colleghi.
2. L'apertura internazionale e la prospettiva comparativa: uno degli sviluppi più rilevanti emersi nello *special issue* riguarda la diversificazione dei contesti di ricerca. Se nel 2008 la letteratura proveniva quasi esclusivamente da Europa e Stati Uniti, gli studi discussi nel 2023 includono contesti asiatici e oceanici (Corea del Sud, Hong Kong, Nuova Zelanda), permettendo di cogliere le differenze tra sistemi educativi e culture matematiche. Gueudet

evidenzia che «*la diversità internazionale è solo parzialmente espressa in questa collezione di lavori, e dovrebbe essere uno dei temi di maggior interesse per le ricerche future*»[15] (p. 165), poiché una più profonda comprensione dei processi di transizione necessita di un approccio e di un confronto tra culture e contesti. Gli studi di Di Martino e colleghi (2023) e Lim e colleghi (2023) mostrano, ad esempio, come le norme sociali e le pratiche didattiche plasmino in modo diverso la percezione degli studenti: nei contesti asiatici la matematica universitaria appare come attività individuale e competitiva, mentre in quelli europei emerge con più frequenza l'importanza del lavoro collaborativo e del supporto tra pari.

3. L'ampliamento dei temi e dei quadri teorici: Gueudet segnala l'emergere di nuovi temi come il ruolo della tecnologia, i fattori associati al successo o al fallimento accademico, e l'analisi del *drop-out*. Queste nuove direzioni riflettono l'evoluzione tecnologica e la crescente attenzione ai problemi sociali connessi alla democratizzazione dell'università (OECD, 2022).
4. Il ruolo degli insegnanti e delle pratiche di intervento: un ulteriore elemento innovativo rispetto alla sintesi del 2008 riguarda l'attenzione crescente verso le visioni dei docenti universitari e dei tutor, nonché verso il potenziale formativo delle esperienze di supporto tra pari. Alcuni degli studi presi in analisi (ad esempio Kontorovich & Ovadiya, 2023) mostrano come i docenti stiano sviluppando una maggiore consapevolezza pedagogica, riconoscendo la diversità degli studenti e la necessità di spazi di riflessione condivisa. Tuttavia, l'autrice sottolinea anche come la maggior parte degli studi continui a concentrarsi sulla descrizione delle difficoltà piuttosto che sulla sperimentazione sistematica di azioni didattiche.

Nel complesso, la letteratura dal 1980 al 2023 mostra un'evoluzione

[15] In lingua originale, dal testo: «*international diversity is only partially expressed in the collection of papers, and should be a major topic of future research*».

significativa della ricerca sulla *Secondary to Tertiary Transition*: da un approccio inizialmente centrato sulle difficoltà cognitive e concettuali, verso una visione più ampia e integrata, capace di includere anche dimensioni socioculturali, identitarie e affettive. È su queste premesse che si innestano i lavori più recenti, che negli ultimi anni hanno ulteriormente ampliato i punti di vista e le lenti teoriche, introducendo nuove tematiche e prospettive di ricerca.

2.2 Nuovi sviluppi e prospettive future (2023-2025)

Per approfondire gli sviluppi più recenti del tema della transizione scuola–università scritte contemporaneamente e/o successivamente alle revisioni di Gueudet (2023) e Di Martino, Gregorio e Iannone (2023), è stata condotta una ricognizione esplorativa della letteratura pubblicata nel periodo 2023–2025. A questo scopo non si è voluto avviare una nuova revisione sistematica, ma si è optato piuttosto per costruire una mappa concettuale dei contributi più strettamente connessi ai due lavori di riferimento; per fare questo è stata utilizzata la piattaforma *Connected Papers*[16], che visualizza i legami di citazione diretti e indiretti tra articoli scientifici.

Connected Papers è uno strumento visivo che permette di esplorare uno specifico ambito di ricerca a partire da un lavoro chiave scelto dall'utente. Il *software* crea un grafico a partire da circa 50.000 articoli, selezionando tra questi le poche decine che presentano le connessioni più forti con l'articolo "*seme*" («*seed*»). Nel grafico, gli articoli sono disposti in base alla loro somiglianza mediante una metrica che si basa «*sui concetti di co-citazione e accoppiamento bibliografico*», come dichiarato dai suoi fondatori[17]. Secondo questa misura, si presume che due articoli che hanno citazioni e riferimenti altamente sovrapposti abbiano una maggiore probabilità di trattare un argomento correlato: ciò significa che anche lavori che non si citano direttamente a vicenda possono essere fortemente collegati e

[16] https://www.connectedpapers.com/

[17] Dal sito: «*the concepts of Co-citation and Bibliographic Coupling*».

posizionati molto vicini tra loro. Il *database* di riferimento è collegato al *Semantic Scholar Paper Corpus*[18]. Questo approccio, di tipo *narrative update*, consente di individuare in modo trasparente i contributi emergenti nel *network* di ricerca sulla STT. Negli ultimi anni, approcci basati sulla visualizzazione delle reti di citazione — come *Connected Papers* o *Research Rabbit*[19] — stanno diventando sempre più frequenti nelle fasi iniziali di esplorazione bibliografica (Behera et al., 2023; Chow, 2025). Questi strumenti, che sfruttano gli sviluppi tecnologici più recenti in ambito di analisi automatizzata dei dati e intelligenza artificiale, permettono infatti di rappresentare in modo dinamico le relazioni tra articoli scientifici, facilitando l'individuazione dei lavori concettualmente affini e delle tendenze emergenti all'interno di un campo di ricerca. È importante però evidenziare che queste piattaforme (ovviamente) non garantiscono la stessa copertura di un'analisi bibliometrica estesa o di una revisione sistematica — oltre che a richiedere un forte controllo umano nella valutazione dei nodi individuati — ma rimangono uno strumento utile per costruire una prima mappa concettuale dei contributi legati a un tema di ricerca o per identificare rapidamente i lavori più influenti e le tematiche affini a un contributo chiave in un ambito di interesse.

A partire da due distinte mappature costruite tramite la piattaforma *Connected Papers* — utilizzando come *seed* il lavoro di Gueudet (2023) nella prima e quello di Di Martino, Gregorio e Iannone (2023) nella seconda — è stata creata una lista unificata dei contributi individuati nei rispettivi *network* di citazioni. Riportiamo le due mappature nella **Figura 2.1**. Successivamente, tale lista è stata analizzata manualmente, procedendo a una prima selezione in base a criteri di lingua (italiano o inglese), di contemporaneità (anni 2023–2025) e a quei lavori che non sono stati citati nei due lavori *seeds* ma che hanno comunque riportato un alto grado di compatibilità; sono così stati individuati 40 lavori significativi. A seguito di una seconda selezione basata sulla rilevanza tematica (focus sul passaggio

[18] https://www.semanticscholar.org/

[19] https://www.researchrabbit.ai/

scuola–università in matematica) mediante la lettura degli *abstract*, la lista si è ridotta a 14 articoli.

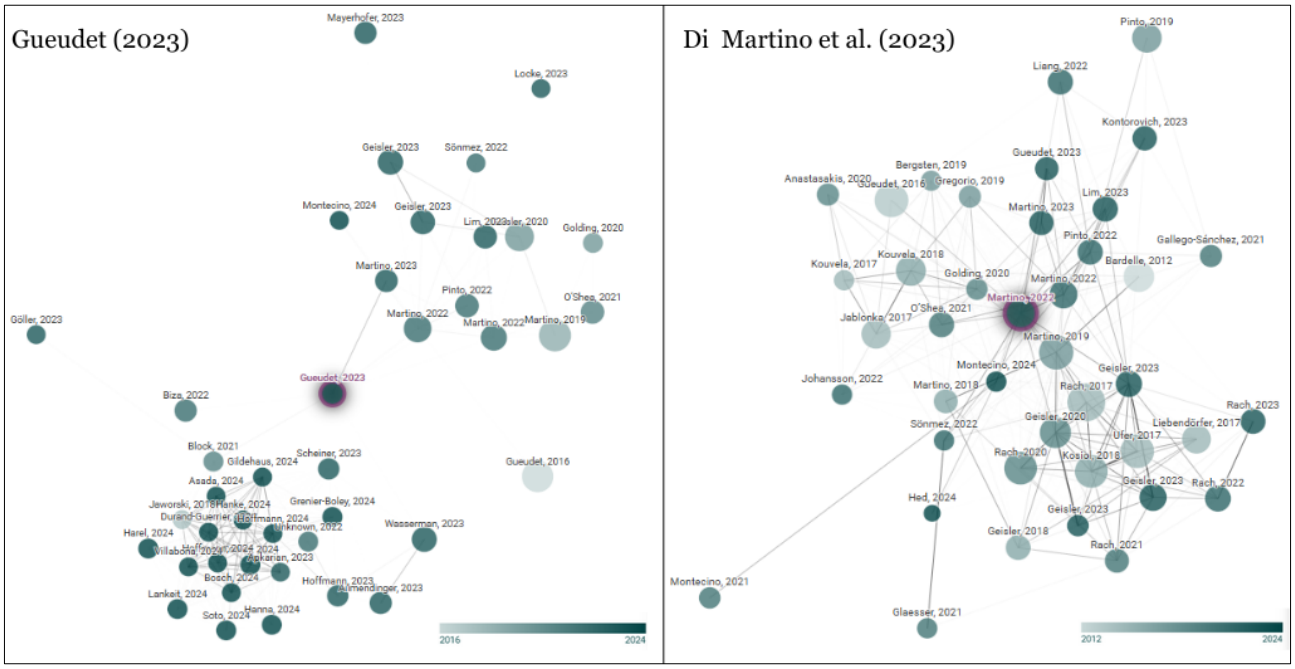


Figura 2.1. *Mappature di Gueudet (2023) e di Di Martino et al. (2023) mediante Connected Papers.*

Per completare la ricognizione, è stata inoltre condotta una ricerca su *Scopus* [20], utilizzando una *query* avanzata volta a individuare i lavori pubblicati tra il 2023 e il 2025 sul tema della transizione scuola–università in matematica. La ricerca ha restituito 28 articoli, successivamente scesi a 12 dopo l'ulteriore selezione mediante lettura dell'*abstract*. In totale, quindi, sono stati analizzati 26 lavori.

Tra questi, ancora una piccola percentuale indaga studenti appartenenti a culture non occidentali; sono presenti, nello specifico, uno studio situato in Messico (Plascencia et al., 2024), uno in Sudafrica (Morton & Durandt, 2023), uno in Libano (Apkarian et al., 2023) e uno in Turchia (Sönmez & Güven, 2022).

Per quanto riguarda il *target* coinvolto in questi lavori, 7 di questi

[20] https://www.elsevier.com/products/scopus

comprendono i cosiddetti *pre-service teachers*, ossia studenti universitari che aspirano a diventare docenti di matematica (Allmendinger et al., 2023; Apkarian et al., 2023; Geisler et al., 2023b; Gildehaus et al., 2024; Rach, 2022; Sönmez & Güven, 2022; Uysal & Clark, 2024), 7 riguardano studenti di corsi STEM (Häsä et al., 2025; Locke et al., 2023) tra cui anche Ingegneria (Hed et al., 2024; Johansson et al., 2022; Plascencia et al., 2024) e Architettura (Bernardi et al., 2024). È importante tenere in considerazione, però, che spesso in molti paesi europei ed extra-europei la suddivisione in Corsi di Laurea, in particolare per le discipline di base come può essere un corso introduttivo alla matematica universitaria tenuto al primo anno, non è così rigida come avviene in Italia, per cui è difficile individuare, ad esempio, studi che differenzino tra studenti che desiderano proseguire il loro percorso accademico nell'ambito matematico e coloro che vorrebbero percorrere altre strade. Ne sono esempi i lavori di Mayerhofer e colleghi (2023), che studiano un gruppo composto da studenti in ingresso ai corsi di Astronomia, Matematica, Meteorologia e Fisica, lo studio di Klosterman e Stain (2023) rivolto agli studenti e ai docenti dei corsi di *pre-calculus*, *calculus* e matematica discreta, e quello di Andrà e colleghi (2023) sui partecipanti ad un *Massive Open Online Courses* (MOOC) di matematica di base al Politecnico di Milano.

La consapevolezza che il passaggio dalla scuola all'università sia un processo che coinvolge più che la sola dimensione cognitiva è ormai consolidata, tanto che in quasi tutti i lavori viene esplicitato il tentativo di intrecciare diverse dimensioni e indagare come queste si influenzino reciprocamente, come la dimensione cognitiva e quella metacognitiva (ad esempio Häsä et al., 2025) o quella socioculturale e quella affettiva (come Bernardi et al., 2024; Klosterman & Stein, 2023).

Tra le tematiche emergenti nell'ultimo triennio vi è sicuramente quella degli strumenti tecnologici, intesi come artefatti coadiuvanti l'apprendimento, mostrando come questi possano intervenire a diversi livelli, tra cui quello epistemico, didattico e affettivo. Sul piano epistemico, Hanna, Larvor e Yan (2024) evidenziano come l'introduzione di *proof assistants* modifichi le pratiche di dimostrazione contribuendo a ridefinire

l'idea stessa di "fare matematica" all'università. Sul piano didattico, Andrà, Brunetto, Bassi e Pini (2023) mostrano come le modalità *blended learning* adottate nei corsi ponte possano favorire forme di mediazione tra la matematica scolastica e quella universitaria, pur restando prevalentemente strumenti organizzativi più che artefatti cognitivi. Johansson e colleghi (2024) analizzano il diverso impatto dei contesti *campus* e *distance-based*, evidenziando come le modalità digitali di interazione possano amplificare il senso di distanza epistemica e sociale che caratterizza la transizione, ma al contempo offrano nuove possibilità di autonomia e flessibilità. Infine, Morton e Durandt (2023) mostrano come l'apprendimento completamente online, sperimentato durante la pandemia, abbia reso evidente il legame tra competenze tecnologiche, capacità di autoregolazione e successo accademico: la tecnologia diventa, in tal senso, una componente strutturale della competenza matematica richiesta all'ingresso dell'università. Emerge così il quadro di un ambito ancora in via di esplorazione: le tecnologie, pur essendo ormai pervasivamente integrate nei contesti di apprendimento, sono spesso considerate come semplici strumenti di erogazione o comunicazione, più che come artefatti in grado di trasformare in profondità l'apprendimento e l'insegnamento.

Si fanno spazio anche alcuni lavori che esplorano strategie pedagogiche e esperienze didattiche educative, come l'apprendimento esperienziale all'aperto (Penazzi et al., 2023), l'uso di metodi per collegare linguaggio formale e naturale (Hähnlein et al., 2025) e l'apprendimento *inquiery-based* (Apkarian et al., 2023). Non mancano però alcune lacune significative, in particolare nel collegare i risultati della ricerca alla pratica didattica quotidiana e nello sviluppo professionale continuo dei docenti universitari, sottolineando l'urgenza di promuovere una cultura dipartimentale orientata al miglioramento dell'insegnamento (Allmendinger et al., 2023).

Negli ultimi anni il campo della ricerca sull'istruzione universitaria in matematica ha compiuto importanti passi avanti, sia sul piano teorico sia su quello metodologico. Tuttavia, nonostante un panorama sempre più

articolato e interdisciplinare, emergono diverse aree ancora poco esplorate o affrontate in modo frammentario, che rappresentano al contempo una sfida e una promettente direzione di sviluppo per la comunità scientifica (Bosch et al., 2024).

Le carenze più significative messe in evidenza dai ricercatori in questo ambito riguardano in primo luogo la necessità di teorie robuste e condivise, pur essendoci una crescente attenzione verso l'integrazione tra diverse prospettive – ad esempio attraverso il *networking of theories* (Bikner-Ahsbahs & Prediger, 2014). Si avverte dunque la mancanza un discorso comune e metateorico sul significato dell'istruzione universitaria in matematica e sul ruolo che essa gioca nella formazione disciplinare e professionale degli studenti.

Dal punto di vista metodologico, nonostante non manchino studi su larga scala, la ricerca resta prevalentemente ancorata a studi qualitativi su piccoli gruppi, con risultati spesso significativi ma difficilmente generalizzabili. Pochi studi affrontano in modo sistematico il problema della scalabilità della propria ricerca, elemento però che risulta quasi caratterizzante dei lavori in questo ambito: data l'eterogeneità dei contesti universitari (financo all'interno di una stessa Facoltà), non è ancora chiaro come un intervento efficace in un contesto specifico possa essere trasferito, adattato e ripetuto. Allo stesso modo mancano *frameworks* teorici di riferimento che permettano di analizzare le pratiche didattiche nei contesti universitari reali e di misurare l'impatto delle innovazioni proposte.

Un altro nodo cruciale riguarda il collegamento tra ricerca e pratica didattica. Nonostante gli studi empirici, molti docenti matematici (ma non didatti) percepiscono la letteratura in questo ambito come distante dal proprio contesto di lavoro, sia per la complessità del linguaggio teorico utilizzato che per la mancanza di canali comunicativi accessibili tra comunità di ricerca e comunità disciplinare. In questo senso, la ricerca nell'ambito dell'apprendimento universitario appare ancora troppo autoreferenziale, incapace di incidere strutturalmente sulla cultura didattica universitaria.

La formazione e lo sviluppo professionale dei docenti costituiscono

un'ulteriore area di criticità. In molte università, l'insegnamento della matematica è ancora concepito come una conseguenza naturale della competenza disciplinare, mentre la letteratura sottolinea l'importanza di riconoscere e sviluppare competenze pedagogiche specifiche, mirate alla didattica della matematica a livello terziario. Manca tuttavia una base empirica ampia che permetta di comprendere come i docenti universitari costruiscano le proprie pratiche e quali convinzioni orientino il loro agire.

A queste questioni si aggiunge il ruolo ancora ambiguo delle tecnologie digitali, la cui presenza nell'educazione universitaria si è ampliata rapidamente, soprattutto dopo la pandemia, ma che non è ancora stata pienamente compresa in termini di potenzialità didattiche. Restano aperte domande fondamentali: le competenze tecnologiche sviluppate nella scuola secondaria trovano continuità all'università? Quali risorse digitali vengono effettivamente utilizzate dagli studenti per studiare matematica, e con quali esiti? E ancora, quali formati didattici – in presenza, online o ibridi – risultano più efficaci per sostenere il processo di transizione? Si tratta di temi che, sebbene frequentemente evocati, non sono ancora supportati da una base di ricerca sistematica, anche a causa della rapidità con cui le tecnologie evolvono e si diffondono negli ambienti di apprendimento. Un ulteriore elemento di complessità in questo ambito è rappresentato dalla presenza sempre più massiccia di strumenti digitali non progettati con finalità didattiche, ma che gli studenti impiegano quotidianamente nello studio, spesso in modo spontaneo e non mediato. Se in passato i *software* utilizzati per l'apprendimento della matematica — dai sistemi di algebra computazionale agli ambienti di geometria dinamica — venivano concepiti esplicitamente per scopi educativi, oggi gran parte delle tecnologie che entrano nelle pratiche di studio, come le piattaforme di *AI* generativa, nascono al di fuori del contesto educativo e vengono successivamente (e spesso impropriamente) "prestate" alla didattica. Questa trasformazione, pur offrendo nuove opportunità di accesso e personalizzazione, rende sempre più difficile per docenti e ricercatori comprendere, monitorare e orientare in modo consapevole l'uso di tali strumenti, che si collocano in una zona grigia tra apprendimento formale e informale.

Dal punto di vista metodologico, la letteratura sulla STT mostra ancora una forte carenza di studi longitudinali e — nonostante in notevole aumento — di approcci olistici. La maggior parte delle ricerche si basa su dati trasversali o su misure indirette — come, ad esempio, l'intenzione di abbandono invece dell'abbandono effettivo — rendendo difficile stabilire nessi di causalità e comprendere i meccanismi che portano al successo o al fallimento nella transizione. Inoltre, molti studi si concentrano ancora esclusivamente sulle caratteristiche personali degli studenti – atteggiamenti, convinzioni, emozioni – trascurando gli intrecci e le influenze reciproche con dimensioni ambientali e curricolari. Manca così una prospettiva realmente interattiva, capace di analizzare il *fit* tra persona e ambiente, cioè la corrispondenza (o la mancanza di corrispondenza) tra le caratteristiche dello studente e quelle del contesto di apprendimento. Tuttavia, è importante riconoscere che queste difficoltà non dipendono unicamente da limiti metodologici o teorici della ricerca, ma sono in larga misura connaturate alla stessa struttura del sistema universitario. La complessità organizzativa dell'università — con i suoi tempi, la frammentazione disciplinare, le logiche amministrative e la variabilità dei contesti didattici — rende estremamente difficile costruire studi che riescano a osservare in modo continuativo e sistemico i molteplici fattori che intervengono nella transizione. È possibile, infatti, che anche quando si tenti di analizzare l'interazione tra diverse variabili, alcune di esse risultino per loro natura difficilmente controllabili: basti pensare, ad esempio, alla dinamicità del gruppo classe, che può cambiare di lezione in lezione, o alla variabilità dei docenti, dei programmi e delle modalità di valutazione tra corsi e atenei. Tutto ciò aumenta in modo esponenziale la complessità di studi che intendano considerare simultaneamente più dimensioni, al punto da renderla in certi casi quasi ingestibile. È dunque comprensibile che molti ricercatori scelgano di delimitare il campo d'indagine e concentrarsi su un numero ristretto di variabili osservabili, privilegiando la profondità analitica rispetto all'ampiezza descrittiva. In questo senso, la frammentazione della ricerca sulla STT appare, oltre che un limite, quasi una condizione strutturale e operativa con cui il campo deve

necessariamente confrontarsi e spiega, almeno in parte, perché questo ambito fatichi ancora oggi a produrre evidenze comparabili e trasferibili, nonostante la maturazione teorica e metodologica raggiunta dalla ricerca.

Le prospettive future sembrano quindi delineare un quadro di arricchimento teorico e metodologico. Si avverte la necessità di costruire ricerche ancora più integrate, che combinino approcci cognitivi, epistemologici e socioculturali per comprendere la complessità della transizione. Diventa cruciale spostare l'attenzione dallo stato iniziale e finale degli studenti ai *processi di cambiamento*, osservandone le traiettorie e le micro-dinamiche nel tempo.

Sul piano applicativo, le ricerche future dovrebbero concentrarsi sulla progettazione e valutazione di interventi di supporto sostenibili, capaci di accompagnare gli studenti lungo l'intero percorso di transizione, anziché limitarsi a esperienze di breve durata come i corsi *bridge*. L'integrazione di strategie diverse può costituire una direzione promettente, soprattutto se accompagnata da un adeguato sostegno pedagogico per i docenti.

Infine, nuove linee di ricerca si stanno orientando verso una prospettiva più ampia, che concepisce la transizione non solo come momento di crisi ma anche come spazio di potenziale crescita. Si tratta di una visione che invita a indagare "ciò che può aiutare", cioè le condizioni e le pratiche che favoriscono l'ingresso nell'ambiente universitario. In questa direzione, hanno ancora troppo poco spazio rilievo le ricerche sulle questioni di equità e inclusione, sul ruolo delle donne e dei gruppi storicamente marginalizzati, e sulle sfide che i docenti affrontano nell'integrare la tecnologia in contesti educativi caratterizzati da forti disuguaglianze. Un tema emergente e — purtroppo — ancora poco affrontato riguarda la neurodivergenza negli studenti universitari, e in particolare la sempre più frequente diagnosi in età adulta di condizioni come l'autismo, l'ADHD o i disturbi specifici dell'apprendimento, che hanno portato anche alcune università italiane ad attivare programmi d'aiuto più mirati (come l'Università degli Studi di

Perugia[21] e l'Università degli Studi di Napoli Federico II[22]). Si tratta spesso di studenti con un elevato potenziale cognitivo e una spiccata curiosità intellettuale, che tuttavia incontrano difficoltà significative nel proseguire il percorso accademico a causa della scarsa flessibilità strutturale dell'università. Le modalità di valutazione standardizzate, l'organizzazione a volte rigida dei corsi e la mancanza di un supporto personalizzato limitano la possibilità di valorizzare le differenze cognitive come risorse, anziché come ostacoli. Affrontare questo tema significa ampliare il concetto stesso di inclusione, riconoscendo che non riguarda soltanto le disuguaglianze di accesso o di genere, ma anche la necessità di costruire contesti universitari più adattivi e sensibili alla varietà dei profili cognitivi e delle modalità di apprendimento. Si tratta di un ambito che sento particolarmente vicino, poiché evidenzia la necessità — ancora troppo spesso trascurata — di ripensare la didattica universitaria in chiave più flessibile, empatica e rispettosa delle differenze cognitive.

Infine, si aprono nuove prospettive date dalla sempre maggiore presenza di curricoli interdisciplinari e della matematica applicata — come la *data science* e i *big data* — che chiedono di ripensare radicalmente il significato e gli obiettivi dei corsi di servizio. Nonostante la loro ampia diffusione nei percorsi universitari, i corsi di servizio di matematica restano tuttavia una realtà ancora poco esplorata nella ricerca in didattica della matematica, spesso marginalizzata rispetto all'insegnamento rivolto a studenti di matematica o di ambiti strettamente scientifici. Si tratta invece di contesti estremamente significativi, poiché rappresentano per molti studenti l'unico momento di incontro formale con la disciplina all'interno del proprio percorso universitario e, di conseguenza, un'occasione cruciale per influenzarne atteggiamenti, credenze e disposizioni emotive. Le esperienze legate ai corsi di servizio, poi, risultano particolarmente interessanti anche perché molto eterogenee, sia per la natura dei contenuti trattati sia per le modalità didattiche adottate, fortemente influenzate dal contesto

[21] https://www.unipg.it/disabilita-e-dsa/studenti-con-dsa#adhd

[22] https://www.old.unina.it/-/35781800-disturbi-adhd-e-add-nuovo-progetto-del-sinapsi

disciplinare di riferimento (ad esempio, un corso destinato a studenti di Architettura si differenzia profondamente, per obiettivi e linguaggi, da uno rivolto a studenti di Agraria o di Biotecnologie). Questa varietà rende i corsi di servizio un terreno complesso per la ricerca ma con molte potenzialità, poiché ogni contesto necessità una ridefinizione locale del rapporto tra matematica e applicazioni, tra teoria e pratica professionale. È auspicabile quindi un rinnovato interesse scientifico verso tali contesti, che permetta di comprendere non solo le difficoltà legate alla transizione, ma anche le potenzialità formative e identitarie che la matematica può assumere quando è insegnata come disciplina "al servizio" di altre.

Nel complesso, ciò che emerge è l'immagine di un campo di ricerca dinamico, ancora in costruzione, che si muove tra la tensione verso una maggiore coerenza teorica e il desiderio di mantenere aperta la pluralità delle prospettive. La sfida per i prossimi anni sarà dunque quella di sviluppare un dialogo più stretto tra teoria e pratica, tra ricerca e insegnamento, e tra le diverse comunità accademiche coinvolte nell'educazione matematica universitaria, affinché la conoscenza prodotta non resti confinata all'interno della ricerca, ma diventi leva di trasformazione per la realtà universitaria tutta.

2.3 Comprendere la transizione nei corsi di servizio: obiettivi e prospettive di questa tesi

Alla luce delle lacune evidenziate nella letteratura e delle questioni ancora aperte in questo campo, questa tesi si propone di contribuire alla comprensione della transizione scuola-università nei *corsi di servizio* di matematica, con un *focus* sulle dimensioni affettive e socioculturali che accompagnano l'esperienza degli studenti. In particolare, si vuole indagare come questi vivano, interpretino e trasformino il proprio rapporto con la matematica e con la nuova istituzione culturale, mettendo in luce i processi di cambiamento che si attivano nel passaggio da una didattica scolastica a una universitaria.

A differenza di quanto avviene nelle ricerche progettate per indagare

esplicitamente tali dimensioni, in questa tesi verranno prese in considerazione attività nate prima di tutto per rispondere a finalità didattiche specifiche e contestuali, e solo in secondo luogo come strumenti per far emergere aspetti legati alla STT. La prima peculiarità di questa ricerca è quindi che si fonda sul desiderio di far fronte a quelle che De Guzmán e colleghi (1998) hanno definito *Difficoltà Didattiche*. Concordando pienamente con le due affermazioni riportate in precedenza — taglienti e vere — che spesso i docenti scoprono in sede d'esame *«che quasi tutto ciò che pensavano gli studenti avessero imparato è completamente assente dalle loro menti»* e che in ambiente universitario si utilizzano spesso «*metodi di insegnamento poco fantasiosi*», si è deciso di esplorare le dimensioni della STT mediante pratiche d'aula innovative che rispondessero in primo luogo ad alcune necessità spesso proprie del docente universitario dei corsi di servizio — essendo le ideatrici di queste attività esse stesse docenti universitarie di corsi di servizio —, come il ripasso dei prerequisiti o favorire negli studenti uno studio cadenzato e costante, facendo altresì in modo che queste fossero contemporaneamente strumento di *feedback* sull'andamento della classe. Si voleva anche così scongiurare la costruzione di una didattica incentrata sull'ideale di matricola invece che sugli studenti veramente presenti in aula.

A seguito della progettazione di queste attività si è voluto indagare il loro potenziale di strumenti rivelatori di alcune delle altre difficoltà evidenziate nella letteratura sulla STT, nello specifico quelle affettive e socioculturali.

Per quanto riguarda le prime, ci si è voluti focalizzare sull'*atteggiamento nei confronti della matematica*, in particolare mediante il modello del *Three Dimensional Model for Attitude* (Di Martino & Zan, 2010), il quale si compone di tre dimensioni: la *disposizione emotiva*, la *competenza percepita* e la *visione della matematica*. Per le seconde, invece, si è deciso di approfondire gli aspetti evidenziati dalla letteratura legati alle peculiarità dell'ambiente universitario, tra cui il (mancato) senso di comunità (De Guzmán et al., 1998) e l'autonomia richiesta agli studenti (Gueudet, 2023), inquadrandole all'interno del modello del *Rito di Passaggio* (Clark & Lovric, 2008, 2009). Per permettere l'individuazione di questi temi all'interno delle

attività d'aula è stato necessario operazionalizzarle mediante delle dimensioni che abbiamo chiamato di *integrazione sociale e rapporto coi pari* (afferente al senso di comunità), di *strategie di studio e adattamento* (afferente al dominio dell'autonomia richiesta agli studenti) e di *differenze strutturali della nuova istituzione di riferimento*. Quest'ultima, in particolare, vuole raccogliere tutte quelle diversità, disallineamenti e tensioni proprie dell'ingresso in un nuovo ambiente educativo e che rientrano generalmente all'interno del nuovo *contratto didattico*, come il ritmo di lavoro, le *routine* quotidiane, le richieste del docente, le modalità valutative etc., e dunque tutti quegli aspetti su cui lo studente non ha controllo e sui quali non può intervenire direttamente.

Queste dimensioni saranno ulteriormente spiegate ed approfondite nel capitolo successivo, dedicato proprio a quelle che chiameremo *categorie interpretative*.

In questo modo, ci si propone di rispondere alle seguenti domande di ricerca:

RQ1: In che modo le pratiche d'aula dei corsi di servizio di matematica permettono di osservare le dimensioni della *Secondary–Tertiary Transition* (STT), costituendo spazi privilegiati per la loro indagine?

RQ2: In che modo gli studenti dei corsi di servizio di matematica vivono la transizione dalla scuola secondaria all'università, e in che misura le loro esperienze riflettono o si discostano dalle caratteristiche della *Secondary–Tertiary Transition* (STT) descritte in letteratura?

Per questa domanda in particolare, per guidare l'analisi che verrà presentata successivamente, si è fatto uso delle seguenti sotto domande:

1. Quali *atteggiamenti* emergono dalle produzioni (ad esempio, le narrazioni o i *meme*) degli studenti?
2. Quali elementi di discontinuità o continuità con la scuola secondaria si evidenziano nei loro vissuti e nelle pratiche di studio?

3. Quali strategie di studio e di adattamento gli studenti mettono in atto durante il primo anno universitario?
4. Si manifestano processi di cambiamento — reali o auspicati — nel modo in cui gli studenti vivono la matematica e si percepiscono come apprendenti nel nuovo contesto universitario?
5. In che misura le difficoltà e le trasformazioni osservate coincidono o divergono rispetto a quelle descritte in letteratura nelle ricerche sulla STT (epistemologiche, socioculturali, didattiche)?

Le due domande di ricerca si collocano su piani complementari: la prima (RQ1) intende indagare il potenziale delle pratiche didattiche come dispositivi esplorativi e momenti di riflessione, capaci di far emergere nei contesti reali di insegnamento tracce del vissuto affettivo, cognitivo e metacognitivo degli studenti in transizione, mentre la seconda (RQ2) indaga il fenomeno della transizione attraverso le esperienze soggettive degli studenti.

La ricerca si sviluppa principalmente nella Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, in cui ho avuto occasione di insegnare durante il mio percorso dottorale sviluppando e/o portando avanti esperienze didattiche e attività d'aula. Alcuni progetti sono stati poi replicati anche in altri Atenei, come il Politecnico di Milano, permettendo di confrontare profili formativi molto diversi ma accomunati dal ruolo di "corso di servizio" che la matematica assume al loro interno.

La peculiarità principale di questa indagine risiede quindi nell'offrire nuove prospettive e modalità di osservazione del fenomeno della STT nei corsi di servizio all'interno di contesti autentici di insegnamento e apprendimento, coerentemente con la natura contestuale e orientata alla pratica della *ricerca esplorativa* in ambito educativo (Miller et al., 2021). Questa tesi vuole infatti configurarsi come *ricerca esplorativa*, in quanto nasce dall'esigenza di comprendere fenomeni educativi ancora poco indagati, focalizzandosi maggiormente sul *far luce* sul fenomeno della STT

nei corsi di servizio piuttosto che sul verificare una qualche ipotesi su come questo si manifesti in questi contesti (Foster, 2024). Dal punto di vista metodologico, il lavoro adotta un approccio prevalentemente qualitativo, in alcuni casi integrato con strumenti di stampo più quantitativo (*content analysis computer aid*) quando si è dovuto far fronte alla gestione di una grande quantità di dati.

Infine, la ricerca assume implicitamente una finalità che potremmo definire *trasformativa*, volendo portare all'attenzione della comunità educativa esempi di pratiche didattiche universitarie non tradizionali ma, al contempo, facilmente adattabili a diversi contesti e (spesso) anche di facile implementazione.

Capitolo 3
Quadri teorici e categorie interpretative

In questo capitolo andiamo a delineare i quadri e le lenti teoriche che ci permetteranno di contestualizzare il problema del passaggio dall'istruzione superiore a quella universitaria nell'apprendimento della matematica nei corsi di servizio.

Per rispondere alle domande di ricerca precedentemente presentate andremo a descrivere e analizzare — mediante *categorie interpretative* — alcune delle attività didattiche rivolte a matricole universitarie in cui sono stata coinvolta durante il mio percorso dottorale. Queste categorie interpretative derivano in modo piuttosto naturale dalla letteratura scientifica di riferimento, che ha fornito un quadro teorico condiviso e coerente con le finalità del lavoro.

Gli elementi teorici da cui si è partiti per definire le categorie sono, in prima battuta, il *Three-Dimensional Model for Attitude* (Di Martino & Zan, 2010) — che include riferimenti ad altri lavori come quello di Skemp (1978) — e una cornice interpretativa costruita attraverso un dialogo tra diversi contributi teorici sulla transizione scuola-università (Clark & Lovric, 2008, 2009; De Guzmán et al., 1998; Gueudet, 2008, 2023).

Le sette categorie su cui ci concentreremo — le tre dimensioni dell'atteggiamento verso la matematica (visione della matematica, disposizione emotiva, competenza percepita), le strategie di studio e adattamento, le differenze strutturali nell'istituzione culturale di riferimento, l'integrazione sociale e il rapporto coi pari, e i processi di cambiamento — vanno intese come lenti dinamiche. Esse non fungono da etichette rigide, ma da strumenti concettuali in grado di far emergere ricorrenze, contrasti e *pattern*, con l'obiettivo di restituire almeno in parte la complessità con cui gli studenti negoziano il proprio rapporto con la disciplina e con il nuovo contesto universitario.

3.1 Il *Three-Dimensional Model for Attitude* e le sue dimensioni[23]

In questa tesi l'indagine della dimensione *affettiva* degli studenti nei corsi di servizio si baserà in particolare sull'analisi dell'*atteggiamento nei confronti della matematica* mediante il modello denominato *Three-Dimensional Model for Attitude* (TMA). Questo, proposto da Pietro Di Martino e Rosetta Zan (2009), è un modello cosiddetto *grounded* (Glaser & Strauss, 2017) ossia studiato, ideato e strutturato a partire dai dati raccolti, mediante una continua revisione delle diverse fasi della ricerca. In particolare, i dati sui quali è basato sono di tipo narrativo, e infatti l'atteggiamento nei confronti della matematica viene descritto dagli autori mediante le tre dimensioni principali utilizzate dagli studenti stessi per raccontare il loro rapporto con la disciplina (**Figura 3.1**). Affinché questo costrutto potesse essere funzionale come strumento di diagnosi e intervento, le dimensioni — che interagiscono tra loro in maniera complessa andando a determinare uno spettro di possibili combinazioni e manifestazioni di atteggiamento — sono state ridotte a dicotomie dagli autori, permettendo così di definire otto diversi profili di *attitude*. Nello specifico, vengono individuati i seguenti poli dimensionali:

- Visione della matematica (VM), sintetizzata in termini di relazionale/strumentale;
- Disposizione emotiva (DE), sintetizzata in termini di positiva/negative;
- Competenza percepita (CP), sintetizzata in termini di alta/bassa.

[23] Questo paragrafo è basato sull'articolo: Turconi, G. (2025). "Tu e la matematica": Un Padlet per l'attitude nella GenZ. *Didattica della matematica. Dalla ricerca alle pratiche d'aula, 17*, 66–87. https://doi.org/10.33683/ddm.25.17.3

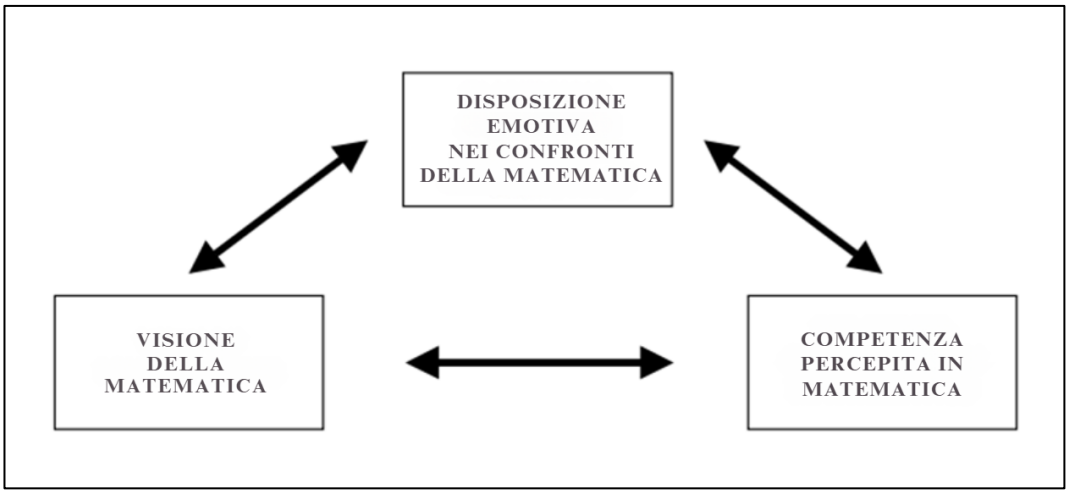


Figura 3.1*. Three-Dimensional Model for Attitude (Di Martino & Zan, 2009; trad. in Turconi, 2025).*

Nella rappresentazione grafica del *Three-Dimensional Model for Attitude* (**Figura 3.1**), le frecce indicano le relazioni dinamiche e reciproche che intercorrono tra le dimensioni: ognuna influenza le altre e al contempo ne è influenzata, dando vita a un sistema interdipendente in cui cambiamenti in un ambito possono riflettersi sugli altri due. La bidirezionalità delle frecce evidenzia il carattere circolare e non gerarchico del modello, che intende descrivere l'atteggiamento verso la matematica come una costruzione complessa e in continua evoluzione. Ad esempio, uno studente che percepisce scarsa competenza in matematica può sviluppare emozioni negative nei confronti della disciplina, come ansia o frustrazione, che a loro volta possono rinforzare una visione della matematica come materia ostile o inaccessibile. Allo stesso modo, una visione positiva della matematica (ad esempio, come strumento utile per comprendere la realtà) può favorire emozioni di curiosità e interesse, andando a sostenere la percezione di competenza.

3.1.1 Visione della matematica

Con *visione della matematica* si intende il modo in cui gli studenti descrivono la disciplina, ciò che ritengono che la matematica sia *ontologicamente*, come la rappresentano nei loro discorsi e quale significato

personale e culturale le attribuiscono. Questa dimensione — che si intreccia inevitabilmente con altre come le esperienze scolastiche precedenti, aspetti emotivi, socioculturali etc. — riguarda la matematica prevalentemente in quanto oggetto culturale e scolastico. Un contributo storico fondamentale per questo tema è sicuramente quello di Skemp (1978), che ha introdotto una distinzione strutturale tra concezione della disciplina di stampo *relazionale* o *strumentale*. La prima denota una capacità di pensiero flessibile che consente di attribuire significato a nuove situazioni e di stabilire connessioni indispensabili tra le unità di pensiero, facilitandone così l'applicazione in contesti inediti; se gli studenti hanno questa visione della matematica, individueranno l'essenza della disciplina nei concetti, nella comprensione e nel ragionamento, privilegiando l'aspetto prasseologico del «*sapere*» (D'Amore & Godino, 2006, p. 10). Qui, la conoscenza è spesso *un obiettivo di per sé*, intrinsecamente soddisfacente. La seconda, invece, si configura come il frutto di un vero e proprio addestramento incentrato sull'applicazione di tecniche mediante la memorizzazione meccanica di regole; questi studenti individueranno l'essenza della disciplina nel calcolo, negli esercizi e nei procedimenti, attribuendo invece maggior rilevanza all'aspetto prasseologico del «*saper fare*» (D'Amore & Godino, 2006, p. 10). Qui, l'obbiettivo è «*una pagina di risposte esatte*» (Skemp, 1978, p. 8) e la soddisfazione deriva principalmente dalla ricompensa immediata che essa comporta (l'aver "fatto giusto").

Tali differenze di percezione influenzano profondamente il coinvolgimento e la costruzione di significato all'interno della disciplina. Skemp stesso, infatti, in questo suo fondamentale lavoro evidenzia come alcuni elementi tipici dei contesti universitari favoriscano la presenza di una visione piuttosto che dell'altra. Nonostante la *visione della matematica* tipicamente associata alla disciplina in ambito universitario sia quella *relazionale*, considerando l'importanza che gli esiti degli esami hanno all'interno del percorso accademico è naturale che il loro superamento sia uno dei principali obiettivi degli studenti, che focalizzano la loro attenzione sul «*rispondere correttamente a un numero sufficiente di domande*»

(Skemp, 1978, p. 11), sviluppando così una visione tendente maggiormente a quella *strumentale*. Inoltre, l'ampio spettro di contenuti e conoscenze che lo studente deve apprendere in un lasso limitato di tempo (spesso solo qualche mese) porta sia l'insegnante che i suoi discenti a concentrarsi maggiormente sulla parte pratica, quella del "saper fare".

Schoenfeld (1992) approfondendo il tema delle credenze (*beliefs*) in merito alla matematica, ha mostrato come gli studenti sviluppino nel tempo idee su cosa significhi *fare matematica* — risolvere rapidamente, non sbagliare mai, riprodurre modelli visti — e come queste dipendano fortemente dal contesto classe in cui si è stati immersi e dai *beliefs* dell'insegnante; come evidenziato già da Lampert (1990, p. 31; in Schoenfeld, 1992, p. 342), «*le convinzioni su come fare matematica e sul significato della sua conoscenza scolastica vengono acquisite attraverso anni di osservazione, ascolto e pratica*»[24]. Tali credenze sono strutture cognitive che determinano in che modo lo studente seleziona le strategie, le valuta e persiste nello svolgimento di un compito. Per quanto datato, l'elenco dei «*typical student beliefs about the Nature of Mathematics*» costruito da Lampert (1990; in Schoenfeld, 1992) sulla base dei suoi lavori, risulta ancora molto attuale; è riportato nella **Tabella 3.1**.

Tabella 3.1. *Credenze comuni degli studenti sulla natura della matematica (Lampert, 1990; in Schoenfeld, 1992; traduzione dell'autrice).*

Typical Student Beliefs about the Nature of Mathematics
• I problemi matematici hanno una e una sola risposta corretta. • C'è un solo modo corretto per risolvere un problema matematico — generalmente la regola più recente dimostrata dal docente in classe. • Gli studenti normali non possono aspettarsi di capire la matematica; si aspettano di memorizzarla e applicare quello che hanno imparato meccanicamente e senza comprensione.

[24] Dal testo, in lingua originale: «*Beliefs about how to do mathematics and what it means to know it in school are acquired through years of watching, listening and practicing*».

- La matematica è un'attività solitaria, fatta da individui in autonomia (let. «*in isolation*»).
- Gli studenti che hanno capito la matematica che hanno studiato sono in grado di risolvere qualsiasi compito gli venga assegnato, in cinque minuti o meno.
- La matematica imparata a scuola ha poco o niente a che fare con il mondo reale.
- La dimostrazione formale è irrilevante per il processo di scoperta o invenzione.

Molte difficoltà che gli studenti manifestano, dunque, non derivano dalla mancanza di conoscenze — o comunque, non unicamente da quelle —, ma da visioni distorte della disciplina.

Possiamo notare come i *beliefs* facciano riferimento non solo alla natura ontologica della matematica (la cosiddetta "*view of mathematics*" di ci siamo occupati in questo paragrafo), ma anche a come lo studente dovrebbe relazionarsi alla disciplina. La distinzione tra *visione della matematica* e *credenze* è sottile ma presente: la prima, infatti, non coinvolge direttamente i comportamenti degli studenti, ma è implicitamente presente in essi e li indirizza. I due elementi sono così fortemente intrecciati che è spesso impossibile inferire la *visione della matematica* di uno studente isolandola dai suoi *beliefs*; per questo motivo, durante le analisi dei contributi degli studenti faremo spesso riferimento, per semplicità, alla loro *visione della matematica* anche se ciò che staremo osservando saranno in realtà le loro *credenze* sulla disciplina.

Questa categoria interpretativa si presenterà nei dati quando gli studenti racconteranno come «*comprender*[anno] *meglio* [un argomento] *svolgendo numerosi esercizi*» (Capitolo 5) oppure quando decideranno se inserire tabelle riassuntive o rielaborazioni personali degli argomenti all'interno de formulari che porteranno all'esame (Capitolo 4).

3.1.2 Disposizione emotiva

La disposizione emotiva costituisce un elemento cruciale nella definizione di atteggiamento, poiché, come afferma Hannula (2002, p. 28), «*le emozioni sono più centrali nell'atteggiamento rispetto alla cognizione*». Per molti anni, i concetti di "atteggiamento" e "disposizione emotiva" sono stati talmente sovrapposti nella letteratura scientifica che, in alcuni contesti, il termine "*emotional disposition*" è stato utilizzato come definizione di "*attitude*" (Di Martino & Zan, 2001), comportando una eccessiva semplificazione del concetto. Attualmente, tutti i *framework* teorici che definiscono e caratterizzano l'*attitude* mettono in evidenzia molto più della sola dimensione emotiva (Wen & Dubé, 2022).

È complesso dare una definizione universale di "disposizione emotiva", ma possiamo intuitivamente considerarla come la predisposizione affettiva a compiere una determinata azione o ad essere in una situazione circoscritta. In questa prospettiva, emozioni come ansia, paura, frustrazione, ma anche soddisfazione o divertimento, diventano segnali preziosi per comprendere il rapporto dello studente con il sapere matematico. Il vissuto emotivo è parte di un sistema dinamico e complesso, che coinvolge dimensioni come credenze e processi autoregolativi, contribuendo alla costruzione della propria identità matematica e influenzando la partecipazione al processo d'apprendimento. Hannula (2002) presenta due elementi fondamentali della disposizione emotiva: egli distingue tra le emozioni vissute durante le attività legate alla matematica e quelle automaticamente associate al concetto di "matematica" [25], evidenziando come il vissuto emotivo non sia un attributo stabile, bensì situato e influenzato dal contesto didattico. Come anche Bardelle e Di Martino (2012) hanno mostrato mediante uno studio condotto in contesti universitari italiani, negli studenti adulti permangono forti componenti emotive, spesso legate a vissuti scolastici passati, che riemergono in nuove forme al momento del passaggio all'istruzione terziaria.

[25] In lingua originale: «*1) The emotions during math related activities; 2) The emotion automatically associates with the concept "mathematics"*».

Coglieremo informazioni in merito a questa dimensione quando, nelle materiale comunicativo creato dagli studenti, leggeremo di termini legati strettamente a emozioni positive e/o negative, come ad esempio “mi piace/non mi piace” oppure “mi diverte/mi annoia”.

3.1.3 Competenza percepita

La percezione delle proprie competenze matematiche rappresenta un elemento cruciale nel determinare l’approccio dello studente allo studio — universitario e non — della disciplina. Con “*competenza percepita*” intendiamo la valutazione soggettiva e la convinzione individuale riguardo alle proprie abilità, conoscenze e capacità in una specifica area, in questo caso matematica, ed è un’immagine costruita attraverso anni di scolarizzazione e di continui rinegoziazioni nel confronto con nuovi ambienti, nuovi contenuti e nuove aspettative.

Questo concetto viene intrinsecamente posto in relazione al significato attribuito ai successi in campo matematico. Di Martino e Zan individuano diversi significati attribuiti dagli studenti al concetto di “*successo in matematica*”, basandosi sul lavoro di Nichollss e colleghi (1990). Uno di questi riguarda una definizione «*autoriferita del successo*» (Nicholls et al., p. 110) come acquisizione di competenze e abilità, o la realizzazione di qualcosa che rappresenta una sfida personale, chiamata “*task orientation*”. Diverso è il caso della cosiddetta “*ego orientation*”, dove lo studente definisce il successo in base a una gerarchia di “merito” con i propri pari, in cui lo sforzo del soggetto non è mai fine a sé stesso ma è mezzo per l’affermazione delle proprie capacità come superiori rispetto a quelle degli altri; questo è il tipico profilo di chi ritiene che la matematica sia “di pochi eletti” e che il successo in questa disciplina sia da ricercarsi in una qualche innata predisposizione che rende alcuni più avvantaggiati di altri.

Questa attribuzione di significato al successo in ambito matematico influenza fortemente la dimensione della competenza percepita, spesso espressa nei *perché* degli studenti, nei loro tentativi di spiegare le motivazioni alla base dei loro sentimenti nei confronti della matematica. Il legame tra competenza percepita e disposizione emotiva è infatti molto

forte:

«L'altra causa più frequente che gli studenti riportano per giustificare una dichiarata disposizione emotiva fa riferimento al rapporto dello scrittore con la matematica e coinvolge entrambi i suoi poli: 'io' e 'matematica'. È caratterizzata da affermazioni come "ho successo/fallimento in matematica", "capisco/non capisco la matematica", "ottengo buoni/cattivi voti in matematica", … Classifichiamo questo tipo di argomento come riferito alla competenza matematica percepita da chi scrive.»[26] (Di Martino & Zan, 2009, p. 11; traduzione dell'autrice)

Il rischio evidenziato dalla letteratura è che queste convinzioni si strutturino come profili fissi, influenzando la possibilità stessa di imparare. Schoenfeld (1992) ha infatti evidenziato come le credenze degli studenti su sé stessi abbiano un impatto diretto sulle strategie messe in atto durante lo studio. Studenti con bassa fiducia nelle proprie capacità, con *beliefs* personali relativi ad una bassa competenza in matematica, possono non tentare di risolvere problemi per i quali non hanno un metodo già pronto, o interrompere i loro sforzi di risoluzione dopo pochi minuti senza successo (p. 345), evitare situazioni di confronto, o delegare interamente il processo di apprendimento. Tali dinamiche non sono solo comportamentali, ma affondano le radici in rappresentazioni svalutanti di sé interiorizzate e spesso mai rielaborate, «*sono il prodotto di rinforzi passati*» (Wen & Dubé, 2022, p. 296, che riprende Triandis, 1971).

A sostegno di questa lettura interviene poi la *teoria dell'autoefficacia* (*self-efficacy*) di Bandura (1997), secondo cui ciò che le persone credono di poter fare influenza in modo significativo le loro azioni, più delle capacità oggettive di cui dispongono. L'autoefficacia viene infatti definita dall'autore

[26] In lingua originale, dal testo: «*The other most frequent cause that students report to justify a declared emotional disposition refers to the writer's relationship to mathematics and involves both poles of it: 'I' and 'mathematics'. It is marked by utterances like 'I succeed /fail in mathematics', 'I understand/don't understand mathematics', 'I get good/bad marks in mathematics', … We classify this type of motive as referring to the writer's perceived competence in mathematics.*».

come «*una capacità generativa*» (p. 25), un sapersi motivare ad agire regolando le cosiddette "sub-abilità" cognitive, sociali, emotive e comportamentali per raggiungere obiettivi specifici: uno studente con una buona autoefficacia tenderà a persistere, cercare soluzioni, rielaborare gli errori. L'autoefficacia è quindi un costrutto dinamico e situato, che può essere nutrito o indebolito dalle esperienze educative.

La competenza percepita, per come emerge nei dati qualitativi, non è mai una misura oggettiva ma una narrazione, più o meno coerente, attraverso cui lo studente cerca di spiegare *chi è* nel contesto matematico. Tali narrazioni emergono sotto forma di etichette autoimposte o racconti retrospettivi: possiamo trovarne esempi in frasi come «[in matematica] *non riesco mai*» (Capitolo 4) oppure «[la lezione] *ha confermato ciò che già sapevo*» (Capitolo 5).

Nel complesso, questo modello con le sue tre dimensioni offre un approccio qualitativo interpretativo per la caratterizzazione degli atteggiamenti degli studenti, rivelandosi, così, fondamentale per cogliere la ricchezza delle sfumature emozionali e psicologiche presenti nel materiale scelto, pensato, proposto o costruito dagli studenti.

3.2 La transizione come *rito di passaggio*: dimensioni, limiti e integrazioni

Si è scelto poi di adottare come lente teorica che inquadrasse la dimensione socioculturale dell'indagine il modello del *Rito di Passaggio* proposto da Clark & Lovric (2008, 2009), che descrive il passaggio dalla scuola all'università come — appunto — un *rito di passaggio* in senso antropologico (Van Gennep, 2001). Secondo questo modello, la transizione può essere letta come un processo in tre fasi:

1. Fase di separazione (*separation phase*): ha luogo mentre gli studenti sono ancora alla scuola superiore e include l'anticipazione dell'imminente vita universitaria. Dal punto di vista antropologico, in questa fase la persona si isola dal suo gruppo sociale abituale (la scuola), le *routine* quotidiane si interrompono, diventano caotiche o

cambiano drasticamente;

2. Fase liminale (*liminal phase*): include la fine della scuola superiore, il periodo tra la scuola e l'università, e l'inizio del primo anno. Dal punto di vista antropologico, l'individuo subisce un cambiamento accompagnato da *rituali*, configurando questa fase come rinegoziazione identitaria e sociale;
3. Fase di integrazione (*incorporation phase*): include circa il primo anno accademico. Dal punto di vista antropologico, la persona entra in una nuova comunità o rientra in quella originaria con un nuovo *status* o un nuovo ruolo.

Gli autori arricchiscono poi questo modello con le nozioni di *conflitto cognitivo e cambiamento concettuale* (Piaget, 1985; Tall, 1992, 1997) e di *shock culturale* (Ward et al., 2008).

Il primo, si riferisce a situazioni in cui nuove conoscenze sono incompatibili con quelle già acquisite, condizionando la comprensione di nuove informazioni. Ogni studente, infatti, ha un proprio "*explanatory framework*" costruito sulla base di conoscenze precedenti, idee e informazioni che utilizza per comprendere la realtà; di fronte ad informazioni contrastanti o incompatibili con questo quadro (come, ad esempio, quelle ricevute in una lezione universitaria di matematica), lo studente cercherà di assimilarle all'interno del proprio *framework*, creando un cosiddetto *modello sintetico*. Come evidenziano Clark e Lovric:

«Poiché si tratta di una miscela di convinzioni e fatti scientifici, questi modelli sintetici rappresentano idee errate sull'argomento. La robustezza dei modelli sintetici è una delle principali ragioni per cui la transizione dalla scuola superiore all'università in matematica si rivela un processo difficile per molti studenti»[27] (2009, pp. 756–757; traduzione dell'autrice)

[27] In lingua originale, dal testo: «*As mixtures of beliefs and scientific facts, these synthetic models represent misconceptions about the subject. The robustness of synthetic models is one of the major*

È da qui che nascono, secondo gli autori, le misconcezioni e le resistenze che spesso osserviamo negli studenti in ingresso.

La seconda nozione, quella di *shock culturale*, è stata inizialmente sviluppata per descrivere le sensazioni provate da chi passa molto tempo in una cultura diversa dalla propria (cfr. Ward et al., 2008), che sono però simili a quelle che provano gli studenti nella nuova situazione in cui si trovano immersi, ossia quella universitaria. La gamma di forti emozioni provate influenzano le azioni e il comportamento di uno studente, e sono disposte in una sequenza temporale:

1. La fase "luna di miele" (*"honeymoon" phase*): vi è un'iniziale sensazioni di euforia data principalmente dalla novità che si sta vivendo;
2. La fase di crisi (*the crisis*): emergono i primi sentimenti di ansia e inadeguatezza. Gli studenti si scontrano con il "nuovo" e possono emergere, oltre che misconcezioni, perdita di fiducia e calo della motivazione;
3. La fase di recupero (*the recovery*): vi è la risoluzione della fase di crisi precedente. Gli studenti iniziano a sviluppare nuove strategie e a adattare i propri modelli cognitivi. Si consolida un senso di autoefficacia;
4. L'adattamento (*adjustment*): vi è l'inserimento nella nuova comunità di pratica con la nuova identità matematica costruita e consolidata nella fase precedente. Lo studente raggiunge qui una nuova stabilità emotiva e cognitiva.

Come notiamo, in questo modello vengono integrati elementi provenienti da diversi campi (psicologia, antropologia, pedagogia etc.) che si intrecciano reciprocamente, permettendo così di definire il passaggio dall'educazione superiore a quella universitaria come un fenomeno "multilivello" (Clark &

---

reasons why transition from high school to university mathematics turns out to be a difficult process for many students».

Lovric, 2009, p. 757). Gli autori stessi definiscono questa transizione come «*un rito di passaggio in contesti sociali, fisici e psicologici, oltre che pedagogici e cognitivi*» (*ivi*, p. 759).

Tuttavia, sebbene le potenzialità evocative e simboliche che il modello del *rito di passaggio* offre, esso presenta anche limiti rilevanti messi in evidenza da diverse riflessioni teoriche nell'ultimo decennio. Ad esempio, Gueudet (2023) propone una critica articolata a questo tipo di modelli, evidenziando come essi tendano a semplificare la varietà dei percorsi individuali, a rappresentare la transizione come un processo lineare e a trascurare la complessità dei contesti istituzionali in cui gli studenti si muovono. La metafora del rito di passaggio rischia infatti di produrre letture troppo omogenee, in cui ogni studente attraversa crisi, trasformazione e reintegrazione in modo simile, mentre la realtà è molto più frammentata e discontinua. Anche Di Martino e Di Pasquale (2023) criticano al modello del *rito di passaggio* l'eccessiva semplificazione del fenomeno. Van Gennep (2001) ha infatti sviluppato questo modello osservando società "semplici", con traiettorie di vita prevedibili e rituali condivisi. Le università del mondo occidentale sono realtà complesse ed eterogenee, in cui gli studenti presentano *background* e aspettative diverse; il modello non tiene conto delle differenze culturali, sociali e di genere che caratterizzano le classi universitarie contemporanee, oltre che dare per scontato che l'immatricolazione e il primo anno accademico vengano riconosciuti e vissuti come rito di passaggio a livello sociale dalle comunità di cui fanno parte gli studenti.

In linea con queste osservazioni, ho ritenuto necessario integrare il modello di Clark e Lovric con altri lavori portanti della letteratura di settore che permettessero di arricchire gli elementi osservabili e analizzabili, mantenendo la dimensione "multilivello" e la potenzialità evocativa e simbolica del *rito di passaggio*.

Come abbiamo visto nel capitolo precedente, il contributo di De Guzmán et al. (1998) offre una classificazione delle difficoltà nella transizione articolata in gruppi, tra i quali vi è il piano *sociologico e culturale*. Gli studenti devono infatti confrontarsi con il cambiamento di contesto: classi

numerose e impersonali, clima competitivo orientato agli esami, *background* eterogenei e un rapporto più distante con i docenti, spesso poco attenti all'aspetto pedagogico per diversi motivi, tra i quali il fatto che la valutazione del loro lavoro si basa principalmente sul loro apporto alla ricerca scientifica nel proprio campo.

Anche gli studi di Gueudet (2008, 2023) suggeriscono come le difficoltà nel passaggio dalla scuola secondaria all'università derivi dall'intreccio di fenomeni individuali, sociali e istituzionali. Tra i risultati centrali dei suoi lavori emergono i cambiamenti nel contratto didattico e nelle aspettative istituzionali, che richiedono maggiore autonomia e responsabilità agli studenti. Inoltre, il calo della competenza percepita, l'ansia, la perdita di interesse e la socializzazione a nuove norme accademiche risultano fattori cruciali nel determinare successo o abbandono. Questi lavori invitano a leggere la transizione come un processo di riorganizzazione progressiva dei sistemi di attività: un cambiamento che riguarda (anche) le pratiche, gli strumenti e le norme che regolano l'esperienza dello studente nel nuovo contesto educativo.

Così, il modello del "rito di passaggio" diventa dunque un quadro utile a illuminare alcuni aspetti dell'esperienza degli studenti che caratterizzano i primi mesi del loro percorso universitario, ossia quelli in cui generalmente viene erogato il corso di matematica nei corsi di servizio e dunque in cui si trovano gli studenti che sono stati coinvolti nelle attività che andremo a trattare. In particolare, secondo questo modello, gli studenti in ingresso si trovano nella cosiddetta *fase liminale*, ossia quella di rinegoziazione della propria identità di studente.

Poiché la letteratura considera il corso di matematica un *corso filtro* (De Guzmán et al., 1998), inteso sia metaforicamente — infatti è spesso silenzioso selezionatore dei "meritevoli" di proseguire con la carriera universitaria e chi, invece, è destinato al *drop-out* (Geisler et al., 2023b; Wu et al., 2018) — che letteralmente — in alcune Facoltà, come quella di Scienze Agrarie e Alimentari, il non superamento dell'esame impedisce di accedere al secondo anno — molti studenti che riseguono il corso più di una volta

possono essere considerati ancora nella fase *liminale* similmente alle matricole: non avendo superato l'esame e non avendo dunque concluso il primo anno, essi rientrano nella definizione che gli autori danno di questo periodo, almeno per quanto riguarda la STT *matematica*. Nei corsi di servizio, poi, l'insegnamento del primo anno è spesso l'unico di matematica presente nel piano di studi degli studenti; dunque, la *fase di integrazione* — quando avviene — può avvenire solo con il "rito" di superamento dell'esame.

All'interno della fase liminale, gli studenti affrontano il *conflitto cognitivo* e i quattro stadi dello *shock culturale*; tra gli aspetti fondamentali che permettono loro di procedere in questo percorso — e quindi, ad esempio, contrastare la *crisi* e *recuperare* un nuovo senso di autoefficacia — la letteratura ha individuato l'integrazione sociale, le differenze strutturali e di contratto didattico, e le strategie di studio e lavoro autonomo.

Sulla base di questo modello e delle sue integrazioni, dunque, le ulteriori categorie interpretative individuate sono tre, che vengono esposte di seguito.

3.2.1 Strategie di studio e adattamento

Questa categoria fa riferimento alle modalità attraverso cui gli studenti affrontano concretamente lo studio della matematica in ambito universitario: come si organizzano, quali tecniche adottano, come si pongono di fronte agli ostacoli e come modulano le proprie azioni in risposta alle difficoltà incontrate.

Zimmerman (2000) ne parla in termini di *apprendimento autoregolato* (*Self-Regulated Learning*, SRL), descrivendo come un processo efficace di apprendimento e studio non sia un'attività lineare, bensì un ciclo attivo e dinamico con i propri alti e bassi, e che si compone di una fase di pianificazione, una di esecuzione e una di riflessione. Lo studente prima formula obiettivi e strategie d'azione (*fase di pianificazione*) — organizza il tempo di studio, sceglie i materiali da usare —, poi monitora e regola il proprio comportamento durante l'attività (*fase di esecuzione/monitoraggio*) — crea schemi personali, svolge esercizi e quiz per verificare il proprio grado di acquisizione di conoscenze e abilità —, e

infine riflette sui risultati ottenuti pianificando eventuali aggiustamenti (*fase di riflessione*) — cerca nuove fonti, chiede aiuto ai pari o al docente. Zimmerman sottolinea come l'autoregolazione sia una competenza insegnabile e modificabile, e non un tratto innato; essa può essere sviluppata attraverso ambienti che favoriscano la riflessione, il confronto e il *feedback* formativo.

È importante evidenziare che quello di Zimmerman non è l'unico modello di apprendimento autoregolato presente nel panorama internazionale. Un interessante revisione della letteratura condotta da Ernesto Panadero (2017) ne evidenzia altri cinque, che non andremo però ad analizzare nel dettaglio.

Nel modello di Zimmerman (2000) è evidente come sia forte la relazione con la *self-efficacy* di Bandura (1997), come evidenziano anche revisioni della letteratura esistente (vedi, ad esempio, Blackmore et al., 2021). Già dalla fase di pianificazione, l'autoefficacia influenza la scelta degli obiettivi, l'impegno e la perseveranza nel perseguirli; studenti con alta *self-efficacy* si pongono traguardi più sfidanti, sono più disposti a sperimentare strategie nuove e complesse, e sono guidati da una maggiore motivazione intrinseca. Nella fase di esecuzione, l'autoefficacia incide su come lo studente affronta le attività, regolando il livello di impegno, la capacità di mantenere una concentrazione prolungata e favorisce l'uso di strategie di controllo; studenti con alta *self-efficacy* tendono a mostrare maggiore resilienza: se una strategia non funziona, provano alternative invece di abbandonare. Nella fase di riflessione, la *self-efficacy* interagisce con i processi di autovalutazione, influenzando soddisfazione e motivazione per i cicli successivi; studenti con alta autoefficacia interpretano gli insuccessi come temporanei e modificabili, mentre chi ha bassa autoefficacia li attribuisce spesso a mancanza di abilità individuali innate, percezioni distorte che rischiano di attivare un circolo vizioso di fallimenti e scarsa fiducia.

Notiamo qui come un ulteriore elemento utile per l'analisi delle strategie di studio e delle risposte adattive messe in atto dagli studenti sia la *teoria dell'attribuzione causale* (Weiner, 1986). Secondo questo modello, gli individui tendono a spiegare successi e fallimenti accademici in base a tre

dimensioni: il *locus* (interno o esterno), la *stabilità* (stabile o instabile) e la *controllabilità* (controllabile o meno). Le attribuzioni che si collocano su un asse interno, stabile e incontrollabile — come la convinzione di non essere "portati" per la matematica — tendono a ridurre la motivazione e a inibire l'attivazione di strategie di studio efficaci; questi sono tipici di livelli bassi di autoefficacia, che inficiano l'instaurarsi di un efficace ciclo di *feedback* fondamentale per un apprendimento autoregolato efficace. Viceversa, studenti con un alta *self-efficacy*, quando sperimentano dei fallimenti, tendono ad attribuirle a cause instabili e controllabili (sia interne che esterne) — come uno sforzo insufficiente.

Notiamo qui — e lo faremo anche in seguito — come anche gli aspetti socioculturali si intreccino fortemente con quelli affettivi e metacognitivi, confermando la complessità del fenomeno del passaggio dalla scuola secondaria all'università e la sua natura "multilivello".

Troveremo riferimenti espliciti a tale categoria interpretativa quando gli studenti racconteranno dell'organizzazione del loro studio e dei loro metodi, come «*leggere bene la teoria, capirla, ripeterla e svolgere gli esercizi*» (Capitolo 5) oppure riferimenti impliciti quando, nei loro formulari, troveremo pagine piene di formule senza nessuna riformulazione (Capitolo 4).

3.2.2 Differenze strutturali della nuova istituzione culturale di riferimento

Con questa categoria si intende analizzare le percezioni degli studenti rispetto al cambiamento sistemico che accompagna il passaggio dalla scuola superiore all'università. Questa transizione comporta un vero e proprio cambio di istituzione culturale: cambiano le regole implicite, i ritmi, i ruoli, i codici comunicativi e le aspettative. Per gli studenti, questo può generare un senso di spaesamento, disorientamento, o, al contrario, un senso di rinnovata autonomia.

Come abbiamo visto, Clark e Lovric (2008) descrivono questa transizione come uno *shock*, una vera e propria *crisi* in cui lo studente si separa dal contesto scolastico noto e si confronta con un nuovo ambiente in cui non

sempre trova le risorse per orientarsi, e De Guzmán e colleghi (1998) e Gueudet (2008, 2023) hanno evidenziato come queste difficoltà siano di tipo *istituzionale*.

Cambia il cosiddetto *contratto didattico*, che Brousseau (1986) definisce come «*l'insieme dei comportamenti dell'insegnante che sono attesi dall'allievo e l'insieme dei comportamento dell'allievo che sono attesi dall'insegnante*».

Gli studenti spesso si aspettano che l'insegnamento universitario rispecchi le esperienze scolastiche precedenti, con livelli simili di guida, *feedback* e supporto, sopravvalutando il supporto che riceveranno e sottovalutando vari aspetti, tra cui l'importanza del lavoro richiesto. Al contrario, i docenti si aspettano che gli studenti siano più indipendenti, autonomi e responsabili del proprio apprendimento (Gueudet & Pepin, 2018; Pepin, 2014). Le aspettative degli insegnanti riguardano la partecipazione attiva e il fare, ma rimangono spesso implicite e non comunicate chiaramente agli studenti, che si avvalgono spesso di *pattern* di apprendimento passivi (Hassel & Ridout, 2018; Tomlinson et al., 2023). Si viene quindi a creare una discrepanza in ciò che viene considerato fondamentale per il successo accademico: l'autonomia e un significativo impegno, da una parte della cattedra, una guida strutturata e materiale didattico dettagliato, dall'altra.

Esistono poi discrepanze nel modo in cui studenti e insegnanti percepiscono l'uso delle risorse didattiche (ad esempio libri di testo e materiali online). Gli studenti potrebbero non comprendere quali risorse siano essenziali o come utilizzarle in modo efficace, mentre gli insegnanti presumono che gli studenti si adatteranno alle nuove aspettative relative all'uso di queste risorse (Gueudet & Pepin, 2018; Kock & Pepin, 2018). Queste discrepanze possono impedire agli studenti di interagire efficacemente con i contenuti matematici, ostacolando il loro apprendimento.

Tra gli elementi che risentono maggiormente di questo cambiamento vi è senza dubbio la gestione del tempo, che da un'organizzazione esterna e scandita nella scuola secondaria diventa improvvisamente una

responsabilità individuale nel contesto didattico. Questo aspetto viene generalmente poco esplicitato nei lavori che analizzano le difficoltà in questa fase, ma è sottinteso in molti aspetti cruciali. Van der Meer e colleghi (2010), in uno studio sul *time management* delle matricole universitarie, hanno evidenziato come sebbene molti studenti siano consapevoli della necessità di pianificare il proprio lavoro e di dedicare tempo significativo allo studio autonomo, in realtà non sanno *come* mettere in pratica i propri "buoni propositi". La mancanza di una struttura esterna e di continui promemoria da parte dei docenti, presenti invece nella scuola superiore, genera un iniziale smarrimento. Le principali problematiche, secondo gli autori, riguardano la difficoltà a tenere il passo delle lezioni, la tendenza a rimandare lo studio fino alle scadenze, l'incertezza rispetto a cosa implichi concretamente lo "studio indipendente" e la scarsa valorizzazione delle attività non direttamente valutate. La gestione del tempo si configura quindi come una competenza cruciale che necessita di essere coltivata.

Questa categoria interpretativa consente di spostare lo sguardo dalle carenze individuali ai disallineamenti tra pratiche istituzionali, guardando alle difficoltà dello studente anche come espressione di una tensione sistemica tra due mondi distinti. Nelle parole degli studenti questa categoria interpretativa emergerà specialmente nei confronti (impliciti ed espliciti) tra la loro esperienza universitaria e quella della scuola superiore, e nell'acquisizione di nuove consapevolezze in merito al carico di lavoro, al ritmo e alla profondità disciplinare e didattica.

3.2.3 Integrazione sociale e rapporto coi pari

L'ingresso all'università comporta un forte cambiamento anche sul piano relazionale e sociale: gli studenti devono ricostruire riferimenti, legami, abitudini collaborative che nella scuola secondaria erano dati per scontati o facilitati dall'organizzazione stessa della classe. La categoria "*integrazione sociale e rapporto coi pari*" vuole mettere in evidenza proprio questa dimensione legata alle relazioni tra studenti all'interno della nuova istituzione culturale di riferimento.

Gueudet (2023), nella sua un'analisi dei processi di transizione, mette in

luce le discontinuità nei "*sistemi di attività*" degli studenti, sottolineando come la costruzione di nuove forme di collaborazione sia parte del processo di adattamento. Il suo lavoro evidenza come il riassetto delle proprie pratiche avvenga spesso attraverso il confronto informale e la cooperazione con i pari, che permettono di condividere strategie, ridurre il senso di isolamento e sviluppare un primo senso di appartenenza alla comunità universitaria.

De Guzmán e colleghi (1998) identificano tra le difficoltà principali nella transizione scuola-università quelle socioculturali, che includono l'adattamento a nuove forme di interazione e a una cultura della responsabilità individuale non sempre mediate da pratiche collettive. In un sistema che valorizza l'autonomia, ma spesso non la sostiene, il rapporto coi pari può diventare uno strumento di compensazione, uno spazio in cui gli studenti si orientano, si rassicurano, costruiscono strategie comuni per affrontare un ambiente percepito come distante o opaco. La socializzazione emerge quindi come un modo per bilanciare o addirittura contrastare l'anonimato delle grandi classi, la ridotta attenzione pedagogica dei docenti universitari e la scarsità di strumenti istituzionali di supporto. Le relazioni informali consentono di creare micro-comunità di apprendimento che forniscono sostegno emotivo e contribuiscono alla ricostruzione di un senso di appartenenza, offrendo agli studenti occasioni di confronto e condivisione delle difficoltà incontrante nel nuovo contesto.

Questa categoria risulterà quella con minore presenza nei dati, probabilmente poiché riguarda dimensioni che non si esauriscono all'interno dell'aula universitaria ma che si estendono anche agli spazi informali e ai momenti di interazione tra pari fuori dall'aula. Ne troveremo riferimenti, però, nei racconti degli studenti in merito alle sessioni di "studio di gruppo" organizzati tra compagni, oppure nell'apprezzamento delle attività d'aula che prevedono l'interazione tra pari (come giochi didattici, esercitazioni cooperative, etc.).

3.3 Processi di cambiamento

Questa categoria, più ampia rispetto alle precedenti e ad esse trasversali, mira a cogliere i segni di trasformazione che gli studenti raccontano o mostrano nel loro rapporto con la matematica, con sé stessi e con lo studio in tutte le categorie precedentemente presentate. Non si tratta di valutare miglioramenti in termini prestazionali, ma di osservare se e come cambia lo sguardo e le azioni dello studente in merito al proprio percorso, alle proprie emozioni, alle proprie strategie. I processi di cambiamento possono essere graduali o improvvisi, espliciti o difficilmente individuabili, e spesso si manifestano nel confronto tra ciò che si pensava all'inizio e ciò che si pensa ora, nella consapevolezza di una difficoltà superata, nel riconoscimento di un nuovo modo di affrontare le sfide. Anche Gueudet (2008, 2023) parla di "*riorganizzazione dei sistemi di attività*" come segnale di cambiamento: quando uno studente modifica le sue modalità di studio, i suoi riferimenti, il suo modo di partecipare, sta riorganizzando la sua esperienza di apprendimento.

La nascita di questa categoria in questo contesto di analisi è stata piuttosto "naturale", in quanto strettamente legata alle azioni educative alla base delle esperienze didattiche proposte nei vari contesti classe e che andremo ad approfondire nel prossimo capitolo. Nonostante, come detto, questa tesi non voglia adottare una visione che si limiti ad osservare una qualche efficacia delle attività d'aula, è pur sempre vero che quest'ultime nascono dal desiderio e dalla necessità di affrontare quelle difficoltà maggiormente presenti nelle aule in cui insegniamo, e sono dunque pensate e progettate per "smuovere" qualcosa negli studenti, attivando in loro una qualche sorta di cambiamento — si spera, in meglio. Questi cambiamenti, ovviamente, avvengono (quando avvengono) per svariati motivi legati solo in parte agli interventi didattici messi in atto da noi docenti, e in realtà non possiamo neanche essere completamente certi che questi interventi c'entrino affatto. Come emerso spesso nelle pagine precedenti, il contesto universitario è complesso, influenzato da moltissime variabili spesso non controllabili, data la flessibilità, la libertà d'azione e la responsabilità individuale che differenziano questo ambiente educativo da altri più

limitanti — come può essere ad esempio la scuola dell'obbligo in Italia. Ad esempio, nessuno studente è obbligato a frequentare le lezioni, a partecipare agli esami o ad altri momenti valutativi, a fare "i compiti" o a interagire con i compagni, rendendo sostanzialmente instabili le situazioni didattiche che si vengono a creare in aula o che si vorrebbero costruire con il gruppo classe. Ciò che possiamo osservare — e che osserveremo — è *se*, e talvolta *quanto*, un'attività didattica permetta di far emergere delle difficoltà, osservare *se* e *quanto* sono presenti cambiamenti manifesti o auspicati, sperando che questi siano anche dovuti, e forse favoriti, dalle attività da noi proposte agli studenti.

A mio parere, questa mancanza di "certezze", però, non deve essere motivo di scoraggiamento per il docente o di svalutazione del suo ruolo all'interno dell'aula universitaria: è importante portare in classe nuove esperienze ed attività, a volte anche con l'obiettivo esplicito di "rompere" le *routine* a cui gli studenti possono essere abituati o le loro aspettative sul contesto universitario. Nelle esperienze che presenteremo nei prossimi capitoli, non mancano anche attività più ludiche o con uno spirito volutamente più "leggero", che hanno permesso anche a noi docenti di divertirci ed entrare in relazione con gli alunni che avevamo di fronte. Alcuni esempi che non sono stati inseriti in questa tesi (in quanto non è stato presente un mio contributo) possono essere trovati anche nei lavori della prof.ssa Maria Luisa Sonia Spreafico e della prof.ssa Paola Morando (Abrate et al., 2021; Ceragioli & Spreafico, 2020; Cumino et al., 2017, 2019; Iannella et al., 2021, 2022; Magrone et al., 2025; Magrone & Spreafico, 2022; Morando & Spreafico, 2022, 2025a, 2025b; Pavignano et al., 2022; Spreafico, 2017, 2022).

Credo fortemente che mostrare come la matematica possa divertire noi docenti, come una costruzione origami apparentemente semplice nasconda entusiasmanti "segreti" matematici e proprietà geometriche, come l'apprendimento sia una cosa seria ma non sempre "seriosa", possa aiutare gli studenti ad affrontare questa disciplina riconoscendo in noi docenti un esempio di apertura e serenità.

Particolarmente significativo e ispirazionale è, a mio parere, questo

pensiero di Schoenfeld (1992), che si espone in merito al *problem-solving* e il *sense making* matematico ma che può essere facilmente adattato a qualsiasi contesto d'apprendimento:

«Se si spera che gli studenti raggiungano gli obiettivi [che ci poniamo] allora le comunità di pratica in cui essi apprendono la matematica devono riflettere e supportare quei modi di pensare. Cioè, le classi devono essere comunità in cui si pratica [la matematica] del tipo che speriamo che gli studenti sviluppino.»[28] (p. 345; traduzione dell'autrice)

Per concludere questa trattazione, presentiamo la **Figura 3.2** in cui viene schematizzata l'impalcatura teorica utilizzata e la **Tabella 3.2** in cui è riassunta la struttura delle categorie interpretative presentate, insieme ai riferimenti teorici che ne sostengono l'uso.

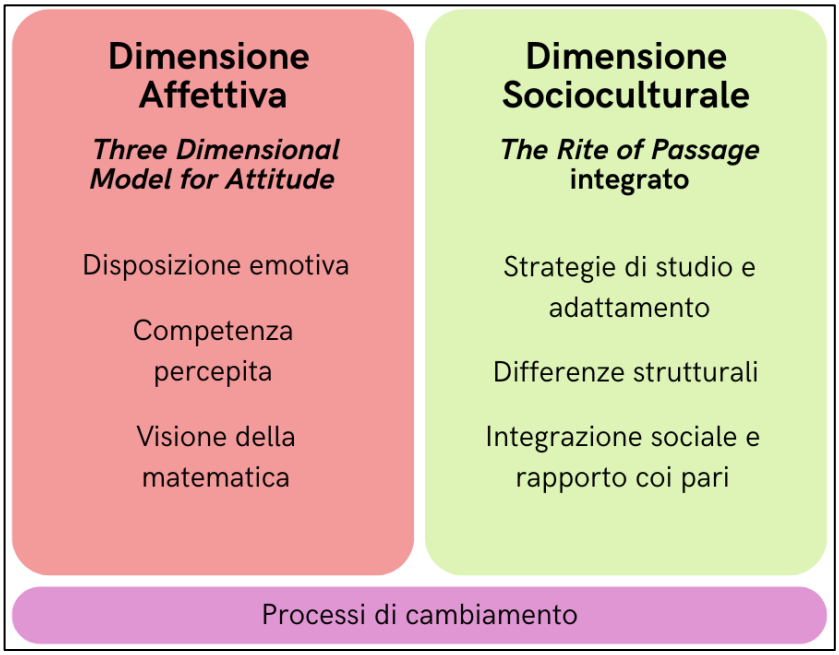


***Figura 3.2**. Schematizzazione dell'impalcatura teorica utilizzata.*

[28] In lingua originale: «*If one hopes for students to achieve the goals* [that we set] *then the communities of practice in which they learn mathematics must reflect and support those ways of thinking. That is, classrooms must be communities in which* [mathematics] *of the kind we hope to have students develop, is practiced*».

***Tabella 3.2**. Le categorie interpretative utilizzate.*

Categoria interpretativa	Domande guida	Segnali nei dati	Riferimenti teorici
Visione della matematica	Come descrivono gli studenti la matematica? Che immagine ne danno? Cosa serve per essere "bravi" in matematica?	Frasi sulla necessità di svolgere esercizi o capire meglio i concetti, riferimenti alla quantità di cose da memorizzare, focus sulle "formule" o sui "significati".	Di Martino & Zan (2010); Lampert (1990); Schoenfeld (1992); Skemp (1978)
Disposizione emotiva	Quali emozioni emergono nel parlare della matematica o del suo studio?	Ansia, vergogna, senso di ingiustizia, entusiasmo, sorpresa, ironia, "mi piace / non mi piace".	Di Martino & Zan (2010); Hannula (2002); Bardelle & Di Martino (2012)
Competenza percepita	Come si descrivono rispetto alle loro performance matematiche?	Autovalutazioni, frasi su autostima, riferimenti a esperienze passate con la matematica che influenzano il presente.	Bandura (1997); Di Martino & Zan (2010); Nicholls et al. (1990); Schoenfeld (1992)
Strategie di studio (SRL)	Come affrontano lo studio universitario? Come rielaborano le conoscenze? Quali tecniche utilizzano?	Menzioni di strategie di studio (esercitazioni, studio di gruppo), gestione del tempo, procrastinazione, spacing, automonitoraggio.	Weiner (1986); Zimmerman (2000)
Differenze Strutturali della nuova Istituzione Culturale	Che differenze notano rispetto alla scuola? Come percepiscono l'università e le novità che essa comporta?	Riflessioni/confronti su cambiamenti nella modalità di insegnamento/valutazione, carichi e scadenze, senso di spaesamento o disorientamento.	Gueudet & Pepin (2018); Van Der Meer et al., (2010)
Integrazione sociale e rapporto coi pari	Che ruolo hanno i compagni nel loro percorso di studio? Si sentono parte di un gruppo?	Riferimenti a collaborazione, confronto, senso di solitudine o supporto tra pari	De Guzmán et al. (1998); Gueudet (2023)
Processi di cambiamento	Ci sono segni di trasformazione (reale o auspicata)?	Confronti tra inizio e fine, ripensamenti, consapevolezze nuove.	

3.4 Un approccio integrato

Il concetto di *networking* di teorie, così come proposto da Bikner-Ahsbahs e Prediger (2014), offre una prospettiva metodologica preziosa per affrontare la complessità dei fenomeni educativi. Nel campo dell'educazione matematica — e in particolare nello studio della STT — abbiamo visto come nessuna lente teorica, da sola, sia sufficiente a restituire la ricchezza dei vissuti degli studenti e le molteplici sfaccettature che caratterizzano le difficoltà da loro affrontate nel passaggio dalla scuola secondaria all'università. Il *networking*, così, diventa uno strumento essenziale per creare relazioni tra cornici diverse, valorizzandone le potenzialità e mantenendone l'identità individuale.

Le strategie di *networking* di teorie spaziano lungo un *continuum* che va

dalla semplice comprensione reciproca tra ricercatori promotori di teorie diverse tra loro, fino alla loro sintesi completa (**Figura 3.3**). A un estremo di questo *continuum* troviamo strategie come «*comprendere e rendere comprensibile*» (let.: "*Making understandable*" e "*Understanding others*"), dove l'obiettivo è acquisire una comprensione approfondita delle altre teorie e rendere chiari i propri approcci agli altri ricercatori. Procedendo lungo il *continuum*, troviamo strategie di «*confronto e contrapposizione*» ("*Contrasting*" e "*Comparing*"), utili per evidenziare somiglianze e differenze tra teorie, arricchendo così la comprensione complessiva dei fenomeni studiati. Strategie più avanzate includono «*combinare e coordinare*» ("*Combining*" e "*Coordinating*"), che mirano a utilizzare diverse teorie per analizzare lo stesso fenomeno empirico, permettendo una comprensione più sfaccettata e profonda. L'apice di queste strategie è rappresentato dall'«*integrazione locale*» e dalla «*sintesi*» ("*Integrating locally*" e "*Synthesizing*"). L'integrazione locale può essere simmetrica quando un concetto sviluppato al confine tra due teorie viene integrato in entrambe, o asimmetrica quando elementi di una teoria sono incorporati in un'altra già più sviluppata. La sintesi, invece, coinvolge la creazione di un nuovo *framework* teorico che unisce due teorie in modo tale da far emergere una nuova comprensione teorica.

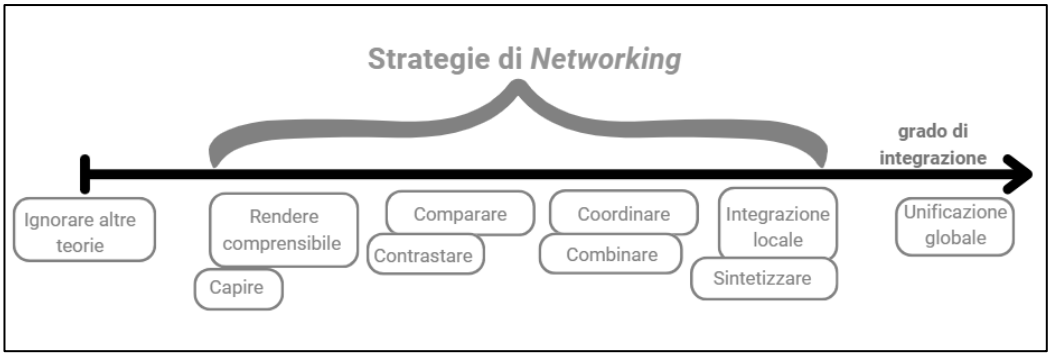


***Figura 3.3**. «Un panorama per collegare gli approcci teorici» (Prediger et al., 2009, p. 170; trad. dell'autrice).*

In questa tesi, la complessità della transizione scuola-università messa in evidenza nelle pagine precedenti, richiede esplicitamente un approccio di

questo tipo. Nel tentativo di comprendere in modo più completo il vissuto degli studenti universitari nel loro ingresso nel mondo accademico, è necessario osservare questo fenomeno mediante differenti lenti teoriche che permettano di cogliere e delineare sfaccettature ed elementi complessamente intessuti nelle esperienze che andremo ad analizzare. Ci si propone di adottare, quindi, un approccio integrato locale di tipo simmetrico, ossia di utilizzare i diversi costrutti teorici presentati in questo capitolo per discernere le diverse dimensioni emergenti dai dati.

Un'affermazione come «non voglio più pensare che io non sia all'altezza di fare ciò che tutti gli altri riescono a fare; quindi, proverò ad approcciarmi alla matematica in modo diverso da come ho sempre fatto in passato» (che, tra altre, analizzeremo dettagliatamente nel Capitolo 5), attiva contemporaneamente diverse categorie interpretative. Innanzitutto, la sensazione di «essere all'altezza» fa riferimento alla competenza percepita, che in questo caso è bassa, ma che la studentessa è decisa a modificare mettendo in atto un processo di cambiamento («non voglio più pensare», «in modo diverso da come ho sempre fatto in passato»). In particolare, la studentessa intende «approcciar[si] alla matematica in modo diverso» probabilmente andando a trasformare la propria visione della matematica o implementando nuove strategie di studio e di adattamento. Vediamo da questo esempio come da una frase di poche righe si possano inferire una moltitudine di sfaccettature e di tematiche care alla studentessa che l'ha scritta, e come quindi sia necessario un approccio analitico capace di intrecciare dimensioni cognitive, emotive, metacognitive e sociali, così da restituire un quadro articolato e significativo dei processi in atto.

Capitolo 4
Esperienze didattiche come spazi di riflessione: un'analisi qualitativa di pratiche d'aula

In questo capitolo verranno trattate alcune delle esperienze didattiche svolte negli insegnamenti di matematica di alcuni *corsi di servizio*. Qui la matematica rappresenta una tappa obbligata del percorso accademico e viene percepita da molti studenti come un ostacolo da superare invece che un'occasione formativa, intrecciandosi a vissuti emotivi complessi e spesso segnati da fallimento e sfiducia nelle proprie capacità.

Le esperienze raccontate in questo capitolo non derivano da un unico progetto sperimentale strutturato a priori, ma vanno piuttosto lette alla luce dei percorsi di studio nei quali sono state pensate e realizzate: ciascuna attività nasce, infatti, in risposta a bisogni specifici degli studenti osservati dai docenti curricolari. Nonostante la loro natura prettamente contestuale, si configurano come interventi intenzionalmente orientati a esplorare aspetti che spesso passano in secondo piano nella didattica universitaria, come la dimensione emotiva o quella metacognitiva, con l'obiettivo di rendere lo studio della matematica più consapevole, accessibile ed emotivamente positivo per gli studenti.

Tutte le esperienze raccontate in questo capitolo mi hanno visto coinvolta in qualità di tutor o di docente, facendo nascere un intreccio fruttuoso tra percorso dottorale e professionale. In qualità di docente, infatti, ho sperimentato quotidianamente le difficoltà, le resistenze e le paure che molti studenti esprimono, esplicitamente o implicitamente, ma anche la determinazione, l'entusiasmo e la soddisfazione che spesso nascono da questi ostacoli. È grazie all'esperienza d'aula che è nata in me la necessità di ripensare il mio ruolo all'interno della relazione didattica *hic et nunc*, con gli studenti che avevo di fronte, che non fosse più solo di trasmissione dei saperi ma di supporto, ascolto e cura. Le attività che sono state proposte, e che verranno di seguito raccontate e analizzate, si collocano nell'intersezione tra una funzione didattica e una funzione esplorativa: sono

stati strumenti di lavoro in aula, di potenziamento disciplinare, ma anche occasioni di ricerca, attraverso cui osservare in modo più profondo il rapporto degli studenti con la matematica e con sé stessi in quanto matematici e studenti.

Come abbiamo visto nei capitoli precedenti, è ormai da diversi decenni che la ricerca in didattica della matematica ha messo in discussione l'idea che le difficoltà che gli studenti incontrano nell'apprendimento sia da attribuire esclusivamente a "lacune pregresse nei contenuti". Studi condotti in ambito nazionale e internazionale (cfr. De Guzmán et al., 1998; Di Martino & Zan, 2010; Gueudet, 2023; Zan, 2000) hanno mostrato, mediante prospettive teoriche differenti ma convergenti, come l'atteggiamento verso la disciplina, l'immagine di sé come studente, la regolazione dei propri processi di studio e il contesto sociale in cui si è inseriti giochino un ruolo altrettanto cruciale, e siano solo alcune delle variabili che possono essere prese in considerazione. In questa prospettiva, l'attività didattica non si presenta solo come un insieme di tecniche, ma come uno spazio relazionale e simbolico in cui gli studenti negoziano il significato della matematica e del proprio posto all'interno del sapere. Le emozioni provate, le narrazioni costruite, le strategie adottate sono solo alcune delle manifestazioni di un rapporto con la matematica che è al tempo stesso personale e situato, e che può essere esplorato solo attraverso strumenti che permettano l'espressione di dimensioni diverse da quella strettamente disciplinare. Le attività che verranno analizzate si inseriscono in questo orizzonte: non cercano di risolvere "il problema" della matematica universitaria, ma di interrogarsi su come rendere visibili e condivisibili alcuni di quei fattori invisibili — emotivi, motivazionali, metacognitivi, socioculturali — che influenzano profondamente il modo in cui la disciplina viene affrontata. L'aula universitaria viene così pensata come luogo di trasmissione del sapere ma, parallelamente, di riflessione, in cui è possibile rinegoziare il senso della propria esperienza matematica, individuale e collettiva.

In questo capitolo, ogni esperienza descritta sarà accompagnata da una

breve descrizione del contesto in cui è stata svolta, degli obiettivi e delle modalità di attuazione, e sarà seguita da una lettura analitica dei risultati basata sulle categorie interpretative presentate nel capitolo precedente e costruite attraverso l'integrazione di più cornici, permettendo di analizzare i vissuti degli studenti da una prospettiva più ampia.

Le *categorie interpretative* presentate nel capitolo precedente e che guideranno l'analisi delle esperienze d'aula emergono in modo più o meno marcato a seconda dell'attività didattica svolta. La tabella proposta (**Tabella 4.1**) fornisce una visione d'insieme delle esperienze didattiche implementate e delle principali dimensioni interpretative emerse nel lavoro analitico successivo, mentre la **Figura 4.2** riporta una visione cronologica d'insieme dei progetti proposti.

Tabella 4.1. Le esperienze didattiche e le loro categorie interpretative di riferimento.

Esperienza Didattica	**a.a.**	**Partecipanti**	**CdL coinvolti**	**Categorie interpretative**						
				Visione della matematica	Disposizione Emotiva	Competenza percepita	Strategie di studio e adattamento	Differenze strutturali	Integrazione sociale e rapporto coi pari	Processi di cambiamento
Braccialetti della fortuna	'22/'23	N = 370, di cui *n* = 110 (AT), *n* = 260 (AS, STA, VTATM)	AS, AT, STA, VTATM		✓	✓	✓	✓		✓
Diario del Giorno	'22/'23	*N* = 434	AS, STA, PPPSV, VTATM	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Diario del Corso	'23/'24	*N* = 104	PA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Padlet e meme	'23/'24	*N* = 87	AS, PPPSV	✓	✓	✓				
Progetto Ri-formuliamo	'23/'24	*N* = 180, di cui *n*=112 (AS), *n* = 68 (PPPSV)	AS, PPPSV	✓			✓			
Progetto AI.ME	'23/'24	*N* = 159, di cui *n* = 150 (AS, PPPSV), *n* = 9 (ICMR)	AS, PPPSV, ICMR							

Legenda:
· AS = Agricoltura Sostenibile (Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari – Università degli Studi di Milano)
· AT = Architettura (Collegio di Architettura e Design – Politecnico di Torino)
· ICMR = Ingegneria Civile per la Mitigazione del Rischio (Scuola di Ingegneria Civile, Ambientale e Territoriale – Politecnico di Milano)
· PPPSV = Produzione e Protezione delle Piante e dei Sistemi del Verde (Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari – Università degli Studi di Milano)
· STA = Scienze e Tecnologie Alimentari (Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari – Università degli Studi di Milano)
· PA = Progettazione dell'Architettura (Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni – Politecnico di Milano)
· VTATM = Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano (Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari – Università degli Studi di Milano)

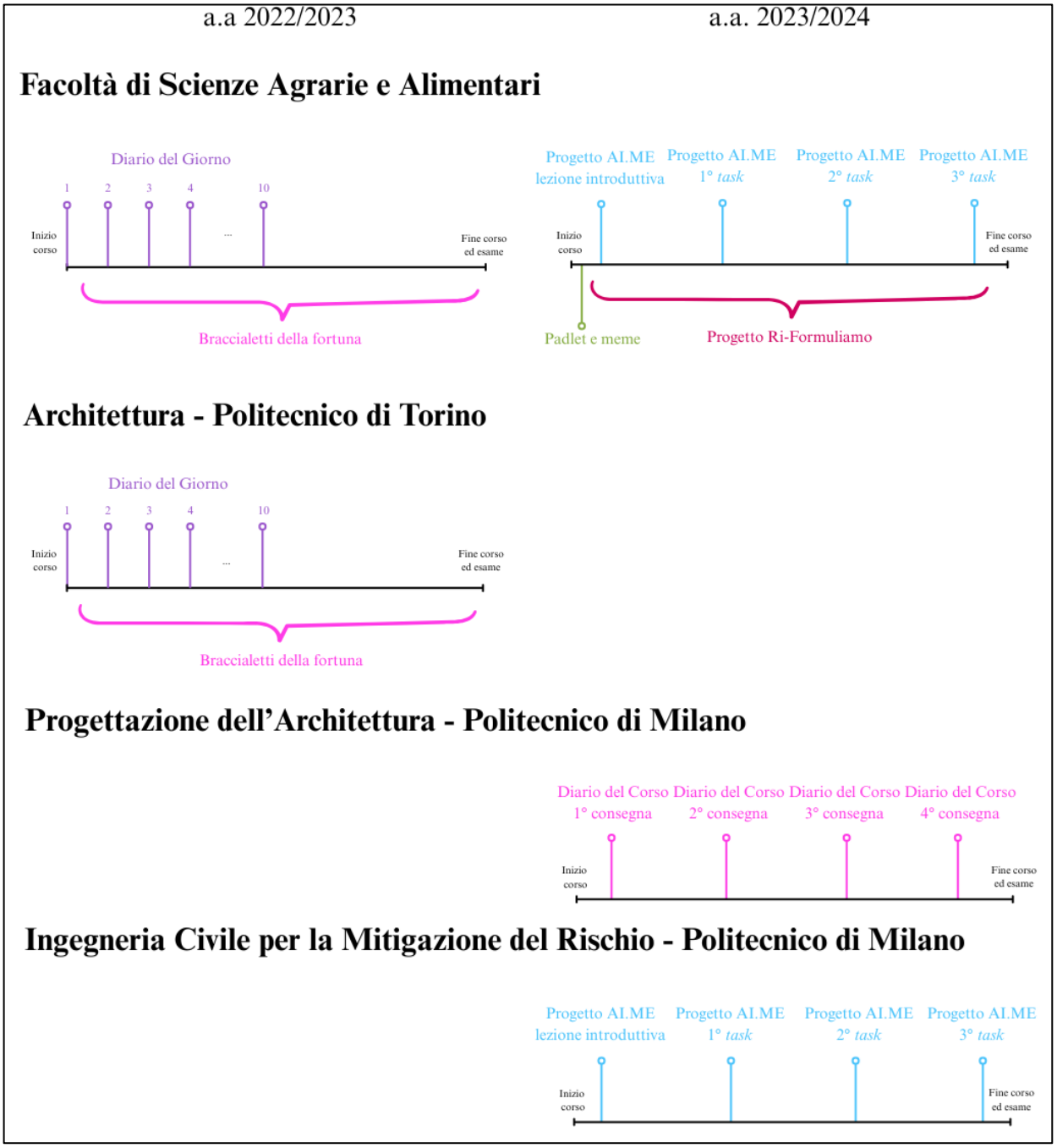


***Figura 4.2**. Le esperienze didattiche proposte nei vari CdL di diversi Atenei negli a.a. 2022/2023 e 2023/2024.*

Come è evidente anche dalla cronistoria dei progetti, molti di questi sono stati svolti parallelamente coinvolgendo gli stessi gruppi classe.

Evidenziamo che il progetto intitolato *AI.ME*, che verrà trattato nel Capitolo 6, verrà analizzato mediante lenti teoriche e categorie diverse, data la peculiarità della sua struttura e dei suoi obiettivi.

Inoltre, durante il corso di Matematica rivolto agli studenti della Facoltà

di Scienze Agrarie e Alimentari dell'Università degli Studi di Milano sono state proposte nel medesimo semestre dell'a.a. 2022/2023 sia il B*raccialetto della fortuna matematica*, protrattasi per l'intero corso, che il progetto *Diario del Giorno*, che si è concluso dopo il primo mese accademico. Sebbene ideati con obiettivi distinti — i primi pensati come strumenti simbolici e motivazionali, i secondi come spazio per promuovere consapevolezza metacognitiva — le due esperienze si sono intrecciate profondamente, come si evince da numerosi estratti dei diari che verranno analizzati nel paragrafo successivo.

4.1 I braccialetti della fortuna matematica

In questo paragrafo descriveremo un'attività didattica ideata dalle prof.sse Maria Luisa Sonia Spreafico e Paola Morando, che ha coinvolto gli studenti della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari dell'Università degli Studi di Milano e gli studenti del Corso di Architettura del Politecnico di Torino. Nel primo ateneo, i corsi interessati sono stati quello in Agricoltura Sostenibile (AS), Scienze e Tecnologie Alimentari (STA), Produzione e Protezione delle Piante e dei Sistemi del Verde (PPPSV) e Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano (VTATM); l'attività è stata proposta sia nell'anno accademico 2021/2022 che nell'anno accademico 2022/2023, ma solo quest'ultimo sarà oggetto di analisi in questa tesi in quanto compreso nel mio percorso dottorale e professionale. Coerentemente con le categorie interpretative individuate per l'analisi delle esperienze d'aula, nel presente caso verranno prese in considerazione le dimensioni della *disposizione emotiva*, *competenza percepita*, *strategie di studio e adattamento*, *differenze strutturali*, e *processi di cambiamento*.

Una delle criticità osservate dalle docenti del corso, e supportata dalla letteratura precedentemente presentata (De Guzmán et al., 1998; Gueudet & Pepin, 2018; Kock & Pepin, 2018; Van Der Meer et al., 2010), riguarda la gestione autonoma dell'apprendimento degli studenti nei *corsi di servizio*: molti non riescono ad essere costanti nello studio, faticando a rimanere "al passo", seppur consapevoli che studiare in maniera costante e cadenzata sia più efficace rispetto a comprimere tutto lo studio nei pochi giorni precedenti l'esame, come dimostrano anche nell'attività *Consiglio del Giorno*. In questa attività — svoltasi parallelamente a quella qui descritta — abbiamo chiesto agli studenti di scrivere dei "buoni propositi" per il corso, dei consigli per sé stessi e per i propri compagni per affrontare al meglio il corso di matematica. Tra quelli raccolti in questo gruppo classe più del 60% riguardavano le dimensioni dello *spacing* e dell'*apprendimento autoregolato*; alcuni esempi sono riportati di seguito (**Tabella 4.2**).

Tabella 4.2. *Alcuni dei Consigli scritti dagli studenti riguardanti lo spacing e l'apprendimento autoregolato*.

Essere costanti nel seguire le lezioni e nello studio
Tieniti allenato
Svolgere gli esercizi assegnati di volta in volta
Esercitarsi con costanza
Costanza!!!
Non lasciare accumulare gli argomenti e riguardati gli appunti volta per volta

L'attività proposta ha quindi cercato di sostenere lo sviluppo di competenze metacognitive, con particolare attenzione alla capacità di pianificare e distribuire nel tempo il proprio impegno di studio (*spacing*), dimensione centrale dell'apprendimento autoregolato (Zimmerman, 2000). Studi precedenti (Hassanbeigi et al., 2011; Intorella et al., 2005) sottolineano l'importanza della gestione del lavoro autonomo come fattore predittivo del successo accademico, e numerose ricerche evidenziano l'efficacia della ripetizione distribuita (*spaced repetition*) nel rafforzare la ritenzione e la profondità dell'apprendimento. Come evidenziato da Kang (2016), la *spaced repetition* è uno «*dei metodi di studio più efficaci ed efficienti*» (p. 12), in quanto facilita il consolidamento della memoria a lungo termine, promuove una comprensione più stabile dei concetti, e supporta il trasferimento delle conoscenze a contesti diversi. Tuttavia, gli strumenti didattici solitamente impiegati per contrastare tali difficoltà — come l'assegnazione regolare di esercizi a casa o l'introduzione di prove intermedie — risultano spesso poco efficaci, specialmente nei corsi di servizio, dove la matematica è percepita come un "ostacolo da evitare". Tali pratiche, infatti, tendono a coinvolgere lo studente solo dal punto di vista cognitivo-disciplinare (Di Martino & Maracci, 2009), trascurando le componenti emotive, motivazionali e identitarie che giocano un ruolo decisivo nel rapporto con la disciplina (Di Martino & Zan, 2010).

All'interno di questo scenario, si è scelto di progettare un'attività che unisse momenti di autovalutazione, distribuzione dello studio e

riconoscimento simbolico. Al termine di ciascun argomento settimanale, veniva proposto agli studenti un quiz online composto da dieci domande a risposta multipla, finalizzate a verificare la comprensione degli aspetti fondamentali trattati a lezione. I quiz erano disponibili per quattro giorni, potevano essere ripetuti fino a tre volte e offrivano un'opportunità per esercitare il recupero attivo delle conoscenze e monitorare i propri progressi in un'ottica di apprendimento autoregolato. I quindici studenti con i punteggi migliori — un numero fissato e costante per tutta l'esperienza didattica — ricevevano un "Gratta e Vinci" a tema matematico, e tra questi solo i vincitori ottenevano un *braccialetto della fortuna*, associato per colore a una specifica tipologia di esercizi d'esame. Il braccialetto, scelto liberamente dallo studente in base all'ambito in cui si sentiva più vulnerabile, fungeva da oggetto simbolico, inteso a rinforzare il senso di autoefficacia e a valorizzare l'impegno individuale, non tanto come premio prestazionale, quanto come segnale affettivo e personalizzato di avanzamento nel percorso.

Nel prossimo paragrafo verranno descritte nel dettaglio le modalità di svolgimento dell'attività e gli strumenti utilizzati per la raccolta e l'analisi dei materiali.

4.1.1 Lenti teoriche e obiettivi dell'attività

Il progetto *Il Braccialetto della Fortuna Matematica* nasce dalla necessità di contrastare una delle abitudini di studio più diffuse e controproducenti tra gli studenti universitari, ossia la concentrazione dello studio nelle fasi immediatamente precedenti alla prova d'esame, comunemente nota come *cramming* (Kang, 2016). Nei corsi di servizio, spesso caratterizzati da una relazione problematica degli studenti con la matematica (Di Martino & Zan, 2010), è fondamentale promuovere modalità di studio che contrastino l'ansia da *performance* e incoraggino un apprendimento distribuito e consapevole (Van Der Meer et al., 2010). L'attività proposta si inserisce in una cornice teorica che intreccia tre assi principali. Il primo riguarda lo *spacing effect* (Kang, 2016), secondo cui la distribuzione dello studio nel tempo favorisce il consolidamento delle

conoscenze. Diversi studi mostrano, infatti, che lo studio regolare, diluito in sessioni successive e intervallate, permette un consolidamento più profondo e duraturo delle conoscenze rispetto a modalità intensive e ravvicinate (*cramming*). In questa prospettiva, la struttura dell'attività — che prevede quiz associati a ogni tema trattato, accessibili per più giorni e ripetibili— è stata pensata per stimolare l'acquisizione graduale e autonoma dei contenuti, valorizzando il tempo dell'apprendimento come tempo distribuito e non residuale.

Il secondo si riferisce alla *retrieval practice* (Roediger & Butler, 2011), ovvero alla pratica del richiamo attivo come leva per un apprendimento duraturo, che potenzia la memorizzazione più del semplice ripasso. Nei quiz del progetto, ogni tentativo di risposta, anche erroneo, costituisce un'opportunità per rafforzare la traccia mnemonica[29] e per rendere visibili – a sé – le aree di incertezza e i concetti non ancora interiorizzati. Per questo motivo, si è scelto di invitare esplicitamente gli studenti a svolgere il quiz una prima volta "a caldo", subito dopo le lezioni, e successivamente a ripeterlo "a freddo", dopo aver approfondito i contenuti.

Il terzo asse, di natura motivazionale, si fonda sul ruolo dei riconoscimenti simbolici come strumenti per rafforzare l'autoefficacia (Bandura, 1997) e costruire un'identità disciplinare positiva, soprattutto in studenti che vivono la matematica come spazio di esclusione. Al termine di ciascun quiz settimanale, gli studenti con i punteggi più alti ricevono un "Gratta e Vinci" matematico, un dispositivo ludico-simbolico che introduceva un elemento di sorpresa e "divertimento". I vincitori potevano poi scegliere un *braccialetto della fortuna* legato a un'area dell'esame in cui si sentivano più insicuri, trasformando una fragilità in un'occasione di auto-riconoscimento e scelta consapevole. Questo riconoscimento non assume un valore premiale in senso stretto — non è un voto, non modifica la carriera

[29] Per traccia mnemonica si intende la rappresentazione interna che il sistema cognitivo costruisce nel momento in cui un'informazione viene appresa. Questa traccia, inizialmente fragile, può essere rafforzata attraverso diverse tecniche — tra cui il *retrieval practice* — aumentando così la probabilità che l'informazione venga richiamata correttamente in futuro.

accademica —, ma svolge una funzione simbolica di legittimazione del percorso formativo. Nella prospettiva dell'autoefficacia (Bandura, 1997), il gesto simbolico del braccialetto può essere interpretato come una forma di *persuasione sociale*, ovvero uno dei fattori che contribuiscono allo sviluppo della fiducia nelle proprie capacità. Il riconoscimento pubblico e visibile dell'impegno — anche attraverso modalità ludiche e non valutative — può alimentare la fiducia nello studio, rafforzando la percezione di sé come soggetto capace di imparare e instaurando un legame emotivo positivo con la disciplina. Nel contesto universitario, dove la matematica è frequentemente percepita come una disciplina selettiva e ansiogena (Di Martino & Zan, 2010), l'introduzione di un elemento simbolico ed ironico, come il braccialetto della fortuna, può contribuire a disinnescare meccanismi difensivi e a favorire una relazione più personale, affettiva e positiva con l'apprendimento matematico. Attraverso la sospensione consapevole dell'incredulità, l'attività permette di costruire uno spazio in cui anche l'errore e la vulnerabilità possono essere vissuti senza giudizio.

Questo dispositivo simbolico, apparentemente leggero e ironico, può essere letto alla luce delle riflessioni di Boaler (2000), secondo cui il senso di appartenenza e l'e*ngagement* emotivo emergono quando gli studenti si sentono riconosciuti come soggetti agenti all'interno delle pratiche didattiche. Lungi dall'essere un puro *divertissement*, l'attività del braccialetto ha agito come dispositivo culturale, capace di creare legame e identità. Allo stesso modo, in una prospettiva socioculturale, Lerman (2000) sottolinea che l'apprendimento non consiste solo nell'acquisizione di contenuti, ma nella partecipazione a pratiche significative, che formano nel tempo la coscienza di sé come apprendenti. Il braccialetto — in quanto artefatto simbolico, ma ancorato a una ritualità riconosciuta — ha offerto agli studenti un modo per "abitare" la matematica in maniera diversa, più personale e meno difensiva.

Questi tre assi — *spacing*, *retrieval*, riconoscimento simbolico — convergono nella progettazione di un'attività che, pur nella sua semplicità, intende sostenere contemporaneamente le dimensioni cognitive, metacognitive, motivazionali e identitarie dell'apprendimento matematico.

Come vedremo nell'analisi qualitativa, gli studenti sembrano non solo aver riconosciuto il senso dell'attività, ma anche avervi attribuito valore all'interno del proprio percorso.

4.1.2 Scelte metodologiche

In questo paragrafo verranno descritti nel dettaglio il contesto, le fasi operative e gli strumenti utilizzati nell'esperienza didattica.

L'attività è stata proposta nel corso di Matematica presso la Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari dell'Università degli Studi di Milano, coinvolgendo 260 studenti dei corsi di Agricoltura Sostenibile (AS), Scienze e Tecnologie Alimentari (STA), e Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano (VTATM). Parallelamente, l'attività è stata adottata anche nel corso di Istituzioni di Matematiche presso il Corso di Laurea in Architettura del Politecnico di Torino (AT), con la partecipazione di 110 studenti.

L'attività si è articolata lungo l'intero semestre in modo cadenzato. Durante la prima lezione curricolare, le docenti del corso — prof.ssa Maria Luisa Sonia Spreafico per STA e AT, e prof.ssa Paola Morando per AS e VTATM — hanno presentato l'attività e i suoi obiettivi, illustrando come poter ottenere un braccialetto "della fortuna matematica" al termine di ogni unità d'apprendimento del corso (generalmente una volta a settimana, occasionalmente ogni due).

Per ogni attività, veniva pubblicato sulla piattaforma Moodle del corso un quiz di dieci domande a risposta multipla, pensato come momento di ripasso dei concetti affrontati in quella unità didattica. Il quiz restava disponibile per quattro giorni — tipicamente il tempo che intercorreva tra l'ultima lezione di quell'argomento e la prima dell'argomento successivo — e poteva essere ripetuto fino a tre volte, con conservazione automatica del punteggio più alto, calcolato nel seguente modo: $+1$ per ogni risposta corretta, $-0{,}25$ per ogni risposta errata e 0 per ogni risposta non data. Le domande, estratte casualmente da una banca di circa trenta quesiti, erano mirate all'autoverifica dei contenuti della settimana, proponendo sia domande di tipo più *strumentale/procedurale* (come i primi due esercizi

sulla destra nella **Figura 4.3**) che domande di tipo più *relazionale/concettuale* (come l'esercizio sulla sinistra nella **Figura 4.3** e il terzo esercizio sulla destra della medesima figura), spaziando anche tra diversi registri di rappresentazione semiotica (linguaggio figurale, aritmetico simbolico, naturale. Cfr. D'Amore, 2001). Ogni volta che il quiz veniva ricaricato le domande potevano cambiare, permettendo agli studenti di testare il loro livello su gran parte degli aspetti significativi degli argomenti della settimana.

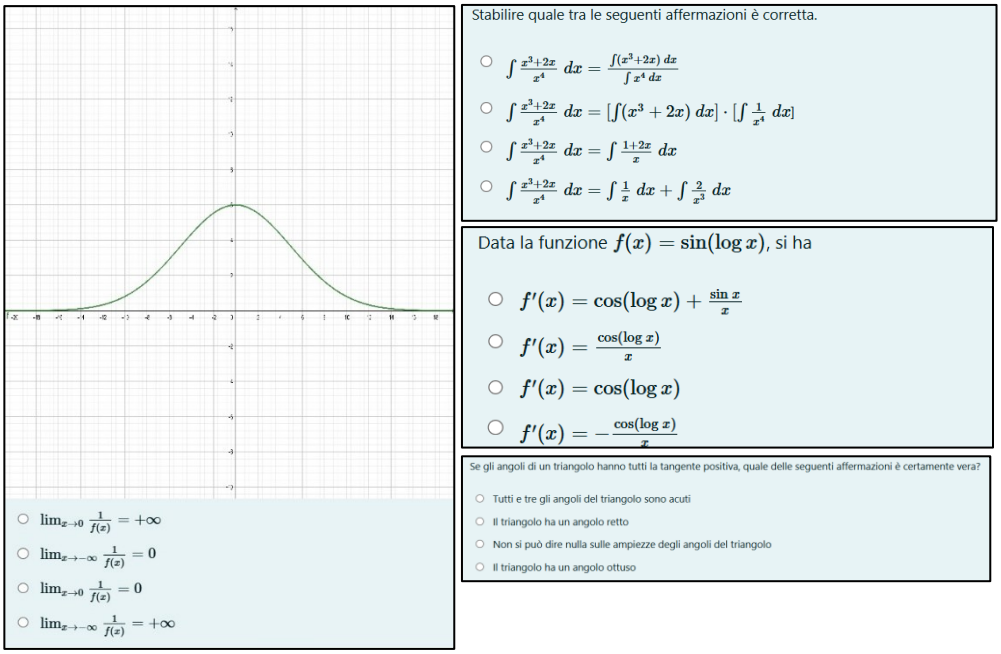


***Figura 4.3**. Esempi di esercizi tratti dai quiz settimanali.*

Una caratteristica distintiva dell'attività era l'assenza di limiti del tempo di svolgimento all'interno della finestra di quattro giorni: il quiz, una volta iniziato, poteva rimanere "aperto" per più tempo, dando modo agli studenti di affrontarlo secondo i propri ritmi, di riappropriarsi del *proprio* tempo di apprendimento, di riflettere sulle risposte, di confrontarsi con i compagni e consultare il materiale didattico e gli appunti.

Durante la prima lezione — e più volte durante il corso — la classe è stata invitata a tentare una prima volta il quiz a caldo, per verificare la loro preparazione a seguito della lezione, e a ripeterlo una seconda ed

eventualmente una terza volta dopo aver studiato individualmente e/o in gruppo. Il quiz non incideva sul voto finale del corso, ma si configurava come strumento di valutazione formativa, offrendo agli studenti un'occasione di autovalutazione continua e di regolazione dello studio nel tempo.

Per incentivare la partecipazione all'attività e, dunque, al corso stesso, agli studenti con i migliori quindici punteggi venivano dati dei *Gratta e Vinci a tema matematico* (**Figura 4.4**).



***Figura 4.4**. Un esempio di Gratta e Vinci matematico vincente utilizzato nell'a.a. 2021/2022.*

Coloro che, grattando tutti i sei bollini, trovavano tre superfici algebriche uguali vincevano un *braccialetto della fortuna* tematico, scelto liberamente dallo studente tra diverse opzioni di diversi colori, ciascuna associata a una tipologia di esercizio d'esame (**Figura 4.5**). In questo modo, lo studente

poteva selezionare un braccialetto legato a un ambito in cui si sentiva più fragile, attribuendogli un valore affettivo e simbolico. Il gesto, pur non avendo valore valutativo formale, poteva agire come forma di *persuasione sociale* e rinforzo emotivo (Bandura, 1997), diventando simbolo dell'impegno impiegato e rafforzando il senso di competenza matematica percepita. La possibilità di scegliere autonomamente il braccialetto in base al tema percepito come più critico era, a nostro parere, un'ulteriore forma di riflessione metacognitiva sul proprio percorso, che permetteva di tradurre la vulnerabilità soggettiva in un gesto visibile e non stigmatizzante, condiviso con l'intero gruppo classe.

Particolare attenzione è stata data alla ritualizzazione di questo momento: all'interno della prima lezione dell'argomento successivo, infatti, veniva sempre dedicato uno spazio alla "premiazione" settimanale, configurandosi come un gesto riconoscibile e atteso. Rendere la premiazione un momento collettivo contribuiva a dare concretezza e significato all'intera attività, riconoscendo simbolicamente gli studenti non per il loro "merito" in senso competitivo, ma per la costanza e la volontà di mettersi in gioco. In questo modo, la premiazione diventava parte integrante della ritualità settimanale del corso, contribuendo a costruire una cultura dell'apprendimento basata sulla valorizzazione dei micro-obiettivi, sul riconoscimento positivo e sul senso di appartenenza al gruppo.

Nei paragrafi successivi verranno analizzati i testi prodotti dagli studenti nell'esperienza de *Il Diario del Giorno*, al fine di comprendere come questa attività del *Braccialetto della fortuna matematica* sia stata vissuta e percepita dagli studenti coinvolti. Nonostante l'attività de *Il Diario del Giorno* sia stata svolta soltanto durante le prime quattro settimane del corso, i racconti degli studenti offrono una testimonianza ricca e articolata delle prime impressioni sull'attività; pur non potendo analizzare in modo sistematico l'intera esperienza dei *braccialetti*, la loro presenza nelle narrazioni ne conferma il ruolo rilevante nell'esperienza formativa vissuta dagli studenti.



***Figura 4.5**. Braccialetti della fortuna a tema matematico dell'a.a. 2021/2022.*

4.1.3 Analisi dei dati e dei contributi degli studenti

L'analisi dei *Diari del Giorno* ci ha permesso di guardare l'esperienza del *Braccialetto della Fortuna Matematica* attraverso gli occhi degli studenti, restituendoci un ampio spettro di interpretazioni e vissuti distinti legati all'attività. Di seguito, le narrazioni degli studenti ci guideranno nell'analisi dell'attività e delle categorie interpretative coinvolte.

Introduzione all'attività e sua legittimazione

L'attività viene fin da subito riconosciuta dagli studenti come strumento per lo studio messo a disposizione dalla docente, come parte integrante del corso — al pari delle esercitazioni in piattaforma o del tutoraggio — e inserito in una struttura didattica pensata per sostenere l'apprendimento autoregolato e lo *spacing*:

«*Studio in itinere: varie modalità per incoraggiarlo (test intermedi, esame prerequisiti, braccialetti portafortuna e tutoraggio)*» (S68, Diario 1, 1° settimana)

«[…] *in più sono stati fatti visionare incentivi per lo svolgimento di codesti test, quali i braccialetti porta fortuna*.» (S217, Diario 1, 1° settimana)

In questo modo avviene una legittimazione dell'attività stessa, che pur si presenta come giocosa ed ironica — il braccialetto ovviamente non porta fortuna! —, partecipando volutamente e positivamente alla sospensione dell'incredulità con cui la docente stessa ha presentato il progetto, e apprezzando il lato "*enjoyable*" dell'iniziativa: la docente, infatti, propone l'attività come un modo di vincere un "portafortuna" matematico, seppur sia chiaro che l'obiettivo è quello di far esercitare gli studenti con i temi portanti del corso. Gli studenti sembrano accettare consapevolmente la finzione condivisa proposta dalla docente, partecipando alla dimensione simbolica dell'esperienza. In questo contesto, emergono anche alcune *differenze strutturali* tra le scuole superiori e le loro aspettative implicite sull'università e i suoi docenti:

«*Come inizio non è stato affatto male, sinceramente non pensavo che la professoressa fosse così coinvolgente e che preparasse tante possibilità di esercitazione diverse, come lo svolgimento dei quiz per ottenere il braccialetto della fortuna*» (S87, Diario 1, 1° settimana)

«*Ci sono stati dei particolari che mi hanno stupito come il braccialetto della fortuna, il quale è secondo me un'idea geniale per invogliare noi studenti a rendere più piacevole l'esercitazione*» (S122, Diario 1, 1° settimana)

«*La professoressa è molto entusiasmante, pazzesche le idee del braccialetto e della stellina*[30]*, renderanno il corso molto più enjoyable*» (S179, Diario 1, 1° settimana)

[30] La "*stellina*" qui menzionata è un'attività origami che la docente generalmente svolge durante la prima lezione del corso.

Per alcuni, poi, il *braccialetto* assume fin da subito un valore simbolico di riconoscimento del proprio impegno, diventando così un obiettivo da raggiungere:

«*Mi impegnerò tantissimo per vincere almeno un braccialetto della fortuna e sentirmi orgogliosa di esserci riuscita*» (S256, Diario 1, 1° settimana)

Ritualità

Nelle lezioni in cui è prevista la "premiazione", quasi tutti gli studenti la citano all'interno del loro resoconto giornaliero, confermando come la creazione di uno spazio e di un tempo dedicati a questo gesto sia un rituale accettato e previsto, oltre che atteso:

«*Sempre in questa lezione sono stati assegnati i braccialetti della fortuna ai primi "fortunati".*»[31] (S87, Diario 3, 2° settimana)

«*Durante la consueta pausa intermedia, la professoressa ha assegnato i braccialetti della fortuna a 5 dei 15 studenti che hanno totalizzato il punteggio più alto nei tre tentativi del quiz.*» (S245, Diario 6, 3° settimana)

«*Ehi ma… guarda caso, l'unica volta che ho la possibilità di prendere il braccialetto… La prof si è dimenticata! Spero domani mattina.*» (S190, Diario 9, 4° settimana)

Strategia di studio e adattamento

Numerose testimonianze indicano che il braccialetto ha agito come dispositivo di regolazione e motivazione allo studio, spesso associato all'idea

[31] È interessante notare come permane la sospensione dell'incredulità: gli studenti sono "fortunati" perché è stato assegnato loro il portafortuna, anche se è implicitamente chiaro che non è la "fortuna" ad averglielo fatto vincere ("fortunati" è infatti virgolettato dall'autore del diario).

di esercitazione costante e distribuita nel tempo. In alcune frasi compare esplicitamente la volontà di "allenarsi" per migliorare il punteggio e vincere il braccialetto, riconoscendo nell'attività una funzione propedeutica allo sviluppo di abitudini di studio più sostenibili, in contrasto con la consueta tendenza al *cramming*.

«*Questo fine settimana mi eserciterò su quello che è stato fatto a lezione e soprattutto cercherò di migliorare il punteggio del quiz sul braccialetto della fortuna.*» (S122, Diario 5, 2° settimana)

«*Per fortuna nel weekend potrò dilettarmi con il foglio 2 e gli esercizi del braccialetto della fortuna.*[32]» (S34, Diario 5, 2° settimana)

«*Ho svolto gli esercizi del braccialetto di questa settimana, lasciando due esercizi incompleti e sbagliandone uno.*» (S89, Diario 8, 3° settimana)

Queste testimonianze sembrano confermare la presenza di un apprendimento più cadenzato, contrastando la tendenza a concentrare lo studio solo in prossimità dell'esame, promuovendo forme di preparazione più sostenibili e continuative. In queste testimonianze osserviamo la messa in opera sia della fase di *pianificazione* sia di quella di *monitoraggio* dell'apprendimento autoregolato (Zimmerman, 2000).

Disposizione emotiva

Il braccialetto ha anche attivato dinamiche emotive significative. Molti studenti hanno espresso sorpresa o entusiasmo per averlo ottenuto, legittimando esplicitamente anche il suo valore simbolico di "portafortuna" per l'esame:

«*Aggiungo che sono molto contenta per il braccialetto!!!*» (S67, Diario

[32] Il "foglio 2" qui menzionato è il secondo tra i fogli di esercizi tematici presenti tra i materiali didattici del corso.

3, 2° settimana)

«*Non me lo aspettavo di essere estratto, ma credo che porterò il braccialetto all'esame.*» (S103, Diario 3, 2° settimana)

«*Speriamo che il braccialetto della fortuna porti bene.*» (S150, Diario 3, 2° settimana)

Accanto a questi vissuti positivi, emergono anche emozioni legate alla frustrazione o al dispiacere per non aver vinto, talvolta accompagnate da un confronto con i compagni e da un'esplicita intenzione di migliorare.

«*Il prossimo braccialetto della fortuna sarà mio!*» (S190, Diario 3, 2° settimana)

«*Sfortunato a non aver vinto il braccialetto, sarà per la prossima volta.*» (S50, Diario 3, 2° settimana)

«*Nonostante fossi tra i 15 alunni con il punteggio più alto, non sono stata tra i 5 vincitori.*» (S107, Diario 3, 2° settimana)

«*Oggi a lezione c'è stata la famosa estrazione del braccialetto della fortuna. Io ero l'ottava nella lista, ma purtroppo non sono riuscita ad ottenerlo, in quanto la fortuna non è stata dalla mia parte. Tuttavia, sono molto soddisfatta e non mollo, infatti continuerò a provare.*» (S122, Diario 10, 4° settimana)

Nel complesso, le reazioni emotive al braccialetto raccontate dagli studenti oscillano tra entusiasmo, delusione e determinazione, ma tutte sembrano condividere un atteggiamento coinvolto, in cui la componente simbolica dell'attività ha attivato processi affettivi rilevanti per la partecipazione al corso.

Competenza percepita

Il *braccialetto* si stabilizza nel tempo come simbolo di competenza percepita, autoriferita ma anche esternamente validata: come suggerito dalla teoria dell'auto-efficacia di Bandura (1997), la percezione di essere competenti si costruisce attraverso esperienze di successo, ma anche attraverso segnali sociali e simbolici che confermano il progresso individuale. Alcune testimonianze degli studenti mostrano come il *braccialetto*, pur nella sua natura ironica, abbia assunto il ruolo di "prova tangibile" delle proprie capacità, legittimando il vissuto positivo di chi riesce a conquistarlo. Il braccialetto diventa così un mediatore tra performance e riconoscimento di chi "ce l'ha fatta", contribuendo alla costruzione di un'identità matematica non più centrata sul deficit o sull'idea di inadeguatezza, ma aperta alla possibilità di riuscita, in contrapposizione con il profilo *fatalista* di chi ritiene che non ce la farà mai.

«*Ahhhh che bello essere tra i migliori, anche senza il vero braccialetto mi sento orgogliosa.*» (S256, Diario 6, 3° settimana)

Il braccialetto, in quanto oggetto caricato simbolicamente, si rivela efficace non solo nel momento del riconoscimento pubblico, ma anche come riferimento anticipatorio nella narrazione dello studio. La sua presenza nel discorso degli studenti durante le fasi preparatorie suggerisce che la competenza percepita non è solo post-esperienza, ma si costruisce *durante* il processo, attraverso l'auto-monitoraggio e l'immaginazione del successo. In questo senso, il braccialetto agisce come mediatore tra la percezione del sé attuale e quella desiderata, sostenendo l'impegno e orientando le strategie di studio:

«*Magari il braccialetto questa volta lo vinco!*» (S256, Diario 5, 2° settimana)

Anche l'attività del quiz settimanale, fortemente associata al *braccialetto* tanto da essere chiamata "gli esercizi del braccialetto", si configura come

ambiente di auto-verifica, in cui fare un buon punteggio diventa segnale del fatto che si stanno acquisendo conoscenze e competenze:

«*Comunque oggi ho fatto gli esercizi del braccialetto della fortuna e ne ho sbagliati 2 quindi sono abbastanza soddisfatto.*» (S188, Diario 5, 2° settimana)

Processi di cambiamento

Tali processi riguardano principalmente la messa in discussione delle proprie abitudini di studio, l'emergere di nuovi obiettivi, e il progressivo sviluppo di forme di regolazione più consapevoli.

«*Estrazione dei migliori 5 per il braccialetto della fortuna, memo: 8.75 non va bene devo puntare al 10 se no non lo prenderò mai*» (S20, Diario 3, 2° settimana)

Il tono quasi auto-narrativo del "memo" suggerisce che l'attività didattica ha stimolato una forma di monitoraggio interno, di autoriflessione, che prevede implicitamente un cambiamento che, per avvenire, deve essere pianificato. Vediamo quindi un esempio della fase di *riflessione* di cui parla Zimmerman (2000).

Il *braccialetto*, poi, non è l'obiettivo finale bensì la *tappa* di un percorso più ampio, il riconoscimento che i cambiamenti effettuati hanno portato dei risultati e che si è intrapreso il giusto percorso:

«*Che bella lezione di matematica… Ho preso il braccialetto! Non voglio sedermi sugli allori e ho già appuntato gli argomenti da rivedere*» (S190, Diario 10, 4° settimana)

In entrambi i casi, che si tratti di un'intenzione progettuale o di una trasformazione già avvenuta, questi segnali indicano che l'attività ha attivato dinamiche di autoregolazione riflessiva, in cui gli studenti non si limitano a eseguire compiti, ma costruiscono nel tempo una visione diversa

di sé in relazione alla matematica.

4.1.4 Categorie interpretative e conclusioni

L'esperienza del *Braccialetto della Fortuna Matematica* ha offerto un'opportunità particolarmente utile per osservare, attraverso le voci degli studenti, l'attivazione concreta delle cinque categorie interpretative adottate in questo lavoro: *disposizione emotiva, strategie di studio e adattamento, competenza percepita, differenze strutturali* e *processi di cambiamento*. L'attività si è configurata come una pratica didattica capace di coniugare leggerezza e contenuto disciplinare, giocando sul registro del simbolico per promuovere un coinvolgimento affettivo e cognitivo.

Fin dalla prima settimana, gli studenti hanno riconosciuto il *braccialetto* come parte integrante dell'architettura del corso, un elemento coerente con l'obiettivo di sostenere l'apprendimento distribuito (*spacing*, cfr. Kang, 2016) e l'auto-valutazione riflessiva (*retrieval practice*, Roediger & Butler, 2011). Questo riconoscimento ha generato una forma di legittimazione collettiva dell'attività, che — pur dichiaratamente ironica — è stata accolta con serietà e interesse, così anche un gesto apparentemente semplice come la "premiazione" ha contribuito a costruirne valore e senso, rafforzando il senso di appartenenza al gruppo e la percezione di coerenza interna del corso.

Sul piano delle *strategie di studio*, le narrazioni confermano che, per alcuni studenti, l'attività ha contribuito a contrastare pratiche di studio disfunzionali — come il *cramming* — stimolando abitudini più sostenibili e distribuite nel tempo. Molti studenti hanno esplicitamente verbalizzato l'utilizzo dei quiz del braccialetto come strumento di esercitazione in itinere, integrato nel proprio piano di studio. In questa direzione, si osservano forme di regolazione che si avvicinano a quanto descritto nei modelli di *Self-Regulated Learning* (Zimmerman, 2000), in cui la pianificazione, il monitoraggio e la riflessione sulle proprie azioni costituiscono le basi dell'apprendimento efficace.

Particolarmente significative sono le evidenze relative alla *competenza percepita*, che non si limita all'acquisizione di contenuti, ma si manifesta in

particolare nella fiducia costruita lungo il percorso. Il braccialetto — oggetto simbolico ma concreto — si è trasformato per molti studenti in un mediatore della propria autoefficacia, rafforzando l'idea che "sto facendo bene" non solo se vinco, ma anche se mi impegno, se miglioro, se comprendo. In alcuni casi, l'attività ha accompagnato anche la fase preparatoria allo studio, diventando orizzonte di riferimento e incentivo a mettere in atto strategie più mirate. Il braccialetto ha così agito sia come riconoscimento *post-performance*, sia come stimolo anticipatorio, configurandosi come "prova tangibile" di un sé competente in costruzione.

Sul piano della *disposizione emotiva*, molte delle testimonianze raccolte mettono in luce una gamma ampia di reazioni — entusiasmo, delusione, determinazione, orgoglio — tutte accomunate da un coinvolgimento genuino, raramente segnato da distacco o cinismo. L'investimento emotivo e simbolico nell'attività ha contribuito a generare una cornice narrativa in cui ogni studente ha potuto riconoscersi, con i propri successi e le proprie fragilità, senza temere giudizio né esclusione.

Infine, per la categoria dei *processi di cambiamento*, si è potuto osservare che il braccialetto non è stato percepito come fine, ma come tappa di un percorso riflessivo e progressivo, in cui l'impegno diventa significativo perché conduce a un risultato che ha valore personale e collettivo. Le testimonianze che parlano di "puntare più in alto", di "non sedersi sugli allori", o di "continuare a provare", dimostrano che, anche in un'attività ludico-simbolica, è possibile innescare dinamiche di riorientamento, in cui lo studente riformula i propri obiettivi e ricostruisce il rapporto con la matematica in chiave evolutiva.

4.2 Un Padlet per l'attitude nella GenZ

In questo paragrafo descriveremo il risultato di un momento di riflessione e confronto con gli studenti della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari dell'Università degli Studi di Milano; questa attività è stata interamente progettata da me, col tentativo di acquisire — almeno in parte — informazioni in merito a come gli studenti che componevano il gruppo classe si ponevano nei confronti della matematica, un dato fondamentale per individuare e proporre attività aggiuntive e integrative che siano specifiche ed efficaci. Coerentemente con le categorie interpretative individuate per l'analisi delle esperienze, nel presente caso verranno prese in considerazione principalmente le dimensioni dell'*attitude* (disposizione emotiva, visione della matematica e competenza percepita), in quanto il focus dell'attività verte sulla rappresentazione che gli studenti danno del loro rapporto con la disciplina. Una prima versione di questa analisi è stata presentata in una pubblicazione precedente (Turconi, 2025), qui ampliata e riformulata nel contesto più ampio della presente tesi.

L'attività qui descritta consiste nella strutturazione di un Padlet[33] di classe, un *virtual wall* parzialmente gratuito in cui è possibile creare una bacheca digitale su cui condividere – "*postare*" – diversi tipi di file (documenti di testo, immagini, file audio, video), mediante i quali le matricole (e non solo) hanno comunicato il loro rapporto con la matematica. In questo lavoro indagheremo, in particolare, la possibilità di ricavare dei profili di *attitude* da questi contenuti multimediali, andando ad analizzarne i significati e facendo riferimento anche al senso *social* di alcuni di essi.

Come vedremo, una grande percentuale dei contenuti condivisi dagli studenti sono *meme*, ossia immagini altamente comunicative il cui significato è conosciuto e condiviso da varie comunità online. Per analizzare anche questi contributi, oltre che a quelli testuali, sarà necessario utilizzare opportuni costrutti analitici che saranno presentati nel prossimo paragrafo.

[33] (Padlet, s.d.)

4.2.1 Lenti teoriche e obiettivi dell'attività

Per interpretare il materiale postato su Padlet è necessario utilizzare diverse lenti teoriche, fondamentali per comprendere il significato dei medium utilizzati allo scopo di descrivere l'atteggiamento del gruppo classe; anche quest'ultimo aspetto, ovviamente, necessita di uno specifico modello di riferimento per essere determinato e compreso. In questo lavoro utilizzeremo il modello sviluppato da Limor Shifman (2013) per l'analisi e l'interpretazione dei meme, e il *Three-Dimensional Model for Attitude* (TMA) di Di Martino e Zan (2009) per valutare l'atteggiamento nei confronti della matematica.

Comunicare con i meme e con le immagini

La quasi totalità degli studenti presenti nel corso di matematica appartiene alla cosiddetta GenZ. Con questo termine ci si riferisce alla "Generazione Z", ossia a coloro che sono nati approssimativamente tra la metà degli anni '90 e il 2010, la cui infanzia e adolescenza è stata fortemente caratterizzata dalla diffusione di Internet, dai dispositivi digitali di ogni sorta e soprattutto dai *social media*; per questo motivo si parla spesso di generazione «*onlife*» (cfr. Floridi, 2015), poiché per loro «*le relazioni online e offline sono intercambiabili*» (Katz et al., 2022, pp. 12–13), e il *meme* è uno dei canali comunicativi privilegiati per esternare e verbalizzare i propri sentimenti, emozioni, valori, pensieri e opinioni, tanto nel mondo digitale quanto in quello tangibile. Nel lavoro di Katz e colleghi (2022), infatti, molti intervistati hanno utilizzato dei *meme* per meglio spiegare e definire la loro identità e la loro percezione di sé. Questa può assumere caratteristiche collettive e generazionali, come accade per quei *meme* che diventano "*bonding object/mechanism*" per un'intera generazione, come definiti anche da Katz e colleghi, ossia strumenti di connessione e identificazione anche al di fuori dei gruppi sociali specificatamente coinvolti nella loro creazione e/o diffusione perché legati a un tema di interesse: possiamo pensare ai *meme* che trattano alcune peculiarità delle generazioni precedenti rispetto alla GenZ come un esempio di questa appartenenza generazionale (**Figura 4.6**).

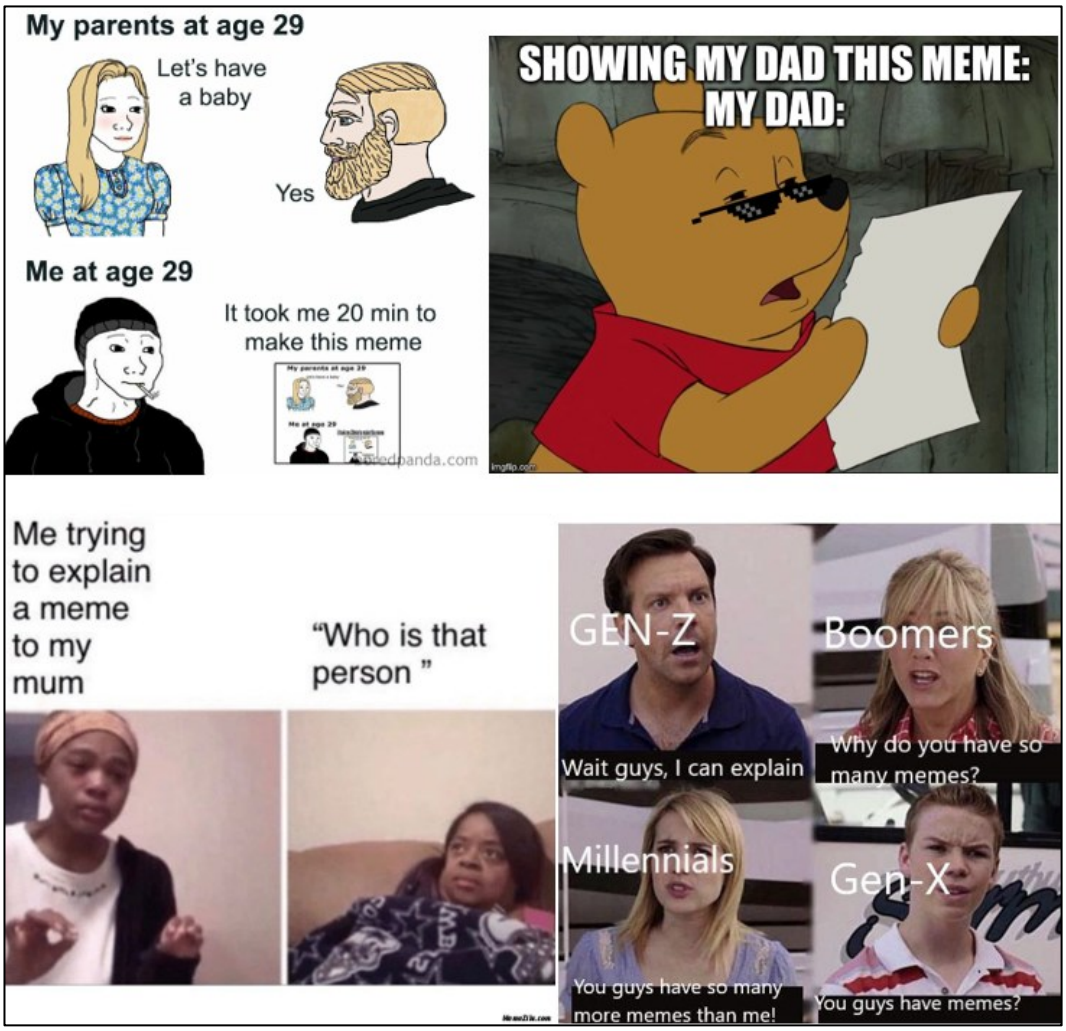


***Figura 4.6**. Alcuni meme che trattano le differenze tra generazioni.*

Questi oggetti appartengono alla cosiddetta *memesfera* (Stryker, 2011), ossia l'insieme delle comunità digitali in cui questi stessi oggetti vengono creati, mutati, condivisi e commentati, e per poter comprendere il significato che veicolano è necessario usufruire di un *framework* teorico che ci permetta di scomporre i *meme* nelle loro unità fondamentali. Il framework che verrà qui utilizzato è quello proposto da Limor Shifman (2013), che definisce i *meme* come «*unità di cultura popolare che vengono fatte circolare, imitate e trasformate dai singoli utenti di Internet, creando nel frattempo un'esperienza culturale condivisa*» (p. 367; traduzione dell'autrice), e individua tre dimensioni principali che le persone possono

imitare e riprodurre: il contenuto (*content*), la forma (*form*) e la posizione (*stance*).

Il contenuto, *content*, si riferisce sia alle idee che alle ideologie trasmesse dal meme. La forma, *form*, è l'incarnazione fisica del messaggio, la parte che è percepibile attraverso i sensi. La posizione, *stance*, si riferisce alle informazioni che il *meme* trasmette in merito alla propria comunicazione: riguarda i modi in cui i destinatari si posizionano rispetto al testo, ai suoi codici linguistici, ai destinatari stessi e ad altri potenziali interlocutori e parlanti.

La differenza principale che vi è tra questi oggetti culturali e altri considerati "virali" (ad esempio video, suoni, immagini e loro combinazioni) è che i *meme* sono costituiti da un messaggio stratificato e complesso, la cui comprensione accurata necessita di una conoscenza approfondita dei contesti culturali e dei loro riferimenti (Giorgi & Rama, 2024).

Tra le varie categorie di *meme* possiamo individuare due macroaree a cui appartengono quelli più utilizzati sui social e nella vita quotidiana: i *reaction meme* (KnowYourMeme, 2004) e i *meme* creati *ad-hoc* per un gruppo ristretto di utenti o per uno specifico contesto (KnowYourMeme, 2017b).

I primi sono «*immagini o gif animate che hanno lo scopo di rappresentare un'emozione specifica in risposta a qualcosa che è stato detto*» (KnowYourMeme, 2004). La loro caratteristica principale è l'alto livello di *relatability*, ossia della capacità di permettere alle persone di empatizzare con ciò che viene trasmesso nell'immagine tanto da identificarsi in essa o nel suo protagonista (Jenkins et al., 2013); questa, pur essendo una proprietà intrinseca di tutti i *meme* che ne determina la rapidità e viralità di diffusione, in tale tipologia è l'aspetto più peculiare e predominante.

In **Figura 4.7** vi è il *reaction meme* "Press X to Doubt", tratto dal videogioco "L.A. Noire". Il *form,* ovvero la parte figurale ("base *memetica*" nel gergo di Internet), è un frame del videogioco in cui il giocatore, che veste i panni del detective Cole Phelps in una Los Angeles degli anni '40, può scegliere come reagire alle dichiarazioni rilasciate dai testimoni che sta

interrogando; nel gioco, il *player* può scegliere se accettare la dichiarazione come veritiera ("Verità"), se esprimere dubbi sulla dichiarazione del testimone ("Dubbio") o se accusare il testimone di mentire ("Menzogna"). In questo *meme* è mostrata solo l'opzione *Doubt* ("Dubbio"), usata come *reaction image* per esprimere incredulità nei confronti di un tema o di un'affermazione (KnowYourMeme, 2011). Il messaggio trasmesso da questo *meme* non è propriamente legato ad un dubbio "genuino", ma piuttosto a quella sensazione di incredulità e scetticismo (*content*) che proviamo quando percepiamo un'affermazione come evidentemente falsa (*stance*).

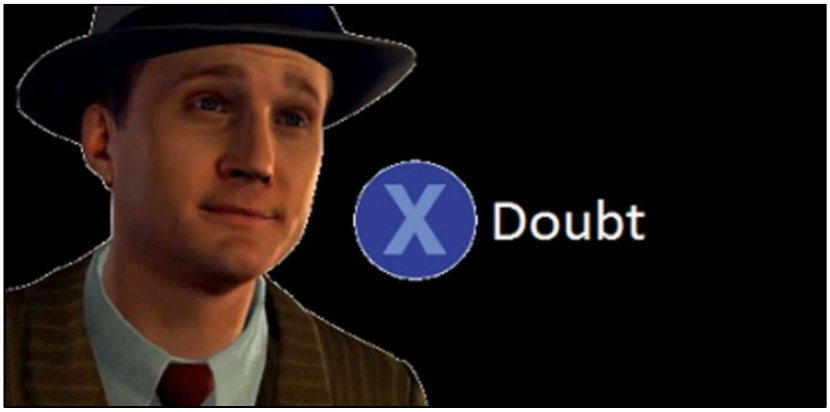


***Figura 4.7**. Meme: "Press X to Doubt".*

L'altra tipologia di *meme* citata in precedenza, invece, è quella dei *meme contestuali* (KnowYourMeme, 2017b) il cui significato è strettamente legato a un particolare contesto o nicchia. Questi *meme di nicchia* vengono creati per esprimere emozioni e/o comunicare concetti strettamente contestuali al creatore e alle sue comunità virtuali di appartenenza, oppure relativi ad eventi storici o di attualità; ne è un esempio la prima immagine presente nella **Figura 4.8**. Il *form* del *meme* ("*Types of Headaches*") rappresenta una serie di immagini stilizzate che illustrano tre tipi di mal di testa realmente esistenti e la rispettiva collocazione del dolore evidenziata in rosso, a cui l'autore aggiunge un quarto tipo (immagine a destra in **Figura 4.8**) non esistente nella realtà; in tutti i casi, il *content* è inerente a una situazione non desiderabile, o comunque legata alla somatizzazione di un

disagio (KnowYourMeme, 2017c); questo disagio è legato a qualcosa che ci si ritrova ad affrontare inevitabilmente e che quindi provoca una sensazione di preoccupazione e tensione (*stance*). L'esempio raffigurato nell'immagine a destra nella **Figura 4.8** è stato ideato, prodotto e condiviso dai profili *social* ufficiali dello stato dell'Ucraina[34] nel dicembre 2021, e rappresenta il sentimento di fastidio causato dalla condivisione dei confini geopolitici con la Russia. Quest'immagine offre uno stralcio sulla rilevanza che i *social* danno ai *meme* in questo periodo storico come oggetto comunicativo universale e trasversale su tutti i temi, financo quelli più delicati e complessi come il conflitto ucraino-russo: l'Ucraina, con questo *meme*, non vuole comunicare né preoccupazione né paura, ma piuttosto una sorta di "rassegnazione attiva", di tensione data dal vivere accanto alla Russia e al trovarsi ad agire di conseguenza alle azioni e alle scelte perpetrate da altri.

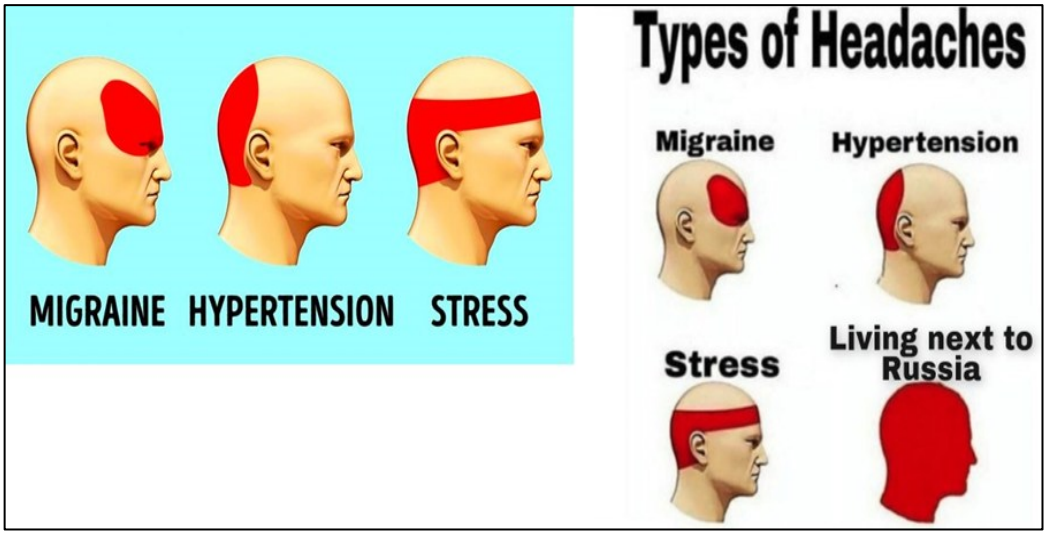


***Figura 4.8**. Immagine originale da cui è stato tratto il meme "Types of Headaches" e una sua mutazione tratta dai profili social dell'Ucraina.*

Questa lente, qui presentata solo nei suoi aspetti principali, mette in evidenza in modo chiaro come il presupposto teorico sia quello di considerare le persone agenti nell'ambiente comunicativo digitale come

[34] (Ukraine [@Ukraine], s.d.)

attori nel processo di trasmissione culturale, e non solo come dei semplici *vettori*. La disseminazione del *meme* quindi «*si basa su agenti intenzionali con potere decisionale: le norme sociali, le percezioni e le preferenze sono fondamentali nei processi di selezione memetica*» (Shifman, 2013, p. 366). La selezione di un determinato *meme* per comunicare un contenuto, sia esso legato al proprio vissuto oppure al vissuto di un collettivo di persone, è una scelta comunicativa oculata da parte di chi produce o condivide il *meme*.

4.2.2 Scelte metodologiche

La classe che ha partecipato all'attività di seguito descritta è quella del corso di Matematica della Facoltà di Scienze Agrarie ed Alimentari, in particolare i Corsi di Laurea di Produzione e Protezione delle Piante e dei Sistemi del Verde e di Agricoltura Sostenibile. Durante la prima lezione del corso di tutorato, che si è svolto in parallelo al corso di Matematica, è stata proiettata in classe una bacheca di Padlet vuota dal titolo "*Tu e la matematica*"; è stato poi chiesto loro di condividere su di essa un *post* che esprimesse il loro rapporto con la disciplina. Il titolo del Padlet è stato ispirato alla ricerca condotta da Pietro Di Martino e Rosetta Zan nel 2009, che ha portato allo sviluppo del TMA, e i cui d'analisi furono oltre 1000 testi scritti da studenti di varie fasce d'età con un titolo comune: "*Io e la Matematica: il mio rapporto con la matematica fino ad oggi*".

Padlet è una piattaforma web collaborativa in tempo reale parzialmente gratuita, su cui è possibile creare una o più bacheche digitali all'interno delle quali condividere diversi tipi di file (documenti di testo, immagini, file audio, video). Il suo utilizzo in ambito educativo è sempre più frequente, soprattutto negli ultimi anni in cui la digitalizzazione dell'apprendimento-insegnamento è un focus centrale nella ricerca e nella pratica didattica.

La condivisione in aula è avvenuta in modo sincrono, e gli studenti hanno utilizzato i loro *device* personali (telefoni cellulari, tablet e PC) per *postare* su Padlet i loro contributi, durante un momento appositamente dedicato della lezione di circa mezz'ora. Si è scelto di mantenere l'anonimato dei materiali condivisi, grazie a specifiche funzionalità di Padlet selezionate dal ricercatore, così che gli studenti potessero sentirsi liberi di esprimere le

proprie idee, opinioni e sentimenti senza timore di giudizi da parte del docente e/o dal gruppo dei pari, favorendo così una condivisione aperta e onesta. Sempre mediante impostazioni legate alla strutturazione della piattaforma, è stata data la possibilità ai partecipanti della bacheca di commentare i contenuti condivisi da altri o di mostrare il loro apprezzamento usando una *reaction*, ossia un tasto a forma di cuore; queste ultime funzionalità, però, non sono state utilizzate dagli studenti che hanno partecipato all'attività.

Ciò che gli studenti inserivano sulla bacheca veniva visualizzato immediatamente dall'intera classe grazie ad un proiettore. Abbiamo deciso di non porre limitazioni al tipo di file da utilizzare, così che gli studenti potessero esprimersi mediante il canale comunicativo a loro più consono. La scelta di utilizzare una bacheca digitale, quella di lasciare libera scelta in merito agli oggetti comunicativi da condividere, e l'anonimato di ciò che viene condiviso sono state guidate dalle riflessioni precedentemente presentate in merito alle peculiarità della GenZ in ambito comunicativo, oltre che a quelle relative all'importanza di dati e materiali fortemente connessi all'autenticità e all'autorappresentazione degli studenti per poterne cogliere le sfumature di *attitude*.

4.2.3 Analisi dei contributi degli studenti: i *meme* e i testi più elaborati

Il Padlet in analisi si compone di 126 *post* e in esso 87 studenti hanno condiviso in modo anonimo degli oggetti multimediali: siccome non è stato esplicitato un numero massimo e/o minimo di contenuti da condividere, alcuni studenti hanno scelto di esprimere il loro rapporto con la matematica mediante più oggetti. Osservando la natura dei contenuti presenti su Padlet possiamo distinguerli in quattro categorie: *meme* o immagini comunicative (33 studenti, corrispondente al 26.2%), frasi derivanti da *meme* o contenuti virali sui *social* (18, corrispondente al 14.3%), parole o brevi frasi (61, corrispondente al 48.4%), e testi più elaborati (14, corrispondente al 11.1%). Alcuni esempi sono riportati nella **Figura 4.9**.



Figura 4.9. *Uno stralcio del Padlet con i materiali condivisi dagli studenti.*

Dunque, lasciando agli studenti la possibilità di comunicare il loro rapporto con la matematica mediante qualsivoglia modalità, è stato possibile osservare come poco più del 40% degli studenti abbia utilizzato un linguaggio simile a quello utilizzato sui *social* (Davison, 2020; Dynel, 2016; Katz et al., 2022), caratterizzato dall'uso di GIF, *meme*, immagini con valore *memetico* e frasi tratte da *meme* o da contenuti virali, mentre il 60% circa ha preferito usare una modalità comunicativa tradizionale, mediante parole evocative, brevi frasi o testi più elaborati. È interessante evidenziare come, nonostante l'utilizzo di modalità comunicative tradizionali sia stato prediletto dagli studenti, solo una piccola percentuale di loro (circa il 10%) ha espresso il proprio pensiero in modo articolato e approfondendo alcuni aspetti che ha ritenuto rilevanti per descrivere il proprio rapporto con la matematica; la maggior parte ha preferito usare parole evocative ma laconiche («*odio*», «*borderline*») o brevi frasi d'impatto («*rinuncia, profonda rinuncia*»).

Nei paragrafi che seguono, l'analisi si concentrerà inizialmente sui *meme* e sui testi più elaborati, in quanto possiamo considerarli come oggetti comunicativi complessi e, dunque, "completi", ovvero che, per loro natura, possono trasmettere un messaggio sufficientemente articolato da esprimere

la posizione dello studente rispetto alle tre dimensioni dell'*attitude* considerate. Per l'analisi dei testi è possibile utilizzare il modello di Di Martino e Zan, mentre per l'analisi dei *meme* in ottica di *attitude* è necessario analizzare prima il contenuto del Padlet mediante la lente proposta da Shifman. Così, infatti, è possibile estrapolare il messaggio e il significato trasmesso dai *meme* e attribuito ad essi dalla comunità *social*, focalizzandosi sul loro contenuto, forma e posizione; successivamente, il TMA di Di Martino e Zan permette di indagare come queste espressioni riflettano la disposizione emotiva degli studenti, la loro visione della matematica e la loro competenza percepita.

Questo ha permesso di procedere con una mappatura incrociata, categorizzando i *meme* non solo secondo le loro caratteristiche estetiche e contenutistiche ma anche in base alle dimensioni di *attitude* degli studenti che essi comunicano. Questo approccio ci ha permesso di cogliere sfumature emotive e cognitive che altrimenti sarebbero rimaste latenti. Per esempio, un *meme* che esprime frustrazione o sfida potrebbe indicare una disposizione emotiva negativa e una bassa competenza percepita, oppure un *meme* che fa riferimento all'uso di formule e procedure potrebbe indicare una visione della matematica strumentale. Questo ha fatto sì che ogni *meme* fosse analizzato attraverso un doppio filtro teorico. In fase di analisi integrata ogni *meme* è stato valutato per identificare specifici profili attitudinali correlati alle tre dimensioni del TMA, delineando non solo i profili individuali ma anche tendenze più ampie all'interno del gruppo di studio, evidenziando come differenti forme di espressione *memetica* possano corrispondere a specifiche *attitude* matematiche.

Le frasi brevi o i contenuti virali, invece, in quanto oggetti comunicativi "parziali", necessitano di modelli teorici e lenti interpretative appositamente pensate per definire forse un *ambiente*, un'*atmosfera* o un *clima*; tratteremo questo aspetto per ultimo, cercando di fornire principalmente degli spunti di riflessione sul tema.

Trasversalmente alla tipologia di oggetto comunicativo analizzato, vedremo come la dimensione della competenza percepita sarà spesso sottointesa, un non-detto che però si fa sentire quando gli studenti parlano

di “sensazione di confusione”, “sensazione di frustrazione” oppure di fallimenti ripetuti che li hanno convinti, nel tempo, che per loro la strada verso il raggiungimento di obiettivi in matematica è tortuosa, forse così tanto da non riuscire ad arrivare alla fine.

Analisi dei testi: «*Uno scoglio doloroso su cui mi abbatto come un’onda facendomi male ogni volta*»

Uno studente scrive che la matematica è «*uno scoglio doloroso su cui mi abbatto come un’onda facendomi male ogni volta*», regalandoci un’immagine del suo rapporto con la disciplina come infelice, che ferisce, che lo colpisce «*ogni volta*» che l’autore, forse anche speranzoso, si approccia alla disciplina che però si rivela sempre uno scoglio, un ostacolo al raggiungimento dei propri obiettivi. Un altro ancora scrive: «*mi chiedo perché devo calcolare quante erbacce ci sono da eliminare sapendo che aumentano di anno in anno quando posso usare del diserbante subito e finire il problema*», comunicandoci un netto distaccamento dalla matematica da contesti verosimili, un rifiuto, dovuto alla percepita mancanza di senso dei problemi interni alla disciplina, inimmaginabili nella realtà, una vera e propria «*scienza inventata da buontemponi per complicare la vita agli altri*» – come un altro studente afferma. Nella **Figura 4.10** possiamo osservare un *word cloud* creato a partire dalle narrazioni degli studenti, dove le parole a maggiore frequenza sono visualizzate più in grande.



Figura 4.10. *Word cloud delle parole presenti nei testi.*

Tra coloro che parlano di un rapporto con la matematica non negativo, troviamo solamente il profilo caratterizzato da una visione della matematica strumentale e una competenza percepita tendenzialmente bassa, ad esempio «*Mi piace* [la matematica] (DE positiva) ma *non riesco mai* (CP bassa) a superare l'esame in cui mi perdo via per dei *troppi conti* (VM strumentale)», oppure «Sono *felice* (DE positiva) quando faccio giusti gli *esercizi* (VM strumentale) *ma* (DE diventa negativa) poi *mi dimentico* tutto (CP bassa)». Da quest'ultimo esempio notiamo come la dimensione emotiva possa essere oggetto di variabilità nel breve spazio di una frase, esprimendo la fluttuazione emozionale che lo studente prova nell'atto matematico.

Nel complesso, su 14 testi condivisi dagli studenti, da sette di essi possiamo definire dei profili di *attitude* completi; i restanti, invece, esprimono un profilo parziale, in cui alcune dimensioni non sono inferibili. Un solo testo non presenta nessuna informazione riferibile all'*attitude* nei confronti della disciplina, ma suggerisce invece un cambiamento nell'organizzazione logistica dell'esame finale del corso. I dati sono sintetizzati nella **Tabella 4.3**.

Tabella 4.3. *I profili di attitude delineati dai testi degli studenti secondo il TMA.*

Disposizione Emotiva	**Visione della Matematica**	**Competenza Percepita**	**Occorrenze**

Mista	Strumentale	Bassa	3
Mista	Strumentale	Alta	2
Negativa	Strumentale	Bassa	1
Negativa	Relazionale	Alta	1
Negativa	Strumentale	-	1
Negativa	-	Bassa	4
Negativa	-	-	1
-	-	-	1

È interessante notare come un solo studente si caratterizza con una visione relazionale della matematica, unitamente a una disposizione emotiva negativa e un'alta competenza percepita; egli scrive: «*una materia noiosa, però una volta capiti i meccanismi non è poi così complicata*». *Capire il meccanismo* (VM relazionale) sembra essere l'elemento chiave, il segreto per andare bene in matematica, ma anche se così risulta *facile* (CP alta), rimane comunque una *materia noiosa* (DE negativa). Tra gli otto profili derivati dalla combinazione delle tre dimensioni dicotomiche del *Three Dimensional Model for Attitude* (Di Martino & Zan, 2010), questo è l'unico che non è mai emerso dai testi utilizzati per costruire il modello teorico. La comparsa di questo profilo "raro", chiamato anche *genuinamente negativo* (Di Martino, 2024), però, potrebbe anche essere dovuto a un errore nell'interpretazione della frase scritta dallo studente, causata a sua volta dalla mancata possibilità di approfondire l'esperienza matematica dell'autore della frase: l'espressione "capiti i meccanismi" potrebbe infatti alludere a meccanismi procedurali o esecutivi e potrebbe dunque riferirsi a una visione strumentale della disciplina. In questo lavoro, dunque, ci limitiamo a riportare l'emergere di questo possibile profilo, che necessita di ulteriori e futuri approfondimenti.

Le espressioni da cui non è stato possibile definire un profilo completo di

attitude, però, sono ugualmente interessanti per il docente al fine di costruire una propria idea del gruppo classe con cui sta entrando in relazione: questi studenti non hanno espresso una visione della matematica definibile, poiché hanno trattato prevalentemente il tema della propria esperienza emotiva, ma hanno comunque parlato di sé dichiarando un vissuto «*doloroso*», «*frustrante*», «*un'interminabile agonia*» (DE negativa) e hanno raccontato dell'esame di matematica e della disciplina stessa come «*impossibile da superare*» perché «*la disimparo in 2 secondi*» (CP bassa), descrivendo un atteggiamento di «*rinuncia, profonda rinuncia*».

Analisi dei meme: «*Quando prendo 18 copiando, con appunti e sette aiutanti da casa*»

L'analisi dei *meme* ci permette di esplorare gli atteggiamenti attraverso un linguaggio visivo e culturale, altrettanto ricco di significato. Dei 33 *meme* e GIF condivisi su Padlet, 28 sono reaction *meme*, la cui struttura solida trasmette un messaggio validato e riconosciuto dalla comunità di Internet, mentre 5 sono invece *meme* prodotti dagli studenti stessi, le cui sfaccettature di significato necessiterebbero di ulteriori approfondimenti per essere compresi a pieno (mediante, ad esempio, interviste).

Vediamo il caso riportato in **Figura 4.11**, che rappresenta un *meme* prodotto da uno studente. Il *form* del *meme* ("Left Exit 12 Off Ramp") rappresenta un'automobile che a tutta velocità esce dalla tipica autostrada americana (KnowYourMeme, 2017a). Nella sua versione originale, il *content* è una situazione di bivio in cui, tra qualcosa che il soggetto disapprova e qualcosa che preferirebbe, l'automobilista-soggetto sterza verso la propria preferenza (*stance*). L'immagine a sinistra nella **Figura 4.11** è un *meme* che utilizza questa base e la cui costruzione è "conforme" alle norme implicite legate a questo specifico oggetto culturale; esso trasmette il messaggio che la scuola, tra insegnare cose necessarie da sapere e cose inutili, scelga la seconda.

Nel caso dell'immagine a destra, però, l'autore del *meme* rimane fedele al

concetto di bivio e di "oggetto di disapprovazione", ma decide di non etichettare qualcosa che preferirebbe *al posto* della matematica. Inoltre, posiziona l'etichetta "la matematica" diversamente rispetto alle mutazioni più comuni del *meme*. Questa mutazione non-standard del *meme* "Left Exit 12 Off Ramp" sembra dunque comunicare che qualsiasi alternativa alla matematica sembra andare bene, non importa quale essa sia. A livello di *attitude*, quindi, è immediato percepire una disposizione emotiva di tipo negativo, oltre che una bassa competenza percepita, vista l'importanza data all'evitamento della disciplina. Non possiamo concludere nulla con le informazioni in nostro possesso in merito al tipo di visione della matematica, se relazionale o strumentale; sarebbe necessario, in questo caso, intervistare l'autore del *meme* e utilizzare un impianto teorico apposito (vedi ad esempio Bini, 2023).



***Figura 4.11**. Meme prodotto da uno studente e condiviso su Padlet e una mutazione della sua base.*

Diverso è invece il caso dei *reaction memes*, di cui abbiamo un esempio in **Figura 4.12**: è il *reaction memes* "Zach Galifianakis Math", tratto dal film *The Hangover* ("Una notte da leoni", in italiano). Il *form,* ovvero la parte figurale, è un singolo frame del film in cui Alan, un personaggio stereotipicamente non brillante interpretato dall'attore Zach Galifianakis, vede davanti a sé equazioni e formule matematiche mentre cerca di mettere in pratica le tecniche lette in un libro per contare le carte a blackjack. Questo

meme, spesso utilizzato nella sua versione GIF, è usato come *reaction image* in risposta a qualcosa che ci confonde (KnowYourMeme, 2009). Il messaggio trasmesso da questo *meme* è quindi legato sia alla sensazione di confusione (*content*) sia all'identificazione con il personaggio di Alan (*stance*), uno "stupido" che si sente "intelligente" quasi per caso.

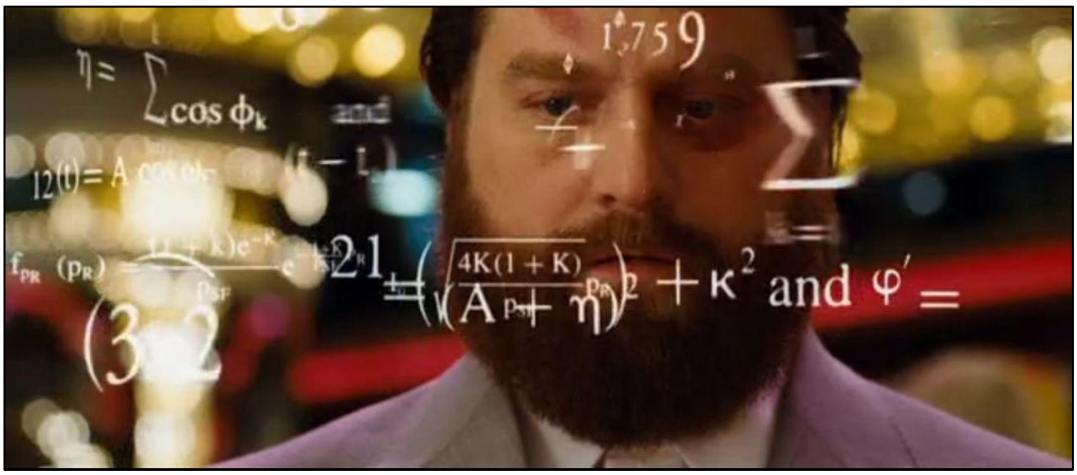


Figura 4.12. *Meme: "Zach Galifianakis Math".*

Dall'analisi di questo *meme* possiamo capire molto dell'*attitude* dello studente che ha deciso di appuntarlo nel Padlet: quando fa matematica si sente come Alan, confuso, essenzialmente poco brillante con rari momenti di illuminazione (DE negativa e CP bassa) e circondato da formule che frullano nella sua testa senza sosta (VM strumentale).

Per esprimere emozioni simili, gli studenti hanno utilizzato anche altri *meme*, di cui possiamo vedere alcuni esempi in **Figura 4.13**: "*Side Eyeing Chloe*" (nella versione "*Math Lady*", in alto a sinistra), "*Napoleon There Is Nothing We Can Do*" (in alto, il secondo da sinistra), "*Cristiano Ronaldo Celebration*" (in alto, il terzo da sinistra), e altri.



Figura 4.13. *Alcuni meme condivisi dagli studenti.*

Anche con questi oggetti, grazie a un approccio integrato, è possibile delineare dei profili di *attitude* usando opportune lenti teoriche come quelle qui presentate, necessarie per interpretare i *meme* scelti dagli studenti per raccontare il loro rapporto con la matematica. Così come è accaduto per i testi, non da tutti i *meme* è possibile determinare tutte e tre le dimensioni dell'atteggiamento nei confronti della disciplina, in particolare perché non sempre è evidente quale sia la visione della matematica intrinsecamente espressa dalla *reaction* selezionata.

È importante evidenziare come, anche senza un'analisi approfondita dei significati o dell'utilizzo contestuale che la *memesfera* fa di questi oggetti culturali, essi ci trasmettano comunque un'idea di quella che è l'esperienza matematica della classe a partire dalle frasi o dalle espressioni facciali rappresentate: se domandiamo agli studenti di raccontarci il loro rapporto con la matematica e loro rispondono con "*[despair intensifies]*" (presente in **Figura 4.13**, in basso in posizione centrale), forse non riusciremo a discernere in modo dettagliato la loro visione della disciplina o la loro competenza percepita, ma sarà ragionevole concludere che la matematica non è tra le loro materie preferite.

È interessante notare come nessun *meme* condiviso dagli studenti sia espressione di un rapporto positivo con la disciplina, in nessuna delle tre

dimensioni di cui l'*attitude* si compone. Dei 33 *meme* condivisi, infatti, 12 esprimono un profilo completo di *attitude*, tutti afferenti al cosiddetto *profilo fatalista* (Di Martino & Zan, 2009), in cui una disposizione emotiva negativa nei confronti della disciplina si associa a una visione della matematica di tipo strumentale e a una bassa competenza percepita. Dai restanti non è possibile estrapolare una visione della matematica definita, ma da essi possiamo individuare sicuramente una disposizione emotiva negativa e, in parte, anche una bassa competenza percepita. Per maggiore chiarezza riportiamo questi dati nella **Tabella 4.4**.

Tabella 4.4. *Le dimensioni dell'attitude delineate dai meme degli studenti secondo il TMA.*

Disposizione Emotiva	Visione della Matematica	Competenza Percepita	Occorrenze
Negativa	Strumentale	Bassa	12
Negativa	-	Bassa	15
Negativa	-	-	6

Il fatto che la disposizione emotiva emergente nel contesto di coloro che hanno usato i *meme*, però, sia esclusivamente negativa non stupisce: l'ironia riguardante emozioni negative che è alla base di questi contenuti (Davison, 2020; Dynel, 2016), infatti, svolge un ruolo culturale poliedrico fornendo sollievo in modo catartico (Onanuga, 2020), evidenziando i disagi per favorire una presa di coscienza personale e sociale (Terzimehić et al., 2021), e rafforzando empaticamente i rapporti interpersonali con chi vive situazioni simili alle nostre (Wu & Chen, 2021).

Per quanto densa di ironia, quindi, "l'aria" che respiriamo in classe è quella di un gruppo di studenti che nell'ora di matematica non ha trovato il proprio posto e per questo ci sta poco volentieri, e, quando è lì, è travolto da una vasta gamma di emozioni negative.

4.2.4 Le atmosfere e i significanti brevi o incompleti

L'atmosfera di un'aula, o il suo *clima*, «*è difficile da definire, sfuggente da misurare, eppure è immediatamente riconoscibile quando viene vissuta*» (Evans et al., 2009, p. 132). Non è nei nostri obiettivi entrare nel dettaglio di questo concetto o delle sue applicazioni alla didattica della matematica, ma sarà utile conoscere il significato di atmosfera per comprendere meglio le analisi dei contenuti postati dagli studenti; ne daremo quindi dei cenni. Nel suo recente senso teorico, la nozione di atmosfera è stata introdotta dalla filosofia, influenzando diversi ambiti di ricerca come l'architettura, la psicopatologia e la pedagogia; essa nasce dalla necessità di tenere in considerazione le emozioni nella loro dimensione spazializzata ed intersoggettiva.

Le atmosfere riescono anche a rendere conto del versante vissuto della produzione dei significati culturali, permettono di aprire una finestra sul mondo interiore ed emozionale della classe (Hasse, 2006), senza il quale l'interpretazione è esclusivamente razionale e testuale e dunque limitata e riduttiva; l'essere umano non è solamente una «*brainmachine cognitiva*» (Hasse, 2006, p. 98) ma ha un mondo emotivo che non può essere trascurato, in particolare quando si cerca di estrarre informazioni e significati dagli oggetti culturali che esso ha prodotto o con cui sta interagendo. Le atmosfere sono per definizione «*un frammezzo, una quasi-cosa tanto presoggettiva e preoggettiva da poter essere considerata transizionale*» (Griffero, 2013, p. 41), e mantengono una nozione di vaghezza che non si presta alla misurazione. Si perderebbe tuttavia un elemento qualitativo di grande rilievo se si decidesse di scartare le atmosfere per le loro caratteristiche intrinseche, in quanto portatrici di un vissuto che influenza l'aula e l'apprendimento che ha luogo al suo interno. Vedremo che, mentre in alcuni contesti non sarà possibile determinare l'atteggiamento nei confronti della matematica utilizzando il *framework* del *Three Dimensional Model for Attitude*, poiché il significante è di per sé troppo poco strutturato per essere osservato mediante questo tipo di modello interpretativo, è possibile però rilevare un'atmosfera in quello specifico spazio intersoggettivo in analisi.

Di seguito, andremo ad analizzare proprio quei contenuti appuntati su Padlet che non ci permettono, a priori, di definire un profilo di *attitude* completo, poiché il messaggio implicito nell'oggetto comunicativo è parziale o non sufficientemente elaborato per trarne informazioni in merito; noteremo, inoltre, come spesso sia solo la dimensione della disposizione emotiva ad emerge con forza. In questo caso riusciremo comunque a percepire un clima sottostante il messaggio comunicato, un'atmosfera di negatività o positività che riempie l'aula e i suoi attori.

«*Non posso né scendere né salire*»: frasi tratte da *meme* o da contenuti virali

Per quanto riguarda le frasi derivanti da *meme* o da contenuti virali, esse sono semplificazioni tratte da contenuti più complessi e articolati, e risulta quindi difficile cogliere il messaggio che lo studente desidera trasmettere. La scelta di riportare solo parzialmente il contenuto di un *meme*, infatti, potrebbe essere dettato da "pigrizia" o da consapevolezza: nel primo caso, il significato che lo studente desiderava trasmettere è legato al *meme* nella sua interezza e dunque coinvolgerebbe anche la parte iconica non visibile dell'oggetto comunicativo, nel secondo caso, invece, dissezionare e selezionare un oggetto comunicativo assumerebbe un significato come azione di per sé, che non potrebbe essere trascurata in un'analisi più accurata. Per questo, degli elementi così "manchevoli" non sono interpretabili con strumenti "classici" ma necessitano di lenti teoriche *ad-hoc* che possano — o che quantomeno abbiano le potenzialità per — cogliere ciò che è, appunto, «*sfuggente da misurare, eppure immediatamente riconoscibile quando viene vissuta*» (Evans et al., 2009, p. 132).

Molte tra le frasi usate dagli studenti per descrivere il loro rapporto con la matematica sono entrate a far parte del linguaggio della GenZ e dunque è più semplice ricostruire — almeno in parte — il significato che è ad essi convenzionalmente associato, ad esempio grazie a raccolte come UrbanDictionary[35] (UD), usato per i termini inglesi o derivati da esso,

[35] (Urban Dictionary, s.d.)

Slango[36] (S), dizionario online dedicato ai neologismi e al gergo in lingua italiana curato dal popolo di Internet, l'Accademia della Crusca[37] (AC) per i termini già diffusi da qualche anno; altre ancora sono tratte dalla cultura pop e il loro significato è noto a coloro che conoscono il contenuto mediale originario, anche se la GenZ li ha trasformati in meme dando a queste frasi un significato più complesso ed evocativo. Alcuni esempi sono esplicati nella **Tabella 4.4**.

Tabella 4.4. *Alcuni esempi*

Frase tratta dal Padlet	**Significato**
Eskere troppo facile	Eskere = "Evviva!" (AC)
Toasted	(essere) incasinato, distrutto, stracciato (UD)
Va a giorni, materia *esotica*	Esotica = una cosa strana, particolare (S)
Uomini forti destini forti, uomini deboli destini deboli	Citazione dell'ex-allenatore di AS Roma L. Spalletti, a significare che le situazioni difficili richiedono una personalità forte per essere affrontate. Frase diventata meme.
Non posso né scendere né salire	Citazione del comico Aldo Baglio, a significare di trovarsi in una situazione di immobilità. Frase diventata meme.

Nonostante la natura di questi oggetti — ossia di porzione di oggetti comunicativi completi — non sempre permetta di approfondire il loro significato, essi comunicano comunque un clima, un'atmosfera, riconducibile in gran parte alla dimensione della disposizione emotiva degli studenti: la matematica è una disciplina difficile, *esotica*, è necessario essere forti per affrontarla perché spesso ci fa sentire in una situazione di impotenza. A volte può risultare facile, ma sembra essere sempre pronta a voltarci le spalle. Non è possibile trarre informazioni precise sulla percezione della materia, perché non si fa nessun riferimento alle

[36] (Slengo, s.d.)

[37] (Accademica della Crusca, s.d.)

motivazioni per cui la matematica risulta più o meno ostica. Per quanto riguarda la dimensione della competenza percepita, anch'essa non è ben definibile da questi contenuti, anche se possiamo avvertire globalmente un'insicurezza in merito alla possibilità di affrontare la disciplina: non ci si ritiene completamente in grado di affrontarla, perché, per farlo, bisogna farsi coraggio e buttarsi in questa avventura, con il rischio di venire ogni tanto *distrutti* o *ostacolati*.

«*Amore-odio*»: analisi delle parole e delle frasi brevi

Per quanto riguarda le parole e le frase brevi, la loro intelligibilità può essere paragonata ai contenuti affrontati nella sezione precedente: non sono esaustivi nel loro compito comunicativo, ma ciò non toglie che trasmettano un'atmosfera. Il termine «*amore-odio*», ad esempio, che dà il nome a questo paragrafo, presenta ben undici occorrenze. Anche altri interventi esprimono un rapporto ambiguo con la matematica, come «*interessante ma pari al mal di denti talvolta*», «*piacevole una volta che gli esercizi risultano*». Altri ancora sembrano fare riferimento a un rapporto positivo avvenuto nel passato, che è andato a degradarsi con il tempo, come «*bella finché c'erano solo i numeri*» e «*la amerei se fosse come alle elementari*»; queste, inoltre, comunicano anche una visione strumentale della matematica, disciplina strettamente legata al calcolo di base e alle operazioni elementari, da cui consegue una probabilmente bassa competenza percepita, dato che purtroppo ci si è lontani da quell'epoca in cui si riusciva ad affrontare questa (oramai) ostica disciplina. La maggior parte degli interventi esprime una dimensione emotiva totalmente negativa, comunicata attraverso l'uso di espressioni come «*confusione*», «*difficoltà e timore*», «*depressione*», «*ansia*», «*incubo*», «*timore*», «*fatica*», «*straziante*» e addirittura «*traumatica*»; da questo profilo sembrerebbe emergere anche una bassa competenza percepita, poiché viene posto un focus non solo su ciò che l'esperienza matematica fa percepire a livello emozionale, ma anche sullo «*sforzo e travaglio dell'intelletto*»[38] che caratterizza ciò che non si è in

[38] (Istituto della Enciclopedia Italiana, s.d.)

grado di affrontare con flessibilità e sicurezza, che è *complicato* e comporta *fatica*.

Anche qui è possibile cogliere in maniera abbastanza netta gli aspetti della dimensione emotiva (DE) dell'*attitude*, e, in mancanza di informazioni che provino a spiegare le cause di quest'ultima, solo in alcuni casi quelli della competenza percepita (CP) e alla visione della matematica (VM), come possiamo vedere nella **Tabella 4.5**.

Tabella 4.5. *Classificazione delle frasi rispetto alle tre dimensioni del TMA.*

	Disposizione Emotiva	**Visione della Matematica**	**Competenza Percepita**	**Occorrenze**
Mi piace la matematica	Positiva	-	-	4
L'amerei se fosse come alle elementari / Alle medie la amavo	Mista	Strum.	(prob.) bassa	5
Interessante ma pari al mal di denti talvolta	Mista		(prob.) bassa	1
Amore-odio / Borderline	Mista	-	-	11
Interessante ma qualche volta complessa / Se si capisce il meccanismo risulta più facile fare gli esercizi / Piacevole una volta che gli esercizi risultano	Mista	-	-	5

Troppe cose da ricordare	Negativa	Strum.	(prob.) bassa	4
Se mi fate calcolare ancora il delta salto dal balcone / La calcolatrice vietata all'esame è una cavolata	Negativa	Strum.	-	3
Moltissima difficoltà / Difficoltà e timore / Depressione / Stress / Nervosismo / Troppa fatica / Incubo / Tortuoso / Traumatica	Negativa	-	Bassa	19
La capisco ma non mi piace	Negativa	-	(prob.) alta	1
Non mi piace / Mai piaciuta / La odio	Negativa			7

Come notiamo non mancano i casi limite, nei quali le emozioni sono così forti e polarizzanti da non necessitare, secondo gli studenti, di ulteriori informazioni: "*Mi piace*" e "*La odio*".

In generale, però, notiamo come è uno solo il profilo caratterizzato da una disposizione emotiva positiva e le cui occorrenze sono molto basse, e uno solo è anche il profilo caratterizzato da una competenza percepita (probabilmente) alta. Non compaiono mai evidenti riferimenti a una visione della matematica di tipo relazionale.

Anche in questo caso, quindi, possiamo concludere che l'atmosfera di *attitude* che i termini utilizzati ci fanno percepire è complessivamente tendente al negativo.

4.2.5 Categorie interpretative e conclusioni

Questa esperienza didattica ha offerto uno strumento utile per la raccolta di dati attitudinali e un'occasione per attivare un ascolto autentico delle narrazioni che gli studenti della Generazione Z scelgono di condividere, contribuendo a costruire una didattica più sensibile alle soggettività. A partire da questa prospettiva, l'analisi dei contenuti postati sul Padlet è stata condotta alla luce delle categorie portanti del costrutto dell'atteggiamento verso la matematica: visione della disciplina, disposizione emotiva e competenza percepita (Di Martino & Zan, 2010).

L'integrazione con la cornice teorica proposta da Shifman (2013) per l'analisi dei *meme* ha consentito di ampliare il campo di osservazione anche ai contenuti non verbali, permettendo una lettura sfaccettata e stratificata dei vissuti degli studenti. Nell'approccio adottato gli elementi del modello di Shifman sono stati incorporati nel TMA in modo da arricchirne il potenziale interpretativo senza comprometterne la struttura originaria.

Attraverso la combinazione di questi strumenti teorici, sono emersi profili di *attitude* sfaccettati. Alcuni studenti hanno mostrato una disposizione emotiva negativa, associata a una visione fortemente strumentale della matematica e a una bassa percezione di competenza — il cosiddetto *profilo fatalista*. In altri casi, si sono evidenziate combinazioni più ibride, con elementi positivi sul piano emotivo ma incertezza rispetto alla propria efficacia personale. In generale, la molteplicità dei formati comunicativi scelti — meme, immagini ironiche o malinconiche, brevi testi autobiografici — ha rappresentato essa stessa un indice di coinvolgimento emotivo e di investimento personale.

Per analizzare i contenuti, è stata adottata una griglia interpretativa costruita sulla base delle tre dimensioni del TMA. Ogni post è stato letto alla ricerca di indizi relativi alla disposizione emotiva (positiva/negativa), alla visione della matematica (relazionale/strumentale) e alla competenza percepita (alta/bassa), tenendo conto sia del linguaggio esplicito che delle implicazioni visive e simboliche. Nei *meme*, ad esempio, l'uso dell'ironia, della parodia o dell'esagerazione è stato interpretato come possibile indicatore di distanza emotiva, frustrazione o rassegnazione.

L’assegnazione dei profili ha quindi richiesto una lettura multilivello, attenta al contesto comunicativo e al significato culturale delle immagini condivise.

L’utilizzo del Padlet si è rivelato particolarmente efficace nel creare uno spazio comunicativo accessibile, informale, in cui gli studenti hanno potuto esprimersi con maggiore libertà rispetto ai canali tradizionali. Questo ha fornito al docente strumenti preziosi per cogliere criticità, risorse e nodi affettivi altrimenti invisibili, e ha contribuito a costruire una prima mappa delle rappresentazioni interne della matematica presenti nella classe.

Tali esiti rafforzano l’ipotesi che strumenti narrativi e digitali possano costituire un canale privilegiato per accedere ai vissuti affettivi e cognitivi degli studenti, rendendoli visibili e pensabili anche nel contesto universitario.

4.3 Il progetto *Ri-Formuliamo*

Questo paragrafo tratterà di un progetto sviluppato a partire da un'idea della prof.ssa Paola Morando e della prof.ssa Maria Luisa Sonia Spreafico, che ha coinvolto gli studenti della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari dell'Università degli Studi di Milano durante il corso di matematica dell'anno accademico 2023/2024. In linea con le categorie interpretative individuate per l'analisi delle esperienze didattiche, verranno qui prese in considerazione principalmente la dimensione della *visione della matematica* e quella delle *strategie di studio e adattamento*. Una prima versione di questa analisi è stata presentata in una pubblicazione precedente (Morando et al., 2024), qui ripresa e rielaborata alla luce del più ampio quadro teorico di riferimento della presente tesi.

L'attività, centrata sulla costruzione guidata di un formulario personale da utilizzare durante l'esame finale, è stata pensata e progettata a partire dal desiderio di contrastare alcune convinzioni ricorrenti degli studenti che li portano a percepire il corso di matematica come un ostacolo "insormontabile" in quanto fortemente mnemonico, con "troppe" formule da sapere a memoria, e a sentirsi conseguentemente privi degli strumenti adatti per affrontarlo (Bandura, 1997). Contemporaneamente, l'intento era quello di favorire negli studenti uno studio più critico, stimolando la riflessione sul materiale didattico necessario a individuare i punti chiave dei temi trattati (Gueudet & Pepin, 2018; Kock & Pepin, 2018). Abbiamo dunque chiesto agli studenti di costruire un formulario personale da portare con sé all'esame, che contenesse tutto ciò che ritenessero essenziale purché discusso e approvato dal docente. Il formulario ha dunque assunto una duplice funzione: da un lato, supporto concreto durante la prova scritta e dall'altro, strumento di riflessione e selezione critica del sapere matematico.

La *ratio* che ha condotto alla progettazione di questa attività nasce da un'esperienza diretta maturata negli anni, in particolare durante le revisioni dei formulari degli studenti con Disturbi Specifici dell'Apprendimento

(DSA), per l'approvazione preesame[39]. Molti di questi, infatti, contengono spesso informazioni irrilevanti rispetto agli obiettivi e agli argomenti trattati nel corso, spesso tratte da schemi reperibili gratuitamente sul *web* e non personalizzate né rielaborate dallo studente. Un esempio di tali materiali è riportato in **Figura 4.15**.

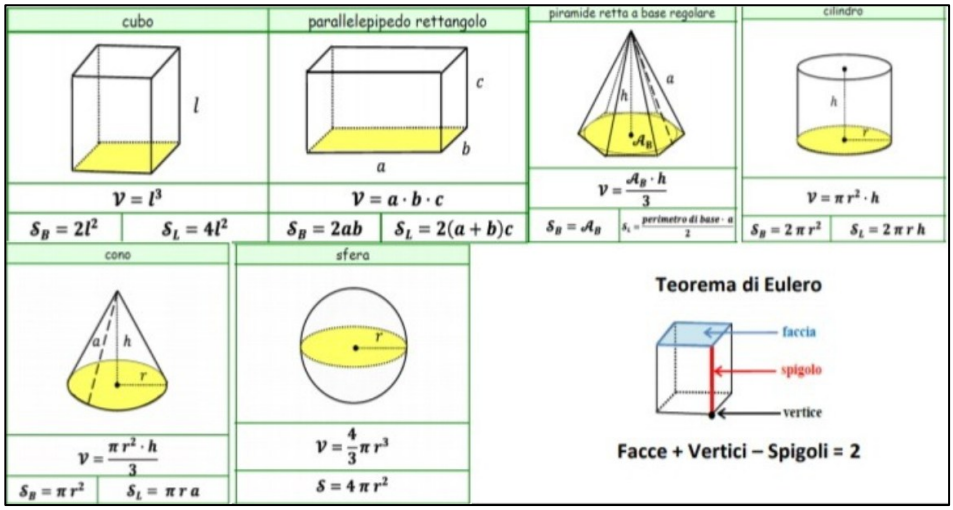


***Figura 4.15**. Esempio di informazioni non pertinenti al corso presenti nel formulario di uno studente.*

In realtà, nel corso di matematica in cui questa esperienza si colloca, le nozioni mnemoniche richieste sono limitate e riguardano esclusivamente i fondamenti dell'Analisi (sviluppi asintotici al primo ordine, regole di derivazione e integrazione, etc.). Tuttavia, gli studenti sembrano percepire queste nozioni come l'ostacolo principale al superamento dell'esame, o quantomeno è la narrazione che spesso riportano a noi docenti del corso. Questa convinzione è, a nostro avviso, particolarmente legata sia alla visione che gli studenti hanno della disciplina (strumentale o relazione; Skemp, 1978), sia alle loro *teorie implicite del successo* (Nicholls et al., 1990), ovvero ciò che essi credono sia necessario fare per "avere successo" in matematica

[39] Come previsto dalla Legge 170/2010 e dalle relative Linee guida (2011), gli studenti con DSA hanno diritto all'uso di strumenti compensativi, tra cui formulari, durante le prove d'esame. Tuttavia, la valutazione e l'autorizzazione specifica di tali strumenti ricade sotto la responsabilità dei singoli atenei, nell'ambito della loro autonomia regolamentare.

— oltre che al significato stesso che attribuiscono al concetto di successo in matematica. Nel contesto di questo corso, molti studenti ritengono che per superare l'esame sia necessario memorizzare una grande quantità di nozioni, e che quindi, in assenza di un talento innato per la disciplina o di una memoria straordinaria, siano inevitabilmente destinati al fallimento. Questa tendenza ad attribuire il proprio insuccesso a cause incontrollabili (Weiner, 1986) può costituire un vero e proprio blocco per l'apprendimento, poiché induce gli studenti a credere di non avere alcun potere d'azione sul proprio percorso, perché la disciplina stessa è "impossibile" (*cause esterne*), e/o perché mancano delle capacità innate necessarie — come una memoria "straordinaria" — per affrontarla con successo (*cause interne*).

Per questi motivi è stata progettata l'attività didattica denominata "*Ri-Formuliamo*", con l'obiettivo di offrire agli studenti momenti di riflessione in merito al materiale didattico a loro disposizione e al loro metodo di studio, e di guidarli verso la strutturazione di strategie più efficaci in ambito universitario. Riflettere su cosa "portare all'esame", infatti, induce gli studenti ad analizzare con maggiore attenzione i materiali didattici, alla ricerca di formule e concetti fondamentali. A nostro parere, l'atto di selezionarli, rielaborarli personalmente e inserirli in un formulario rappresenta, di per sé, un primo passo verso uno studio più ragionato e consapevole. Oltre a rappresentare un'opportunità concreta per supportare la preparazione all'esame, il progetto *Ri-Formuliamo* ha costituito anche un'occasione per osservare da vicino le modalità con cui gli studenti si relazionano allo studio universitario e costruiscono il proprio sapere matematico. In quest'ottica, si è cercato di leggere i formulari prodotti anche come tracce dei processi cognitivi e metacognitivi attivati dagli studenti.

Nel prossimo paragrafo verranno descritte nel dettaglio le modalità di svolgimento dell'attività e gli strumenti utilizzati per la raccolta e l'analisi dei materiali.

4.3.1 Lenti teoriche e obiettivi dell'attività

Come discusso nei capitoli precedenti, la transizione al mondo

dell'istruzione universitaria comporta diffuse difficoltà legate ai contenuti e soprattutto al cambiamento, nello studente, nella modalità di relazione con il sapere matematico e nella gestione autonoma del proprio apprendimento (Gueudet, 2023).

All'interno di questo quadro più ampio, *Ri-Formuliamo* nasce con l'intento di scardinare alcune convinzioni in merito successo in matematica, come l'idea che basti una buona memoria per superare l'esame, e che il possesso di un qualsivoglia "talento naturale" sia condizione necessaria per affrontare la disciplina. Proponendo un'attività centrata sulla costruzione di un formulario personale, si è voluto agire sia sulla componente cognitiva (rilettura dei contenuti fondamentali), sia su quella metacognitiva (consapevolezza delle proprie strategie e difficoltà), dando poi agli studenti uno strumento che facesse loro da "coperta di Linus" agendo così sulla componente emotiva.

In questo senso, il formulario voleva rappresentare uno "strumento-ponte": inizialmente percepito dagli studenti come un mezzo compensativo, il desiderio era che venisse gradualmente trasformato in oggetto di riflessione critica e selezione consapevole dei contenuti, incoraggiando una visione più relazionale della matematica e l'adozione di strategie di studio più autonome e adeguatamente strutturate per la matematica universitaria.

Per favorire questo cambiamento, l'attività è stata distribuita in più fasi durante il semestre — quattro, ognuna delle quali al termine di un macro-argomento portante del corso — e accompagnata da momenti di confronto con il docente. Tale progettazione ha voluto anche prevenire la tendenza diffusa a concentrare lo studio nei giorni immediatamente precedenti l'esame, promuovendo invece una pianificazione regolare e una maggiore responsabilizzazione individuale.

A supporto di questo processo sono stati organizzati, durante il semestre, una serie di incontri individuali tra docente e studenti, in cui ciascuno aveva la possibilità di sottoporre il proprio formulario per una revisione intermedia. Questi colloqui si configuravano come spazi di confronto uno-a-uno, in cui veniva fornito un *feedback* personalizzato in merito alla selezione dei contenuti, alla struttura del formulario e alle scelte operate

dallo studente. Al termine dell'incontro, il docente apponeva un timbro con la dicitura "Formulario Approvato" (**Figura 4.16**), che certificava l'avvenuta discussione e approvazione dello stato attuale del lavoro. Questo passaggio, pur semplice, voleva assumere un valore simbolico forte: da un lato forniva una conferma tangibile del percorso svolto, dall'altro contribuiva a rafforzare la percezione di autoefficacia e il riconoscimento del proprio impegno.



***Figura 4.16**. Il timbro "Formulario Approvato".*

Gli stili d'apprendimento

Un ulteriore momento di riflessione introdotto durante l'attività è stata l'esplorazione del proprio stile di apprendimento, inteso come le preferenze individuali che ciascuno manifesta nel modo di ricevere, elaborare e organizzare le informazioni. Sebbene non vi siano evidenze sperimentali in merito all'efficacia nell'adattare l'insegnamento agli stili di apprendimento (Pashler et al., 2008), l'utilizzo che ne è stato fatto in questo contesto ha avuto un intento puramente metacognitivo, volto a creare un'occasione circoscritta di riflessione consapevole sulle proprie preferenze e strategie. Il bisogno di consapevolezza rispetto ai propri processi di apprendimento, infatti, è ampiamente riconosciuto nella letteratura sull'autoregolazione come elemento centrale (Zimmerman, 2000), ma nonostante questo difficilmente trova uno spazio adeguato nei percorsi scolastici pre-universitari. In particolare, nel caso della matematica, molti studenti arrivano all'università con un'esperienza di apprendimento fortemente centrata sulla ripetizione di procedimenti forniti dal docente, senza che venga promossa né una riflessione sul *come* si apprende, né un'elaborazione personale delle strategie proposte alla lavagna (De Guzmán et al., 1998; Gueudet, 2023; Hassel & Ridout, 2018; Tomlinson et al., 2023).

Il questionario sugli stili d'apprendimento proposto (Mariani, 2014) è ispirato a modelli classici della pedagogia come quelli di Kolb (1984), Gardner (1983), Pask (1976) e Fleming & Mills (1992), e si articola secondo una struttura tridimensionale che consente allo studente di riconoscere le proprie preferenze all'interno di ciascuna area.

L'area A, ispirata al modello VARK (Fleming & Mills, 1992), si focalizza sui canali sensoriali, distinguendo tra *Visuale-Verbale* (apprendimento attraverso testi scritti), *Visuale-Non-Verbale* (immagini e rappresentazioni grafiche), *Uditivo* (apprendimento attraverso l'ascolto), e *Cinestetico* (apprendimento attraverso l'azione e il movimento).

L'area B, che richiama la dicotomia proposta da Pask (1976), distinguendo tra stile *Analitico*, caratterizzato da un approccio sequenziale, dettagliato e lineare, e stile *Globale*, orientato a una visione olistica e sintetica delle informazioni. Queste differenze influenzano non solo l'approccio allo studio, ma anche il modo in cui si affrontano compiti complessi: mentre lo stile analitico tende a scomporre e procedere in modo lineare, quello globale cerca *pattern* e connessioni, anche a costo di una minore attenzione ai dettagli.

L'area C, infine, riguarda l'ambiente sociale dell'apprendimento, se lo studente apprende meglio in modo *Individuale* oppure in modalità *Collaborativa*. Questo aspetto si ricollega alla vasta letteratura sul *cooperative learning*, in particolare agli studi di Johnson & Johnson (1989), i quali evidenziano i benefici dell'apprendimento in gruppo per lo sviluppo di competenze sociali, motivazionali e cognitive. Lo stile individuale, al contrario, valorizza l'autonomia e la responsabilità personale: è preferito da chi trae maggiore beneficio da tempi e ritmi propri, e predilige la riflessione personale rispetto al confronto immediato.

Lo strumento non aveva finalità diagnostiche, né è stato utilizzato per classificare rigidamente gli studenti. Come detto, è stato proposto come occasione di riflessione sulle proprie strategie d'apprendimento, dando inoltre l'occasione al docente di mostrare diverse modalità con cui è possibile rappresentare e organizzare i contenuti — come, ad esempio, la visualizzazione grafica o tabellare di informazioni, o l'uso del *color coding*

nei propri appunti — offrendo agli studenti strumenti per pensare in modo più consapevole alla costruzione del proprio formulario ed allontanare l'idea di un modello unico e predefinito composto da un "elenco di formule".

Conoscere il proprio stile di apprendimento — o, più realisticamente, riflettere sulle proprie preferenze — consente di rivedere la propria organizzazione del tempo (Van Der Meer et al., 2010), la selezione dei materiali (Kock & Pepin, 2018) e l'approccio allo studio universitario nel suo complesso (Zimmerman, 2000), contribuendo a rafforzare la fiducia nelle proprie possibilità di cambiamento (Bandura, 1997). In questo modo si è tentato di trasformare il formulario, da supporto tecnico per affrontare l'esame, in uno spazio personale di rielaborazione e appropriazione del sapere, in cui gli studenti hanno potuto integrare le proprie strategie cognitive con una riflessione metacognitiva più ampia.

4.3.2 Scelte metodologiche

In questo paragrafo verranno descritti nel dettaglio il contesto, le fasi operative e gli strumenti utilizzati nell'esperienza didattica.

L'attività è stata proposta nel corso di Matematica presso la Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari dell'Università degli Studi di Milano, durante il primo semestre dell'anno accademico 2023/2024. Il gruppo classe era composto da circa 180 studenti, frequentanti il Corso di Laurea di Agricoltura Sostenibile (AS) e Produzione e Protezione delle Piante e dei Sistemi del Verde (PPPSV). La partecipazione era facoltativa e tutte le attività si sarebbero svolte durante il corso di tutorato parallelo a quello curricolare, per un totale di 2 ore didattiche aggiuntive settimanali.

L'attività si è articolata in più fasi, distribuite lungo l'intero semestre:

1. Introduzione del progetto: durante la prima lezione curricolare, la docente del corso — prof.ssa Maria Luisa Sonia Spreafico per PPPSV e prof.ssa Paola Morando per AS — ha presentato l'obiettivo dell'attività, illustrando la possibilità di costruire un formulario personale da utilizzare in sede d'esame e la programmazione degli incontri durante il semestre;
2. Questionario sugli stili di apprendimento: durante la prima lezione

di tutorato è stato somministrato un questionario ispirato a modelli classici della pedagogia (Kolb, 1984; Gardner, 1983; Pask, 1976; Fleming & Mills, 1992), con l'intento di offrire agli studenti uno strumento iniziale per riflettere sulle proprie preferenze cognitive. Sono stati forniti alcuni suggerimenti pratici su come personalizzare il formulario in coerenza con tali preferenze, ad esempio attraverso l'uso di schemi, colori, tabelle o note esplicative;

3. Costruzione progressiva del formulario: gli studenti hanno potuto consegnare il proprio formulario in quattro momenti differenti durante il semestre, circa a cadenza mensile. Ogni versione veniva esaminata individualmente dal tutor di progetto — ruolo che è stato svolto da me — che verificava la coerenza dei contenuti con il programma svolto fino a quel momento. I formulari che non contenevano materiale estraneo al corso (come, ad esempio, schemi generici scaricati online) venivano approvati mediante un timbro con la dicitura "*Formulario approvato*", accompagnato dalla firma del tutor;
4. Incontri individuali di accompagnamento: ciascuna fase di consegna era preceduta da brevi colloqui facoltativi uno-a-uno tra studenti e tutor, volti a discutere le scelte compiute e offrire *feedback* personalizzati sul contenuto e sull'organizzazione del formulario;
5. Lezioni dedicate alla riflessione: a cadenza regolare (circa due incontri al mese), sono state organizzate lezioni laboratoriali dedicate alla riflessione metacognitiva e alla discussione collettiva sui contenuti del corso e sulla modalità di costruzione del formulario, con l'obiettivo di guidare gli studenti verso una selezione ragionata delle conoscenze.

Benché la partecipazione all'attività non fosse obbligatoria, per poter utilizzare il formulario durante l'esame era necessario aver ottenuto l'approvazione della versione finale, che doveva rispettare due semplici criteri minimi: un massimo di quattro pagine e contenuti coerenti con il programma del corso. Non veniva invece fornita alcuna indicazione o

limitazione sul formato né sui contenuti da inserire, così che ogni studente potesse riportare ciò che ritenesse più appropriato, valutando e selezionando autonomamente i contenuti del corso, permettendo un alto livello di personalizzazione dello strumento decidendo, ad esempio, se presentarne gli aspetti teorici (teoremi, formule), esempi di applicazione (parti di esercizi) o indicazioni per sé stessi ("fai attenzione a…"). Alcuni esempi saranno affrontati nei paragrafi successivi.

A partire dai risultati del questionario, sono stati forniti agli studenti alcuni spunti pratici su come personalizzare il proprio formulario, in coerenza con le preferenze emerse. Questi suggerimenti non erano vincolanti, ma avevano la funzione di offrire esempi di rappresentazione alternativa dei contenuti. Nella **Tabella 4.7** un esempio di *best practices* per lo studio in base al proprio stile di apprendimento (tratto da Mariani, 2014) mentre in **Figura 4.17** un esempio fornito agli studenti per mostrare diverse rappresentazioni dello stesso contenuto disciplinare.

Tabella 4.7*. Esempi di suggerimenti per il metodo di studio in base allo stile di apprendimento (Mariani, 2014).*

Area A	
STILE UDITIVO	
Preferisci	• Ascoltare una lezione piuttosto che studiare su un libro • Leggere a voce alta • Ripetere mentalmente • Partecipare a discussioni in classe • Lavorare con un* compagn* o a gruppi • Ascoltare una dimostrazione di come fare qualcosa piuttosto che leggere istruzioni scritte
Strategie suggerite	• Prima di leggere o studiare un capitolo, guarda titoli e figure e dì a voce alta di che cosa, secondo te, tratterà il capitolo, anche in base a ciò che ricordi delle lezioni

	• Riferisci a qualcun* ciò che hai studiato, fatti fare domande, studio con qualche compagn* oppure scrivi delle domande a te stess* e rispondi a voce alta • Leggi e riassumi le idee principali a voce alta. Se non ti è possibile, cerca comunque di "sentire" le parole nella mente mentre leggi • "Racconta" a voce alta la soluzione di un problema prima di trascriverla: cerca di spiegate a te stess* qual è il procedimento da seguire e perché • Registra le lezioni (chiedi sempre prima il consenso alla docente!), oppure registrati mentre leggi i tuoi appunti e riascolta gli audio per studiare e ripassare • Chiedi alla docente spiegazioni o istruzioni orali durante la pausa, al termine della lezione oppure chiedi un incontro online o un appuntamento • Lavora con un* compagn* a cui spiegare le cose che state studiando e da cui farti spiegare le cose che state studiando

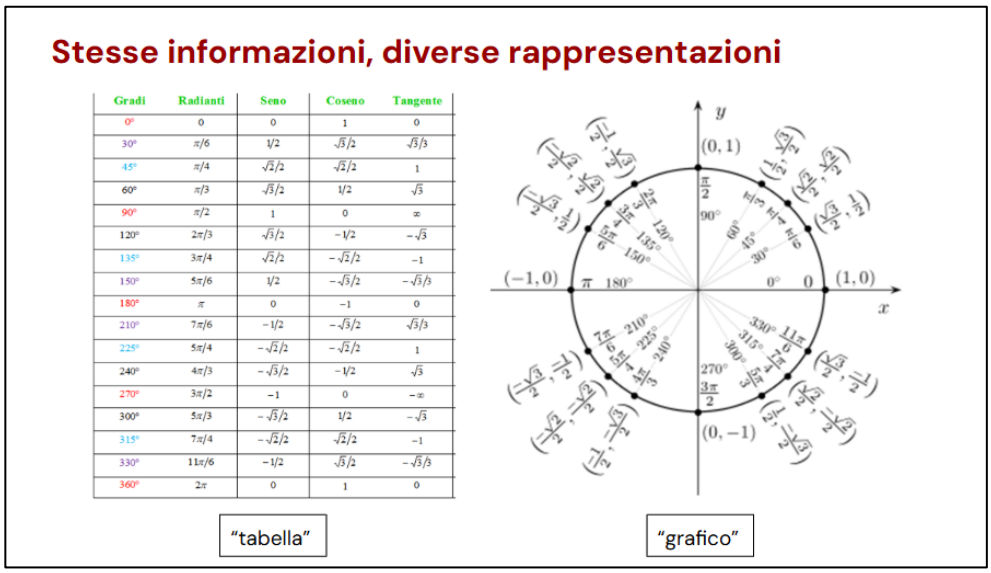


***Figura 4.17**. Esempio di diverse rappresentazioni dello stesso contenuto fornito agli studenti.*

Il timbro "*Formulario approvato*", apposto dal tutor al termine di ciascun colloquio, voleva avere sia una semplice funzione regolativa — in quanto attestava la coerenza dei contenuti e permetteva agli studenti di utilizzarlo durante l'esame — sia un valore simbolico, rafforzando la percezione di autoefficacia (Bandura, 1997) e il riconoscimento del proprio impegno.

Al termine del corso, all'interno del questionario generale di valutazione delle attività proposte, sono state inserite due domande esplorative sull'utilità percepita del progetto. Le risposte, raccolte tramite scala Likert, sono state utilizzate esclusivamente a fini descrittivi. Nel corso dell'attività sono stati raccolti alcuni formulari (nelle loro versioni finali) e i dati relativi alla partecipazione all'attività e agli esiti dell'esame. Quest'ultimi, in particolare, non sono stati letti come indicatori dell'efficacia del progetto, ma come elementi di contesto utili a capire chi ha scelto di partecipare, con quale coinvolgimento e in che misura ha portato a termine il percorso.

L'analisi dei materiali raccolti si è concentrata in particolare sulla struttura e l'organizzazione dei formulari, sulle scelte compiute dagli studenti nella selezione dei contenuti e sulle riflessioni emerse durante gli incontri individuali.

Nei paragrafi successivi verranno presentati alcuni esempi di formulari ritenuti particolarmente significativi, selezionati per mettere in luce i diversi approcci adottati dagli studenti e per evidenziare come la costruzione del formulario si sia intrecciata con la loro visione della matematica e con le strategie di studio messe in atto.

4.3.3 Analisi dei dati e dei contributi degli studenti

Hanno partecipato all'esperienza proposta 180 studenti, di cui 98 matricole (54%). Un elemento di contesto utile alla lettura dell'esperienza è rappresentato dai dati emersi dal questionario sugli stili di apprendimento, compilato da 112 studenti durante il primo incontro di tutorato. Le risposte, raccolte su tre dimensioni (sensoriale, cognitiva, sociale), restituiscono un quadro variegato e bilanciato. Nessuna preferenza sensoriale è risultata nettamente dominante (tutte intorno al 25%), segno di un'ampia

eterogeneità nei modi in cui gli studenti recepiscono e rielaborano l'informazione. Lo stesso vale per la dimensione cognitiva (55% analitico, 45% globale) e sociale (56% collaborativo, 44% individuale); i dati sono riassunti nella **Tabella 4.8**. Questi dati sembrano confermare la necessità di proporre un'attività che lasciasse ampio spazio alla personalizzazione, rendendo il formulario uno strumento flessibile e aperto, in grado di rispecchiare le preferenze, le abitudini e le strategie di ciascuno.

***Tabella* 4.8.** I risultati del questionario sugli stili di apprendimento

Area A	Visuale verbale	25,8%
	Visuale non-verbale	24,9%
	Uditivo	25,7%
	Cinestetico	23,6%
Area B	Analitico	55,3%
	Globale	44,7%
Area C	Individuale	44,3%
	Collettivo	55,7%

Le domande inserite nel questionario valutativo di fine corso, e raccolte tramite scala Likert da 1 a 5, mostrano una valutazione mediamente positiva del progetto, soprattutto in termini di supporto percepito alla preparazione (**Figura 4.18**, a sinistra). L'effetto sulla dimensione emotiva appare più variabile: alcuni studenti dichiarano che la presenza del formulario ha contribuito a ridurre l'ansia, mentre altri non ne hanno percepito un impatto rilevante (**Figura 4.18**, a destra). Non avendo utilizzato strumenti di raccolta dati e/o di osservazione specificatamente strutturati per evidenziare se e come l'attività abbia influito sull'apprendimento e gli aspetti emotivi ad esso legati, non possiamo concludere nulla in merito a queste due tematiche.

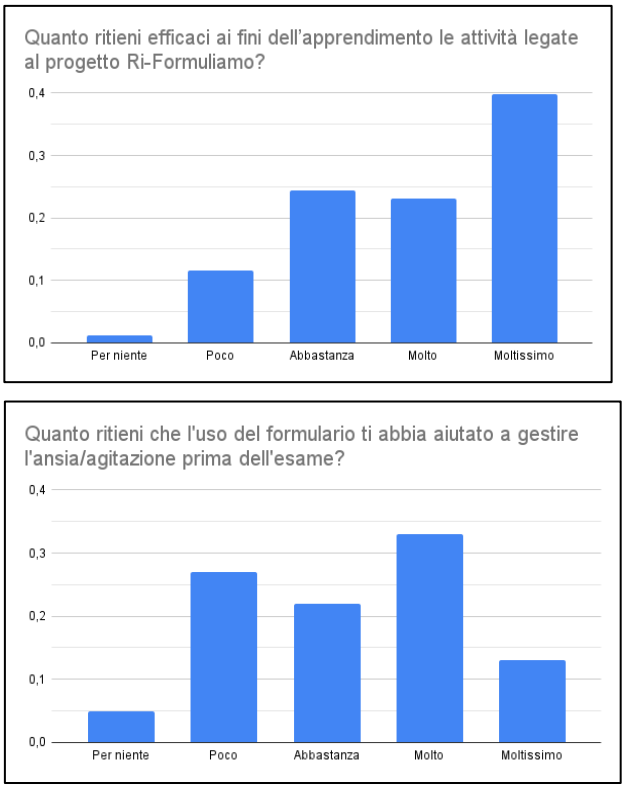


***Figure 4.18**. Grafici relativi ai dati raccolti mediante il questionario di fine corso.*

Nella **Figura 4.19** sono riassunti alcuni valori relativi alla partecipazione al progetto e ai risultati ottenuti durante l'esame. La partecipazione agli esami è calcolata contando le presenze degli studenti nelle prime due prove, somministrate a gennaio e febbraio, subito dopo la fine del corso; gli studenti che hanno partecipato a entrambe sono stati contati una sola volta. Dai dati si evince che quasi tutti gli studenti che hanno partecipato al progetto hanno poi tentato di sostenere l'esame (94%); questo dato appare ragionevole, in quanto è plausibile che gli studenti che hanno deciso di partecipare al progetto fossero consapevoli di dover rimanere aggiornati sul corso e sugli argomenti trattati per presentare ogni mese il formulario relativo a quel periodo, e che si siano quindi tenuti "in pari" con il programma del corso. Di questi, coloro che hanno superato l'esame sono stati più della metà, in proporzione maggiore rispetto alla percentuale di studenti che hanno provato l'esame e l'hanno superato (40%).

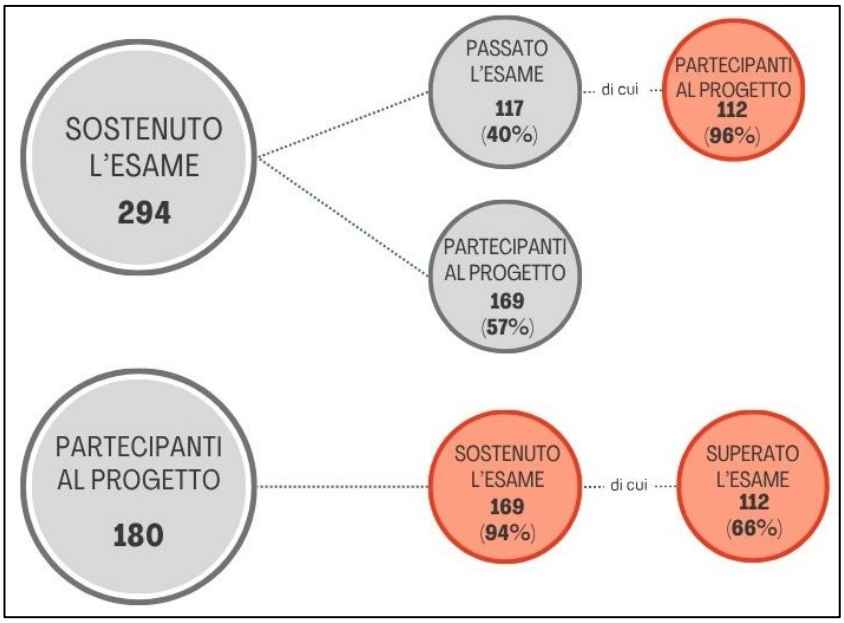


***Figura 4.19**. Qualche dato relativo agli studenti che hanno sostenuto l'esame e/o hanno partecipato al progetto.*

Al termine del corso, in occasione di alcuni momenti informali di scambio con gli studenti, sono emerse osservazioni spontanee che offrono uno spunto interessante per riflettere sul valore attribuito al formulario. Molti studenti hanno descritto lo strumento come un "appoggio", utile non tanto per la consultazione diretta durante l'esame, quanto per il ruolo che ha avuto nella gestione delle proprie emozioni durante l'esame. Come ha detto uno studente: *"Durante l'esame mi blocco, l'ansia mi paralizza, però col formulario almeno so che, se non ricordo qualcosa, posso andare a vederla. E questo mi tranquillizza."* Alcuni hanno anche sottolineato come, pur ritenendo il formulario indispensabile, lo abbiano consultato meno del previsto durante la prova, usandolo piuttosto al termine degli esercizi per controllare la correttezza di alcune strategie risolutive. Questo dato sembra coerente con uno degli obiettivi dell'attività, ossia far emergere che gli elementi da sapere "a memoria" sono in realtà pochi, e che la comprensione dei metodi e delle strutture è molto più rilevante. Tuttavia, anche laddove la consultazione effettiva è stata minima, la percezione di "avere qualcosa con sé" è rimasta centrale e rassicurante. In questo senso, il formulario è stato vissuto da alcuni come uno strumento capace di restituire un maggior senso di controllo, di fiducia e di preparazione.

4.3.4 Alcuni esempi significativi

In questo paragrafo verranno presentati alcuni esempi di formulari prodotti dagli studenti, selezionati in base alla loro capacità di mettere in luce approcci differenti alla matematica e modalità diverse di costruzione del sapere disciplinare. L'obiettivo è quello di evidenziare — attraverso casi concreti — come gli studenti abbiano affrontato il compito proposto, quali scelte abbiano compiuto, e quali rappresentazioni della matematica e dello studio emergano dai materiali. Le letture che seguono sono state guidate dalle categorie interpretative legate alla visione della disciplina (strumentale vs relazionale) e strategie di studio e adattamento.

I formulari analizzati in questa sezione non costituiscono un campione esaustivo, ma sono stati scelti in quanto ritenuti rappresentativi di approcci diversi — e talvolta in evoluzione — alla costruzione dello strumento proposto. I tre casi qui presentati illustrano modalità differenti di intendere il formulario: come semplice elenco tecnico, come strumento personale di comprensione, o come prodotto in trasformazione.

Caso 1 – Esempi di visione strumentale e strategie di studio ripetitive

Un primo gruppo di formulari, tra cui quelli mostrati nella **Figura 4.20**, si distingue per l'organizzazione sequenziale e compatta dei contenuti. Le informazioni sono ordinate per argomento, in forma sintetica e sotto forma di elenco: formule, definizioni, regole di calcolo sono disposte in blocchi e rispecchiano fedelmente il modo in cui gli argomenti sono stati presentati a lezione — stessi titoli, stesso ordine negli elementi delle tabelle etc.—, spesso corredate da titoli ed etichette descrittive essenziali, ma prive di commenti, esempi o collegamenti espliciti tra concetti.

Dal punto di vista della visione della matematica, sembra emergere una concezione strumentale, in cui il sapere matematico è identificato con un insieme di regole e algoritmi da conoscere e applicare correttamente.

Osservando questi formulari con la lente dell'apprendimento

autoregolato, sembrano emergere strategie di studio orientate alla ripetizione e alla memorizzazione, con un focus più sulla correttezza formale che alla comprensione. Questi formulari, infatti, sembrano trasmettere l'idea che per avere successo in matematica si debba "ricordare tutte le formule" (*pianificazione* minima o assente), che vadano ricordate in un certo ordine e che si debbano saper applicare meccanicamente (*esecuzione* meccanica). Il formulario si configura quindi come uno strumento che permette accessibilità rapida alle informazioni, ma lascia poco spazio alla rielaborazione personale (*riflessione* poco presente). Lo studente ha probabilmente adottato un approccio simile a quello utilizzato nei contesti scolastici precedenti, basato principalmente sul "fare tanti esercizi", e non ha ancora pienamente adattato il suo metodo alle richieste del contesto universitario, che prevederebbe invece una maggiore selezione critica delle informazioni e una rielaborazione personale.

In alcuni casi, la realizzazione del formulario è precisa e ordinata, a testimonianza di un investimento significativo in termini di tempo e cura; tuttavia, la mancanza di indizi metacognitivi o di riflessioni esplicite suggerisce che la costruzione dello strumento non sia stata percepita pienamente come un'occasione di riflessione personale. Pur non emergendo elementi di innovazione o trasformazione nelle strategie adottate, questi formulari sono preziosi per comprendere come alcuni studenti sembrino essersi affidati a modalità rassicuranti e familiari per affrontare questo compito, probabilmente prendendo spunto da schematizzazioni fatte durante le scuole superiori, a dimostrazione di quanto possa essere complesso attivare processi di cambiamento in assenza di supporti che sollecitino una riflessione più profonda su *cosa* studiare e *come* organizzare il sapere matematico.

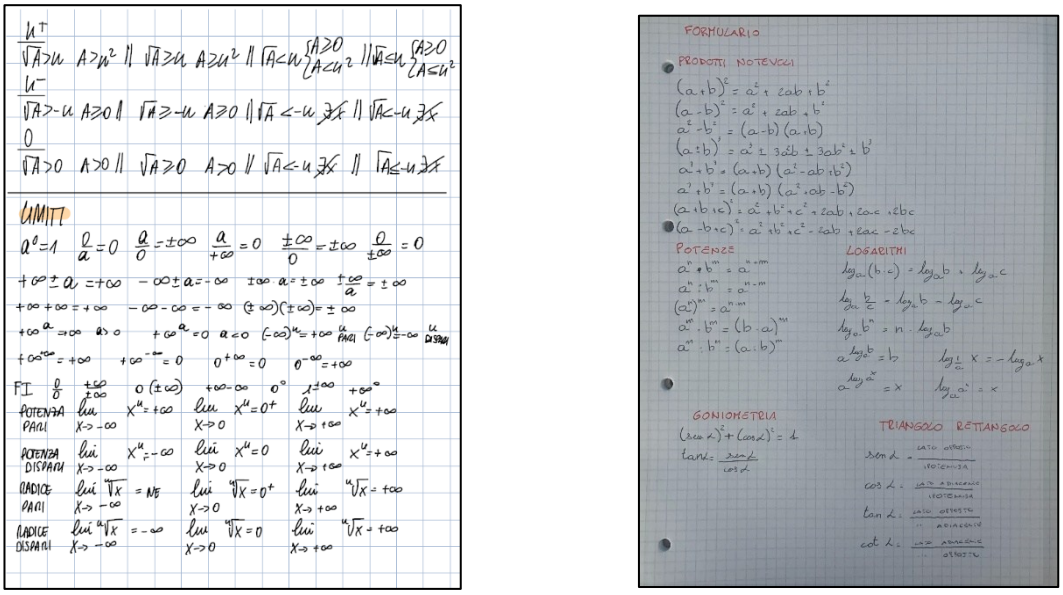


***Figura 4.20**. Esempi di formulari con una visione strumentale della matematica e strategie di studio ripetitive.*

Caso 2 – Esempi di visione relazionale e strategie di studio riflessive

Alcuni formulari, seppur presenti in numero minore nel campione raccolto, si distinguono per una struttura più libera e personalizzata, che sembra maggiormente orientata alla comprensione. I contenuti non sono

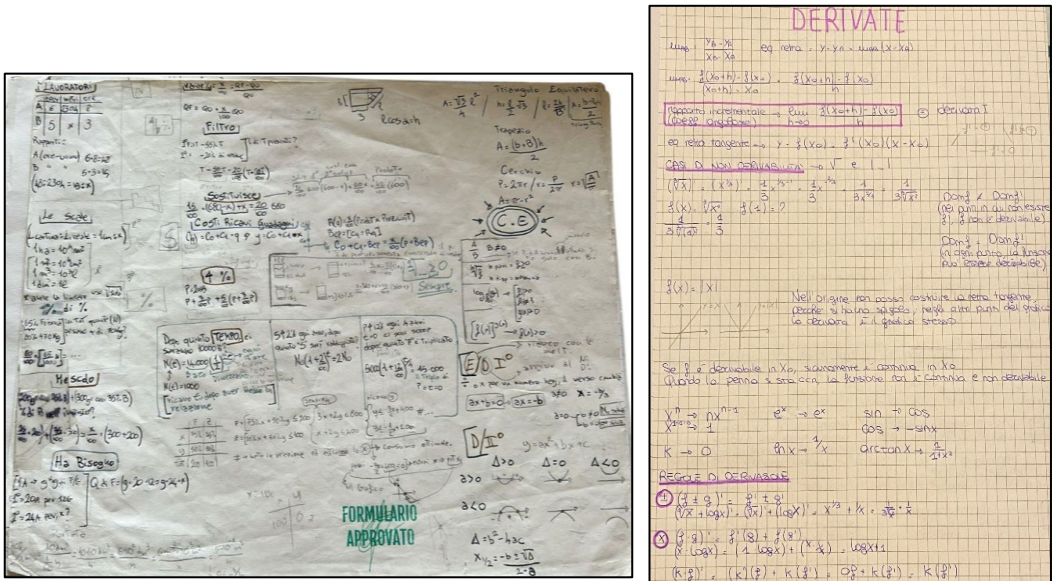


***Figura 4.21**. Esempi di formulari con una visione relazionale della matematica e strategie di studio più riflessive.*

semplicemente elencati, ma organizzati secondo una logica concettuale: si osservano mappe, collegamenti tra argomenti, annotazioni a margine, brevi commenti esplicativi o riferimenti a difficoltà ricorrenti. Lo studente non si limita a riportare formule e definizioni, ma sembra ricostruire il sapere in modo attivo, selezionando ciò che ritiene più rilevante, riformulando i contenuti, e attribuendo loro un significato personale. Ne sono un esempio i formulari in **Figura 4.21**.

In molti di questi esempi si osserva anche un'estetica informale e poco "pulita": uso "disordinato" dello spazio, frecce, colori. Tuttavia, questa apparente trascuratezza formale è spesso il segno di un lavoro profondamente individuale, che non mira alla presentazione, ma all'efficacia per chi lo ha prodotto. Lo studente costruisce un formulario *per sé*, come strumento di orientamento.

Da questa impostazione sembra trasparire una visione maggiormente relazionale della matematica, intesa non come insieme di regole da applicare, ma come sistema coerente di idee, strutture e relazioni. In questi formulari si trovano spesso sezioni con disegni, domande da porre a sé stessi per decidere le strategie risolutive, note del tipo "Attenzione: quando succede X allora Y" oppure "Ricorda: quando c'è Z allora fai W"; questi rivelano un dialogo interno dello studente con sé stesso e con il contenuto, con l'intenzione di orientare il ragionamento per la scelta delle strategie risolutive o prevenire errori che si sa commettere spesso, comportamenti associati a una buona consapevolezza dei propri processi cognitivi. Dal punto di vista delle strategie di studio e adattamento, infatti, questi lavori sembrano mostrare elementi di un apprendimento autoregolato: una chiara selezione dei contenuti (*pianificazione*), una loro riorganizzazione critica (*esecuzione*) e la presenza di *feedback* da sé stessi per sé stessi (*riflessione*).

Questa tipologia di contributi, pur meno frequente, rappresenta una delle espressioni più riuscite dell'intento del progetto: promuovere un processo di appropriazione e valorizzare la possibilità di personalizzare lo strumento e lo studio in base alle proprie risorse cognitive e affettive.

Caso 3 - Formulari in transizione: tra standardizzazione e personalizzazione

Una terza tipologia di formulario, come quello mostrato in **Figura 4.22**, ci è sembrato particolarmente interessante in quanto sembra posizionarsi "a metà" tra i due casi precedentemente presentati, collocandosi in una zona di passaggio tra un approccio più passivo e uno più riflessivo. In questi casi, lo studente parte da un modello precostituito — spesso uno schema scaricato da internet — ma interviene su di esso in modo personale, modificandolo, tagliando parti superflue, aggiungendo esempi o annotazioni.

Dal punto di vista della visione della matematica, questi lavori sembrano collocarsi in uno spazio intermedio tra una strumentale e una relazione; permangono, fatti, elementi attribuibili a una concezione strumentale — molte informazioni sono riportate in forma di regola da ricordare — ma si intravedono tentativi di costruzione di senso, in quanto questi vengono riformulati, ristrutturati secondo logiche individuali. Anche le strategie di studio e adattamento che emergono da questi esempi sembrano essere in una fase di trasformazione. Lo studente, infatti, sembra non aver ancora abbandonato completamente alcune pratiche più consolidate — usa tabelle e formulari esterni (*pianificazione* ed *esecuzione* parziale) — ma, al contempo, sembra disposto al cambiamento — seleziona il materiale e inserisci elementi personali (*riflessione* parziale). È proprio da questi prodotti "ibridi" che sembra emergere con più forza il lavoro di negoziazione e adattamento che desideravamo venisse messo in atto dagli studenti, accompagnandoli in un percorso di riflessione guidata.

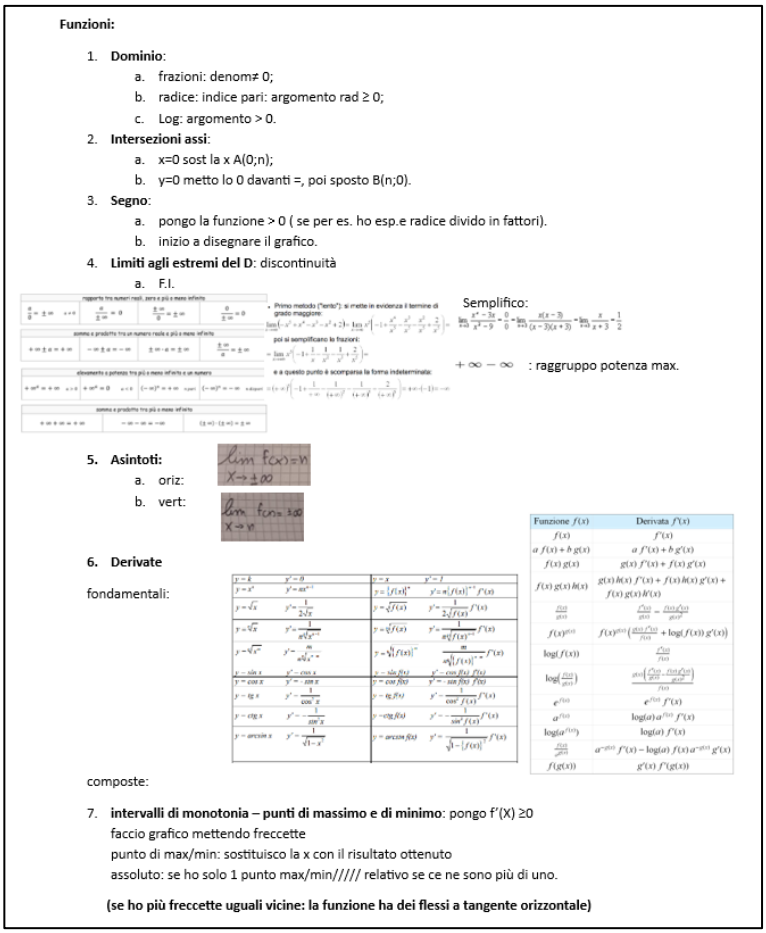


***Figura 4.22**. Un esempio di formulario "ibrido".*

4.3.5 Categorie interpretative e conclusioni

L'analisi qualitativa dei formulari prodotti dagli studenti e le riflessioni emerse durante l'attività ha permesso di evidenziare come, all'interno di uno stesso compito didattico, possano emergere approcci profondamente differenti alla matematica e allo studio. Attraverso le due lenti interpretative proposte — visione della matematica e strategie di studio e adattamento — è stato infatti possibile osservare diversi posizionamenti individuali.

Per quanto riguarda la visione della matematica, i formulari analizzati si distribuiscono lungo un *continuum* che va da una concezione fortemente strumentale — in cui la matematica è ridotta a un insieme di regole da ricordare e applicare — a una visione più relazionale, nella quale prevale l'attenzione ai significati, alle connessioni tra concetti e alla comprensione dei processi. Sebbene la maggior parte degli studenti si collochi ancora verso

il primo polo, alcuni esempi hanno mostrato segnali incoraggianti di transizione, suggerendo che — se adeguatamente supportati — è possibile per gli studenti ripensare il proprio rapporto con la disciplina.

Anche sul piano delle strategie di studio e adattamento si osservano differenze sostanziali. Alcuni studenti hanno riproposto modalità di studio scolastiche, basate sulla memorizzazione e sulla ripetizione, senza un'evidente rielaborazione. Altri, invece, hanno adottato strategie più riflessive, selezionando criticamente i contenuti da inserire nel formulario, costruendo mappe e schemi molto personalizzati, usando note e osservazioni di tipo metacognitivo rivolte ai "sé stessi del futuro".

Nel complesso, l'attività *Ri-Formuliamo* è stata sicuramente un'occasione per osservare da vicino il modo in cui ciascuno si confronta con la complessità dello studio universitario e cerca, talvolta con fatica, strategie per adattarvisi.

Va però sottolineato che i risultati di questa analisi non sono da intendersi come generalizzabili: si tratta di un'indagine esplorativa, condotta su un numero limitato di materiali e senza pretese di esaustività. Tuttavia, essa offre spunti utili per riflettere su come anche attività semplici e mirate possano attivare processi significativi di consapevolezza e trasformazione nel modo di studiare matematica all'università. Offrire agli studenti occasioni per rielaborare in modo personale i contenuti disciplinari, e farlo in un contesto accompagnato, può contribuire a modificare il loro metodo di studio e il loro modo di *stare* nella matematica.

Capitolo 5
Il Diario del Giorno e il Diario di Bordo: una prima *content analysis*

In questo capitolo verrà descritta un'esperienza didattica sviluppata da un'idea della prof.ssa Paola Morando e della prof.ssa Maria Luisa Sonia Spreafico, svoltasi in due differenti facoltà e in due anni accademici successivi: la prima (il *Diario del Giorno*), svolta nella Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari dell'Università degli Studi di Milano, è stata proposta nell'anno accademico 2022/2023 e ha coinvolto studenti iscritti ai Corsi di Laurea in Scienze e Tecnologie Alimentari, Produzione e Protezione delle Piante e dei Sistemi del Verde e Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano, mentre la seconda (il *Diario di Bordo*), svolta nella Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni del Politecnico di Milano, è stata proposta nell'anno accademico 2023/2024 e ha coinvolto gli studenti iscritti al Corso di Laurea di Progettazione dell'Architettura. Due analisi, che hanno trattato separatamente i risultati raccolti dai due contesti accademici, sono state presentate precedentemente in due pubblicazioni (Bernardi et al., 2024; Morando et al., 2023) che qui verranno riprese, rielaborate e confrontate alla luce del più ampio quadro teorico di riferimento della presente tesi.

Le due esperienze, basate sugli stessi presupposti e princìpi teorici, si sono sviluppate in modo strutturalmente differente, ma le categorie interpretative che verranno utilizzate per osservare e analizzare i prodotti degli studenti saranno le stesse — *visione della matematica*, *disposizione emotiva, competenza percepita, strategie di studio e adattamento, differenze strutturali, integrazione sociale e rapporto coi pari, processi di cambiamento* — permettendoci così anche di evidenziare similitudini e differenze nei due ambienti d'apprendimento.

L'esperienza didattica proposta utilizza uno strumento ben noto per la sua capacità di auto-riflessione e di acquisizione di consapevolezza: il diario personale. In particolare, abbiamo chiesto agli studenti di esprimere le loro

opinioni, sensazioni e riflessioni in merito alle lezioni o ai gruppi di lezioni del corso di matematica e consegnarle periodicamente mediante un'apposita sezione dedicata sulle piattaforme Moodle dei corsi. Leggere del loro percorso d'ingresso nella vita universitaria — quella che Clark e Lovric hanno chiamato *fase liminale* (2009) — attraverso i loro occhi ci ha permesso anche di intervenire prontamente sulla base delle segnalazioni ricevute, commentando in classe quanto scritto dagli studenti nei loro diari con l'intento di consigliare loro strategie di studio, materiali didattici, intervenendo attivamente su aspetti disciplinari poco chiari, o anche modificando alcuni aspetti del corso come la tempistiche delle prove intermedie.

Come vedremo, le narrazioni degli studenti sono ampie e variegate, e questo ci ha permesso di osservare tutti i temi d'interesse evidenziati all'inizio di questo capitolo, coinvolgendo quindi tutte le categorie interpretative. Questo è stato possibile grazie alle potenzialità dello strumento del diario che, creando un'occasione e uno spazio di riflessione personale, permette agli studenti di esprimersi liberamente mettendo enfasi su ciò che loro stessi ritengono rilevante dal punto di vista disciplinare, relazionale, cognitivo, emotivo o metacognitivo.

Il materiale raccolto è molto ampio, motivo per cui si è deciso di trattare la sua analisi in un capitolo separato dal precedente, così da non appesantire eccessivamente la lettura e permettendo di inquadrare nel dettaglio la metodologia della *content analysis*.

Nel prossimo paragrafo verranno descritte nel dettaglio le modalità di svolgimento dell'attività e gli strumenti utilizzati per la raccolta e l'analisi dei materiali.

5.1 Lenti teoriche e obiettivi dell'attività

Come abbiamo ampiamente trattato in precedenza, la teoria del *Rito di Passaggio* presa "in prestito" da Clark e Lovric (2009) dall'antropologia (Van Gennep, 2001), mette bene in evidenza come l'ingresso nel mondo universitario possa considerarsi — per alcuni — una vera e propria *crisi*, uno

shock che coinvolge l'intera persona, dal punto di vista cognitivo, sociale, emotivo e culturale (Colleen et al., 2001). Dal punto di vista cognitivo, uno *shock* è sicuramente dovuto al diverso grado di approfondimento richiesto dallo studio universitario rispetto a quello precedente: si passa, infatti, dalla matematica strumentale a quella relazionale (Skemp, 1978), con un cambiamento anche nel livello di difficoltà dei contenuti offerti e nel tempo dedicato a ciascuno di essi in classe (Tall, 1991, 1997, 2008). L'ingresso nel mondo universitario comporta infatti anche il cambiamento dell'istituzione culturale di riferimento (De Guzmán et al., 1998; Gueudet, 2023) e, di conseguenza, cambiano *paradigmi*, *routine* e richieste da parte dei docenti: ciò che era stabile e funzionava nella scuola superiore, come i metodi di apprendimento, l'organizzazione del lavoro, e il livello di autonomia necessario, ora è probabile che non sia più sufficiente o che sia, addirittura, inadeguato e controproducente. Da un punto di vista sociale, invece, l'integrazione in una nuova comunità con nuove persone e nuove regole di interazione interpersonale aggiunge ulteriore incertezza e fragilità a un periodo già delicato dal punto di vista cognitivo.

Mediante il *Three-Dimensional Model for Attitude* (Di Martino & Zan, 2010) è possibile, inoltre, individuare gli elementi costituenti dell'atteggiamento degli studenti nei confronti della matematica — visione della matematica, disposizione emotiva, competenza percepita —, mettendo in evidenza i cosiddetti *giving up behavior* e il senso di impotenza appresa (*learned helplessness*; Seligman, 1972) che spesso gli studenti manifestano a fronte delle numerose difficoltà di questa fase, permettendoci di intervenire tempestivamente con azioni d'aula specifiche.

Il nostro obiettivo voleva quindi essere sia quello di comprendere meglio, come docenti, questa critica fase di transizione degli studenti ed anche, contemporaneamente, di supportarli e accompagnarli in un percorso di riflessione sui propri metodi di studio, processi di apprendimento e sulle inevitabili differenze tra la scuola superiore e l'università. Per queste ragioni, l'uso di uno strumento come il diario personale nel corso di matematica può risultare funzionale su più livelli, guidando gli studenti

verso una maggiore consapevolezza sulle proprie caratteristiche come apprendenti — in generale — e come studenti di matematica — in particolare.

Il *diario* può essere definito come registrazione permanente di pensieri e idee che una persona ha elaborato e chiarito attraverso l'atto della scrittura o altre forme di documentazione delle proprie esperienze (Killion, 1999). Negli ultimi trent'anni, questa pratica si è guadagnata un ruolo nella pedagogia come strumento per promuovere l'autoriflessione e il pensiero critico, nonché come strategia per monitorare l'apprendimento dei concetti fondamentali in numerose discipline, in particolare nelle scienze umane (King & LaRocco, 2006). Come affermato da Watkins e Marsick (1993): «*le persone hanno bisogno di portare ciò che stanno imparando a un livello di consapevolezza cosciente. Imparano in modo più efficace attraverso un processo di interrogazione, riflessione e feedback* […]*, che consente di far emergere una comprensione più profonda da attività altrimenti quotidiane*»[40] (p. 35; traduzione dell'autrice). Poiché la tecnologia è ormai pervasiva nella vita quotidiana di tutti, anche la scrittura dei diari si è spostata sul digitale, soprattutto nei progetti in ambito educativo: gli eventi della vita scolastica quotidiana vengono così verbalizzati online (King & LaRocco, 2006; Slobin, 2000), rendendo la scrittura, l'archiviazione e la consultazione più accessibili, anche per gli insegnanti.

Nell'ambito dell'educazione matematica, tuttavia, l'uso del diario è ancora poco diffuso, e viene adottato per lo più in progetti riguardanti studenti della scuola primaria o secondaria di primo grado. Ciò accade probabilmente a causa dello stereotipo che associa la matematica "avanzata" esclusivamente a formule, calcoli ed elementi astratti, trascurando invece gli aspetti emotivi e linguistici che influenzano l'apprendimento anche in questa disciplina (Bardelle & Di Martino, 2012; Di Martino & Maracci, 2008, 2009).

---

[40] In lingua originale, dal testo: «*people need to bring what they are learning into conscious awareness. They learn more effectively through a process of questioning, reflection, and feedback* […] *that permits a deeper understanding to emerge from these otherwise everyday activities*».

5.2 Contesti

In questo paragrafo verranno descritti nel dettaglio i contesti, le fasi operative e gli strumenti utilizzati nelle esperienze didattiche proposte nelle due Facoltà.

In entrambi i casi, l'attività è stata presentata agli studenti durante il primo giorno di corso, esplicitando loro le modalità di partecipazione e alcuni degli obiettivi didattici dell'attività — come rivedere quanto fatto in classe, riflettere sulle proprie difficoltà e sulle strategie per superarle — così da evidenziare l'importanza della riflessione non solo sugli aspetti disciplinari, ma anche su come avrebbero vissuto ed affrontato i primi mesi del loro percorso accademico, riportando sul diario la loro esperienza a tutto tondo.

La strutturazione dell'attività è stata modellata sulle esigenze e sulle peculiarità degli studenti a cui era rivolta, nonché sulle necessità didattiche e organizzative dei docenti dei corsi coinvolti; le due, per questo, si differenziano parzialmente in termini di struttura e tempi di svolgimento e verranno dunque presentate separatamente, per facilitare la lettura e la narrazione.

5.2.1 Il *Diario del Giorno* – Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari

L'esperienza proposta alla Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari si è svolta nell'anno accademico 2022/2023 ed è stata intitolata *Diario del Giorno*, poiché è stato chiesto agli studenti di completare il proprio diario entro la mezzanotte di ogni giorno in cui avrebbero seguito una lezione di matematica, fino a quella precedente l'esame intermedio, scrivendo degli argomenti trattati, delle loro opinioni, sentimenti e riflessioni; il *Diario del Giorno* è quindi stato composto di 10 compiti. In **Figura 5.1** riportiamo la schermata di consegna del primo *Diario* e la programmazione delle consegne di uno dei Corsi di Laurea coinvolti, specificatamente Scienze Alimentari.

Per incoraggiare la partecipazione, abbiamo vincolato la possibilità di svolgimento all'esame intermedio solo a coloro che avrebbero completato tutte le consegne. Vale la pena evidenziare che il test intermedio non è mai stato una pratica del corso negli anni precedenti, ma è stato introdotto esclusivamente come "premio" per questa attività. Nonostante ciò, alcuni studenti sembra abbiano percepito l'esclusività dell'accesso a questo esame come una "violazione dei loro diritti", percependo negativamente l'obbligo di consegnare tutti e dieci i diari, come ci hanno spesso riportato oralmente. Non approfondiremo questo malcontento in questa analisi, in particolare perché gli studenti non ne hanno lasciato traccia nei loro scritti ma l'hanno comunicato a noi docenti mediante interventi in aula, ma riteniamo sia un'interessante informazione di contesto.

Nel tentativo di limitare la paura del giudizio da parte dei compagni, abbiamo assicurato agli studenti che i loro contributi sarebbero stati inaccessibili ai loro pari e che solo i docenti avrebbero potuto leggerli. Abbiamo fornito *feedback* anonimi e collettivi in aula in merito a ciò che gli studenti avevano scritto nei loro diari sulla lezione precedente, spesso per introdurre un momento di revisione didattica o per suggerire metodi per colmare le proprie lacune o per confortare la classe sulle difficoltà che anche i loro compagni stavano riscontrando con determinati argomenti.



***Figura 5.1**. La schermata di consegna del Diario e un esempio di programmazione delle consegne fino all'esame intermedio.*

Al fine di comprendere a pieno le narrazioni degli studenti, è importante

evidenziare che il corso di laurea in Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano ha una peculiare strutturazione del calendario. La sede di questo percorso universitario, infatti, non si trova a Milano — come gli altri corsi coinvolti in queste esperienze — bensì a Edolo, in provincia di Brescia, nel pieno dell'ambiente oggetto di studio di questi studenti, ossia la montagna, i suoi abitanti e i suoi paesaggi. Questa collocazione geografica comporta una difficoltà organizzativa non trascurabile: in territori poco popolati come quello dell'alta Valcamonica, la presenza di docenti universitari è spesso limitata, soprattutto per quanto riguarda le discipline non caratterizzanti — come, ad esempio, la matematica — che non rientrano nel cuore tematico del corso di laurea. Per far fronte a questa criticità, la Facoltà si affida spesso a docenti operativi prevalentemente presso la sede milanese dell'Ateneo, i quali vengono incaricati di svolgere anche la didattica a Edolo. Per permettere a questi docenti di conciliare l'insegnamento nelle due sedi, l'organizzazione didattica adottata per gli studenti di Edolo è particolarmente intensa e concentrata: il corso di matematica si è svolto in due giornate consecutive alla settimana, con sei ore di lezione il giovedì e quattro ore il venerdì, a cui si sono aggiunte, in alcune settimane, ulteriori lezioni online. Questo assetto ha determinato un'esperienza didattica parzialmente diversa rispetto a quella degli studenti di altri corsi, influenzando inevitabilmente anche la percezione e la narrazione dell'esperienza formativa e introducendo temi peculiari come quello della didattica a distanza.

5.2.2 Il *Diario di Bordo* – Progettazione dell'Architettura

L'esperienza proposta durante il corso di Matematica del primo anno di Architettura si è svolta nell'anno accademico 2023/2024 ed è stata intitolata *Diario di Bordo* o *Journal*. A differenza di quanto accaduto nella Facoltà di Agraria, dove la consegna era quotidiana, in questo caso agli studenti è stato richiesto di inviare quattro contributi, ciascuno riferito a un'ampia porzione del corso, da consegnare prima delle prove intermedie. Ogni studente era libero di scegliere il formato del proprio diario, purché contenesse riflessioni personali sull'esperienza del corso, sulle difficoltà incontrate, sulle strategie

messe in atto e sulle emozioni vissute nel processo di apprendimento matematico.

Per incentivare la partecipazione, è stato previsto un piccolo bonus sul voto finale per chi avesse completato tutte le consegne. Inoltre, per incoraggiare un'espressione libera e autentica, è stato specificato che i diari sarebbero stati letti da un'unica tutor del corso — io —, che ne avrebbe elaborato una sintesi in forma anonima, da condividere con i docenti titolari per eventuali interventi didattici o ricalibrazioni della programmazione.

Come ulteriore tutela rispetto alla percezione di giudizio, è stato chiarito agli studenti che i loro scritti non avrebbero avuto alcuna influenza diretta sulla valutazione formale, e che i contenuti sarebbero stati utilizzati esclusivamente a fini di ricerca e miglioramento didattico. In **Figura 5.2** è mostrata la schermata di consegna e uno schema della calendarizzazione delle consegne dell'attività.

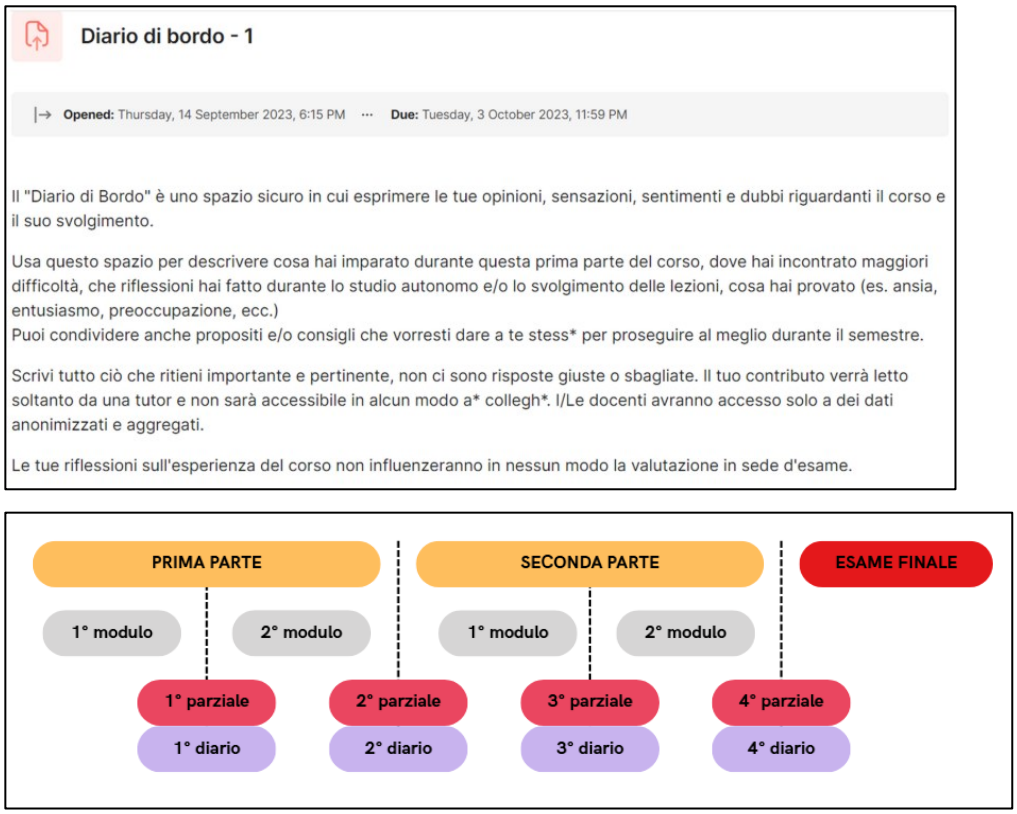


***Figura 5.2**. La schermata di consegna del Diario e uno schema della programmazione delle consegne fino all'esame finale.*

Al fine di comprendere al meglio le narrazioni degli studenti, è importante specificare che il corso di matematica svolto presso Progettazione dell'Architettura prevedeva anche le registrazioni delle lezioni tra gli strumenti didattici disponibili per gli studenti. Non era possibile, però, la partecipazione online in modo sincrono. Inoltre, gli studenti avevano a disposizione MOOC (*Massive Open Online Course*) relativi ad alcune tematiche selezionate, ideate e prodotte da alcuni dei docenti curricolari del corso di matematica con l'obiettivo esplicito di fornire materiale strutturato e pensato per colmare alcune delle lacune più frequenti osservate nel corso degli anni. La presenza di questi strumenti ha influenzato inevitabilmente anche le narrazioni che andremo ad analizzare.

L'analisi dei dati raccolti dai due progetti è stata condotta registrando per ciascuno studente il numero di diari effettivamente consegnati, sviluppandosi poi mediante un approccio misto; da un lato, vi è stata un'analisi fortemente qualitativa volta a far emergere le voci degli studenti direttamente, mediante l'analisi e la presentazione di casi studio. Dall'altro, vi è stata un'analisi orientata maggiormente a un approccio quantitativo, in cui si è svolto una *context analysis* coadiuvata da un *software* che ha permesso individuare le parole più frequenti, che sono state poi classificate qualitativamente mediante l'analisi dei contesti in cui erano inserite.

5.3 Metodologie

5.3.1 *Content Analysis*

L'analisi del contenuto (*content analysis*) è stata adottata come metodologia qualitativa per interpretare i testi narrativi prodotti dagli studenti nei loro diari. Secondo la definizione di Krippendorff (2019), la *content analysis* è una «*tecnica di ricerca per fare inferenze replicabili e valide sui testi nel loro contesto d'uso*»[41] (p. 24), fondata sull'idea che il

[41] In lingua originale: «*Content analysis is a research technique for making replicable and valid inferences from texts to the contexts of their use*».

significato non risieda nel testo in sé, ma emerga dalla relazione tra testo, contesto e scopo dell'analisi. Questa definizione, che si discosta significativamente da quelle precedentemente date in letteratura, mette in evidenza come ogni testo «*significa qualcosa per qualcuno, è stato prodotto da qualcuno per avere significato per qualcun altro*»[42], ed è solo nel processo d'analisi messo in atto dal ricercatore che ne emergono i significati in relazione a un contesto specifico; il significato non risiede quindi intrinsecamente nel significante, i testi non hanno qualità oggettive o indipendenti dal lettore, non hanno un singolo significato e il significato non è necessariamente condiviso da tutti. La *content analysis* non si limita perciò a osservare ciò che è contenuto in un testo, ma mira a inferirne fenomeni che non sono direttamente osservabili, come intenzioni, costrutti mentali, esperienze passate e future, che il ricercatore ha convinto l'intervistato a verbalizzare. Per questo motivo, la *content analysis* non può limitarsi a un processo computerizzato di individuazione di stringhe o parole, ma deve prevedere necessariamente l'azione umana di inferenza, concettualizzazione e contestualizzazione.

La natura complessa ma profonda di questa tecnica di analisi, che permette di cogliere le sfumature di significato all'interno dello specifico contesto classe di riferimento, si è rivelata particolarmente adatta per indagare le dimensioni affettive e socioculturali dell'esperienza matematica della classe così come emerge dalle sue narrazioni scritte, permettendoci di comprendere la realtà degli studenti nei loro stessi termini. I diari, infatti, sono un cosiddetto "materiale non-strutturato", che preserva le concezioni degli autori permettendo alle loro voci di essere ascoltate nella loro unicità individuale. Di seguito, per presentare l'analisi effettuata, useremo le indicazioni date dallo stesso Krippendorff nel suo lavoro *Content Analysis – An introduction to its methodology* (2018), testo di riferimento per tutti coloro che si approcciano a questa metodologia.

[42] In lingua originale: «*that a text means something to someone, it is produced by someone to have meaning for someone else*».

In questo studio, il *corpus* iniziale di testi è formato da tutti i diari degli studenti raccolti durante il corso delle due esperienze didattiche. Questo si può considerare un *campione di convenienza*, ossia un insieme di testi che non è stato ottenuto dal campionamento di una popolazione. Krippendorff mette in guarda i ricercatori su questo tipo di dati: essi possono contenere *bias* derivati dalla partecipazione "non-controllata" dei soggetti, ossia senza che sia stata fatta una selezione iniziale dei partecipanti seguendo un qualche tipo di criterio predeterminato. I dati presenti, infatti, provengono dagli studenti che desideravano partecipare, e non è dato sapere se la loro partecipazione fosse guidata da motivi "utilitaristici" (i *bonus* che la partecipazione prevedeva), dal desiderio di "compiacere il docente" partecipando a un'attività da lui o lei proposta, dalla semplice volontà di mettersi in gioco in nuovo contesto o da altro. Questi dati vanno quindi osservati tenendo conto delle intenzioni che hanno portato questi testi a esistere e a giungere fino a questa analisi.

La presenza di questo tipo di *bias* non è rara nelle ricerche che utilizzano questa tecnica, e vanno inevitabilmente ad inficiare la generalizzabilità dei risultati ottenuti; essendo questa una ricerca esplorativa e alle sue prime fasi, non tratteremo questi errori mediante tecniche statistiche *ad-hoc*, ma piuttosto triangolando i risultati (analisi qualitativa manuale e *computer aids*), e scostandoci il meno possibile dalle parole usate dagli studenti stessi, riportando citazioni e condividendo le riflessioni che emergono da esse, in modo che il lettore possa giudicare da sé la plausibilità dell'interpretazione e dell'analisi.

In questo lavoro, le *unità di campionamento*, ossia gli elementi selezionati dal *corpus* per essere inclusi nell'analisi, sono stati i diari degli studenti che hanno rispettato tutte le consegne — 10 diari per la Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, 4 diari per il Politecnico di Milano — e i cui testi presentano riflessioni corpose e/o significative in termini delle categorie interpretative considerate, al fine di permettere l'osservabilità delle sette dimensioni a cui siamo interessati. In totale, le unità erano 2780 per la Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari (278 studenti) e 216 per il Politecnico di Milano (54 studenti). Le *unità di codifica*, ossia segmenti di

testo codificati e classificati secondo specifiche categorie, sono frasi o brevi estratti narrativi individuati per la loro rilevanza semantica. La procedura di codifica si è basata su un sistema di categorie interpretative (*categorical distinctions*) definite a priori e dettagliatamente analizzate nel Capitolo 3. L'adozione di categorie radicate nella letteratura scientifica di riferimento rispecchia il cosiddetto approccio abduttivo della *content analysis* (p. 125), in cui, a partire da un fenomeno osservato, il ricercatore individua possibili interpretazioni e cause guidato da concetti fondati nella letteratura, rimanendo aperto a sue ridefinizioni operative.

Ogni unità di codifica è stata collegata a una o più categorie tramite un processo di attribuzione semantica che ha richiesto cicli successivi di lettura e rilettura. Ciascuna categoria è stata trattata come variabile nominale di tipo binario (presenza/assenza), con la possibilità di codifiche multiple per una stessa unità testuale, al fine di preservare la complessità semantica del materiale. A partire da queste operazioni di codifica, dal *corpus* si è costruita una matrice del tipo unità × categorie, rendendo i dati adatti a successive analisi descrittive e comparative. Inoltre, l'integrazione successiva di tecniche di *text mining* ha consentito di costruire rappresentazioni matriciali documento × termine basate sulla frequenza lessicale, che hanno affiancato l'analisi qualitativa interpretativa. In questo senso, per i diari degli studenti è stato adottato un *linguaggio dei dati* che traduce i testi narrativi in un sistema di categorie formalizzate. Il linguaggio dei dati è il dispositivo descrittivo in cui gli analisti formulano i propri dati «*funge da ponte tra fenomeni altrimenti non strutturati* [i diari, nel nostro caso, *n.d.a.*] *e il discorso scientifico su di essi*» (Krippendorff, 2018, p. 157); questo, quindi, ha reso il materiale narrativo computabile senza perderne il radicamento semantico, consentendo al tempo stesso letture approfondite e comparazioni sistematiche.

Per analizzare nel modo più completo possibile i dati raccolti, è necessario definire infine le *unità di contesto*, ossia unità di testo determinanti i limiti delle informazioni da considerare per "dare senso" alle unità di codifica. Nel nostro caso, le unità di contesto sono rappresentate dall'interezza del diario prodotto dallo studente in una data occasione, in

quanto esso fornisce il quadro semantico e affettivo necessario a chiarire il significato delle singole espressioni; in questo caso, coincidono con le unità di campionamento. Nelle occasioni in cui si è reso opportuno seguire l'evoluzione delle riflessioni di un singolo studente, l'insieme dei suoi diari è stato assunto come ulteriore livello di unità di contesto. Questa scelta metodologica ha permesso di mantenere il legame con la narrazione originaria e di ridurre il rischio di attribuzioni di significato decontestualizzate. Ciò è stato necessario, in particolare, per quanto riguarda la categoria *processi di cambiamento* poiché essa si basa — soprattutto — su un confronto tra un "prima" e un "dopo" nel percorso dello studente, per il quale è necessario tenere in considerazioni momenti temporali distinti.

5.3.2 *Computer aids textual analysis* mediante AntConc

L'analisi ha previsto anche una fase di *computer aids textual analysis* (CATA) tramite AntConc[43], un software gratuito per l'analisi dei *corpora*, con l'obiettivo di esplorare sistematicamente i contenuti linguistici dei diari. I contributi sono stati organizzati in *file* distinti, ciascuno corrispondente a una "fase" (una delle quattro settimane precedenti l'esame intermedio nel caso del *Diario del Giorno*, una delle quattro scadenze nel caso del *Diario di Bordo*) ed è stata condotta un'analisi lessicale esplorando frequenze, collocazioni e co-occorrenze mediante le funzioni KWIC (*KeyWord In Context*) e COLLOCATE, due strumenti fondamentali generalmente offerti dai software di analisi testuale.

Gli elenchi KWIC permettono di visualizzare le occorrenze di una parola chiave insieme al suo contesto linguistico immediato, restituendo una panoramica delle diverse modalità d'uso di un termine all'interno del *corpus* (Krippendorff, 2018); ne presentiamo un esempio in **Figura 5.3**. In questo modo, è possibile distinguere significati e funzioni differenti di una stessa parola, identificare ambiguità semantiche e osservare regolarità d'uso.

[43] (Anthony, 2023)

Left Context	Hit	Right Context
ad aver esposto i nostri punti di vista riguardo alla	matematica,	abbiamo affrontato l'insiemistica generale (n,z,r,q,
in autonomia st105 dopo una breve introduzione del corso di	matematica	abbiamo affrontato oggi un breve ripasso generale su argomenti
st212 oggi giovedì 29 settembre abbiamo affrontato la seconda lezione di	matematica.	abbiamo iniziato facendo degli esercizi di " buon senso " della
st185 oggi 27 settembre ci è stato presentato il corso di	matematica.	abbiamo iniziato partendo dalle nostre opinioni sulla matematica mediante
e propria ha avuto inizio con alcuni temi basilari della	matematica;	abbiamo assistito ad una schematizzazione dei sottogruppi che suddividono
ore 13,30 alle ore 15,30. durante le prime ore di lezione di	matematica,	abbiamo avuto modo di conoscere il percorso di studi
lezioni mi piacciono. st180 oggi durante la seconda lezione di	matematica	abbiamo continuato a svolgere esercizi simili a quelli che
buon senso in preparazione alla parte b dell'esame di	matematica,	abbiamo inoltre confrontato gli esercizi svolti con la professoressa
simulazione delle prove d'esame. st169 come prima lezione di	matematica,	abbiamo osservato la risoluzione di un problema (creare una
un apprendimento più immediato e divertente. st273 ciao, oggi per	matematica	abbiamo ricevuto un foglio composto da ben 8 esercizi dove
delle soluzioni a molti problemi. per riprendere dimestichezza con la	matematica	abbiamo ripassato gli insiemi numerici con i loro sottogruppi
inizialmente attraverso una panoramica generale, poi approfondendo le basi della	matematica	abbiamo trattato gli insiemi numerici, i quali sono composti
oggi in classe abbiamo affrontato l'introduzione del corso di	matematica.	abbiamo visto la suddivisione dei numeri: numeri reali; numeri
alla prova a. st25 presentazione del corso. primo approccio alla	matematica	con la classificazione dei numeri. esercizi di vari temi
chiara st136 oggi 27 settembre abbiamo svolto la prima lezione di	matematica	con la prof.ssa morando. appena entrata aula, dopo
problemi ed è tutto chiaro. st188 oggi seconda lezione di	matematica	con la quale si chiude anche la mia prima
i seguenti argomenti: • presentazione a scopo formativo del corso di	matematica	con spiegazione approfondita dello svolgimento dell'anno, degli esami
interessante st222 inizio della lezione con introduzione al programma di	matematica,	con spiegazione e consigli per esami e per studio

Figura 5.3. *KWIC del termine "matematica".*

La funzione COLLOCATE consente invece di analizzare le co-occorrenze lessicali, cioè le parole che tendono a comparire con maggiore frequenza in prossimità della parola chiave, rivelando associazioni ricorrenti o *pattern* linguistici significativi; ne presentiamo un esempio in **Figura 5.4**. La lettura dell'*output* prevede l'interpretazione di diverse colonne, ognuna delle quali fornisce informazioni specifiche:

- *Collocate*: indica la parola che appare con maggiore frequenza entro una finestra contestuale definita (ad esempio, ±5 parole) rispetto al termine di interesse;
- *Rank*: rappresenta la posizione del *collocate* nella classifica ordinata per significatività statistica o frequenza. I *rank* più bassi indicano parole più salienti nel contesto del termine chiave;
- *FreqL, FreqR, FreqLR*: riportano il numero di occorrenze della parola collocata rispettivamente a sinistra (L), a destra (R) o complessiva (LR) della parola chiave;
- *Range*: mostra in quanti documenti (o file) distinti è stata trovata la collocazione. Un valore elevato suggerisce che l'associazione è distribuita nel *corpus*, mentre un range basso può indicare che l'associazione è limitata a pochi casi;
- *Likelihood (log-likelihood ratio)*: misura la significatività statistica della co-occorrenza tra la parola chiave e il collocate, rispetto a

quanto ci si aspetterebbe per puro caso. Valori elevati indicano che la collocazione è statisticamente rilevante;

- *Effect (effect size)*: indica l'intensità del legame tra la parola chiave e il collocate, ovvero quanto è forte l'associazione tra le due parole indipendentemente dalla frequenza. Anche in questo caso, un valore elevato (> 1) segnala una connessione significativa.

L'interpretazione dei collocati non si limita al dato quantitativo, ma richiede sempre una lettura contestualizzata delle frasi, effettuata generalmente tramite KWIC, e una riflessione sui significati potenziali attivati dai termini. L'utilizzo congiunto di KWIC e COLLOCATE non si limita quindi a produrre conteggi meccanici di stringhe di caratteri, ma supporta l'analista nel ricondurre le parole a contesti di significato, riducendo gli effetti di *errori di omissione*, ossia la mancata rilevazione di unità testuali rilevanti per via di loro varianti lessicali, di *errori di commissione*, ovvero l'inclusione di occorrenze non pertinenti dovute a usi ambigui o non significativi delle parole chiave, e di *interpretazioni impressionistiche*, ossia letture soggettive e non sistematiche basate unicamente su liste di frequenze prive di contesto. In tal senso, queste procedure rappresentano un passaggio intermedio tra l'analisi quantitativa delle frequenze e la successiva interpretazione qualitativa, contribuendo a garantire un buon livello di validità semantica.

	Collocate	Rank	FreqLR	FreqL	FreqR	Range	Likelihood	Effect
1	corso	3	58	54	4	2	130.188	2.813
2	lezione	4	36	32	4	2	13.596	0.974
3	basi	10	6	6	0	2	19.902	3.675

Figura 5.4. *COLLOCATE del termine "matematica".*

In accordo con quanto osserva Krippendorff (2018), l'analisi ha previsto l'utilizzo di una *stop-list*, ossia un elenco di parole ad alta frequenza ma scarsamente informative da escludere dal conteggio, come gli articoli o le preposizioni. Questo dispositivo, tipico della *computer aids content*

analysis, consente di ridurre il rumore linguistico ed eliminare variazioni irrilevanti, concentrando l'attenzione sugli elementi lessicali più significativi in relazione alle domande di ricerca. All'interno della lista di parole da escludere sono state inserite anche parole legate strettamente ai contenuti disciplinari (e.g. "vettore", "matrice") o a vincoli formali delle consegne (e.g. "diario", "*journal*").

Infine, si è proceduto alla selezione delle parole più ricorrenti, allo scopo di identificare i temi dominanti ed emergenti nei testi degli studenti; queste, sono state codificate secondo una o più categorie interpretative grazie all'analisi dei rispettivi contesti di uso.

5.3.3 Casi studio

In questa ricerca si è scelto di invertire la sequenza più comune che vede i *case studies* come fase preliminare: prima è stata condotta una *content analysis* sistematica sull'intero *corpus*, e successivamente sono stati sviluppate trame selezionate per approfondire in dettaglio alcuni *pattern* emergenti. Questo approccio ha permesso di integrare la copertura ampia e comparativa della *content analysis* con la profondità interpretativa tipica dello studio di caso, configurando la possibilità di esplorare i percorsi di studenti le cui narrazioni risultavano particolarmente ricche in termini di densità riflessiva, articolazione emotiva e segnali di trasformazione nel tempo.

La metodologia dei casi studio rappresenta un approccio qualitativo particolarmente adatto a esplorare in profondità fenomeni complessi, legati a contesti specifici e a soggetti concreti. Questo metodo si rivela particolarmente adatto quando «*i confini tra il fenomeno e il contesto non sono chiaramente evidenti*»[44] (Yin, 2018, p. 49) e i due si intrecciano e si influenzano in modo articolato, come nel caso dell'esperienza degli studenti immersi nel delicato passaggio tra l'istruzione superiore e l'università. Il caso studio si caratterizza per l'analisi dettagliata e *olistica* di un'unità

[44] In lingua originale «*the boundaries between phenomenon and context may not be clearly evident*».

circoscritta (*bounded phenomenon*) (Cohen et al., 2009; Yin, 2018), che può essere un individuo, un gruppo, un evento o un processo, riconoscendo implicitamente come la sua comprensione sia strettamente e indissolubilmente legata al contesto in cui è immersa; in questo senso, si presta particolarmente alle ricerche di tipo esplorativo, il cui obiettivo è comprendere, descrivere e segnare il tracciato di eventuali ricerche future.

I casi selezionati per essere analizzati nel dettaglio sono generalmente "esemplari" o "critici", capaci di mettere in luce la presenza (o l'assenza) di alcune dinamiche centrali del fenomeno studiato; in questo lavoro, si tratta sia di studenti dai cui diari emergono fenomeni come l'evoluzione della visione della matematica, la trasformazione delle strategie di studio o l'acquisizione di nuove consapevolezze, sia di studenti che non evidenziano cambiamenti significativi, con l'obiettivo di mettere in luce situazioni in cui le dinamiche attese non si manifestano e arricchire così il quadro interpretativo complessivo. Ogni caso studio è stato quindi selezionato basandosi sulle stesse categorie interpretative considerate nella *content analysis* (disposizione emotiva, strategie di studio, visione della matematica, etc.).

Non si tratta, però, di studi di caso nel senso tradizionale del termine, basati su una pluralità di fonti e strumenti di rilevazione, bensì di analisi circoscritte, costruite esclusivamente a partire dai materiali narrativi disponibili. Questi approfondimenti sono stati utilizzati anche per confrontare traiettorie individuali all'interno di ciascun contesto educativo (Architettura e Agraria), e per evidenziare punti di contatto e differenze tra studenti con profili affini e non.

5.4 Interventi didattici e una lezione di esempio

In entrambe le esperienze didattiche che andremo ad analizzare i docenti curricolari del corso hanno utilizzato il *Diario* come uno strumento di comunicazione indiretta con i propri studenti, cogliendo l'occasione di implementare brevi interventi o piccole modifiche logistiche "in corso d'opera".

Nel corsi della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari le prof.sse Maria Luisa Sonia Spreafico e Paola Morando, a seguito delle difficoltà espresse dagli studenti in merito ai *logaritmi*, hanno entrambe dedicato un'ora aggiuntiva al ripasso dell'argomento, alla schematizzazione e allo svolgimento di "esercizi tipo", evidenziandone gli errori più frequenti e dando suggerimenti su come evitarli. Inoltre, entrambe le docenti hanno proposto alcune attività in classe per rafforzare due diversi argomenti sui quali gli studenti avevano espresso difficoltà, specificatamente i *problemi di realtà* e le *disequazioni modulari*. In particolare, la prof.ssa Morando ha proposto un'esercitazione di gruppo sui problemi di realtà risolvibili mediante medie e proporzioni, volta non tanto alla risoluzione di quesiti ma all'individuazione del ragionamento matematico coinvolto e al riconoscimento dei *pattern* di svolgimento; questa attività, dal titolo "Esercizi Fratelli", consisteva nell'associare a una serie di problemi di realtà proposti dalla docente il corrispondente problema "fratello" affrontato in classe, ovvero con contesto e dati diversi ma con la stessa struttura matematica. La prof.ssa Spreafico ha invece proposto un'attività in cui a ciascuno studente veniva assegnata una disequazione modulare semplice, dalla risoluzione immediata. L'obiettivo era trovare il proprio "partner", ossia un compagno con un esercizio che avesse lo stesso insieme di soluzioni; le prime cinque o sei coppie corrette avrebbero ricevuto un piccolo premio (un cioccolatino offerto dalla docente). L'attività non mirava tanto al calcolo in sé — sebbene fosse necessario risolvere la propria disequazione — quanto piuttosto alla scelta della strategia più efficace: per verificare che la soluzione del compagno fosse corretta e coincidesse con la propria, ogni studente ha dovuto risolvere in rapida successione più disequazioni modulari. Ciò ha favorito una riflessione preliminare sulle tipologie di esercizi e sull'individuazione di strategie risolutive più efficienti, scoraggiando un approccio puramente meccanico. In alcuni diari gli studenti raccontano che, non riuscendo a risolvere autonomamente la disequazione modulare, hanno chiesto aiuto ai compagni, i quali hanno spiegato loro la tecnica risolutiva corretta e il ragionamento da seguire per applicarla.

Nel corso di Progettazione dell'Architettura, invece, dopo che nei diari relativi alla Fase 1 e 2 — successivi al primo esame intermedio — molti studenti avevano segnalato che una delle maggiori difficoltà incontrate durante lo svolgimento del test era il poco tempo a disposizione, questo è stato aumentato di circa il 30%. Inoltre, il docente curricolare del corso, il prof. Domenico Brunetto, ha implementato alcune pratiche che gli avevano esplicitato come utili, come rallentare leggermente il ritmo della spiegazione in classe, oppure dedicare qualche minuto all'inizio della lezione per un breve ripasso di ciò che è stato fatto nella lezione precedente (e che servirà per la lezione odierna) o per presentare una breve "agenda" dei temi portanti della giornata. In risposta, più studenti hanno esplicitato il loro apprezzamento per questi sforzi, dichiarandoli come «*manifestazione di professionalità e di interesse per gli studenti*».

5.4.1 Un esempio da una lezione

In questo paragrafo andremo ad analizzare alcune narrazioni degli studenti di Scienze e Tecnologie Alimentari riferite alla lezione del 5 ottobre 2022, la quarta dall'inizio del corso. Vogliamo così mostrare quanto sia ampio lo spettro di varietà nelle narrazioni degli studenti anche quando l'esperienza personale vissuta è la stessa, e come da questa possano emergere differenti categorie interpretative.

Dalle narrazioni degli studenti possiamo inferire che la lezione fosse strutturata con un primo momento dedicato alla correzione di esercizi riguardante l'argomento precedente (applicazione di percentuali a problemi reali), seguita dalla trattazione di equazioni e disequazioni esponenziali e logaritmiche. Una prima cosa che notiamo è che non tutti gli studenti, nei loro racconti, esplicitano i temi affrontati a lezione, anche se essi spesso emergono implicitamente assieme ad alcune delle categorie interpretative; ad esempio, leggiamo «*finalmente ho capito a cosa servono i logaritmi*» (S232) oppure «*mi trovo leggermente più in difficoltà con le disequazioni*» (S52), due affermazioni che, oltre a farci capire l'argomento trattato, fanno riferimento alla *competenza percepita* dei due studenti (alta nel primo caso, bassa nel secondo) e, per la prima frase, anche alla *disposizione emotiva*

(«*finalmente*»). Quest'ultima categoria emerge anche in frasi come «*mi spaventa molto* [non riuscire a svolgere gli esercizi n.d.a]» (S133) oppure nelle espressioni evocative come «*inizio a vedere la luce fuori dal tunnel*» (S67) oppure «*posso vedere i logaritmi come futuri amici*» (S67); le ultime, in particolare, esprimono una disposizione emotiva mista, quasi una fotografia emozionale di un *processo di cambiamento* in corso.

Alcuni studenti manifestano che «*la difficoltà delle lezioni sta aumentando sempre più*» (S158) e che le disequazioni logaritmiche ed esponenziali «*sono cose che nella scuola da cui provengo*[no] *h*[anno] *fatto con davvero tanta superficialità*» (S173), attivando la categoria delle differenze strutturali tra la scuola superiore e l'università ed evidenziando una discontinuità di tipo cognitivo-disciplinare. Emergono anche alcune delle strategie di studio messe in atto dagli studenti, che programmano di fare «*allenamento*» per riuscire a fare gli esercizi proposti «*con la giusta velocità*» (S173), di «*riprendere bene in mano con ordine gli argomenti nel weekend*» (S52) o di «*andare sempre al tutorato*» (S96). In quest'ultima affermazione, poi, notiamo anche un processo di cambiamento auspicato, che si manifesta nel proposito di una maggiore partecipazione alle attività di supporto messe a disposizione per gli studenti. Da alcune delle strategie di studio raccontate dagli studenti, come quelle legate alla necessità di un maggiore esercizio, sembra poi emergere una visione della matematica tendenzialmente strumentale, anche se in questi esempi non si manifesta in modo così marcato come avverrà in altri casi che analizzeremo in seguito.

Notiamo così come le narrazioni degli studenti, anche se relative ad un'unica lezione, mettano in evidenza una molteplicità di sfaccettature tale da attivare quasi tutte le categorie interpretative di nostro interesse. Anche per questo motivo vi è stata la necessità di trattare questi dati separatamente dalle altre esperienze didattiche studiate in precedenza: un livello di complessità tale è affrontabile solo con tecniche d'analisi specificatamente dedicate, che aiutino il ricercatore a strutturare procedure e metodi che lo guidino in questo delicato compito.

5.5 Analisi dei dati e dei contributi degli studenti: il *Diario del Giorno* - Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari

L'analisi dei *Diari del Giorno* degli studenti della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari ha restituito le loro percezioni e i loro vissuti durante il primo mese di corso, includendo dunque le prime 10 lezioni di matematica precedenti all'esame intermedio. Il progetto ha coinvolto studenti iscritti ai Corsi di Laurea in *Scienze e Tecnologie Alimentari*, *Produzione e Protezione delle Piante e dei Sistemi del Verde* e *Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano*, per un totale di più di 430 studenti, di cui 277 hanno consegnato tutti e quattro i diari. Su questi ultimi si è concentrata l'analisi che andiamo ad illustrare di seguito.

5.5.1 Analisi del contenuto supportata da strumenti informatici (C.A.T.A.)

Al fine di integrare l'analisi qualitativa con una lettura più sistematica e orientata alla distribuzione lessicale, è stata condotta una *Computer-Aided Textual Analysis* (C.A.T.A.) sui diari degli studenti della Facoltà di Agraria. In particolare, l'analisi si è focalizzata sull'intero *corpus* dei diari, in corrispondenza di quattro diverse settimane che, in questa analisi, sono state identificate come "fasi" (Fase 1, Fase 2, Fase 3 e Fase 4 del percorso didattico), per un totale 2770 testi. È importante sottolineare che la distinzione in fasi ha coinciso anche con la suddivisione dei primi quattro macro-argomenti del corso. L'obiettivo di questa analisi era triplice: identificare le parole e le espressioni più ricorrenti all'interno del *corpus*, esplorare come queste ricorrenze si distribuiscono lungo le diverse fasi del percorso, e ricostruire *pattern* linguistici, ossia forme espressive ricorrenti che permettono di intercettare il modo in cui gli studenti articolano la propria esperienza, utili a sostenere l'interpretazione qualitativa delle categorie emergenti.

Ognuno dei quattro file in cui sono stati organizzati i testi conteneva le trascrizioni integrali dei diari raccolti nella relativa fase, senza

pretrattamenti linguistici. Per ciascuna fase del percorso sono state individuate le 100 parole a maggiore frequenza. Tra queste, sono stati selezionati i lemmi e i gruppi lessicali più rilevanti ai fini dell'analisi qualitativa. In alcuni casi si è scelto di accorpare varianti morfologiche o ortografiche dello stesso termine (ad esempio: "prof.", "professore", "professoressa") in un'unica voce significativa. Per ciascun termine selezionato, si è poi proceduto a raccogliere le occorrenze anche nelle altre fasi, in un processo iterativo volto a cogliere eventuali ricorrenze, variazioni e trasformazioni nel tempo. Complessivamente, sono stati individuati 17 termini-chiave, considerati significativi per l'interpretazione dei dati in quanto potenzialmente connessi alle categorie interpretative emergenti o ai vissuti più ricorrenti nei testi prodotti dagli studenti.

I risultati sono riportati nella **Tabella 5.1**, dove un asterisco (*) segnala la presenza della parola tra le 100 più frequenti in quella fase, mentre la **Figura 5.5** propone una rappresentazione grafica delle frequenze assolute lungo le quattro fasi del percorso didattico.

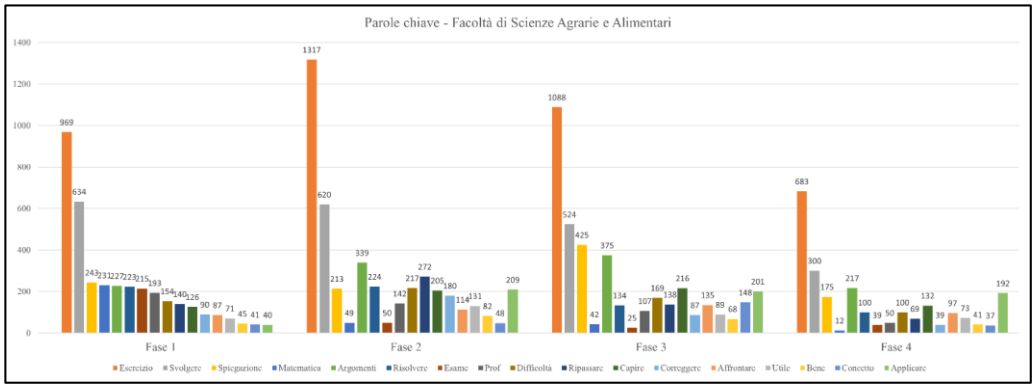


***Figura 5.5**. Rappresentazione frequenze assolute delle parole-chiave.*

***Tabella 5.1.** Parole-chiave e loro frequenza assoluta nelle varie fasi.*

Parola	**Frequenza Assoluta**			
	Fase 1	**Fase 2**	**Fase 3**	**Fase 4**
Esercizi, Esercizio	969*	1317*	1088*	683*
Svolto, Svolti, Svolgere, Svolgimento etc.	634*	620*	524*	300*
Spiegazione, Spiegato, Spiegare etc.	243*	213*	425*	175*

Matematica	231*	49	42	12
Argomenti, Argomento	227*	339*	375*	217*
Risolto, Risoluzione, Risolvere, Risolubile, Soluzione, Soluzioni etc.	223*	224*	134*	100*
Prof, Professoressa, Professore etc.	193*	142*	107*	50*
Difficile, Difficoltà, Difficili, Difficoltoso	154*	217*	169*	100*
Ripasso, Ripassato, Ripassare, Ripassate etc.	140*	272*	138*	69*
Capito, Capita, Capire, Capibile etc.	126*	205*	216*	132*
Correzione, Correggere, Corretto etc.	90*	180*	87*	39
Affrontato, Affrontati, Affrontate etc.	87*	114*	135*	97*
Utile, Utili	71*	131*	89*	73*
Bene	45	82*	68	41
Concetto, Concetti	41	48	148*	37
Applicazione, Applicativo etc.	40	209*	201*	192*

La lettura dei dati evidenzia che alcuni termini, come "*esercizi*" e "*svolgere*", sono fortemente ricorrenti in tutte le fasi, riflettendo probabilmente la centralità attribuita dagli studenti alla dimensione operativa e pratica dell'apprendimento. Altri termini mostrano invece variazioni significative nel tempo: ad esempio, parole come "*ripassare*", "*capire*" o "*utile*" registrano un aumento nelle fasi centrali del percorso. Viceversa, "*difficoltà*" diminuisce nelle fasi conclusive, rimanendo però una tra le parole più frequentemente usate dagli studenti.

Un termine interessante per la sua distribuzione atipica nelle varie fasi è "*concetto*" (e le sue varianti), che sebbene mantenga una frequenza contenuta nelle Fasi 1, 2 e 4 (rispettivamente 41, 48 e 37 occorrenze), mostra un picco rilevante nella Fase 3, con 148 occorrenze. L'analisi dei *collocate* mostra "*funzione*" e "*introdotto*" tra i più significativi, e lo strumento KWIC ci aiuta a verificare questo fenomeno linguistico: molti studenti utilizzano espressioni come "*introduzione al concetto di funzione*" o "*è stato introdotto il concetto di funzione*", che non compaiono nelle altre fasi, coerentemente con il fatto che l'argomento "funzioni" viene affrontato

esplicitamente solo durante la terza settimana del corso.

Questa ricorrenza lessicale sembra riflettere un cambiamento nel tipo di contenuto matematico percepito dagli studenti, che sembrano confrontarsi per la prima volta con un oggetto considerato da loro stessi come "concettuale" o "teorico". Mentre nelle fasi precedenti la matematica è spesso descritta in termini operativi — attraverso parole come "*esercizi*", "*svolgere*", "*applicare*" — l'ingresso del concetto di funzione sembra attivare un registro linguistico differente, più astratto. Dal punto di vista interpretativo, questo può suggerire che "*funzione*" assuma, per gli studenti, il ruolo simbolico di soglia tra matematica strumentale e matematica relazionale (Skemp, 1978): se gli esercizi precedenti erano visti come operazioni meccaniche o applicazioni di formule, la funzione viene invece riconosciuta come un oggetto che richiede comprensione, manipolazione concettuale e capacità di astrazione. Tale distinzione non è dichiarata esplicitamente nei testi, ma emerge attraverso l'uso del lessico (e.g. "*concetto*", "*introdotto*", "*capire*", "*fissare*"). Questa osservazione, seppur congetturale, si allinea con quanto rilevato in letteratura sui *concetti soglia* (*threshold concepts*, cfr. Meyer & Land, 2005) o sui *concetti strutturanti* (*structuring concepts*, cfr. Artigue, 2009): oggetti matematici che rappresentano discontinuità epistemiche nel percorso di apprendimento e che possono richiedere una ristrutturazione del proprio approccio alla disciplina. In tal senso, la "funzione" sembrerebbe costituire, per alcuni studenti, un punto di discontinuità percepita nel *continuum* didattico.

Un'altra osservazione interessante riguarda l'andamento della parola "*matematica*", che presenta un picco nella Fase 1 (231 occorrenze), seguito da un netto calo nelle fasi successive (49 in Fase 2, 42 in Fase 3, 12 in Fase 4). Questo andamento può essere interpretato alla luce dell'organizzazione temporale del percorso didattico: all'inizio del corso, la matematica è tematizzata in quanto disciplina, spesso attraverso commenti generali sull'insegnamento, sulla propria relazione con la materia o sull'esperienza della prima lezione. L'analisi dei COLLOCATE di "*matematica*" rafforza questa interpretazione: parole come "*corso*", "*lezione*" e "*basi*" compaiono

frequentemente nei contesti in cui "*matematica*" è citata, suggerendo che gli studenti facciano riferimento al corso di matematica in quanto tale e non ancora a contenuti specifici. Questo accade in particolare nella Fase 1, quando la disciplina è ancora oggetto di una rappresentazione globale. Nelle fasi successive, invece, il riferimento alla disciplina si fa più implicito e passa attraverso la nominazione degli argomenti specifici (e.g. "funzioni", "logaritmi", "equazioni"), che diventano progressivamente il centro dell'attenzione.

È stata poi effettuata un'analisi contestuale delle parole-chiave attraverso la funzione KWIC, e ad ognuna di esse sono state associate alcune delle categorie interpretative emerse dalla letteratura. Per brevità, di seguito riportiamo nel dettaglio i risultati di solo alcuni termini-chiave particolarmente emblematici per comprendere le modalità con le quali è stata effettuata l'analisi. Come già emerge da questi esigui esempi, molte parole sono *polisemiche* e, grazie al contesto in cui sono state usate, è stato possibile associare loro più di una categoria interpretativa. Questo tipo di analisi lessicale, pur non essendo sufficiente da sola a fornire un'interpretazione dei testi, costituisce una base esplorativa utile per orientare una successiva *content analysis* più dettagliata. In particolare, ha permesso di identificare nuclei linguistici attorno ai quali si organizzano i discorsi degli studenti, suggerendo *pattern* ricorrenti, tensioni narrative e focalizzazioni tematiche, configurandosi come "porte d'accesso" alle dimensioni emotive, strategiche e simboliche attivate dagli studenti durante il percorso.

"Esercizi"

Le parole "*esercizi*" ed "*esercizio*" sono comparse, complessivamente, 4057 volte nelle quattro fasi, risultando così le più ricorrenti all'interno del *corpus*. L'analisi delle concordanze (KWIC) ha messo in luce una molteplicità di usi e sfumature, che riflettono vissuti molto diversificati.

Alcune frasi, ad esempio, attivano la categoria delle *differenze strutturali*, e dunque la riflessione dello studente su nuovi *pattern*,

tempistiche e modalità organizzative che caratterizzano il contesto universitario. Espressioni come «*il livello di difficoltà degli esercizi è un po' aumentato rispetto alla scorsa lezione*» mostrano una consapevolezza della progressione didattica, mentre frasi come «*unico difetto: la velocità con il quale vengono svolti gli esercizi*» segnalano un disallineamento tra il ritmo dell'insegnamento e le abitudini precedentemente sviluppate. In altri casi, come in «*non sono mai stata abituata ad utilizzare in modo attivo il ragionamento logico negli esercizi*», il confronto tra livelli scolastici evidenzia un cambiamento nella natura cognitiva delle attività, spesso percepito come uno scarto qualitativo che richiede un adattamento. In tutti questi esempi, la parola "*esercizi*" funge da indicatore della relazione tra studente e struttura didattica, e dei cambiamenti che questa comporta.

In alcune frasi del *corpus*, il riferimento agli esercizi svolti in gruppo attiva simultaneamente più categorie interpretative. Da un lato, emerge con chiarezza la dimensione dell'*integrazione sociale*, come nel caso di «*trovo molto bella l'idea di svolgere esercizi in gruppo, così da potersi confrontare e stringere amicizia*», dove il contesto collaborativo viene apprezzato sia per il confronto cognitivo che per la sua valenza relazionale ed emotiva. Dall'altro lato, frasi come «*mi sono reso conto che è stata molto utile la risoluzione in gruppo degli esercizi svolti poiché mi ha permesso di capire gli errori commessi*» indicano un uso consapevole del lavoro cooperativo come strategia di studio efficace, in grado di attivare processi metacognitivi e di favorire l'autocorrezione. In quest'ultimo caso, si potrebbe cogliere anche l'inizio di un *processo di cambiamento* data dalla presenza del passato riflessivo («*mi sono reso conto*»), che sembra segnalare una presa di coscienza.

Diverse frasi nel *corpus* testimoniano vissuti di frustrazione, inadeguatezza e ansia legati alla risoluzione degli esercizi, che si configurano come snodi critici dell'esperienza formativa. Un esempio emblematico è l'affermazione «*negli esercizi ho sbagliato qualsiasi cosa si poteva sbagliare*», che attiva simultaneamente una *disposizione emotiva* negativa e una *percezione* di bassa *competenza*, espressa attraverso una forma autoironica che cela il senso di fallimento. In modo più esplicito, uno

studente scrive: «*sono molto spaventato per quanto riguarda gli esercizi svolti in classe,* [...] *non sarei riuscito a farne neanche uno da solo*», segnalando un forte vissuto ansiogeno, connesso non solo alla difficoltà oggettiva del compito, ma anche alla percezione soggettiva di impotenza.

In alcuni casi, è emerso esplicitamente come la difficoltà nell'affrontare alcuni esercizi possa risiedere in un blocco emotivo che ostacola l'accesso alle proprie risorse cognitive, fenomeno documentato anche nella letteratura sul ruolo delle emozioni nell'apprendimento della matematica (Ashcraft, 2002; Hannula, 2002; Zan & Di Martino, 2009). È il caso dell'affermazione: «*mi sono sentita stupida perché, in preda alla paura, mettevo in dubbio tutto ciò che scrivevo, nonostante fosse l'approccio giusto*». Questa frase attiva simultaneamente le categorie della *disposizione emotiva* e della *competenza percepita*, mostrando come l'ansia anticipatoria possa compromettere la fiducia nelle proprie capacità, fino a impedire di concludere anche un esercizio di cui si conosce «*l'approccio giusto*». Si tratta di un esempio emblematico di conflitto tra competenza reale e percezione soggettiva, che può portare alla sospensione dell'azione o alla paralisi decisionale.

In alcune frasi del *corpus* emerge anche una riflessione sul ruolo dell'autonomia, come nel caso di «*sono molto curiosa di scoprire se da sola, senza l'input della prof, sono in grado di svolgere questa tipologia di esercizi*». Questa espressione attiva simultaneamente la categoria della competenza percepita, in quanto la studentessa manifesta un'incertezza — sottointesa — rispetto alle proprie capacità, e quella delle strategie di studio, poiché prospetta di mettersi alla prova con un'attività di autovalutazione. Il tono del messaggio non è marcatamente negativo, anzi: la curiosità espressa suggerisce una tensione esplorativa, orientata alla costruzione di fiducia in sé, che può essere letta come segnale di transizione verso una maggiore autoregolazione.

"Ripassare"

Il termine "*ripasso*" (e sue varianti) è comparso all'interno del *corpus* un totale di 619 volte, posizionandosi circa a metà delle parole-chiave più

ricorrenti tra le 17 selezionate. L'analisi delle concordanze (KWIC) ha evidenziato come il termine non venga usato dagli studenti soltanto per indicare lo studio autonomo — come si potrebbe inizialmente pensare — ma anche per buona parte degli argomenti trattati in classe: essendo il *syllabus* composto prevalentemente da argomenti visti anche alle scuole superiori, gli studenti percepiscono le lezioni come "*un utile ripasso*" di ciò che già conoscono. Come già trattato ampiamente nei capitoli precedenti di questa tesi, nonostante gli argomenti trattati siano gli stessi della scuola superiore, la matematica universitaria si contraddistingue per un diverso approccio alla materia, in cui si predilige l'astrazione, il ragionamento e la relazione tra concetti piuttosto che il mero calcolo.

Frasi come «*ho trovato l'argomento un utile ripasso, ma allo stesso tempo, ho imparato nuovi concetti che non erano presenti nel mio piano di studi della mia scuola superiore*», oppure «*assolutamente essenziale per me questo ripasso! ho inoltre imparato la relazione tra distanza e valore assoluto, che fino ad oggi non conoscevo*» mostrano come il concetto di "ripasso" non coincida con una reiterazione fedele di contenuti già acquisiti, ma piuttosto con una percezione soggettiva di continuità o prossimità concettuale, anche quando emerge esplicitamente un apprendimento nuovo («*ho imparato nuovi concetti*», «*che fino ad oggi non conoscevo*»). Si potrebbe ipotizzare che definire un contenuto come "ripasso" abbia anche una funzione rassicurante, poiché ri-ancora a uno spazio di competenza già noto, anche laddove la novità concettuale sia evidente. È il caso della frase «*oggi lezione su funzioni, argomento ripasso delle superiori ma è l'argomento che meno ho capito*», che sembra confermare come il termine "ripasso" non sia usato come indicatore di reale padronanza.

È giusto evidenziare che, in alcuni casi, i contenuti presentati a lezione sono davvero un "ripasso", soprattutto per quanto riguarda le nozioni generalmente presentate durante la prima settimana del corso: «*durante questa prima lezione abbiamo iniziato a trattare gli insiemi dei numeri* [...]. *Erano cose che avevo ovviamente già visto negli anni precedenti ma pensò che sia stato comunque utile un ripasso*».

In questi contesti, il termine sembra attivare la categoria di *competenza*

percepita, dove la familiarità con un contenuto "noto" potrebbe rafforzare la fiducia nelle proprie capacità di comprensione e di acquisizione di conoscenze, abilità e competenze.

In alcune frasi, il termine "*ripasso*" è usato in termini più "tradizionali", ossia per designare un'azione intenzionale di recupero finalizzata all'apprendimento. Ne sono un esempio le frasi «*devo rinfrescarmi la memoria, dare una ripassata di trigonometria e fare tanti esercizi per poter affrontare i vari quesiti*» e «*ho anche notato i miei punti deboli, devo ripassare i calcoli con le scale da metri cubi a cm cubi, da metri quadri a centimetri quadri ecc.*» che attivano simultaneamente le categorie di *strategia di studio*, *competenza percepita* e *processo di cambiamento*. In entrambi i casi, l'uso del verbo "devo", infatti, segnala un bisogno riconosciuto di rafforzare alcune conoscenze, ma ha anche un orientamento operativo — auspicato — che potrebbe tradursi in azioni concrete volte a colmare delle lacune.

Il fatto che in molte frasi analizzate, il termine "*ripasso*" sia utilizzato dagli studenti anche in riferimento ad argomenti nuovi o non completamente compresi o assimilati lascia emergere una concezione implicita dell'apprendimento matematico più prossima a una visione strumentale che relazionale (Skemp, 1978). Definire un contenuto nuovo come "*ripasso*" poiché concettualmente prossimo ad altri conosciuti potrebbe suggerire, infatti, che l'apprendimento non sia vissuto come una rielaborazione personale o una costruzione di significati. In questo senso, l'uso del termine "*ripasso*" può rivelarsi una spia linguistica della *visione della matematica* dello studente: una matematica fatta di "cose da sapere di nuovo", più che da "concetti da comprendere meglio", come se lo studente faticasse a riconoscere — e quindi a nominare — la discontinuità epistemologica dell'esperienza universitaria.

È possibile ipotizzare che l'uso generalizzato del termine "*ripasso*" per descrivere anche contenuti solo parzialmente noti o concettualmente nuovi possa avere un effetto didattico potenzialmente problematico, poiché questa familiarità percepita — ma non reale! — potrebbe indurre gli studenti a sottovalutare l'impegno richiesto, procrastinando il momento

dell'approfondimento sulla base di una competenza pregressa che in realtà non possiedono.

L'analisi contestuale delle parole-chiave emerse dalla C.A.T.A. ha evidenziato la ricchezza semantica e interpretativa del lessico utilizzato dagli studenti, permettendo di individuare nuclei tematici dominanti, tensioni discorsive e ambivalenze emotive che attraversano il loro racconto. Alcuni termini si configurano come snodi narrativi, attivando simultaneamente più categorie interpretative e riflettendo vissuti complessi, a volte contraddittori, legati all'esperienza dell'apprendimento matematico. La combinazione tra analisi lessicografica e lettura qualitativa ha permesso di rilevare indicatori linguistici utili per la comprensione delle traiettorie individuali e collettive, e di costruire ponti interpretativi tra i dati quantitativi e le dinamiche soggettive raccontate nei diari. La **Tabella 5.2** propone una sintesi delle corrispondenze più significative tra le parole-chiave analizzate e le categorie teoriche emerse.

Tabella 5.2. *Parole-chiave e categorie interpretative emerse dall'analisi C.A.T.A.*

Parola	**Categorie interpretative**						
	Visione della matematica	**Disposizione Emotiva**	**Competenza percepita**	**Strategie di studio e adattamento**	**Differenze strutturali**	**Integrazione sociale e rapporto coi pari**	**Processi di cambiamento**
Esercizi, Esercizio	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗
Svolto, Svolti, Svolgere, Svolgimento etc.	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗
Spiegazione, Spiegato, Spiegare etc.	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Matematica	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
Argomenti, Argomento	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗

Risolto, Risoluzione, Risolvere, Risolubile, Soluzione, Soluzioni etc.	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
Prof, Professoressa, Professore etc.	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗
Difficile, Difficoltà, Difficili, Difficoltoso	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Ripasso, Ripassato, Ripassare, Ripassate etc.	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓
Capito, Capita, Capire, Capibile etc.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Correzione, Correggere, Corretto etc.	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓
Affrontato, Affrontati, Affrontate etc.	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗
Utile, Utili	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗
Bene	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓
Concetto, Concetti	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓
Applicazione, Applicativo etc.	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗

5.5.2 Casi studio

In questa sezione verranno approfonditi i percorsi di 5 studenti (i cui nomi sono di fantasia). I casi studio analizzati offrono uno sguardo approfondito sulle traiettorie soggettive degli studenti della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, mettendo in luce le diverse modalità attraverso cui ciascuno di loro ha affrontato l'incontro con la matematica all'università. Le narrazioni selezionate, pur nella loro parzialità, restituiscono alcune delle tensioni più ricorrenti legate all'ingresso in un contesto formativo percepito come esigente, talvolta ostile. L'intento non è tanto quello di mostrare l'efficacia di una proposta didattica quanto di portare alla luce le problematiche più diffuse, le strategie attivate per fronteggiarle e le condizioni che, in alcuni casi, hanno permesso l'emergere di un cambiamento significativo. L'attenzione si concentra dunque sul modo in cui gli studenti vivono, interpretano e reagiscono alle difficoltà, lasciando emergere dinamiche emotive, relazionali e metacognitive che si intrecciano con le pratiche didattiche e con la percezione del proprio ruolo all'interno dell'università. Oltre ai casi riconducibili alle dimensioni più frequentemente emerse nell'analisi automatizzata (C.A.T.A.), sono stati

selezionati anche alcuni profili meno rappresentati, al fine di includere prospettive marginali ma significative. In questo modo, l'analisi qualitativa ha potuto estendersi a sfumature altrimenti trascurate, valorizzando la pluralità dei vissuti e l'eterogeneità dei percorsi di apprendimento.

Matteo — L'università è libertà, ma la matematica è un'arma a doppio taglio

Il diario di Matteo si apre con una frase che potremmo considerare emblematica di alcuni vissuti nel passaggio tra l'educazione secondaria e quella terziaria: «*l'università è soprattutto libertà, ma in materie come la matematica è un'arma a doppio taglio*». In questa affermazione sembrano essere racchiusi i pensieri e le preoccupazioni di Matteo rispetto a questo suo nuovo percorso, in particolare con la matematica, disciplina in cui ha sempre avuto «*diverse difficoltà con gli esercizi pratici*», mostrando però particolare determinazione a «*abbattere i miei limiti che mi hanno condizionato in passato*» facendo «*molta pratica*». Matteo mostra una disposizione emotiva abbastanza positiva, attraverso la quale si intravede una competenza percepita non molto alta, profilo che lo studente sembra intenzionato a cambiare applicando la strategia consolidata dell'esercitazione. In linea con il suo obiettivo di «*fare molta pratica*», Matteo esprime un particolare apprezzamento per le «*varie attività messe a disposizione dalla professoressa per aiutare ogni studente a raggiungere dei risultati buoni,* […] *dalla stella nella quale potremmo scrivere le varie formule e informazioni, alle varie attività sulla piattaforma, tra cui questa*» [45] , strumenti che racconta di usare per lo studio e l'approfondimento autonomo in diversi passaggi della sua narrazione, utilizzandoli per «*misurar*[si] *con* [sé] *stess*[o] *e fare luce sull'argomento*

[45] In questo passaggio lo studente si riferisce all'attività basata sul lavoro di Demain & Demain (1997), utilizzato dalla docente come attività di "accoglienza" durante la prima lezione. Gli studenti potevano utilizzare l'artefatto origami ottenuto da questa attività come "mini-formulario" durante la prova intermedia nell'anno accademico 2022/2023. Le altre attività citate sono, tra le altre, i moduli di esercitazioni online, gli "esercizi del braccialetto", i "fogli" di esercizi, le simulazioni online del test intermedio e ovviamente «*questa*» di scrittura del diario.

affrontato valutando il [suo] *livello di comprensione*». Matteo utilizza infatti molte occasioni per verificare il proprio livello di competenza, per controllare "a che punto è" rispetto al programma: riporta con solerzia i risultati di tutti i moduli google [46] svolti in classe, degli "esercizi del braccialetto" e delle simulazioni di test intermedio, appuntando — a noi lettori ma, soprattutto, a sé stesso — gli argomenti che dovranno essere oggetto del suo «*allenamento*» per i giorni e le settimane successive.

È interessante notare come, in alcuni punti, emerga un'alta consapevolezza del complesso e profondo intreccio tra disposizione emotiva e competenza percepita: Matteo afferma infatti che le sue difficoltà, spesso, sono «*paure, ma, come sottolineato dalla professoressa, sono limiti che noi studenti ci creiamo appena leggiamo consegne del genere* [con calcoli difficili n.d.a.], *senza neanche affrontare i calcoli.*». Ancora una volta, però, lo studente dimostra determinazione nel proseguire il proprio percorso, e infatti aggiunge subito: «*cercherò di smussare questi pregiudizi nei confronti di certi argomenti, soprattutto provando a svolgere insistentemente tali esercizi e riguardando i concetti di base*». Molto interessante e significativa è anche la riflessione con cui conclude il diario della seconda lezione, esplicitando un alto livello di metacognizione e un apprendimento autoregolato in fase di consolidamento: «*alla fine sono arrivato alla conclusione che i mezzi ci sono e io devo avere la responsabilità e le capacità di utilizzarli*» e ancora «*ogni argomento trattato costituisce un tassello essenziale, devo fissarmi come obiettivo principale di non lasciare indietro nulla o sottovalutarlo*». La resilienza di Matteo gli permette di portare il suo processo di cambiamento dallo *status* di *auspicato* a quello di *attuato*; dopo poche lezioni dalle riflessioni precedenti, infatti, afferma: «*sto notando un miglioramento in me stesso, ma non è ancora nulla, è solo l'inizio, ci vuole determinazione*», progressi per i quali si definisce «*soddisfatto*».

[46] In diversi punti durante la lezione, la docente propone dei moduli google contenenti degli esercizi riguardanti l'argomento principe del modulo didattico, invitando gli studenti a svolgerli in gruppo e, successivamente, correggendo in classe quelli con la percentuale di risoluzione corretta più bassa.

Nonostante, come afferma, «*non* [sarebbe] *sincero se dicess*[e] *che gli esercizi sono semplici*», Matteo mostra una buona capacità di *spacing*, delle strategie di autoregolazione sia emotive che pedagogiche ancora "in prova" ma sostenute da un'alta competenza metacognitiva. Il percorso di Matteo ci restituisce l'immagine di uno studente che, pur partendo da una percezione di fragilità, riesce progressivamente a costruire strumenti efficaci per affrontare la disciplina: la sua è una traiettoria in cui la determinazione si intreccia con la metacognizione, e dove la consapevolezza dei propri limiti non sfocia nella rinuncia, ma alimenta un processo di autoregolazione sempre più saldo.

Francesco — Il sostegno dei pari e l'apprendimento cooperativo

La narrazione di Francesco si distingue per la particolare attenzione posta all'apprendimento cooperativo e al ruolo che i pari hanno nell'esperienza universitaria. Dal diario di Francesco emerge fin da subito un profilo caratterizzato da una bassa competenza percepita che sembra attribuita però a cause esterne: afferma, infatti, di non avere «*un'adeguatissima preparazione matematica*» ma soprattutto di avere «*poca predisposizione*» alla disciplina. Nonostante questo, l'atteggiamento di Francesco non è rinunciatario, anzi, «[sa] *che impegnando*[si] *e facendo le cose con più calma* [può] *migliorare*», lavorando soprattutto sulla gestione del tempo, che riconosce come uno dei principali problemi delle sue scarse (percepite) *performance*. Ma "velocizzarsi" non è semplice e porta con sé anche aspetti negativi: «*sent*[e] *che andando con più calma* [potrebbe] *perfezionar*[si] *ma allo stesso tempo non* [ha] *tutto il tempo a disposizione specie in classe o all'esame*».

L'aiuto dei compagni si rivela in fretta un elemento di svolta, e Francesco esperisce questo sostegno durante la prima lezione a distanza. Afferma: «*all'inizio ero un po' scettico perché non mi è mai piaciuta la dad, invece oggi mi sono ricreduto. Fare gli esercizi insieme ai miei compagni, anche quelli che conosci meno, è divertente e utile a migliorarsi*». Anche se inizialmente «*si* [faceva] *fatica a parlare con intraprendenza tra compagni di corso nuovi*», il ghiaccio si rompe in fretta e Francesco manifesta il

desiderio di coltivare questi nuovi rapporti in presenza, di persona, «*per avere un maggior rapporto e un maggior aiuto reciproco*». Le attività di apprendimento cooperativo proposte in classe diventano non solo un modo di mettersi alla prova ma anche un momento divertente e gioioso; racconta Francesco: «*questa parte di lezione* [gli esercizi in gruppo n.d.a.] *mi piace tantissimo perché con i gruppi vicini ci scervelliamo al massimo per avere il risultato più alto possibile e penso sia di grandissimo aiuto*». Emerge qui una componente competitiva che si rivela una forte motivazione positiva.

Con l'avvicinarsi del test intermedio, poi, «*l'ansia sale e con essa la preoccupazione di non passare sia l'esame parziale sia l'ofa*[47] », ma «*l'allenamento*» e fare «*gli esercizi con i compagni*» sembrano essere il sostegno di cui Francesco sente di necessitare per affrontare questi scogli significativi.

Il percorso di Francesco mette in luce come il senso di autoefficacia possa essere alimentato anche — e, in questo caso, soprattutto — attraverso le relazioni tra pari, che diventano risorsa cognitiva ed emotiva nel fronteggiare l'incertezza e la fatica. In un contesto inizialmente percepito forse come minaccioso, l'esperienza collaborativa in aula e online si trasforma progressivamente in una leva di cambiamento: da strumento di compensazione per le proprie insicurezze a spazio di crescita condivisa, in cui l'apprendimento diventa più accessibile, persino divertente.

Andrea — Un solido profilo positivo e anomalo

Andrea presenta un profilo caratterizzato da una competenza percepita alta, che esprime fin da subito raccontando come «*sono state 6 ore* [di lezione n.d.a.] *utili per un ripasso generale che tuttavia non* [lo] *hanno spaventato, anzi hanno confermato ciò che già sapev*[a]»[48], affermazione

---

[47] Con «*ofa*» si intendono gli Obblighi Formativi Aggiuntivi, attività di recupero che gli studenti devono svolgere se, a seguito del test d'ingresso, emergono lacune in alcuni ambiti disciplinari. In particolare, il primo esame di "riparazione" per gli O.F.A. si svolge generalmente poche settimane dopo l'inizio del corso e dunque in prossimità del test intermedio.

[48] È interessante notare che la disposizione emotiva è espressa in questa frase mediante una negazione: lo studente *non ha avuto paura*, ma non nomina ciò che ha provato. Che si aspettasse,

che fa emergere anche una disposizione emotiva non negativa. La consapevolezza delle proprie conoscenze e competenze viene costantemente rafforzata e confermata dalle attività didattiche di consolidamento messe a disposizione dalla docente, che Andrea svolge con solerzia. Afferma: «*non ho trovato difficoltà, come ha confermato il punteggio di 7/7 nel modulo google*», «[durante gli esercizi in gruppo n.d.a.] *ho potuto constatare che i miei risultati fossero corretti*», e ancora «*nel weekend potrò dilettarmi con il foglio 2 e gli esercizi del braccialetto della fortuna*». Quest'ultima frase evidenzia anche una forma di apprendimento autoregolato consolidata, in cui l'utilizzo del materiale e degli strumenti didattici viene programmato in modo cadenzato, favorendo forme di *spacing*; anche gli argomenti «*che* [ha] *sempre considerato ostici*» appaiono, così, «*non impossibili*» e, dopo che a lezione «*i numerosi esercizi hanno rinfrescato la* [sua] *memoria*» permettendogli di «*ristabilire dell'ordine nella* [sua] *mente e comprendere il significato di quanto detto durante la parte di teoria*», vanno solo tenuti «*sul pezzo*» per non essere dimenticati. Anche Andrea, però, come molti studenti, non è immune a insicurezze e fragilità, ma per queste prevede di sfruttare al meglio le opportunità offerte dalla docente, come quella di scrivere i valori notevoli di seno e coseno «*sulla stella così da avere un sostegno durante l'esame*».

Il caso di Andrea si distingue per la solidità del profilo: un equilibrio tra competenza percepita, disposizione emotiva positiva e strategie di apprendimento consolidate, che non richiede — né sollecita — un processo di cambiamento. La narrazione restituisce infatti l'immagine di uno studente che ha già interiorizzato modalità efficaci di studio, e che riesce a utilizzare con consapevolezza e regolarità gli strumenti offerti dal contesto didattico. Si tratta, purtroppo, di un profilo tutt'altro che comune nei corsi di matematica di servizio, e proprio per questo l'esperienza di Andrea rappresenta un esempio prezioso di continuità positiva, in cui la fiducia

---

invece, di avere paura? Che confrontandosi con i compagni loro abbiano espresso questo sentimento in cui però Andrea non si è riconosciuto? Ovviamente, non potremo mai rispondere a queste domande.

nelle proprie capacità non si traduce in superficialità, ma si accompagna a metodo e responsabilità.

Valentina — Scacciare l'ansia da matematica

Il percorso di Valentina inizia con una prima impressione positiva del corso che è «*presentato in maniera leggera e giocosa*», ed è inizialmente caratterizzato da segnali di una competenza percepita sufficientemente sostenuta («*mi è tutto chiaro*», «*non ho commesso errori*», «*è uno degli argomenti che non ho mai faticato a capire*»). Si scontra presto, però, con un argomento che verrà più volte identificato dalla studentessa come il suo punto debole: i logaritmi, soprattutto perché «*non* [sono stati] *trattati in maniera esaustiva alle superiori*», e per cui dovrà «*esercitarsi molto*». L'incontro con questo tema sembra scoraggiare molto Valentina, anche se in maniera non manifesta: nonostante la studentessa non attribuisca mai una connotazione emotivamente negativa all'argomento, è solo dopo la comparsa dei logaritmi che nei suoi scritti compare esplicitamente il termine «*ansia da matematica*», qualcosa su cui «*dev*[e] *lavorare*». Questa sfumatura della disposizione emotiva nei confronti della matematica emerge in particolare quando Valentina parla degli errori che commette svolgendo gli esercizi in autonomia; infatti, «[fa] *fatica a impostare gli esercizi senza l'input della prof*», ma questo non la ferma dal continuare a provare, perché «*anche se commett*[e] *degli errori, è giusto mettersi in gioco*».

Il profilo di Valentina è uno dei pochi che fa riferimento esplicito all'"ansia da matematica" chiamandola con questi termini; nelle narrazioni degli studenti raccolte in questo contesto non mancano, infatti, riferimenti a "paure", "ansie", "preoccupazioni", a cui però si fa spesso riferimento in modo generico, senza un'attribuzione causale o un'associazione con la disciplina in cui questi sentimenti negativi si manifestano. Quest'ansia da matematica, però, Valentina «*lentamente* [la] *st*[a] *scacciando*» cercando «*sempre di svolgere gli esercizi nella loro interezza*». Per quanto quest'ultima affermazione possa sembrare banale, non lo è affatto: negli studenti l'atteggiamento rinunciatario insorge spesso come diretta

conseguenza di una frustrazione e una disillusione nata dalle ansie e dalle paure. Non è anomalo che gli studenti chiedano aiuto a noi insegnanti dicendo semplicemente che "non sanno da dove partire" con un esercizio o che "non sanno andare avanti", senza però saper identificare e/o verbalizzare *cosa* li ha ostacolati, quale passaggio logico, quale conto o quale ragionamento poco chiaro. In quest'ottica, nel suo tentativo di portare a termine tutti gli esercizi, l'atteggiamento di Valentina si dimostra determinato e resiliente, sforzo che sembra ripagare presto quando afferma di sentirsi «*più sollevata sui logaritmi*».

Nonostante alcuni argomenti le siano più "familiari" di altri («*finalmente un argomento che conosco!*», «*non può immaginare la mia gioia quando ho sentito pronunciare le parole "rette" e "punti"!*»), l'impegno di Valentina non sembra sufficiente per colmare le sue lacune: nell'ultimo diario afferma, infatti, che ha «*scelto di non partecipare al parziale perché h*[a] *rispetto nei confronti della docente e dei colleghi, occupere*[bbe] *un posto inutilmente*». L'introduzione di argomenti non noti sembra averla messa molto più in difficoltà di quanto trasparisse dalle sue narrazioni precedenti, «*molti argomenti affrontati non li conoscev*[a] *e h*[a] *bisogno di più tempo per assimilarli*».

Nel complesso, il diario di Valentina ci restituisce l'immagine di una studentessa che affronta con determinazione le proprie difficoltà, riconoscendo i punti deboli del proprio percorso formativo senza lasciarsi sopraffare. Il caso si caratterizza per una disposizione emotiva non del tutto negativa ma sottoposta a oscillazioni, che si acuisce in corrispondenza di contenuti non familiari e difficili da gestire in autonomia. L'esplicita menzione dell'"ansia da matematica" costituisce un elemento raro all'interno del *corpus*, e diventa uno snodo interpretativo centrale per leggere la sua traiettoria. Valentina si mostra capace di attivare strategie di resilienza e autoregolazione, ma la sua scelta finale di non partecipare al test intermedio segnala la presenza di una soglia oltre la quale il senso di inadeguatezza prende il sopravvento, esemplificando la tensione tra impegno e fragilità che caratterizza molti studenti con una competenza percepita altalenante e instabile.

Elisa — Pensare di essere all'altezza

Il percorso narrato da Elisa si caratterizza per un'alternanza continua tra entusiasmo e frustrazione, tra comprensione teorica e fatica applicativa. Fin dalle prime righe emerge una forte determinazione personale, espressa in modo chiaro e affettivamente carico: «*non voglio più pensare che io non sia all'altezza di fare ciò che tutti gli altri riescono a fare; quindi, proverò ad approcciarmi alla matematica in modo diverso da come ho sempre fatto in passato*». Si delinea così un primo elemento importante: un processo di cambiamento già avviato fin dalla lezione introduttiva, non tanto sul piano cognitivo quanto su quello motivazionale ed emotivo, in cui l'obiettivo non è solo "capire la matematica" ma ricostruire la propria identità di apprendente. La disposizione emotiva, pur attraversata da momenti di sconforto («*la mia poca flessibilità mentale mi deprime*»), si mantiene sorprendentemente positiva, animata da una fiducia che affiora in molti passaggi: dice di volersi impegnare «*tantissimo per vincere almeno il braccialetto della fortuna*», si dice orgogliosa di aver totalizzato «*4 su 5 nel questionario moodle!*», e lei stessa ammette di «[starsi] *impegnando tantissimo*». È una disposizione che non nega la fatica, ma che riesce ad attribuire senso e soddisfazione ai piccoli successi quotidiani, come quando «*h*[a] *pure sorriso a lezione quando* [ha] *capito cosa sta dietro al significato di logaritmo*», e, «*almeno finora, la matematica* [le] *piace*».

Al centro della narrazione si colloca una competenza percepita altalenante, legata a una distinzione netta tra teoria e pratica. Da un lato, Elisa afferma più volte che «*la teoria è facile*», che i concetti «*sono stati pochi ma precisi*», che «*sono molto logici*» e che «*sono stati spiegati con una semplicità spiazzante*». Dall'altro, «*l'applicazione è tutto un altro mondo*» e resta il suo punto critico durante tutto il diario: «*se dev*[e] *pensarci da sola* [s]*i blocc*[a]», «*dev*[e] *starci a ragionare tantissimo tempo rispetto agli altri*», e «[fa] *troppi errori ignoranti*». Si tratta quindi di un caso in cui la competenza percepita è fortemente situata: alta nella comprensione passiva e bassa nell'uso autonomo.

L'intero percorso è sostenuto da strategie di studio e adattamento che,

pur non ancora pienamente efficaci, appaiono in fase di consolidamento. Elisa si esercita, confronta soluzioni, riflette, cerca conferme del proprio apprendimento («*vediamo se facendo degli esercizi la mia impressione verrà confermata*»), e cerca di «*fare amicizia*» con gli argomenti più complessi, riuscendoci: «*così come ho capito la "t"* [esercizi con variabili temporali n.d.a.] *capirò anche questi esercitandomi*». L'impegno e la perseveranza sono elementi ricorrenti, anche quando il senso di inadeguatezza riemerge, anche quando le «*si disconnette il cervello e non capisc*[e] *più niente*», e vengono accompagnati da una buona competenza metacognitiva, evidente nella capacità di riconoscere e verbalizzare i propri punti deboli, di distinguere il piano della comprensione da quello dell'applicazione, e di monitorare i propri progressi.

Infine, è interessante la visione della matematica che emerge da queste pagine. Lungi dall'essere percepita come una disciplina arida o ostile, viene definita «*divertente*», «*bella e facile da capire*», capace di svelare «*significati*» e di permettere «*cose inimmaginabili*». Questa visione si distanzia in modo netto da quella scolastica esperita in precedenza, «*quei teoremi imparati a memoria per le interrogazioni alle superiori*» che sembrano acquisire senso soltanto ora che la sua prospettiva sta diventando più relazionale, segnalando un cambiamento di paradigma che investe anche la postura complessiva verso la disciplina.

In sintesi, il diario di Elisa racconta il percorso di una studentessa che, pur partendo da una posizione fragile, riesce a costruire una relazione significativa e positiva con la matematica, grazie a un contesto didattico percepito come accogliente, a pratiche esplicitamente riconosciute come utili per sostenere il suo apprendimento, e a una forza d'animo che trasforma l'insicurezza in azione.

I cinque casi analizzati restituiscono una pluralità di traiettorie che ben rappresenta la varietà di profili osservabili all'interno di un corso di matematica di servizio rivolto a studenti di Agraria. Sebbene differenti per competenza percepita, disposizione emotiva e strategie adottate, questi percorsi condividono la presenza di elementi di transizione, in cui gli

studenti si confrontano con i propri limiti e cercano — ciascuno a modo proprio — di attivare risposte adattive. Nel caso di Matteo, la determinazione e la metacognizione diventano motore di un cambiamento tangibile, che lo porta a adottare strategie di *spacing* e autoregolazione sempre più efficaci. Francesco mette invece in luce la forza del gruppo: è attraverso la collaborazione tra pari che riesce ad affrontare l'ansia e ad accedere a una forma di apprendimento più sicura e condivisa. Di segno diverso è il profilo di Andrea, che rappresenta un'eccezione positiva: la sua traiettoria è segnata dalla stabilità, da una solida competenza percepita e da strategie già consolidate, che non richiedono un cambiamento ma piuttosto una conferma delle proprie risorse. Al contrario, il caso di Valentina ci mostra una tensione tra impegno e fragilità: la comparsa dei logaritmi mette in crisi una fiducia iniziale già incerta, e l'"ansia da matematica", esplicitamente nominata, diventa un nodo critico da affrontare. Infine, il percorso di Elisa restituisce un esempio di trasformazione possibile, in cui la volontà di superare una percezione di inadeguatezza attiva un processo di ristrutturazione del proprio rapporto con la matematica, sostenuto da strategie emergenti e da una nuova visione della disciplina, più relazionale e significativa.

Nel complesso, i diari mettono in luce l'emergere di criticità — emotive, cognitive e organizzative — e mostrano come gli studenti provino a gestirle attivando risposte diverse. In questo senso, la centralità delle emozioni, la dimensione relazionale e la varietà degli strumenti di supporto diventano sfondi significativi su cui si intrecciano fragilità e tentativi di riorientamento.

5.6 Analisi dei dati e dei contributi degli studenti: il *Diario di Bordo* - Progettazione dell'Architettura

L'analisi dei *Diari di Bordo* degli studenti del Politecnico di Milano ha restituito le loro percezioni e i loro vissuti durante l'intera durata del corso. Il corso ha coinvolto circa 180 studenti, di cui 104 hanno consegnato almeno un diario e 53 tutti e quattro. Su questi ultimi si è concentrata l'analisi che andiamo ad illustrare di seguito.

5.6.1 Analisi del contenuto supportata da strumenti informatici (C.A.T.A.)

Anche in questo caso è stata condotta una *Computer-Aided Textual Analysis* (C.A.T.A.) sui diari degli studenti, dove il *corpus* è composto dalle quattro consegne corrispondenti a quattro diversi "moduli" tematici del corso, per un totale di 212 testi. Per ciascuna fase del percorso sono state individuate le 100 parole a maggiore frequenza. Tra queste, sono stati selezionati i lemmi e i gruppi lessicali più rilevanti ai fini dell'analisi qualitativa. Anche in questo caso si è scelto di accorpare varianti morfologiche o ortografiche dello stesso termine in un'unica voce significativa. Per ciascun termine selezionato, si è poi proceduto a raccogliere le occorrenze anche nelle altre fasi iterativamente.

Complessivamente, sono stati individuati 14 termini-chiave, considerati significativi per l'interpretazione dei dati in quanto potenzialmente connessi alle categorie interpretative emergenti o ai vissuti più ricorrenti nei testi prodotti dagli studenti. I risultati sono riportati nella **Tabella 5.3**, dove un asterisco (*) segnala la presenza della parola tra le 100 più frequenti in quella fase, mentre la **Figura 5.6** propone una rappresentazione grafica delle frequenze assolute lungo le quattro fasi del percorso didattico.

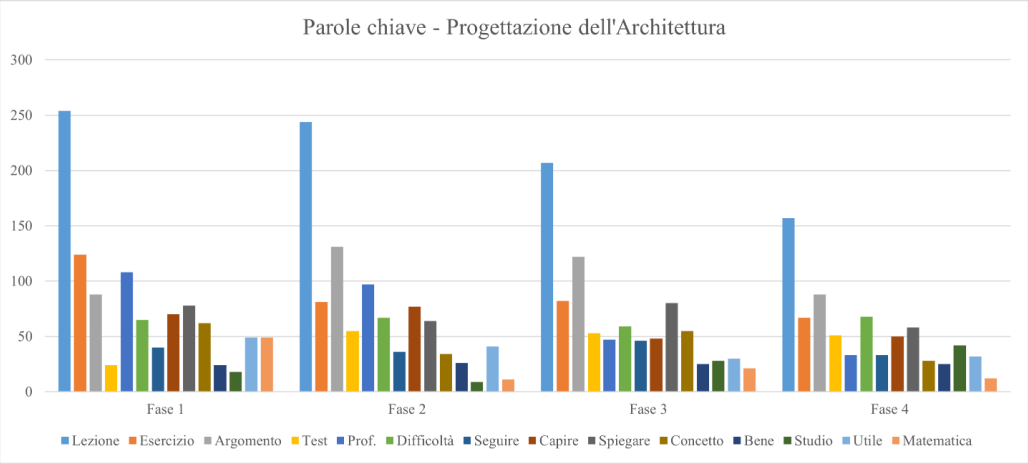


***Figura 5.6**. Rappresentazione frequenze assolute delle parole-chiave.*

***Tabella* 5.3.** Parole-chiave e loro frequenza assoluta nelle varie fasi.

Parola	**Frequenza Assoluta**			
	Fase 1	**Fase 2**	**Fase 3**	**Fase 4**
Lezione, Lezioni	254*	244*	207*	157*
Argomento, Argomenti	88*	131*	122*	88*
Esercizi, Esercizio	124*	81*	82*	67*
Prof, Professore, Professoressa etc.	108*	97*	47*	33
Spiegare, Spiegato, Spiegazione etc.	78*	64*	80*	58*
Difficile, Difficoltà, Difficoltoso etc.	65*	67*	59*	68*
Capire, Capito, Capita etc.	70*	77*	48*	50*
Test	24	55*	53*	51*
Concetto, Concetti	62*	34*	55*	28
Seguire, Seguito etc.	40*	36*	46*	33
Utile, Utili, Utilissimi etc.	49*	41*	30	32
Bene	24	26*	25	25
Studio	18	9	28	42*
Matematica	49*	11	21	12

La lettura dei dati evidenzia che alcuni termini, come "*lezioni*", "*argomenti*" ed "*esercizi*" sono fortemente ricorrenti in tutte le fasi, mentre alcuni termini mostrano variazioni significative nel tempo, come "*utile*" e

"*test*", che aumentano nelle fasi conclusive, o "*concetto*" che presenta l'andamento opposto.

Un termine interessante per la sua distribuzione è "*test*", che diventa prevalente durante le Fasi 2, 3 e 4. L'analisi dei *collocate* mostra "*prossimo*" e "*itinere*" tra i più significativi, e lo strumento KWIC ci permette di confermare come gli studenti lo usino per narrare la loro esperienza con le prove d'esame svolte che scandiscono le diverse Fasi. Ciò è coerente anche con l'aumento della frequenza assoluta del termine a partire dalla Fase 2, periodo in cui gli studenti raccontano della loro esperienza con il test appena sostenuto. Contemporaneamente, gli studenti cominciano a interessarsi dell'esito dell'esame in itinere successivo, indirizzando le loro narrazioni anche sulla preparazione dello stesso e le loro sensazioni in merito: «*in generale mi sento più sicura e preparata nell'affrontare questo prossimo test*» ma anche «*ho paura di non essere pronta per affrontare questo test con sicurezza*», «*sono stata molto soddisfatta dell'esito del primo test e spero che anche il secondo andrà altrettanto bene*» ma anche «*ho molta difficoltà nello svolgere gli esercizi con rapidità e questo mi preoccupa in vista del test*».

Un fenomeno analogo a quello osservato nel *corpus* di Agraria riguarda il termine "*matematica*", la cui distribuzione nelle quattro fasi mostra un andamento decrescente (49 occorrenze in Fase 1, 11 in Fase 2, 21 in Fase 3, 12 in Fase 4). Questo *pattern* conferma come, nella fase introduttiva del percorso, la disciplina venga frequentemente tematizzata in modo esplicito, spesso attraverso riflessioni generali sul corso, sulla propria relazione pregressa con la materia o sulle aspettative rispetto all'insegnamento universitario. L'analisi contestuale (*collocate*) evidenzia infatti come anche in questo gruppo classe il termine *"matematica"* è spesso accompagnato da parole come *"corso"* e *"basi"*, il che suggerisce un riferimento alla disciplina intesa come oggetto scolastico-istituzionale. In questa fase iniziale, gli studenti sembrano costruire una cornice discorsiva generale che racchiude la loro esperienza, prima ancora di entrare nel merito dei singoli argomenti.

Un fenomeno rilevante emerso dall'analisi del *corpus* di Architettura riguarda il termine "*studio*", la cui distribuzione nelle quattro fasi mostra un andamento crescente nelle fasi finali (18 occorrenze in Fase 1, 9 in Fase 2, 28 in Fase 3, 42 in Fase 4). In particolare, nella Fase 4, l'analisi contestuale (*collocate*) mostra che il termine "*studio*" è prevalentemente accompagnato dalla parola "*funzione*" (33 volte sulle 94 occorrenze totali del termine, quasi la totalità delle occorrenze del termine durante la Fase 4); come accadeva anche per Agraria, l'analisi contestuale mediante KWIC ci mostra come la presenza nel termine non sia legata a narrazioni relative a momenti di apprendimento autonomo — come ci si aspetterebbe durante il periodo che precede l'esame finale — ma piuttosto all'espressione "*studio di funzione*", argomento che viene affrontato nell'ultimo modulo del corso. Ovviamente non mancano riferimenti allo "*studio individuale*", ma sono meno frequenti.

Anche per il *corpus* relativo agli studenti della Facoltà di Architettura è stata effettuata un'analisi contestuale delle parole-chiave emerse dalla C.A.T.A., mediante la funzione KWIC. Ogni parola è stata analizzata nel proprio contesto d'uso e messa in relazione con le categorie interpretative individuate nella fase teorica. Di seguito si presentano alcuni esempi particolarmente significativi, scelti per la loro capacità di mettere in luce i diversi livelli di senso che i termini assunti come parole-chiave possono attivare nei discorsi degli studenti. Anche in questo caso, è emersa con chiarezza la natura polisemica di molte parole, che assumono significati diversi a seconda della frase in cui sono inserite. L'analisi delle concordanze ha dunque permesso di osservare come attorno ad alcune parole si addensino nuclei semantici rilevanti, che fungono da snodi discorsivi per la costruzione del senso dell'esperienza.

"Esercizi"

Le parole "*esercizi*" ed "*esercizio*" compaiono complessivamente 354 volte all'interno del *corpus* distribuite trasversalmente nelle quattro fasi, e

si confermano tra i termini più ricorrenti anche per questa coorte di studenti. Come già osservato per la Facoltà di Agraria, l'analisi delle concordanze (KWIC) ha evidenziato come la parola emerga come nucleo linguistico intorno al quale si posizionano una molteplicità di significati, narrazioni e riflessione degli studenti.

Alcune frasi rivelano come il termine venga frequentemente usato per esprimere un bisogno di esercitazione, intesa come strumento indispensabile per il consolidamento delle conoscenze; è il caso di affermazioni come «*comprenderò meglio questa parte svolgendo degli esercizi*», «*ho riscontrato delle difficoltà iniziali che sto cercando di risolvere facendo esercizi*», e «*le spiegazioni sono state esaustive, anche per mezzo di numerosi esercizi svolti insieme*». In questi esempi, le categorie interpretative attivate sono quelle delle *strategie di studio* e della *visione della matematica*, che in alcune frasi si intreccia anche alla *disposizione emotiva*, in particolare per quanto riguarda l'autoregolazione di fronte alle difficoltà: «*leggere bene la teoria, capirla, ripeterla e svolgere gli esercizi senza abbattermi dalle difficoltà che riscontro*».

Si delinea quindi una concezione di apprendimento fortemente ancorata alla pratica, in cui l'esercizio è funzionale — ed essenziale — per la comprensione teorica. Questa visione è ulteriormente rafforzata dalle considerazioni in merito a come la quantità e l'organizzazione delle *esercitazioni* — ossia lezioni dedicate quasi esclusivamente allo svolgimento degli esercizi — sia cruciale: «*personalmente apprezzo quando si fanno numerosi esercizi anche in classe e con la guida del professore*», «*abbiamo fatto troppi pochi esercizi in aula*», «*abbiamo ripassato ancora argomenti di teoria (utile) ma non abbiamo visto tanti esercizi come mi aspettavo*». Particolarmente interessante è l'affermazione: «[penso che] *le esercitazioni siano più utili delle lezioni in sé. […] Sono più comode anche da riguardare dopo lezione in quanto vedi subito i concetti chiave e le varie tipologie di esercizi che ci possono essere. Anche in vista degli esami riguarderò solo la parte delle esercitazioni*», che esplicita una gerarchizzazione percepita dei due momenti formativi, a favore di quelli operativi. In questo senso, il termine "*esercizi*" attiva la categoria della *visione della matematica*,

connotata in senso *strumentale*, poiché riflette un'idea della disciplina centrata sull'esercizio come modalità privilegiata di accesso alla comprensione.

La distinzione tra *teoria* ed *esercizi* è percepita in modo molto netto da alcuni studenti, che, oltre a gerarchizzare i due momenti didattici, mettono in luce anche le *differenze strutturali* delle due istituzioni educative, tra l'organizzazione universitaria e quella della scuola superiore, come emerge in modo lampante da frasi come: «*mi è nuova questa suddivisione in teoria e poi una parte conclusiva che si incentra maggiormente sugli esercizi*».

"Difficoltà"

Il termine "*difficoltà*" (e sue varianti) è ricorso 259 volte all'interno del *corpus*, attestandosi tra i termini maggiormente presenti in tutte le quattro fasi del percorso. L'analisi delle concordanze (KWIC) rivela come questa parola costituisca una spia linguistica trasversale, che può attivare categorie interpretative differenti a seconda del contesto: dalla *disposizione emotiva*, alla *competenza percepita*, fino alle *differenze strutturali*, alla *visione della matematica* e ai *processi di cambiamento*.

In molti casi, "*difficoltà*" è usata in modo retrospettivo per riferirsi a esperienze pregresse e legate al proprio passato scolastico, come in: «*ho sempre avuto difficoltà con questa disciplina*», «*negli ultimi anni delle superiori ho avuto molte difficoltà in matematica*». Queste espressioni raccontano un rapporto problematico di lunga data con la matematica, attivando la categoria della *disposizione emotiva* (spesso negativa) e al tempo stesso quella della *competenza percepita*, talvolta compromessa da esperienze passate di insuccesso o frustrazione.

In altri casi, la difficoltà è riferita all'approccio iniziale al corso universitario, e si collega alla percezione di un cambiamento di livello, metodo o contenuti: «*temevo di non avere una base abbastanza solida*», «*temevo la difficoltà che potessi avere*», «*ho riscontrato delle difficoltà iniziali*». In queste frasi si attiva la categoria delle *differenze strutturali*, ma si intravedono anche segnali di un possibile *processo di cambiamento* — auspicato —, come nell'affermazione «*sto cercando di risolvere* [le difficoltà

n.d.a.] *facendo esercizi e rileggendo gli appunti delle lezioni*», che segnala una reazione attiva agli ostacoli incontrati e percepiti. In diversi casi, infatti, la "difficoltà" è relativizzata e inserita in una dinamica di miglioramento, come anche in: «*sebbene abbia riscontrato certe difficoltà, credo che io debba rafforzare le mie basi*», o «*alla fine, ancora una volta, non ho avuto particolari difficoltà*». Tali frasi riflettono una *percezione* della propria *competenza* migliore di quanto ci si aspettasse oppure dinamica, migliorabile, una narrazione evolutiva che suggerisce l'attivazione della categoria del *processo di cambiamento*.

Infine, è interessante notare che, in alcuni casi, la difficoltà non è attribuita tanto al contenuto quanto alla teoria in sé: «*da un lato ho trovato molta difficoltà a comprendere la teoria, dall'altro mi sono trovato bene con gli esercizi*». Questa contrapposizione esplicita tra teoria ed esercizi può suggerire, come osservato in precedenza, sia una gerarchizzazione tra teoria ed esercizi, sia una *visione strumentale della disciplina*, in cui la comprensione teorica viene percepita come un ostacolo rispetto alla più rassicurante praticità degli esercizi.

Complessivamente, l'analisi contestuale delle parole-chiave ha permesso di evidenziare la natura polisemica e dinamica del lessico studentesco, mostrando come ciascun termine possa attivare più categorie interpretative a seconda del contesto d'uso. In alcuni casi, le parole fungono da spie linguistiche di un atteggiamento emotivo (come "*difficoltà*"), in altri diventano indicatori di strategie o di visioni più o meno strumentali della matematica (come "*esercizi*" o "*lezioni*"). Questa lettura integrata tra frequenza, *collocate* e contesto narrativo ha dunque permesso di osservare come attorno ad alcune parole si addensino nuclei semantici rilevanti, che fungono da veri e propri snodi concettuali per la costruzione del senso dell'esperienza. La **Tabella 5.4** sintetizza le principali corrispondenze emerse tra le parole analizzate e le categorie interpretative delineate in precedenza.

Tabella 5.5. Parole-chiave e categorie interpretative individuate mediante C.A.T.A.

Parola	Categorie interpretative						
	Visione della matematica	Disposizione Emotiva	Competenza percepita	Strategie di studio e adattamento	Differenze strutturali	Integrazione sociale e rapporto coi pari	Processi di cambiamento
Lezione, Lezioni	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓
Argomento, Argomenti	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓
Esercizi, Esercizio	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓
Prof, Professore, Professoressa etc.	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗
Spiegare, Spiegato, Spiegazione etc.	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗
Difficile, Difficoltà, Difficoltoso etc.	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Capire, Capito, Capita etc.	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Test	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
Concetto, Concetti	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗
Seguire, Seguito etc.	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗
Utile, Utili, Utilissimi etc.	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗
Bene	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗
Studio	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✗
Matematica	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗

5.6.2 Casi studio

Di seguito vengono presentati 5 casi studio (i cui nomi sono di fantasia) relativi ai diari degli studenti della Facoltà di Architettura. A differenza dell'esperienza raccolta presso la Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, in questo contesto le consegne erano meno frequenti e maggiormente

distanziate nel tempo. Questa differenza ha permesso di raccogliere narrazioni meno frammentate, dal carattere più olistico. I casi selezionati si configurano come testimonianze emblematiche, in grado di rendere visibile la complessità delle traiettorie individuali e le molteplici sfaccettature del rapporto con la matematica all'interno di un contesto non specialistico. Anche in questo caso, infatti, i casi studio sono stati selezionati con l'obiettivo di rappresentare la varietà dei profili emersi all'interno del gruppo classe, nonché di approfondire la domanda di ricerca relativa alla presenza delle categorie interpretative all'interno delle narrazioni individuali. La selezione è stata infatti guidata, anche qui, da un criterio di eterogeneità, includendo, accanto a categorie ricorrenti già emerse nell'analisi automatizzata dei testi (C.A.T.A.), anche casi che attivavano categorie meno rappresentate o del tutto assenti nella prima fase dell'analisi. Questa scelta ha permesso di estendere lo sguardo ad aspetti meno frequenti ma rilevanti.

Vanessa — Continuità e consapevolezza riflessiva

Il percorso di Vanessa si distingue per una buona familiarità iniziale con i contenuti — che fin da subito definisce «*noti*» — e per un'elevata capacità metacognitiva, che le consente di affrontare con lucidità le fasi più complesse del corso. Già a partire dalla prima lezione, la studentessa esprime un «*primo impatto positivo*», apprezzando il metodo didattico, mostrando una disposizione emotiva iniziale serena, facilitata da un approccio comunicativo del docente che viene definito «*simpatico*».

Durante la prima fase manifesta una progressiva interiorizzazione del metodo universitario, a partire da una presa di consapevolezza delle differenze — implicite ed esplicite — tra i due ambienti d'apprendimento, come evidenziano le seguenti affermazioni: «*ho rifletto sulla modalità e organizzazione del corso e devo dire che apprezzo molto. Rispetto al liceo mi è nuova questa suddivisione in teoria supportata da esercizi e poi una parte conclusiva che si incentra maggiormente sugli esercizi. Paradossalmente mi sento molto più seguita ora all'università rispetto agli anni precedenti, dove veniva fornita una teoria molto alla buona e poco*

contestualizzata e dove era praticamente assente la risoluzione di esercizi in classe da parte del professore. Mi sento supportata nel percorso di studio». Come narrato dalle sue stesse parole, la studentessa ha riflettuto in maniera spontanea sul nuovo contesto educativo in cui è inserita, notando delle *differenze strutturali* sull'organizzazione didattica, che percepisce positivamente (si sente «*supportata*» nel suo percorso). È una delle rare testimonianze in cui il passaggio alla didattica terziaria viene esplicitamente vissuto come un miglioramento e non come un passaggio problematico, anche se a volte solo temporaneamente.

Fin da subito, Vanessa esplicita strategie di studio articolate e ben calibrate: afferma di combinare appunti, libro di teoria e confronto in aula con il docente, prospettando l'ipotesi di utilizzare la piattaforma digitale del corso per comunicare altre eventuali domande che potrebbe avere, mostrando in questo modo un processo di autoregolazione consolidato. Particolarmente significativo è il modo in cui descrive una delle prime esercitazioni, in cui afferma che aver revisionato gli appunti e aver fatto esercizi insieme le abbia consentito di «*organizzare mentalmente le tipologie di esercizio e i procedimenti*», dando struttura al proprio apprendimento.

Nel complesso, Vanessa manifesta una buona capacità di gestione delle difficoltà, che si traduce anche in una chiara presa di coscienza delle proprie responsabilità. Il racconto della lezione immediatamente successiva al primo test intermedio, infatti, mostra come sappia ridimensionare con lucidità gli ostacoli iniziali, evitando di attribuire la difficoltà solo al contenuto disciplinare affrontato durante la spiegazione, ma riconoscendo anche il proprio stato psicofisico in un momento post-esame; racconta che «*il* [suo] *cervello non connetteva*» ma che «*giorni dopo* [ha] *rivisto gli argomenti ed erano cose abbastanza banali*». Questa metacognizione si rafforza nella seconda parte del corso, in cui dichiara di "collegare" concetti precedentemente separati (matrici e geometria), mostrando una progressiva costruzione di significato.

Il caso di Vanessa è particolarmente interessante anche perché documenta una fase di lieve discontinuità — i risultati insoddisfacenti dei

test e la sensazione di disorientamento data dall'affrontare argomenti nuovi — che tuttavia non mina la fiducia globale nel percorso, né produce una regressione emotiva. La sua postura verso l'errore e la difficoltà è orientata all'apprendimento, riconosce che «*alcune cose non sono complicate ma* [la] *mettono in difficoltà solo perché non le h*[a] *mai viste*» e apprezza quando vengono fatti «*esercizi più difficili rispetto al solito*». Afferma poi di voler "rifarsi" dei risultati dei test intermedi, ottimizzando la sua strategia di studio attraverso le registrazioni delle lezioni, strumento che trova «*molto utile*» perché le permette di «*fermare e riascoltare parti della lezione*».

Nel suo insieme, il caso Vanessa mette in evidenza una visione della matematica in trasformazione, in cui l'astrazione viene sostenuta da momenti esercitativi e più pratici, e dove la comprensione è costruita attraverso un lavoro costante di rielaborazione e connessione. La presenza di riflessioni metacognitive, la gestione emotiva stabile e la capacità di adattamento fanno di questo caso un esempio rappresentativo di come l'università possa attivare processi di autoregolazione positivi quando le condizioni didattiche sono percepite come favorevoli fin dal principio.

Miriam — Consapevolezza delle difficoltà e strategie per superarle

Il caso di Miriam rappresenta la traiettoria di una studentessa che sin dall'inizio del corso dichiara un rapporto complesso con la matematica, difficoltà strutturale e persistente nel tempo, poiché «*h*[a] *sempre avuto difficoltà in tutti i 5 anni di liceo con questa disciplina*». Nella prima fase, Miriam esprime un atteggiamento ambivalente: da un lato il riconoscimento di una preparazione liceale di base («*devo sfruttare le competenze acquisite nei 5 anni passati*»), dall'altro l'emergere di una disposizione emotiva cauta, se non negativa, nei confronti della disciplina. Il corso viene accolto con interesse e curiosità, grazie a una metodologia che viene percepita come creativa e coinvolgente, che sembra rompere con le modalità scolastiche precedenti. Scrive: «*il metodo d'insegnamento utilizzato mi risulta differente rispetto a come sono abituata ora, e per questo devo ancora entrare nell'ottica giusta per affrontare il corso nella maniera migliore*»,

e ancora «*non sono ancora riuscita ad inquadrare al 100% il metodo utilizzato nel corso, ma credo sia dovuto al fatto che dopo ben cinque anni passati ad apprendere in un determinato modo, si faccia fatica ad allontanarsi da questo per comprenderne uno completamente nuovo*.». Anche per questa studentessa, quindi, la riflessione in merito alle differenze strutturali tra le due istituzioni educative emerge fin dalle prime lezioni, e le parole stesse dell'autrice raccontano i passaggi di questa graduale consapevolezza acquisita.

Durante le fasi successive, emergono segnali di strategia di studio e adattamento: la studentessa riconosce l'importanza di esercitarsi, di riprendere le registrazioni, di confrontarsi con i pari. L'attività di esercitazione è percepita come uno strumento utile per «*bloccare i concetti in mente*», e viene percepita positivamente quando è proposta in modalità partecipativa e ludica, infatti «*trov*[a] *molto interessante la gara tra due gruppi,* [si è] *divertita e messa alla prova*[49] ». Tali attività sembrano contribuire a un processo di costruzione di fiducia nelle proprie capacità, che si manifesta in momenti di soddisfazione («*mi sono sentita soddisfatta per aver fatto giusto l'esercizio*»).

La narrazione di Miriam è però anche costellata di elementi di fragilità nella competenza percepita, soprattutto in corrispondenza delle prove valutative. La studentessa, infatti, descrive episodi di tensione e parla di sé come "lenta" nello svolgimento: «*nelle prove di matematica non sono mai stata la più veloce, tanto che a malapena finivo il compito. Ho bisogno di tempo* […] *e di stare attenta ai cosiddetti "errori di distrazione", anche questi abbastanza comuni*". Il diario documenta anche come questi vissuti non siano del tutto nuovi, ma si collochino in continuità con il percorso

[49] In questo passaggio e in quello seguente, la «*gara tra i due gruppi*» citata e «*svolgere un esercizio alla lavagna*» fanno riferimento a un'attività svolta durante un'esercitazione tenuta dalla prof.ssa Bernardi, in cui la classe è stata suddivisa in due gruppi che hanno gareggiato nello svolgere alla lavagna una serie di esercizi legati al tema d'interesse del modulo. L'attività è pensata esclusivamente per coinvolgere la classe, non è una "vera" competizione, e i due gruppi sono stati suddivisi in modo completamente casuale e basato solamente sul posto a sedere scelto dagli studenti in quella specifica lezione.

liceale («*le problematiche che per cinque anni mi hanno accompagnata le sto ritrovando anche durante questo corso*»).

La studentessa alterna momenti di autoefficacia («*mi sono esercitata*», «*mi sto impegnando*», «*posso fare di meglio*») a momenti di svalutazione («*dubito di riuscire a passare il corso*»), mantenendo però un atteggiamento globale resiliente e proattivo. L'impegno dichiarato, la partecipazione alle esercitazioni, la disponibilità a collaborare con i pari e a rimettersi in gioco anche dopo una prestazione deludente, rappresentano indicatori di un processo di cambiamento in atto, seppur lento e non privo di ostacoli.

È interessante la presenza, nelle sue narrazioni, dei compagni di corso e di alcune esperienze condivise con loro dentro e fuori dall'aula; afferma infatti che l'aiuto offertole dai colleghi «*è stato veramente utile*» e che «*se ci sarà la possibilità cercher*[à] *di organizzare ancora degli incontri a tema matematico, in modo tale da riuscire anche a conoscerli meglio* [i compagni n.d.a.] *e a fare gruppo*». Racconta inoltre come le occasioni di socialità integrate all'interno delle esercitazioni — come lo svolgimento di esercizi in gruppo anche di tipo ludico/competitivo — le permettano di socializzare, sentendosi gratificata quando riesce a superare la sua timidezza: «*quando è toccato a me* [svolgere un esercizio alla lavagna, n.d.a.] *non mi sentivo proprio a mio agio perché, essendo molto timida, non mi piace trovarmi di fronte a un pubblico numeroso, però devo dire che mi sono sentita soddisfatta per essere riuscita a farlo di fronte ai miei compagni di corso, cosa che per me non è così scontata*».

Nel complesso, il caso di Miriam mostra come anche in presenza di una disposizione emotiva fragile e di difficoltà pregresse, sia possibile attivare strategie di adattamento e costruire progressivamente un nuovo rapporto con la matematica, grazie a un contesto didattico che favorisce la partecipazione, il confronto tra pari e la valorizzazione dei piccoli successi.

Edoardo — Un ritorno consapevole e tensione trasformativa

Il racconto di Edoardo ci fa scontrare subito con una frase molto forte: «*ma quest'anno è diverso*». Edoardo è uno studente che sta rifrequentando

il corso — come egli stesso racconta — e dalle sue parole sembra emergere un apprendimento autoregolato maturo, consolidato in anni di esperienza universitaria: «[deve] *focalizzare il* [suo] *studio in modo più mirato poiché h*[a] *"piccoli" obiettivi da raggiungere uno alla volta*», «[s]*i augur*[a] *di avere la costanza di fare anche solo un esercizio o un teorema bene ma ogni giorno*». Edoardo esplicita subito anche l'esigenza di «*approfondire meglio anche gli aspetti teorici*» perché si è «*reso conto che sono fondamentali per una vera padronanza degli oggetti matematici, anche per argomenti un po' più "meccanici"*», evidenziando il desiderio — dettato probabilmente da una necessità percepita — di passare da una visione della matematica strumentale a una più relazione, in cui anche la teoria contribuisce significativamente all'apprendimento. In questo senso, si configura un processo di cambiamento auspicato percepito come urgente ed essenziale.

È possibile individuare in Edoardo una forma di competenza percepita fortemente condizionata dal bisogno di una struttura ciclica che alterna continuamente spiegazione teorica ed esempi applicativi: gli piacerebbe molto che «*a lezione ci sia, ad esempio a metà, magari dopo una pausa, un momento con un esercizio un po' più pratico per fissare meglio i concetti teorici visti prima*», «*le lezioni di questo modulo le st*[a] *capendo meglio perché ogni spiegazione teorica è correlata da almeno un paio di esempi e questo* [gli] *è utile soprattutto rileggendo gli appunti perché non sempre riesc*[e] *a capire dalla sola teoria*», e ancora, «*h*[a] *trovato molte difficoltà perché si è partiti subito da esercizi complessi per far passare concetti semplici*».

In molti passaggi riconosce ed esprime, in modo esplicito e consapevole, le emozioni negative provate in alcuni momenti, affermando che un argomento lo ha «*spaventato moltissimo*», o che ha sempre sentito una «*sensazione di spaesamento*» di fronte ad alcune tipologie di esercizi; al termine del corso, racconta inoltre di «*aver perso un po' di fiducia in vista dell'esame*», ma afferma anche che «*cercher*[à] *di dare il massimo perché dopo un percorso difficile come lo è stato questo*, *h*[a] *tantissima voglia di passare questo corso con il voto migliore che* [può] *ottenere*», dimostrando

maggiore fiducia nei propri strumenti rispetto all'inizio del semestre. Nelle ultime pagine del suo diario, quindi, notiamo elementi che esplicitano che un cambiamento significativo è effettivamente avvenuto — afferma di aver seguito tutte le lezioni e di aver studiato con costanza, come si era inizialmente auspicato —, anche se forse ancora in corso e dunque non completato.

Nel complesso, il caso di Edoardo offre un esempio emblematico di studente che, grazie anche a una maggiore capacità di gestione dell'apprendimento acquisita grazie ad esperienze universitarie precedenti, riesce progressivamente ad attivare strategie efficaci, di uno studente che si mette in gioco una seconda volta dopo una precedente "sconfitta" e riesce, in qualche modo, a perseguire i propri obiettivi. Il suo percorso, ancora in divenire, rivela una tensione positiva tra fragilità percepite e possibilità di crescita.

Paolo — Ricominciare da zero e costruire un'identità matematica

La voce di Paolo si apre con un ritorno alla matematica — e allo studio — dopo un'assenza lunga otto anni. L'impatto iniziale è segnato da un forte senso di preoccupazione e dalla consapevolezza delle proprie lacune: «*avendo frequentato un istituto professionale grafico alle superiori, tutta la matematica di base che dovrebbe essere già acquisita per questo esame, non ce l'h*[a]*; dev*[e] *rimboccar*[s]*i le maniche*». Fin dalle prime righe, la competenza percepita appare fragile, minata dal timore che l'università possa diventare un terreno ostile. Tuttavia, accanto a questa paura emerge però determinazione: lo studente, parafrasando delle parole dette dal docente, afferma che «*ci vuole metodo e non mollare mai gli argomenti, in caso contrario,* [lo] *attenderà la perdizione*» e si dice pronto ad affrontare un percorso che definisce «*uno dei più grandi ostacoli a cui andr*[à] *in contro durante la* [sua] *carriera universitaria*».

Il diario alterna momenti di entusiasmo e soddisfazione a passaggi di scoraggiamento, mostrando una disposizione emotiva in continua oscillazione. Da un lato, la comprensione di alcuni argomenti lo sorprende positivamente («*sono soddisfatto perché nonostante non abbia alcun*

background di matematica alle spalle, questi argomenti li capisco»), dall'altro le difficoltà lo travolgono, alimentando ansia e insicurezza («*mi balena la preoccupazione di non riuscire a stare al passo con il programma*»). L'ampio spettro emotivo attraversato — ansia, paura, entusiasmo, felicità, stress, speranza — restituisce la complessità di un percorso che si configura come una vera e propria esperienza trasformativa.

Le differenze strutturali tra scuola e università sono percepite con particolare intensità. La rapidità con cui vengono affrontati gli argomenti e la "selezione" effettuata dalle prove intermedie generano in lui uno spaesamento che interpreta come conseguenza inevitabile del nuovo contesto: «*per chi, come nel* [suo] *caso, deve recuperare tante lacune, prepararsi in così poco tempo è un'impresa suicida*». Lo studente riconosce quindi che la struttura del corso e dei test favorisce chi proviene da percorsi scientifici, mentre penalizza studenti "come lui", spingendolo a cercare soluzioni compensative. In questo scenario si colloca la categoria delle strategie di studio e adattamento. Conscio dei propri limiti, Paolo si organizza ricorrendo a un supporto esterno («*ho preso contatto con una professoressa di matematica che possa aiutarmi a colmare le mie lacune*», «*senza l'aiuto della ragazza che mi dà ripetizioni non sarei arrivato fin qui*»), e sviluppa una routine fatta di ripassi, esercitazioni e test di allenamento. Questa scelta testimonia una forma di resilienza che si spinge fino alla ricerca di risorse esterne per reggere il passo del corso.

Col passare delle settimane, si intravede un vero processo di cambiamento. L'iniziale senso di estraneità lascia spazio a una maggiore familiarità con il linguaggio della disciplina, grazie alla costanza dimostrata: «[si] *st*[a] *impegnando, in primis nel seguire l'indicazione del professore di non mollare mai gli argomenti e* [...] *la* [sua] *testa sta iniziando a ragionare in "matematichese"*». Ciò che all'inizio appariva come un ostacolo insormontabile diventa gradualmente un terreno di conquista, seppure faticosa. Non è un cambiamento netto e definitivo — lo studente esprimere spesso di sentirsi «*mortificato*» perché nonostante l'impegno e il tempo dedicato allo studio «*i risultati non sembrano proporzionali*» — ma piuttosto un percorso di lenta trasformazione, reso possibile dalla

determinazione («*non mi è mai capitato di studiare matematica così intensamente come in questo periodo*») e da un obiettivo più ampio che lo sostiene («*l'unica cosa che mi fa proseguire è l'avere un obiettivo da realizzare*»).

Infine, il riconoscimento della professionalità del docente («*tengo a ringraziare il professore per la professionalità avuta durante il corso*») mostra come la relazione educativa contribuisca a equilibrare emozioni contrastanti, offrendo un ancoraggio positivo in un percorso segnato da difficoltà.

Nel complesso, Paolo rappresenta bene la traiettoria di chi affronta la matematica universitaria da una posizione di oggettivo svantaggio iniziale. Il suo diario mette in evidenza come le categorie della competenza percepita e delle differenze strutturali siano centrali nel definire la sua esperienza, ma anche come le strategie di adattamento e i processi di cambiamento possano aprire uno spazio di crescita. La matematica resta per lui una «*compagna di viaggio*» ingombrante e faticosa, che gli «*terrà compagnia ancora per un po'*» ma anche capace di generare, alla fine, un senso di soddisfazione e di conquista personale.

Davide — Disillusione e rottura del contratto didattico

Il racconto di Davide si caratterizza sin dall'inizio per un tono polemico e disilluso: l'apertura del diario è dedicata non tanto alla riflessione sul proprio apprendimento, quanto a una dura critica verso l'intera struttura del corso. Il diario viene definito come «*una delle cose più inutili che si possano fare in un'università*», mentre l'esame è descritto come «*tutt'altro che semplificato*» [50] , con una modalità organizzativa giudicata sproporzionata e inefficace, poiché «*per un singolo corso non è possibile*

[50] La modalità d'esame che prevede quattro prove in itinere è denominata "esame semplificato" dal docente curricolare del corso.

che bisogni sostenere CINQUE[51] *prove + QUATTRO consegne dei journal (neanche fosse un laboratorio)*».

Questa posizione iniziale restituisce chiaramente una disposizione emotiva negativa, segnata da frustrazione e sfiducia verso la proposta didattica e valutativa. I toni esasperati e le iperboli («*disastro*», «*addio addio amici addio*», «*grazie a Dio ci sono le esercitazioni*») ricorrono in modo trasversale, indicando un vissuto di frustrazione, affaticamento e senso di impotenza nei confronti della disciplina.

Anche sul piano della competenza percepita, emergono segnali di forte fragilità: molte nozioni risultano difficili («*matrice inversa: abbastanza difficile*», «*volume di un prisma: idem come sopra*», «*rette e piani nello spazio: disastro*»), e anche gli argomenti apparentemente compresi sembrano tenuti a distanza da un atteggiamento difensivo («*funzioni elementari: comprensibili*», «*norma, somma, prodotto per uno scalare: da esercitarsi per ricordarsi tutte le formule*»). Il costante richiamo a concetti «*da studiare a memoria*» o «*da esercitarsi*» rivela un approccio strumentale, finalizzato più alla "sopravvivenza didattica" che alla comprensione profonda.

Dal punto di vista delle strategie di studio, si nota una marcata dipendenza dalle esercitazioni e da fonti esterne come i MOOC o Internet, a scapito della lezione frontale, descritta come «*sconclusionata e confusionaria*». L'esercizio individuale o lo studio sistematico non vengono mai evocati come strumento autonomo di apprendimento, ma sempre come risposta emergenziale a contenuti ritenuti inaccessibili.

Nel complesso, non si rileva nessun processo di cambiamento: nonostante alcune nozioni vengano riconosciute come «*facili*» o «*già viste*», il tono generale del diario resta invariabilmente segnato da una mancanza di *agency* e da un'escalation di disagio; scrive: «*vorrei fare una piccola nota a margine del corso sui risultati degli esami parziale che,*

[51] Nello specifico, i quattro test intermedi citati spesso in questo capitolo sono solo una parte degli strumenti valutativi attivati nel corso, che consiste anche in un esame finale che contiene più o meno argomenti a seconda del superamento dei quattro test.

grazie a dio, non mi sono sognato di svolgere», afferma nelle ultime righe. La chiusura – «*sperando di non dover essere più qui l'anno prossimo a svolgere questa terrificante punizione scolastica*» – restituisce pienamente il profilo di uno studente in rottura emotiva e cognitiva con il contesto universitario, per il quale l'esperienza non ha portato a una rielaborazione positiva né a un senso di progresso.

I casi analizzati in questa sezione offrono uno sguardo ravvicinato su un campione eterogeneo di studenti, accomunati dall'aver affrontato — con modalità e sensibilità differenti — la sfida di confrontarsi con la matematica in un contesto universitario non specialistico. Pur nella loro varietà, le narrazioni raccolte evidenziano alcune tensioni ricorrenti: il confronto tra aspettative e realtà, la difficoltà di interpretare e affrontare un approccio didattico nuovo, il tentativo — più o meno riuscito — di mettere a punto strategie di adattamento e di costruire un senso rispetto alla disciplina.

I casi proposti si configurano come profili-tipo, non generalizzabili ma esemplari, capaci di mettere in luce sfumature ed elementi qualitativi che sarebbero rimasti in ombra in un'analisi esclusivamente categoriale. Attraverso queste voci è stato possibile ricostruire percorsi in cui le categorie interpretative si intrecciano in modo dinamico: la disposizione emotiva, la percezione della propria competenza, la visione della matematica, le strategie di studio, le differenze strutturali tra scuola e università, i processi di cambiamento — tutti questi elementi si configurano come dimensioni interdipendenti, che agiscono in modo sinergico nel modellare l'esperienza.

L'analisi ha messo in evidenza tanto percorsi di progressivo rafforzamento (come nel caso di Vanessa), quanto esperienze di forte fragilità iniziale seguite da processi di resilienza e adattamento (Miriam e Paolo). Accanto a questi sono emerse anche traiettorie più lineari, segnate da insicurezza costante, da una tensione trasformativa consapevole (Edoardo), o da una rottura più radicale, come nel caso di Davide, che rappresenta una voce dissenziente e, proprio per questo, necessaria da includere.

È interessante notare che alcuni profili attesi non sono emersi nei diari

raccolti nel corso di Progettazione dell'Architettura. In particolare, non si rintracciano testimonianze di studenti con un rapporto serenamente positivo e stabile con la matematica, né di studenti entusiasti ma in difficoltà sul piano strategico. Questi stessi profili sono invece emersi nel percorso realizzato presso la Facoltà di Agraria (anche se in maniera molto minore rispetto ad altri casi), probabilmente perché la *coorte* era più ampia, permettendo una maggiore varietà narrativa. Questo confronto invita a riflettere sul ruolo del contesto disciplinare e del numero di studenti nella possibilità di intercettare un ventaglio più ampio di vissuti, sottolineando la necessità di tenere conto della struttura e dell'impostazione del percorso quando si analizzano le traiettorie individuali degli studenti.

Queste voci, nella loro singolarità, contribuiscono a costruire un quadro articolato delle pratiche di senso che gli studenti attivano nel tentativo di affrontare — e talvolta trasformare — il proprio rapporto con la matematica.

5.7 Confronto tra esperienze e conclusioni

In questo paragrafo cercheremo di mettere in evidenza similitudini, differenze e specificità emerse dalla *content analysis computer aids* (C.A.T.A.) e dall'analisi qualitativa dei diari e delle narrazioni degli studenti nei due contesti di studio appena trattati. È importante ricordare come lo scopo non sia valutare l'efficacia dei due percorsi o osservarli da un punto di vista *performativo*, bensì se (e come) avviene l'emergere delle categorie interpretative dei diari e quali profili narrativi sia possibile costruire a partire da questi.

Le naturali differenze presenti nei due contesti educativi influenzano inevitabilmente il tipo di categorie rintracciabili, così come è accaduto per la struttura e il *design* delle esperienze didattiche narrate nel capitolo precedente.

Una prima differenza già evidenziata all'inizio del capitolo riguarda la struttura stessa dei dati, in particolare dovuta alla diversa frequenza di raccolta.

Nei corsi della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari coinvolte in questa esperienza didattica la scrittura era più frequente, e quindi "ristretta" e "guidata". Questa scelta ha portato ad avere diari più ricchi di descrizioni puntuali, in quanto la riflessione riguardava un'esperienza appena vissuta (molto spesso, appena qualche ora prima). Per questa loro natura, in questo tipo di dati è stato più semplice individuare micro-trasformazioni, manifestazioni delle categorie interpretative che sono risultate più situate e legate, spesso, a uno specifico argomento, a una specifica attività o a uno specifico momento in cui lo studente si è sentito particolarmente entusiasta o frustrato. Nello specifico, emergono in modo più evidente le sfumature maggiormente situate delle categorie interpretative e le loro oscillazioni (micro-cambiamenti nella competenza percepita e nella disposizione emotiva, micro-riflessioni metacognitive, osservazioni puntuali sulla lezione), permettendoci così di ricostruire tutti i passaggi delle graduali trasformazioni messe in atto — o auspicate — dagli studenti; talvolta, però, i testi risultano molto frammentati o ripetitivi, in particolare per quanto riguarda argomenti trattati in modo trasversale su diverse lezioni. Inoltre,

la progettazione molto strutturata e ricca di attività innovative (braccialetto, attività di *spacing*, *gamification*, etc.) ha favorito l'emergere di strategie di studio connesse a strumenti concreti. La presenza di strumenti simbolici e motivazionali ha attivato anche riflessioni su competenze metacognitive e processi autoregolativi. Tuttavia, altre categorie interpretative — come la disposizione emotiva, la visione della matematica e i processi di cambiamento — tendono ad emergere in modo più frammentato e meno olistico. La *disposizione emotiva*, ad esempio, appare strettamente legata agli eventi della singola lezione (un esercizio andato bene, un momento di difficoltà, un *feedback* ricevuto), senza che questo porti necessariamente a una riflessione più ampia o stabile sul proprio vissuto rispetto alla matematica. Analogamente, il *processo di cambiamento* viene spesso raccontato in termini di intenzione o desiderio (es. "vorrei migliorare", "mi impegnerò di più"), ma solo raramente è documentato un passaggio effettivo da uno stato all'altro, rendendo difficile distinguere tra cambiamento auspicato e cambiamento realmente attuato. Anche la *visione della matematica*, infine, fatica ad emergere nella sua articolazione teorica: quando viene menzionata, lo è attraverso piccoli indizi disseminati nella narrazione — un aggettivo, una preferenza, un'osservazione sul tipo di attività svolta — che possono suggerire una concezione più strumentale o relazionale della disciplina, ma senza che essa venga tematizzata consapevolmente. Il formato breve, situato e operativo dei diari, quindi, ha reso più visibili alcune categorie ma ha reso più difficile intercettarne altre, che richiedono tempi più lunghi di elaborazione, riflessioni "a mente fredda" delle esperienze vissute e narrazioni più distese. Emerge così come la maggiore frequenza e quantità dei testi prodotti non sempre coincida con una maggiore profondità riflessiva: talvolta, la brevità obbligata o la ripetitività di alcune consegne possono limitare la comparsa di narrazioni trasformative o prospettiche. Inoltre, soprattutto nei contesti più strutturati e con consegne frequenti, si potrebbe anche ipotizzare una componente performativa nella scrittura, per cui gli studenti potrebbero essere più inclini a enfatizzare impegno, miglioramento o il desiderio di "fare di più in futuro".

Nel corso di Progettazione di Architettura, tenuto al Politecnico di Milano, invece, la narrazione era più distanziata nel tempo e, per questo, meno "vincolata": il periodo sul quale lo studente era chiamato a riflettere era più ampio, coinvolgeva diversi argomenti e, plausibilmente, diverse situazioni cognitive ed emotive vissute. Questo ha portato ad avere testi sì meno dettagliati, ma spesso più riflessivi, adatti a far emergere visioni complessive dell'esperienza universitaria e meno a monitorare il processo passo-passo. Alcune categorie, come quella delle *strategie di studio*, possono risultare per questo meno tematizzate o meno frequenti. Inoltre, la progettazione più "classica" e la frequenza minore di attività metacognitive ha favorito una narrazione dell'apprendimento più legata al percorso individuale e scollegata da strumenti specifici; in questo modo, alcuni aspetti come quello delle *strategie di studio* emergono più come frutto di esperienze passate che legate a stimoli didattici ricevuti. In questo contesto sono proprio le sfumature meno situate a emergere con maggiore chiarezza. La *disposizione emotiva* viene spesso tematizzata come vissuto globale e non solo legata all'episodio specifico; la *visione della matematica* appare più nitida, talvolta in continuità e talvolta in contrasto con l'esperienza scolastica precedente. È poi interessante notare come, nonostante le premesse fossero favorevoli, il processo di cambiamento risulta poco documentato: i diari finali, che avrebbero potuto restituire la sintesi di un percorso trasformativo, appaiono spesso più scarni e meno approfonditi. È possibile ipotizzare che ciò sia dovuto a un calo di interesse o motivazione nel corso del tempo, oppure a una stanchezza accumulata nel periodo conclusivo del semestre, che ha limitato la partecipazione o la qualità della riflessione.

Questo primo elemento di confronto mostra anche come la scrittura del diario, in quanto strumento di ricerca qualitativa, non sia neutra: il formato, la tempistica, e il contesto in cui viene proposto ne influenzano profondamente la funzione riflessiva, il grado di introspezione, e la tipologia di narrazione prodotta. Va inoltre sottolineato che i due progetti non erano stati concepiti con finalità di ricerca, bensì con obiettivi didattici specifici, pensati per rispondere alle esigenze formative dei rispettivi contesti. Di

conseguenza, non è possibile — né sarebbe corretto — stabilire quale impostazione sia "migliore" in senso assoluto: ciascuna attività rispecchia il progetto educativo da cui è nata, i vincoli organizzativi entro cui si è sviluppata, e il tipo di partecipazione richiesto agli studenti.

Andiamo ad evidenziare ora, brevemente, similitudini e differenze emerse per ogni categoria interpretativa.

Per quanto riguarda la *competenza percepita*, in entrambi i contesti emergono sia profili con alta competenza percepita che studenti con forti fragilità. Ciò che distingue i due gruppi di studenti è, come anticipato, le modalità con cui questa categoria emerge: per gli studenti della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, questa è spesso situata e con oscillazioni frequenti in periodi di tempo limitati, spesso collegata a *performance* episodiche (es. esiti di moduli google, esercitazioni etc.). Dai diari degli studenti del Politecnico di Milano è una categoria emergente in modo più stabile, spesso ancorata a un'autovalutazione pregressa; in questo *corpus* è più frequente il riferimento a esperienze scolastiche precedenti come punto di partenza e di "confronto".

Come anticipato, nei diari degli studenti di Scienze Agrarie e Alimentari anche la *disposizione emotiva* è spesso situata e legata a eventi specifici avvenuti durante la lezione o lo studio autonomo; prevalgono qui emozioni transitorie e reazioni immediate. Per gli studenti di Architettura, invece, essa è più globalmente orientata, emergono valutazioni complessive del percorso e riflessioni in merito a esperienze vissuti per un lasso di tempo maggiore.

Per quanto riguarda la *visione della matematica*, invece, è nel *corpus* degli studenti del Politecnico che essa emerge in modo più consapevole e identificabile, in quanto sono presenti riflessioni più articolate in cui talvolta emergono anche poli apparentemente opposti (matematica è utile ma difficile, è bella ma astratta etc.). Per gli studenti dell'Università degli Studi di Milano, invece, della visione della matematica emergono solo indizi sparsi — aggettivi, commenti su argomenti specifici, preferenze legate allo svolgimento delle lezioni — ed è dunque raramente tematizzata

esplicitamente.

Il viceversa accade per la categoria delle *strategie di studio e adattamento*, che emergono in modo preponderante nelle narrazioni degli studenti della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, anche se in maniera fortemente connesse a strumenti forniti dal corso; in questo senso, il diario diventa anche spazio di monitoraggio per lo studente stesso. Dai diari degli architetti, invece, emergono strategie più personali e autonomamente costruite e consolidate, spesso costruite nel tempo o derivate da precedenti esperienze educative.

Le *differenze strutturali* emergono marcatamente da entrambi i *corpus*, anche se in relazione a considerazioni differenti. Per gli studenti di Agraria, essa si manifesta soprattutto durante le prime lezioni, dove è forte il confronto tra le esperienze didattiche precedenti, le aspettative sull'università e la realtà concreta del corso, con le sue modalità, metodologie e ritmi. Il vissuto è fortemente situato nel *qui e ora* delle attività descritte, e questo tende a limitare la visione sistemica del nuovo contesto universitario. Per gli studenti del Politecnico di Milano, invece, la riflessione sulle differenze tra il contesto educativo precedente e quello attuale è più marcata e più frequente, spesso elaborata personalmente mettendo a fuoco cambiamenti nel ruolo del docente, nella propria modalità di apprendimento e nel tipo di contenuti proposti. In entrambi i casi le differenze che gli studenti evidenziano non sono solo didattiche ma istituzionali, culturali e identitarie (es. sentirsi più o meno seguiti, rapporto con l'autorità docente). Questa categoria appare strettamente intrecciata con gli aspetti metacognitivi, poiché molti studenti sembrano usare la riflessione sulle differenze per ridefinire il proprio ruolo e il proprio approccio allo studio.

La relazione con i pari e l'*integrazione sociale* in un nuovo ambiente emerge maggiormente nelle narrazioni degli studenti della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, grazie soprattutto alla presenza costante di attività con una forte dimensione collaborativa (giochi a squadre, esercizi in gruppo), aspetti meno presenti nel corso di Progettazione dell'Architettura e quindi anche nei diari dei suoi studenti. In entrambi i *corpus* sono presenti

riflessioni in merito alla relazione con i docenti, narrata sia come supporto motivazione, emotivo e cognitivo che, per alcuni, come un aspetto peggiorativo dell'esperienza universitaria.

Infine, i *processi di cambiamento* sono spesso auspicati negli studenti di Agraria, ma raramente verificabili nei loro testi per via della finestra temporale ristretta in cui questi sono stati prodotti. Le narrazioni degli studenti di Architettura, invece, elaborate in periodi più ampli, permettono una migliore tematizzazione del cambiamento percepito, che in alcuni casi viene esplicitamente raccontata come una trasformazione della propria identità studentesca, ma è meno presente di quanto ci aspettassimo, probabilmente per un calo dell'*engagement*.

Tra i casi studio analizzati, è possibile individuare alcune tipologie ricorrenti di profili, che pur nella singolarità delle traiettorie personali possono essere ricondotte ad alcune configurazioni comuni:

- Profilo solido e autoregolato: rappresentato da studenti che mostrano fin dall'inizio una competenza percepita alta, strategie di studio consolidate e una disposizione emotiva positiva (es. Andrea – Agraria);
- Profilo in ricostruzione: studenti che partono da una percezione di fragilità o da esperienze pregresse difficili, ma mostrano fin da subito determinazione e attivano un processo di cambiamento (es. Matteo – Agraria; Simone – Architettura);
- Profilo resiliente e riflessivo: soggetti che, pur tra difficoltà e oscillazioni emotive, mantengono un atteggiamento proattivo e una buona metacognizione (es. Elisa, Valentina – Agraria; Miriam – Architettura);
- Profilo collaborativo e motivato dal gruppo: caratterizzato da una forte valorizzazione delle dinamiche di apprendimento tra pari come leva per affrontare la disciplina (es. Francesco – Agraria);
- Profilo disilluso e critico: studenti che manifestano rottura emotiva e cognitiva con il corso e/o con l'ambiente universitario, e che non sembrano attivare processi trasformativi (es. Davide – Architettura);

- Profilo riflessivo e consapevole: studenti che manifestano fin da subito un buon livello di autoregolazione e metacognizione, e che vivono la transizione in modo fluido, senza particolari fratture (es. Vanessa – Architettura);
- Profilo fragile ma determinato: studenti che dichiarano fragilità persistenti e un basso senso di autoefficacia, ma cercano comunque strategie per fronteggiare le difficoltà anche se non sempre con successo (es. Paolo, Cristian – Architettura).

Alcuni profili appaiono trasversali ai due contesti: ad esempio, il profilo "in ricostruzione" o quello "resiliente e riflessivo" emergono sia nei corsi di Agraria che in quelli di Architettura, a testimonianza del fatto che la transizione universitaria può attivare percorsi di ripensamento del proprio rapporto con la matematica indipendentemente dal *background* scolastico o dalla facoltà frequentata. Altri profili, invece, sembrano più legati al contesto specifico come quello "collaborativo e motivato dal gruppo".

Ciò non significa, ovviamente, che profili non emersi in questa analisi siano da ritenersi assenti nel contesto considerato: è anzi plausibile che anche nel gruppo di Architettura vi siano studenti con caratteristiche affini al profilo "collaborativo", così come tra gli studenti di Agraria possano esservi soggetti più "disillusi" o critici nei confronti del corso. Tuttavia, la struttura dell'esperienza didattica e le dinamiche d'aula possono aver influito sulla loro partecipazione o sulla forma della narrazione restituita.

Uno studente poco ingaggiato, ad esempio, difficilmente partecipa attivamente a un'attività riflessiva, e, anche qualora lo facesse, raramente si espone in modo esplicitamente negativo — come invece accade nel caso di Davide. È possibile che anche nel contesto di Agraria fossero presenti studenti simili a lui, ma che abbiano scelto di non prendere parte all'attività o di partecipare in modo "neutro/passivo", limitandosi a riportare i contenuti delle lezioni senza entrare nel merito della propria esperienza soggettiva. Di conseguenza, queste narrazioni, prive della densità necessaria, non sono risultate sufficientemente significative per essere incluse nell'analisi qualitativa approfondita. Allo stesso modo, uno studente

fortemente orientato all'apprendimento collaborativo potrebbe aver attivato dinamiche di confronto coi pari esterne ai momenti d'aula, senza però menzionarle nel diario in quanto non previste formalmente all'interno del corso.

In entrambi i casi, il mancato emergere di certi profili non è necessariamente dovuto ad una effettiva assenza, ma può essere letto come effetto delle scelte metodologiche e delle condizioni di raccolta dati che, inevitabilmente, plasmano ciò che è possibile osservare e analizzare.

Questa considerazione mette in luce un limite metodologico che attraversa l'intera ricerca e l'analisi anche delle esperienze didattiche precedentemente presentate, e che è tipico di molte indagini in ambito educativo: i dati raccolti riflettono le voci di chi ha scelto di partecipare, di esporsi e di raccontarsi, mentre restano in ombra le esperienze — però altrettanto significative — di chi ha partecipato in modo marginale, frammentario o silenzioso. In particolare, trattandosi di un campione di convenienza, costruito su base volontaria e non strutturato secondo criteri di rappresentatività statistica, è inevitabile che i dati contengano *bias* impliciti che condizionano sia la tipologia di narrazioni analizzabili sia i profili effettivamente ricostruibili. Questo non invalida l'analisi qualitativa proposta, ma ne circoscrive il campo di validità: ciò che viene qui descritto non rappresenta "tutti gli studenti", ma solo quelli che hanno sentito il bisogno — o la possibilità — di prendere parola.

Ancora una volta, è importante evidenziare che il confronto tra le due esperienze non mira dunque a valutare l'efficacia di una modalità rispetto all'altra, ma piuttosto a osservare come formati e tempi differenti nella proposta di scrittura incidano sulle modalità narrative attivate dagli studenti, sulle categorie che emergono con maggiore o minore frequenza, e sul tipo di profili che è possibile delineare a partire dai testi raccolti. Questa eterogeneità riflette anche la diversità degli studenti coinvolti, che appartengono a percorsi di studio con richieste formative molto differenti e portano con sé esperienze pregresse altrettanto diversificate. Le attività riflessive proposte — per struttura, cadenza e modalità di svolgimento — si

sono così intrecciate con le caratteristiche peculiari dei due gruppi, attivando processi narrativi e forme di consapevolezza coerenti con le rispettive esigenze. Ed è proprio a partire da queste differenze — nei profili degli studenti e nelle competenze matematiche attese nei due corsi — che diventa possibile leggere più in profondità le dinamiche emerse nei diari, mettendo in relazione le narrazioni individuali con il contesto disciplinare e curricolare in cui si collocano.

Infine, è opportuno esplicitare alcune informazioni che non sono state presentate in precedenza all'interno della tesi, in quanto possono aver influenzato — anche in modo inconscio — l'analisi condotta sui dati. Non sono state fornite all'inizio per una scelta metodologica consapevole: questi elementi, infatti, non erano direttamente rilevanti per la domanda di ricerca e avrebbero potuto condizionare l'interpretazione del lettore, orientandolo verso confronti di efficacia tra i contesti, che non sono oggetto di questa indagine. Tuttavia, fanno parte del bagaglio di conoscenze dell'autrice e, proprio per questo, è corretto riconoscerli come potenziali *bias* latenti.

Una delle prime differenze riguarda il *syllabi*, ossia gli argomenti trattati nel corso. Una rappresentazione visiva degli elementi comuni (e non) è presente in **Figura 5.7**, dove il corso di Agricoltura Sostenibile è stato scelto da esempio per la Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari (i *syllabi* dei corsi coordinati dalle prof.sse Morando e Spreafico coinvolti in questa esperienza didattica sono gli stessi).

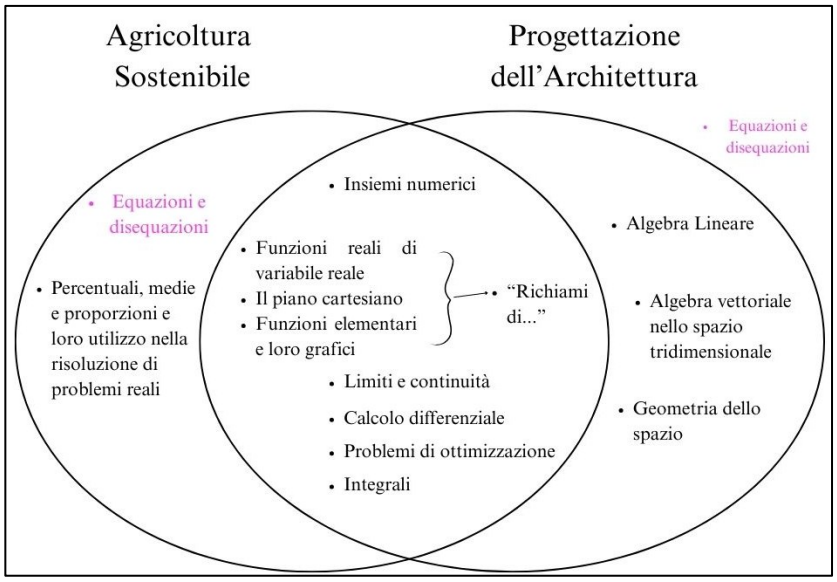


Figura 5.7*. Diagramma di Eulero-Venn in merito ai contenuti dei syllabi dei due corsi di laurea.*

Una prima differenza che possiamo notare già dall'immagine è che l'argomento "Equazioni e disequazioni" è presente nel diagramma di sinistra ma è esterno al diagramma di destra: in questo modo si è voluto rappresentare che l'argomento, per il corso di Progettazione dell'Architettura, fa parte dei prerequisiti del corso e non viene dunque esplicitamente trattato a lezione, come invece avviene nella Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari. Un'altra interessante differenza è che ciò che nei corsi della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari è trattato in svariate settimane, ossia "Funzioni reali di variabile reale", "Il piano cartesiano" e "Funzioni elementari e loro grafici" viene riassunto in un breve lasso temporale nel corso al Politecnico di Milano, e infatti viene indicato come "Richiami di funzioni reali di variabile reale, piano cartesiano, funzioni elementari e loro grafici", argomento trattato ed esaurito durante le primissime lezioni.

Inoltre, mentre nel diagramma di sinistra osserviamo la presenza di un argomento più focalizzato sull'applicazione del ragionamento matematico alla realtà agricola-alimentare — "percentuali, medie e proporzioni e loro utilizzo nella risoluzione di problemi reali" — nel diagramma di destra vi sono argomenti più di stampo teorico, spesso presenti nei programmi di matematica dei corsi universitari e fortemente legati alle competenze

spazio-geometriche necessarie a un futuro architetto — "Algebra lineare", "Algebra vettoriale nello spazio tridimensionale" e "Geometria dello spazio". Possiamo quindi notare, in generale, come le abilità di astrazione sembrano maggiormente richieste nel corso di Progettazione dell'Architettura, mentre quelle di *problem-solving* legato alla pratica professionale maggiormente nei corsi della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari.

Un'altra differenza dei due contesti educativi che è utile tenere a mente è il modo in cui gli studenti possono accedervi, ossia i test d'ingresso. L'accesso al corso di Progettazione dell'Architettura è regolato da un test di accesso (ARCHED[52]) che circa 2000 studenti svolgono ogni anno, a fronte dei circa 800 posti disponibili[53,54], mentre i corsi della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari sono tutti a libero accesso a seguito di un test disciplinare definito "autovalutativo" (TOLC-AV[55]), il cui punteggio non influenza la possibilità di immatricolarsi. Si può ipotizzare che, per accedere al corso di Progettazione dell'Architettura, gli studenti siano incentivati a consolidare maggiormente le proprie competenze matematiche già durante il percorso scolastico precedente, al fine di superare il test d'ingresso e poter intraprendere il percorso di studi desiderato. Di conseguenza, è plausibile che i docenti universitari considerino come già acquisite alcune conoscenze e abilità di base, a differenza di quanto accade nel contesto della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, dove tali preconoscenze non possono essere date per scontate.

Anche le provenienze scolastiche appaiono, per esperienza informale, differenti: Architettura include frequentemente studenti con percorsi liceali (es. liceo artistico o scientifico), mentre Agraria accoglie spesso studenti da

---

[52] https://www.cisiaonline.it/altri-test/test-arched

[53] (*PoliNetwork*, s.d.)

[54] Il numero di posti disponibili varia ogni anno ed è deciso da un bando del Ministero dell'Istruzione e del Merito. Mentre nell'a.a. 2022/2023 erano poco più di 800, tra posti EU ed extra EU, nell'a.a. 2025/2026 i posti disponibili per il corso di Progettazione dell'Architettura del Politecnico di Milano, sede Leonardo, sono aumentati a circa 1000.

[55] https://www.cisiaonline.it/tolc/tolc-av/struttura-della-prova-e-sillabo

percorsi tecnici o professionali, meno orientati alla prosecuzione degli studi universitari e con una formazione matematica generalmente più debole.

Pur non essendo oggetto diretto di questa ricerca, questi elementi possono contribuire a spiegare alcune differenze osservate nei profili emersi, nella qualità delle narrazioni o nel modo in cui vengono tematizzate alcune categorie interpretative. Non si tratta, però, di dati raccolti o analizzati sistematicamente, ma di considerazioni maturate nel corso dell'esperienza didattica e analitica dell'autrice, che qui si limita a renderle trasparenti per correttezza epistemologica, riconoscendo il ruolo che le conoscenze e le riflessioni dell'osservatore hanno — anche involontariamente — nella ricerca qualitativa.

Questo confronto tra contesti educativi, categorie emerse e profili narrativi non intende offrire una visione esaustiva delle molteplici dinamiche che caratterizzano l'esperienza universitaria degli studenti nei corsi di matematica di servizio, ma piuttosto restituire la complessità che deriva dall'intreccio tra contesto, progettazione didattica, vissuti individuali e modalità di raccolta dati. Le differenze osservate non vanno lette come attributi intrinseci dei gruppi coinvolti, bensì come esiti situati di percorsi formativi, strutture curricolari e vissuti differenti.

La riflessione metodologica condotta in questo capitolo invita a considerare con cautela ogni tentativo di generalizzazione, e sottolinea l'importanza di assumere una visione analitica consapevole, che riconosca i limiti e i potenziali *bias* legati alle scelte di raccolta e analisi. Al tempo stesso, l'approccio adottato permette di valorizzare la varietà delle voci emerse e di individuare spazi in cui i soggetti, attraverso la scrittura, esplorano e ricostruiscono il proprio rapporto con la matematica, con lo studio e con l'ambiente universitario.

Capitolo 6
Il progetto *AI.ME* e l'Intelligenza Artificiale Generativa nell'aula di matematica

Questo capitolo tratterà di un progetto sviluppato a partire da un'idea della prof.ssa Paola Morando e della prof.ssa Maria Luisa Sonia Spreafico e con la collaborazione del dott. Alessandro Iannella, che ha coinvolto, parallelamente, sia gli studenti della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari dell'Università degli Studi di Milano che quelli di Ingegneria Civile per la Mitigazione del Rischio del Politecnico di Milano, durante il corso di matematica dell'anno accademico 2023/2024. Una prima analisi di questa esperienza è attualmente in corso di pubblicazione (Turconi et al., 2026), qui ripresa e rielaborata alla luce del più ampio quadro teorico di riferimento della presente tesi.

L'attività proposta, denominata "*AI.ME*" si basa sulla strategia del *Visible Learning* (Hattie, 2008), per cui gli studenti si mettono nei panni dell'insegnante; il nome è nato inizialmente come gioco di parole con l'esclamazione "ahimè!", che probabilmente molti studenti affermano quando si ritrovano a fare matematica, ma è anche l'acronimo di *Artificial Intelligence in Mathematics Education,* che ben descrive le finalità del progetto. In questa esperienza didattica, il ruolo del docente viene simulato nella progettazione, produzione e valutazione di materiale didattico, impiegando come strumento di supporto il sistema di Intelligenza Artificiale Generativa (IAG) ChatGPT[56]. L'idea di sviluppare un'attività che utilizzi uno dei più noti sistemi di IAG nasce proprio dalla crescente pervasività di queste tecnologie e dalla conseguente consapevolezza che, inevitabilmente, verranno usate dagli studenti anche per lo studio della matematica. Per questo motivo abbiamo voluto dare la possibilità agli studenti di utilizzare questo strumento in un contesto circoscritto e "protetto" come quello di un'attività d'aula, così che potessero sperimentarne con mano i punti di forza e di debolezza, acquisendone maggiore consapevolezza e capacità

[56] https://chatgpt.com

d'utilizzo focalizzato a un obiettivo; in questo modo, auspicavamo che eventuali utilizzi dell'AI per fare matematica successivi al progetto potessero essere affrontati dagli studenti con maggiore senso critico. Parallelamente, l'interazione con un *Large Language Model* (LLM) — un tipo di programma informatico che utilizza l'intelligenza artificiale per comprendere e generare testi simili a quelli umani — avrebbe dato agli studenti la possibilità di lavorare sulle proprie competenze metacognitive legate alle dimensioni comunicative e linguistiche, oltre che alla loro creatività, aspetti che influenzano fortemente l'esperienza dell'ingresso nel mondo universitario ma spesso trascurati nella didattica orientata alle matricole (Bardelle & Di Martino, 2012; Gueudet, 2008, 2023). Si è deciso così di utilizzare come *framework* teorico di riferimento il paradigma pedagogico noto come *Visible Learning* (Hattie, 2008), che sostiene che la didattica debba rappresentare un'esperienza osservabile, intenzionale, misurabile e guidata da evidenze, alla quale docenti e studenti partecipano in maniera attiva e critica. Questo offre ai primi la possibilità di valutare in modo più rigoroso e oggettivo l'efficacia delle proprie metodologie didattiche e ai secondi di assumere una maggiore responsabilità rispetto ai propri processi di apprendimento (Caldin et al., 2016). Il *Visible Learning*, infatti, rappresenta una cornice utile per strutturare pratiche in grado di rendere esplicite e trasparenti le dinamiche che caratterizzano il processo di insegnamento e quello di apprendimento. Per esempio, l'integrazione di strumenti innovativi, come l'impiego dell'Intelligenza Artificiale (IA) Generativa a supporto della pratica di insegnamento, può contribuire a costruire un'immagine della tecnologia come alleata del pensiero umano, piuttosto che come sua sostituta.

Questo progetto si differenzia dalle precedenti esperienze didattiche narrate in questa tesi, e ciò emerge già implicitamente dalla *ratio* è alla base della sua strutturazione: l'obiettivo primario, qui, non è quello di sostenere direttamente l'apprendimento mediante uno strumento pedagogicamente consolidato — come poteva essere il diario, il formulario o l'esercitazione sotto forma di "gioco" — né l'indagine specifica in merito all'esperienza

matematica degli studenti — come nel caso del Padlet — ma l'esplorazione di uno strumento emergente, ancora in fase di studio anche nella letteratura scientifica. La sua introduzione all'interno del corso di matematica ha richiesto un diverso approccio analitico e interpretativo: più che indagare i significati affettivi o identitari che gli studenti attribuiscono alla matematica, il progetto *AI.ME* era volto a osservare come gli studenti interagiscono con un sistema di intelligenza artificiale generativa nel momento in cui assumono, anche solo simbolicamente, il ruolo dell'insegnante.

Dunque, sebbene il progetto *AI.ME* si distingua per impostazione e finalità dagli altri casi analizzati nella tesi, la sua presenza in questo lavoro appare quasi inevitabile a fronte dell'urgente tema dell'Intelligenza Artificiale Generativa nel panorama attuale della didattica. Questa, infatti, rappresenta una delle trasformazioni più radicali e immediate con cui docenti e studenti si trovano a confrontarsi. Ignorare tale fenomeno avrebbe significato rinunciare a interrogare uno degli aspetti più urgenti e strutturali del rapporto contemporaneo tra educazione e tecnologie. In questo senso, pur nella sua diversità, il progetto AI.ME si inserisce naturalmente nel percorso della tesi, ampliando lo sguardo dalla transizione scuola–università, in cui la competenza matematica si intreccia con la capacità di dialogare con un'intelligenza artificiale, di interrogarla criticamente e di interpretarne le risposte. In questo senso, l'obiettivo di questo progetto non si limita ad esplorare l'interazione tra STT e AI nei soli corsi di servizio, ma vuole osservare in modo eterogeneo gli studenti nella *fase liminale* del passaggio dalla scuola secondaria all'università.

Nel prossimo paragrafo verranno descritte nel dettaglio le modalità di svolgimento dell'attività e gli strumenti utilizzati per la raccolta e l'analisi dei materiali.

6.1 Lenti teoriche e obiettivi dell'attività

Nonostante l'Intelligenza Artificiale Generativa come la conosciamo oggi sia diventata accessibile a tutti non più di cinque anni fa, il suo uso nella

didattica è diventato in pochissimo tempo un tema emergente ed estremamente ricco di contributi teorici e sul campo. Negli ultimi anni è divenuto un *focus* immancabile, presente in tutti gli ambienti di discussione e confronto, dalle conferenze scientifiche internazionali — come il *Thematic Working Group 16* della quattordicesima edizione della *Conference of European society for Research in Mathematics Education* (CERME)[57,58] o la ventiseiesima edizione della *International Conference on Artificial Intelligence in Education* (AIED)[59] dal tema "*AI as a Catalyst for Inclusive, Personalised, and Ethical Education*" — fino alle riviste generaliste e ai lavori divulgativi.

Non è solo l'onnipresenza dell'*AI* nel quotidiano di ognuno a rendere questi strumenti il centro di così frequenti riflessioni — didattiche e non — ma anche il fatto che spesso gli utenti li usino in modo non-conforme agli obiettivi con cui essi sono stati progettati: si pensi a ChatGPT, nato inizialmente per riassumere e tradurre testi di grandi dimensioni, viene oramai utilizzato per svariati *task* nella vita di tutti giorni come la scrittura di e-mail, la ricerca di informazioni (anche quelle facilmente disponibili mediante una semplice ricerca Google), la creazione di immagini e video "impossibili" che diventano virali sui *social,* e, ovviamente, anche la risoluzione di esercizi e problemi matematici. La cosiddetta *AI Literacy*, ossia l'alfabetizzazione in merito all'Intelligenza Artificiale, è così diventata una necessità di massa, tanto che la Commissione Europea ha redatto l'*AI Act*, il Regolamento Europeo sull'Intelligenza Artificiale [60] , la prima normativa che regola lo sviluppo e l'uso di questa tecnologia nei paesi appartenenti all'UE allo scopo di garantirne sicurezza, affidabilità e rispetto dei diritti fondamentali. Uno degli obblighi previsti da questa normativa, espresso nell'articolo 4, è proprio quello di garantire agli utenti un livello di alfabetizzazione sufficiente per un utilizzo responsabile, favorendo la

[57] http://erme.site/

[58] https://www.cerme14.it/twg-teams/

[59] https://aied2025.itd.cnr.it/

[60] Regolamento UE 2024/1689

diffusione di una cultura di consapevolezza e competenza digitale e, parallelamente, creando e condividendo buone pratiche in questa direzione.

In ambito educativo, svariati contributi mettono in evidenza la dualità innata in queste tecnologie: facilitano le *performance*, aiutano gli studenti a rispondere a domande e risolvere problemi, ma di per sé non rafforzano la memorizzazione a lungo termine dei contenuti disciplinari affrontati (Akgun & Toker, 2025) né aiutano a sviluppare una forma di pensiero critico (Rohwer & Seufert, 2025). Gli studenti, però, sembrano farne vasto uso e avere abbastanza fiducia nelle capacità di questi strumenti (Chan & Hu, 2023; Johnston et al., 2024), mostrando però, contemporaneamente, un livello relativamente basso di *AI Literacy* (Marquis et al., 2025).

Risulta quindi fondamentale riflettere, progettare e sviluppare attività didattiche che coinvolgano questi strumenti dentro e fuori dall'aula, accompagnando gli studenti nell'acquisizione delle competenze necessarie al loro utilizzo critico e consapevole, come suggerito anche dalla letteratura di settore (Cristea et al., 2025). Assumere il ruolo del docente — *mettersi nei suoi panni* — può contribuire significativamente a sviluppare queste competenze. Per esempio, il coinvolgimento degli studenti in attività che li pongono nel ruolo dell'insegnante – come nella strategie di *Learning By Teaching* (Martin, 1985) e di *Mutual Instruction* (Gartner et al., 1971) – consente loro non soltanto di comprendere in modo critico e consapevole le modalità attraverso le quali si insegna e si valuta, ma anche di osservare il proprio apprendimento da una prospettiva esterna, favorendo così processi di oggettivazione e riflessione.

Per questo abbiamo scelto di inquadrare questa esperienza didattica all'interno di un modello di insegnamento e apprendimento *grounded,* basato su una sintesi di oltre 800 meta-analisi relative a ciò che influenza il rendimento degli studenti in età scolare. Il nucleo del modello è che l'insegnamento deve essere visibile per lo studente, e l'apprendimento deve essere visibile per l'insegnante. Ciò si realizza quando gli insegnanti «*vedono l'apprendimento attraverso gli occhi dello studente*» (Hattie, 2008, p. 239) e, viceversa, «*gli studenti vedono se stessi come i propri insegnanti*» (*ibidem*).

L'*apprendimento visibile* e l'*insegnamento visibile* si manifestano in una serie di condizioni specifiche, tra cui la presenza di un obiettivo esplicito e adeguatamente impegnativo (*appropriately challenging*), un *feedback* dei docenti agli studenti e viceversa, una "pratica deliberata" (*deliberate practice*) volta al raggiungimento della padronanza di una qualche competenza mediante ripetizioni successive e uno spazio per commettere e correggere errori. Tra le strategie che rientrano nell'applicazione del *Visible Learning* si può inoltre citare lo *scaffolding*, una forma di supporto all'apprendimento temporaneo e decrescente che permette agli studenti di affrontare compiti complessi in modo graduale, promuovendo progressivamente la loro autonomia e consapevolezza (Faiella, 2022; Wood et al., 1976). Questo approccio, oltre a sostenere lo sviluppo cognitivo, favorisce anche la comprensione del valore della dimensione relazionale dell'insegnamento, in quanto richiede una presenza attiva e sensibile del docente, il quale deve calibrare il proprio intervento in base alle esigenze degli studenti. Proprio attraverso queste dinamiche relazionali possono emergere anche aspetti meno visibili ma altrettanto incisivi dell'esperienza didattica, come quelli legati al *curriculum nascosto*, ossia quell'insieme implicito di valori, regole e aspettative che il docente trasmette in modo inconsapevole (Snyder, 1971). Le dinamiche di interazione, le metodologie proposte e l'impiego di strumenti specifici veicolano messaggi educativi che vanno oltre i contenuti esplicitamente dichiarati (Iannella & Pagani, 2022). Nel caso dell'IAG, per esempio, l'integrazione di strumenti innovativi a supporto della pratica didattica può contribuire a costruire un'immagine della tecnologia come alleata del pensiero umano, piuttosto che come sua sostituta. Questo processo diventa ovviamente più efficace se la tecnologia stessa diventa oggetto di riflessione critica e quindi parte del *curriculum manifesto* (Miao & Shiohira, 2024).

Alla luce di queste riflessioni, gli obiettivi specifici impiegati per la progettazione fanno riferimento a tre dimensioni:

1. *Dimensione cognitivo-disciplinare*: migliorare la comprensione dei contenuti matematici attraverso il coinvolgimento attivo nella

creazione e nella risoluzione di esercizi d'esame, parallelamente a una maggiore comprensione e demistificazione del processo valutativo;

2. *Dimensione tecnico-digitale*: promuovere un uso critico e consapevole della IAG nell'ambito matematico, consolidando competenze digitali avanzante con attenzione all'etica digitale;
3. *Dimensione metacognitiva*: potenziare competenze trasversali e metacognitive quali riflessione, comunicazione e creatività.

6.2 Scelte metodologiche

La progettazione dell'attività prevede uno svolgimento articolato in fasi progressive affinché, seguendo i principi dello *scaffolding*, gli studenti possano assumere gradualmente, nel corso di un semestre, il ruolo del docente:

1. *Introduzione ai sistemi di IA Generativa*: durante una lezione frontale, il docente presenta ChatGPT come esempio di sistema di IA Generativa, illustrandone il funzionamento, le potenzialità applicative in ambito universitario e le implicazioni etiche, oltre che mostrare gli errori e le allucinazione matematiche commesse dallo strumento (e.g. errori nelle rappresentazioni in scala e nelle trasformazioni). Vengono inoltre approfondite strategie di *prompting* con l'obiettivo di promuovere un uso critico e consapevole dello strumento nel contesto matematico;
2. *Creazione guidata di esercizi*: in aula, gli studenti creano esercizi di matematica impiegando la versione gratuita di ChatGPT3.5. L'intervento del docente si concretizza in *mosse conversazionali* e *feedback* mirati, utili a correggere errori, affinare i risultati e sviluppare competenze operative e critiche nell'uso dello strumento;
3. *Creazione autonoma di esercizi*: in momenti diversi del semestre — tre per Agraria, due per il Politecnico — gli studenti svolgono differenti *task* creando e risolvendo esercizi di matematica con ChatGPT, creando anche una griglia di valutazione degli stessi. Questo materiale viene condiviso coi docenti mediante la piattaforma

Moodle del corso, su cui sono reperibili indicazioni dettagliate relative alle tematiche disciplinari sulle quali lavorare;

4. *Revisione e progettazione della simulazione d'esame*: il docente revisiona e seleziona gli esercizi prodotti dagli studenti per inserirli all'interno delle simulazioni d'esame, che vengono rese disponibili sulla piattaforma del corso in prossimità della prova sommativa finale diventando così parte fondamentale del materiale didattico;
5. *Esame orale e feedback individuale*: durante l'esame orale, ogni studente presenta e discute uno degli esercizi da lui elaborati; la qualità della discussione può contribuire al voto finale con un bonus fino a 2 punti su 30.

Ognuno di questi *task* prevedeva non solo la consegna dell'esercizio creato, ma anche la sua risoluzione mediante IAG e una griglia di valutazione per lo stesso — in alcuni casi ottenuta anch'essa mediante uso di ChatGPT — oltre che l'intera conversazione avuta con l'AI. Quest'ultima richiesta risulta fondamentale sia per essere certi che gli esercizi siano stati effettivamente creati mediante ChatGPT sia per osservare come lo studente avrebbe eventualmente guidato l'IA nella realizzazione del *task*. Concordemente con il modello teorico di riferimento, sulla piattaforma del corso sono state esplicitate le caratteristiche dettagliate della cosiddetta *deliberate practice*, ossia il *task* richiesto agli studenti; un esempio relativo a uno dei *task* proposto nella Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari è presente nella **Figura 6.1**.

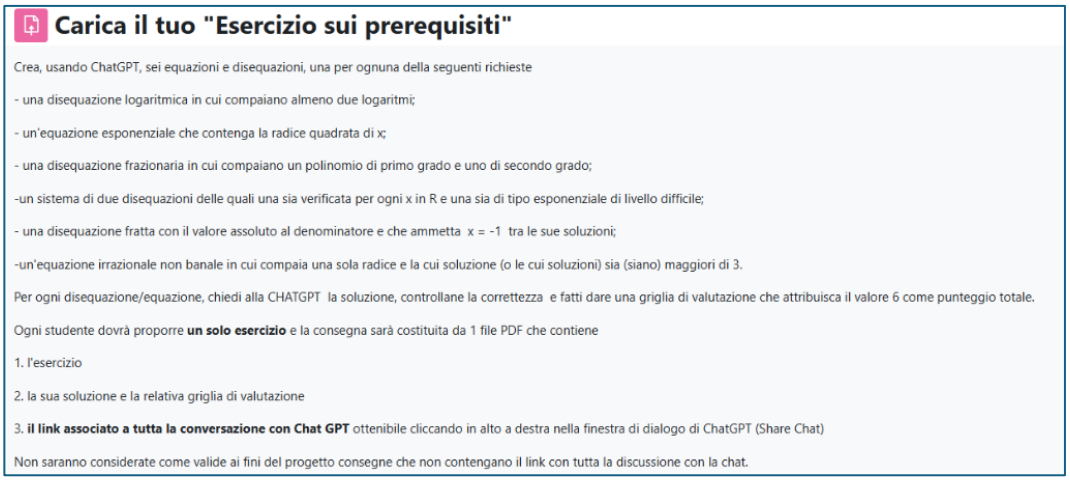


***Figura 6.1**. Un esempio di descrizione dettagliata di uno dei task.*

La valutazione degli obiettivi è stata possibile grazie a un'analisi sistematica dei materiali prodotti dagli studenti. Nello specifico:

- *dimensione cognitivo-disciplinare*: revisione accurata degli esercizi prodotti dagli studenti e valutazione delle risoluzioni proposte, entrambe finalizzate a rilevare chiarezza concettuale e accuratezza;
- *dimensione tecnico-digitale*: lettura, osservazione e analisi qualitativa delle conversazioni con ChatGPT. Sono stati presi in considerazione l'appropriatezza dei *prompt* impiegati, la pertinenza dei contenuti generati e le strategie utilizzate nel trattare gli errori e le allucinazioni prodotte dall'Intelligenza Artificiale Generativa. Inoltre, nella Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari è stato somministrato anche un breve questionario per la valutazione delle attività didattiche proposte nel corso, che ha permesso un approfondimento circa le capacità degli studenti di utilizzare criticamente lo strumento e le loro percezioni e opinioni dello stesso;
- *dimensione metacognitiva*: analisi delle conversazioni (e, quando possibile, delle risposte del questionario) con un *focus* sulle competenze trasversali di interesse.

Nella **Tabella 6.1** vengono riportate le domande relative all'esperienza didattica poste agli studenti della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari nel questionario proposto loro alla fine del corso; è importante evidenziare che

questo non aveva obiettivi di ricerca, ma intendeva soltanto raccogliere le impressioni e le opinioni degli studenti su tutte le attività proposte durante il corso di matematica, tra le quali era presente *anche* il progetto *AI.ME*.

Tabella 6.1. Gli *items* del questionario sottoposto agli studenti partecipanti al progetto.

Testo dell'*item*	Tipologia
Mi sento ansioso all'idea di progettare i compiti d'esame di matematica.	Scala Likert (0-3)
Ritengo che grazie al progetto AI.ME la mia opinione del lavoro dell'insegnante sia cambiata.	
(*Opzionale*) Se è cambiata, in che modo?	
Definisci gli strumenti di IA Generativa come ChatGPT con una metafora a tua scelta.	Domanda a riposta aperta breve
Hai notato degli errori o delle distorsioni nelle risposte? Se sì, te ne ricordi qualcuno?	
Quali sono state le difficoltà che hai incontrato nello svolgimento del progetto, ossia nella creazione degli esercizi richiesti?	
Al di là del progetto AI.ME, hai impiegato ChatGPT o altri strumenti simili per prepararti per l'esame di Matematica?	Domanda a scelta binaria (Sì/No)
Se sì, in che modo?	Domanda a risposta aperta breve (*opzionale*)
Lo hai fatto anche per altri insegnamenti?	Domanda a scelta binaria (Sì/No)
Se sì, come?	Domanda a risposta aperta breve (*opzionale*)

Di seguito riportiamo i testi dei *task* proposti; le richieste sono state

sviluppate concordemente con i *syllabi* e gli obiettivi disciplinari dei corsi.

6.2.1 Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari – Università degli Studi di Milano

Task 1 - SAA

Crea, usando la ChatGPT un esercizio di buon senso ispirandoti a quelli presenti sul Foglio 1. L'esercizio può riguardare: percentuali, scale di rappresentazione, proporzioni, etc…

Chiedi a ChatGPT di risolvere l'esercizio e verifica la correttezza (non ovvia!) della soluzione proposta; accordati con la chat per una griglia di valutazione che ti soddisfi.

Ogni studente dovrà proporre un solo esercizio e la consegna sarà costituita da 1 file PDF che contiene

1. l'esercizio
2. la sua soluzione e la relativa griglia di valutazione
3. il link associato a tutta la conversazione con Chat GPT ottenibile cliccando in alto a destra nella finestra di dialogo di ChatGPT (Share Chat)

Non saranno considerate come valide ai fini del progetto consegne che non contengano il link con tutta la discussione con la chat.

Task 2 - SAA

Crea, usando ChatGPT, sei equazioni e disequazioni, una per ognuna della seguenti richieste

- una disequazione logaritmica in cui compaiano almeno due logaritmi;
- un'equazione esponenziale che contenga la radice quadrata di x;
- una disequazione frazionaria in cui compaiano un polinomio di primo grado e uno di secondo grado;
- un sistema di due disequazioni delle quali una sia verificata per

ogni x in $\mathbb{R}$ e una sia di tipo esponenziale di livello difficile;

- una disequazione fratta con il valore assoluto al denominatore e che ammetta $x = -1$ tra le sue soluzioni;
- un'equazione irrazionale non banale in cui compaia una sola radice e la cui soluzione (o le cui soluzioni) sia (siano) maggiori di 3.

Per ogni disequazione/equazione, chiedi alla ChatGPT la soluzione, controllane la correttezza e fatti dare una griglia di valutazione che attribuisca il valore 6 come punteggio totale.

Ogni studente dovrà proporre un solo esercizio e la consegna sarà costituita da 1 file PDF che contiene

1. l'esercizio
2. la sua soluzione e la relativa griglia di valutazione
3. il link associato a tutta la conversazione con Chat GPT ottenibile cliccando in alto a destra nella finestra di dialogo di ChatGPT (Share Chat)

Non saranno considerate come valide ai fini del progetto consegne che non contengano il link con tutta la discussione con la chat.

Task 3 - SAA

Chiedere a ChatGPT di svolgere lo studio di funzione presente in uno dei compiti di esame degli anni passati.

Dopo aver preparato autonomamente una griglia di valutazione per l'esercizio proposto (per un totale di 10 punti) correggere e valutare la soluzione proposta da ChatGPT.

È possibile utilizzare Geogebra, Photomath o altri software per verificare se le risposte di ChatGPT sono corrette. È anche possibile segnalare alla chat eventuali errori e darle la possibilità di correggersi. In questo caso si potrà decidere di tenere conto nella valutazione finale di quanto la chat è stata in grado di correggersi grazie alle domande fatte, motivando adeguatamente i punteggi assegnati.

Ogni studente dovrà proporre un solo esercizio e la consegna sarà costituita da 1 file PDF che contiene

1. la griglia di valutazione per l'esercizio
2. lo svolgimento proposto da ChatGPT e la relativa correzione nella quale viene indicato il punteggio associato alle varie parti dell'esercizio e il voto finale (in decimi) seguendo la griglia di valutazione del punto 1.
3. il link associato a tutta la conversazione con Chat GPT ottenibile cliccando in alto a destra nella finestra di dialogo di ChatGPT (Share Chat)

Non saranno considerate come valide ai fini del progetto consegne che non contengano il link con tutta la discussione con la chat.

6.2.2 Corso di Laurea in Ingegneria Civile per la Mitigazione del Rischio – Politecnico di Milano

Task 1 - ICMR

Crea, usando ChatGPT, sei equazioni e disequazioni, una per ognuna della seguenti richieste

- una disequazione logaritmica in cui compaiano almeno due logaritmi;
- un'equazione esponenziale che contenga la radice quadrata di x;
- una disequazione frazionaria in cui compaiano un polinomio di primo grado e uno di secondo grado;
- un sistema di due disequazioni delle quali una sia verificata per ogni x in $\mathbb{R}$ e una sia di tipo esponenziale di livello difficile;
- una disequazione fratta con il valore assoluto al denominatore e che ammetta $x = -1$ tra le sue soluzioni;
- un'equazione irrazionale non banale in cui compaia una sola radice e la cui soluzione (o le cui soluzioni) sia (siano) maggiori di 3.

Per ogni disequazione/equazione, chiedi alla ChatGPT la soluzione, controllane la correttezza e fatti dare una griglia di valutazione che

attribuisca il valore 6 come punteggio totale.

La consegna sarà costituita da un file PDF che contiene:

1. gli esercizi
2. la loro soluzione e la relativa griglia di valutazione
3. il link associato a tutta la conversazione con Chat GPT ottenibile cliccando in alto a destra nella finestra di dialogo di ChatGPT (Share Chat)

Task 2 - ICMR

Chiedere a ChatGPT di svolgere il tema d'esame allegato.

Preparare autonomamente una griglia di valutazione per gli esercizi proposti (per un totale di 30 punti); poi correggere e valutare la soluzione proposta da ChatGPT. È possibile utilizzare Geogebra, Photomath o altri software per verificare se le risposte di ChatGPT sono corrette.

In una seconda fase (l'orale!) segnalate a ChatGPT eventuali errori e date la possibilità di correggersi. In questo caso si potrà decidere di tenere conto nella valutazione finale di quanto la chat è stata in grado di correggersi grazie alle domande fatte, motivando adeguatamente i punteggi assegnati.

La consegna sarà costituita da un file PDF che contiene

1. la griglia di valutazione
2. lo svolgimento proposto da ChatGPT con il voto attribuito a ogni esercizio e la relativa correzione dopo le domande, con il voto finale
3. il link associato a tutta la conversazione con ChatGPT (ottenibile cliccando in alto a destra nella finestra di dialogo di ChatGPT (Share Chat))

Tema d'esame relativo al task 2 - ICMR

Teoria. Enunciare e dimostrare il Teorema della media Integrale. La funzione

$$f(x) = \begin{cases} 3x^2 - x, 0 \leq x < 1 \\ x - 1, x \geq 1 \end{cases}$$

verifica le ipotesi del teorema della media integrale sull'intervallo $[0, 2]$? Ne verifica la tesi?

Esercizio 1. Calcolare l'area della regione

$$A = \left\{1 \leq x \leq 3, 0 \leq y \leq \frac{\ln x}{\sqrt{x}}\right\}$$

Esercizio 2. Calcolare la derivata della funzione integrale

$$F(x) = 2 \int_0^x \frac{t^2}{t^4 + 1} dt + 1$$

Cosa si può dire di $\lim_{x \to \infty} F(x)$? Esiste? È finito?

Disegnare poi un grafico qualitativo globale di $F(x)$.

Esercizio 3. Data la matrice

$$\boldsymbol{A} = \begin{bmatrix} k & 0 & 0 \\ 2 & 3 & k \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

dove k è un parametro reale.

- Verificare che per $k = 2$ la matrice è diagonalizzabile, motivando la risposta. Trovare una matrice $\boldsymbol{P}$ e una matrice diagonale $\boldsymbol{D}$ tale che $\boldsymbol{P^{-1}AP = D}$
- Esistono valori di k per cui la matrice $\boldsymbol{A}$ non è diagonalizzabile?
- Risolvere il sistema $\boldsymbol{Ax = 0}$ al variare di k.

Nota. Per facilitare la scrittura degli esercizi 2 e 3, nella chat potete usare le istruzioni in LaTeX, ChatGPT le comprende!

6.3 Analisi dei dati e dei contributi degli studenti

L'attività ha coinvolto circa 150 studenti del Corso di Laurea in *Agricoltura Sostenibile e Produzione e Protezione delle Piante e del Verde* dell'Università degli Studi di Milano e 9 studenti del Corso di Laurea in

Ingegneria Civile per la Mitigazione del Rischio del Politecnico di Milano.

Una categorizzazione tematica operata sui materiali consegnati dagli studenti ha individuato i seguenti nuclei di interesse, trasversali a tutti i *task*, che ci guiderà nell'analisi dei risultati: la formulazione del *primo prompt* proposto e che focalizza l'obiettivo della conversazione, le *strategie per affrontare gli errori e le allucinazioni* compiute dall'IA, le *richieste sulla "matematica" del task* e la *griglia di valutazione*.

Presentiamo qui i risultati della sperimentazione esaminando le tematiche d'interesse individuate, mettendo in luce ciò che è emerso dalla produzione degli esercizi, dalle interazioni con ChatGPT e dalle riflessioni rispetto alle pratiche di valutazione ed evidenziando, quando presenti, le differenze e le peculiarità dei due gruppi di studenti coinvolti. Infine, presentiamo i dati raccolti mediante il questionario finale, restituendo il punto di vista degli studenti sull'esperienza, in particolare in termini di percezione della figura del docente e dell'IA Generativa.

6.3.1 Primo *prompt* e focalizzazione degli obiettivi

È possibile individuare due principali modalità di impostazione del *primo* prompt, ossia quello che dà inizio alla conversazione con l'IAG, che riflettono strategie differenti nella gestione della conversazione con l'intelligenza artificiale.

La prima modalità, che potremmo chiamare tipologia "*uno alla volta*", si fonda invece su una sequenza di richieste successive. Lo studente inizia formulando una prima richiesta, ne osserva la soluzione e procede poi con quelle successive, ognuna delle quali integra o modifica la precedente. Questa impostazione favorisce un'interazione più dinamica e riflessiva, in cui il compito si costruisce progressivamente attraverso la negoziazione con l'IA.

Nel caso del *Task* 2 – SAA e del *Task* 1 - ICMR, in cui era richiesto di generare una serie di esercizi sugli argomenti prerequisiti del corso, questo

ha portato a delle conversazioni con svariati *prompt* che seguono una struttura a fasi del tipo:

- Fase 1: richiesta di creazione del primo esercizio («Crea una disequazione logaritmica in cui compaiano almeno due logaritmi»);
- Fase 2: richiesta di risoluzione («*Ora risolvila*»);
- Fase 3: eventuali correzioni, anche mediante più interazioni («Hai dimenticato di calcolare le condizioni di esistenza», «Ti manca il passaggio finale, devi confrontare le soluzioni trovate con il campo di esistenza»);
- Nuova fase 1: richiesta di creazione del secondo esercizio («Adesso crea un'equazione esponenziale che contenga la radice quadrata di x»);
- Nuove fasi 2, 3;
- Ecc.

In alcuni casi, le caratteristiche dell'esercizio vengono introdotte gradualmente nel corso del dialogo, aggiungendo vincoli o elementi di complessità nelle fasi successive. Ad esempio: «*Crea una disequazione fratta*», «*inserisci ora al numeratore un logaritmo*», «*inserisci ora al denominatore un modulo*» ecc.

Nel caso del *Task* 3 - SAA, invece, i *prompt* erano del tipo:

- Fase 0: definizione della funzione («Considera la seguente funzione: f(x)=(x^2) moltiplicato per (radice di (x+4))»);[61]
- Fase 1: prima richiesta («*Determinane il dominio.*»);
- Fase 2: eventuali correzioni, anche in più interazioni («Sei sicura di dover escludere x = - 4?», «No. La derivata prima è positiva tra -4 e -(8/3) e per x>0. Rifai il calcolo»);
- Nuova fase 1: seconda richiesta («*Calcola il segno della funzione*»);
- Nuova fase 2;

[61] In alcuni casi le interazioni qui denominate "Fase 0" e "Fase 1" avvengono nello stesso *prompt*.

- Ecc.

Mentre nel caso del *Task* 2 – ICMR, i *prompt* presentavano una struttura del tipo:

- Fase 1: prima richiesta («Calcola la derivata della seguente funzione integrale»);
- Fase 2: eventuali correzioni, anche in più interazioni («il 3/2 da dove viene fuori?», «hai sbagliato, riguarda i teoremi che hai utilizzato per dimostrare il teorema della media integrale e riprova»);
- Nuova fase 1: seconda richiesta («*Cosa puoi dire del suo limite?*»);
- Nuova fase 2;
- Etc.

La seconda modalità, che potremmo invece definire "*tutto in una volta*", si basa su una richiesta complessiva: lo studente formula in un unico messaggio tutte le istruzioni necessarie per soddisfare le sue richieste, includendo indicazioni livello di difficoltà, argomento e caratteristiche. In questo caso, la conversazione con l'IA si sviluppa in modo lineare e non iterativo, con un controllo limitato sulla progressiva costruzione del contenuto.

Nel caso della generazione degli esercizi i *prompt* sono stati del tipo:

«Generami 6 esercizi, uno per ognuna delle seguenti richieste:

1) una disequazione logaritmica, in cui compaiano almeno due logaritmi.

2) un'equazione esponenziale, che contenga la radice quadrata di x.

3) una disequazione frazionaria, in cui compaiano un polinomio di primo grado ed uno di secondo grado.

4) un sistema di due disequazioni, delle quali una sia verificata per ogni x in R e una sia di tipo esponenziale di livello difficile.

5) una disequazione fratta, con il valore assoluto al denominatore e che ammetta x = 1 tra le sue soluzioni.

6) un'equazione irrazionale non banale in cui compaia una sola radice e la cui soluzione (o le cui soluzioni) sia (o siano) maggiori di 3.»

Nel caso del *Task* 3 - SAA, invece, i *prompt* erano del tipo:

«Studiami spiegando in modo dettagliato tutti passaggi svolti la seguente funzione: f(x)=log(4-√2x), trovando:

1.dominio della funzione

2.segno della funzione

3.limiti agli estremi del dominio

4.eventuali asintoti della funzione specificando se verticali o orizzontali

5.eventuali punti di massimo e minimo specificando se relativi o assoluti

6.eventuali punti di non derivabilità

7.componi un grafico qualitativo con le informazioni trovate»

Mentre nel caso del *Task* 2 – ICMR, invece, nessuno studente ha inserito in un'unica interazione l'intero tema d'esame, ma la tipologia "tutto in volta" si manifesta nel presentare interamente tutte le richieste di un unico esercizio presente nello stesso.

Ad esempio: «Data la matrice

$$\boldsymbol{A} = \begin{bmatrix} k & 0 & 0 \\ 2 & 3 & k \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

dove k è un parametro reale.

- Verificare che per $k = 2$ la matrice è diagonalizzabile, motivando la risposta. Trovare una matrice $\boldsymbol{P}$ e una matrice diagonale $\boldsymbol{D}$ tale che $\boldsymbol{P^{-1}AP = D}$
- Esistono valori di k per cui la matrice $\boldsymbol{A}$ non è diagonalizzabile?
- Risolvere il sistema $\boldsymbol{Ax = 0}$ al variare di k.»

Il caso del *Task* 1 - SAA, è invece più complesso, perché più articolato è anche l'*output* richiesto all'IAG, ossia la generazione — e risoluzione — di un *problema*. Di conseguenza, le "tipologie" individuate per questo *task* differiscono dai due casi precedentemente presentati. Dall'analisi dei materiali sono infatti emerse tre principali tipologie di *prompt*, distinte per grado di specificità e per la natura dell'istruzione fornita al sistema.

1. Richiesta generica di un "esercizio di buon senso": in questa tipologia, lo studente si limita a riprendere letteralmente l'indicazione della consegna, chiedendo a ChatGPT di creare "un esercizio di buon senso". In tali casi, il modello ha spesso generato problemi non pertinenti all'ambito matematico, interpretando l'espressione in senso comune (ad esempio esercizi di logica o di vita quotidiana) piuttosto che disciplinare, ad esempio: «*il tuo posto auto nel parcheggio del supermercato è occupato da un carrello. Cosa fai?*»;
2. Richiesta specifica per argomento: altri studenti hanno introdotto fin dal primo *prompt* un'indicazione più precisa sull'ambito matematico da trattare, specificando uno o più contenuti da includere. Esempi sono: «*Crea un esercizio che contenga percentuali di percentuali*» oppure «*Scrivi un problema sulle proporzioni con tre fattori*». Questa formulazione ha prodotto in genere risposte più pertinenti rispetto agli obiettivi del *task*.
3. Richiesta "simile a" un esempio dato: un terzo gruppo di studenti ha preferito fornire al modello un esempio di riferimento, chiedendo la generazione di un esercizio "simile a" quello mostrato, chiedendo di modificare i dati o il contesto. In questo caso, il prompt contiene un modello esplicito di problema, che l'IA utilizza come base per la riformulazione.

Le tre tipologie si distinguono quindi per il grado di vincolo imposto alla macchina per la generazione del problema: dalla richiesta più aperta e ambigua, che ha condotto a risultati non disciplinari, fino alle formulazioni che includono indicazioni puntuali o esempi guida, che tendono a delimitare maggiormente il comportamento del modello.

In tutti i casi, le differenze osservate non derivano da indicazioni fornite nella consegna, ma da scelte autonome degli studenti: esse rappresentano quindi un elemento di interesse per l'osservazione dei diversi modi in cui i partecipanti gestiscono e strutturano la comunicazione con l'Intelligenza Artificiale. In queste osservazioni emerge così principalmente la *dimensione*

tecnico-digitale e gli aspetti linguistici e comunicativi legati alla *dimensione metacognitiva*. Sul piano *tecnico-digitale*, la varietà delle strategie di *prompting* osservate — dai comandi generici alle richieste progressive e contestualizzate — mostra come gli studenti abbiano sperimentato forme diverse di interazione con l'IAG, in alcuni casi anche nella stessa conversazione. Tali scelte hanno implicato un uso attivo dello strumento, con l'esigenza di controllare il livello di specificità delle richieste e la pertinenza dei risultati. In questo senso, il *prompting* si è configurato come uno spazio di esercizio delle competenze digitali avanzate e di riflessione sull'uso responsabile dell'IA.

Parallelamente, emergono elementi riconducibili alla *dimensione metacognitiva*, legati soprattutto agli aspetti linguistici e comunicativi dell'interazione. La necessità di formulare un *prompt* chiaro, efficace e coerente rispetto all'obiettivo del *task* richiede infatti processi di riflessione sul linguaggio, di pianificazione e di revisione continua del proprio messaggio. In molte conversazioni, la negoziazione con l'IA e la riformulazione progressiva delle richieste rivelano un lavoro consapevole sul significato delle parole e sull'organizzazione del discorso, che costituisce una manifestazione concreta di competenze metacognitive e trasversali quali la comunicazione, la riflessione e — soprattutto per il *Task* 1 – SAA — la creatività.

6.3.2 Strategie di gestione degli errori e delle allucinazioni

L'analisi delle conversazioni tra studenti e intelligenza artificiale ha permesso di individuare diverse modalità di gestione degli errori e delle allucinazioni presenti nelle risposte del sistema. Pur con un'elevata variabilità individuale, e con l'utilizzo anche di diverse strategie all'interno della stessa conversazione, è possibile riconoscere quattro tipologie ricorrenti di risposte, differenziate in base al grado di esplicitazione e di intervento da parte dello studente.

1. Approccio "maieutico": in alcuni casi, gli studenti adottano una modalità interrogativa, formulando domande volte a sollecitare la revisione autonoma della risposta da parte dell'IA, senza fornire

indicazioni dirette sulla natura dell'errore. Esempi tipici di questo comportamento sono: «*Sei sicuro che il risultato sia corretto?*» oppure «*Sei sicuro che nel dominio ci sia* $x \neq 4$*?*». Tale modalità, mantiene un tono dialogico e riflessivo e si sviluppa spesso in più turni consecutivi, fino a ottenere una nuova soluzione o una spiegazione alternativa da parte dell'IA;

2. Segnalazione generica dell'errore: altri studenti si limitano a rilevare la presenza di un errore, senza specificarne la natura né suggerire correzioni. I messaggi si presentano con formulazioni sintetiche, come «*No, il risultato è errato. Riprova*». Questa modalità si traduce in una correzione minimale, che demanda completamente al sistema il compito di individuare e rettificare l'errore;
3. Segnalazione specifica dell'errore: in numerose interazioni gli studenti indicano con precisione l'aspetto della soluzione ritenuto scorretto, fornendo un'informazione localizzata ma non ancora risolutiva. Esempi rappresentativi sono: «*No, il numeratore e il denominatore vanno studiati separatamente*», «*No, quella regola si può usare solo quando le basi dei logaritmi sono uguali*». In questi casi, il feedback umano non si limita alla valutazione dell'esito, ma interviene sul processo, correggendo la logica o la procedura seguita dall'IA;
4. Correzione accompagnata da proposta di soluzione: un ulteriore gruppo di studenti combina la segnalazione dell'errore con l'esplicitazione della soluzione corretta. Ad esempio: «*No, il risultato a me viene* $x > 3$». Questa strategia, più assertiva, riduce i margini di autonomia del modello ma consente di ottenere rapidamente una conferma o una spiegazione coerente con l'esito proposto dallo studente.

Un aspetto particolarmente interessante emerge dalle conversazioni relative al *Task* 3 - SAA, dedicato allo studio di funzione, e al *Task* 2 – ICMR, dedicato alla risoluzione di un tema d'esame. In diversi casi, gli studenti non si limitano a segnalare o correggere l'errore, ma cercano anche di far

"ragionare" ChatGPT adottando un registro comunicativo tipico della relazione docente–studente. Le interazioni mostrano un tono esplicitamente guidante, come si osserva in messaggi del tipo: «*riprova ricordando che la regola da utilizzare è questa*» oppure «*ma se la funzione ha segno sempre positivo, il limite che tende a 8 come fa a dare come risultato meno infinito?*». Queste formulazioni rivelano un tentativo di *orientare* la macchina verso il corretto procedimento matematico mediante richiami espliciti a regole, proprietà e relazioni logiche tra i concetti. Pur non potendo essere interpretato in termini di efficacia didattica, questo comportamento segnala un'interessante assunzione del ruolo epistemico dell'insegnante, in cui lo studente, per correggere l'errore dell'IA, si trova a esplicitare e argomentare le proprie conoscenze disciplinari.

Nel complesso, le strategie delineano un *continuum* che va dalla semplice individuazione dell'errore alla sua piena risoluzione da parte dello studente. La loro distribuzione non appare legata al tipo di esercizio o al *task*, ma piuttosto a differenze individuali nel modo di concepire la conversazione con l'IA come spazio di verifica o di negoziazione del contenuto matematico.

Possiamo qui osservare la *dimensione cognitivo-disciplinare* del progetto, ossia il miglioramento della comprensione dei contenuti matematici attraverso il coinvolgimento attivo nella creazione e nella risoluzione di esercizi d'esame. Le modalità con cui gli studenti hanno gestito gli errori e le allucinazioni dell'IA, infatti, mostrano che l'attenzione si concentra prevalentemente sugli aspetti matematici delle risposte: le strategie osservate riguardano la verifica della correttezza dei passaggi, l'individuazione di errori concettuali e l'esplicitazione di regole o procedure che il modello non aveva applicato correttamente.

6.3.3 Richieste sulla "matematica" del *task*

L'analisi delle conversazioni evidenzia una notevole varietà nelle richieste di natura strettamente matematica rivolte dagli studenti all'intelligenza artificiale, che si concentrano sulla formulazione, sulla complessità e sul metodo di risoluzione degli esercizi.

Una prima tipologia di interventi riguarda le richieste di esplicitazione dei passaggi: in numerosi casi gli studenti chiedono al sistema di «*esplicitare tutti i passaggi*», o più vagamente di «*risolvere il problema in modo chiaro*». Questa tendenza appare costante in tutti i *task* e riflette l'esigenza di ottenere una rappresentazione completa del processo risolutivo, non solo del risultato finale.

Una seconda categoria comprende le richieste relative all'uso di tecniche specifiche, spesso derivate dall'esperienza d'aula. Gli studenti sollecitano l'IA a utilizzare determinati metodi, come «*il metodo della parabola*» per le disequazioni di secondo grado, oppure di impostare una specifica equazione tra percentuali come mostrato in classe dalle docenti. Tali richieste si collocano chiaramente nella *dimensione disciplinare* dell'attività, poiché rimandano a procedure note e condivise nel percorso di apprendimento matematico, come se assumessero temporaneamente la prospettiva del valutatore più che quella dell'apprendente. Questa esigenza di "adeguamento" alle tecniche condivise evidenzia un'interessante sovrapposizione di ruoli: per poter correggere o perfezionare la risposta dell'IA, gli studenti si trovano a dover esplicitare e giustificare le proprie scelte metodologiche, esercitando competenze disciplinari e metadidattiche.

Una terza area riguarda i vincoli sul tipo di calcolo o di soluzione: alcuni studenti chiedono esplicitamente di «*usare solo numeri interi*» o di «*fare in modo che la soluzione non sia decimale*», mostrando attenzione alla forma del risultato e alla plausibilità del compito generato.

Infine, ricorrono frequentemente richieste di modifica della complessità dell'esercizio. Gli studenti invitano l'IA a "farlo più facile" o "più difficile", espressioni che risultano però troppo generiche per essere interpretate in modo coerente dal sistema, che tende a produrre variazioni eccessive rispetto al problema originario. In diversi casi, infatti, gli esercizi generati a partire da tali istruzioni diventano esponenzialmente più complessi o, al contrario, eccessivamente semplificati, perdendo pertinenza rispetto al compito richiesto. Ciò porta spesso gli studenti a intervenire nuovamente sulla conversazione, fornendo indicazioni precise sulle modifiche da

apportare, come «*rendilo più difficile aggiungendo una radice al denominatore*». Qui emerge la *dimensione metacognitiva* nella sua componente linguistica e comunicativa: la precisione terminologica e la capacità di tradurre un'intenzione cognitiva in istruzioni operative diventano condizioni necessarie per ottenere risposte adeguate. Allo stesso tempo, tali difficoltà mostrano come il *prompting* richieda una competenza linguistica specifica, che si colloca a cavallo tra il dominio disciplinare e quello metacognitivo, e che gli studenti stanno ancora apprendendo attraverso la sperimentazione diretta.

È interessante notare che le ultime due tipologie presentate emergono prevalentemente nelle conversazioni proposte dagli studenti della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari: gli studenti di Ingegneria Civile per la Mitigazione del Rischio, infatti, hanno espresso solo richieste di *maggiore complessità* e mai nessuna richiesta specifica in merito al tipo di soluzione. Questo potrebbe essere parzialmente dovuto all'assenza di un *task* legato alla generazione e risoluzione di un problema di realtà, in cui richieste come l'assenza di numeri decimali assumono un significato legato al contesto non-matematico — come afferma uno studente, infatti, «*il numero di operai necessari per questo lavoro* [ossia il risultato del problema, n.d.a] *non può essere decimale*» — e, inoltre, parzialmente dovuto al livello matematico tendenzialmente più alto che gli ingegneri affrontano durante il corso e che si aspettano di dover affrontare: non solo il Corso di Laurea prevede un test di ingresso che valuta anche le competenze di matematica e dunque, come espresso nel capitolo precedente, questo porta probabilmente gli studenti a rafforzare e approfondire le loro conoscenze già nel percorso di studi precedente, ma i corsi di ingegneria rientrano pienamente nelle cosiddette *hard sciences*, una denominazione informale data a quelle discipline che si basano fortemente sulle conoscenze matematiche. Per questi motivi possiamo supporre che la percezione di ciò che è "difficile" sia diversa nelle due tipologie di studenti, portandoli dunque a reagire diversamente di fronte alla complessità introdotta dall'IAG negli esercizi proposti.

6.3.4 La griglia di valutazione

La griglia di valutazione costituiva una parte fondamentale dell'attività, coerente con l'obiettivo di "*mettersi nei panni dell'insegnante*" e di riflettere sui criteri di valutazione di un esercizio di matematica. Nei *Task* 1 (di entrambi i corsi) e nel *Task* 2 - SAA questa doveva essere generata mediante l'IAG, mentre nel *Task* 3 – SAA e nel *Task* 2 – ICMR era richiesto allo studente di crearla autonomamente e di utilizzarla per valutare l'esecuzione dello studio di funzione effettuato da ChatGPT.

Nel *Task* 1 - SAA, inoltre, la consegna non specificava il punteggio totale da attribuire al problema "di buon senso", ma tutti gli studenti hanno scelto di assegnare 4 punti complessivi, in analogia con quanto avviene nella prova d'esame.

Per quanto riguarda i *task* che necessitavano della generazione di una griglia di valutazione, dall'analisi delle conversazioni sono emersi due principali comportamenti:

1. Assenza di negoziazione: alcuni studenti hanno accettato integralmente la griglia generata da ChatGPT, richiedendo soltanto, nel caso in cui l'IA avesse proposto una scala diversa, di adattare il punteggio totale alle loro richieste. In queste situazioni, la griglia sembra essere stata trattata come un elemento formale di completamento dell'esercizio;
2. Negoziazione attiva: in altri casi, gli studenti hanno invece modificato la griglia o chiesto di riformularla parzialmente. Le richieste più frequenti si differenziano in base al *task*: nel caso del problema di "buon senso", queste riguardano l'aggiunta di voci dedicate alla correttezza del risultato (se non presente nella griglia generata dall'IA) oppure riguardanti la corretta individuazione del procedimento e dunque la comprensione della tipologia di problema, entrambe variamente ponderate rispetto agli altri criteri già presenti. In modo eterogeneo, infatti, alcuni studenti hanno attribuito un peso minore al risultato esatto, considerandolo secondario rispetto alla correttezza del ragionamento o alla comprensione del problema,

mentre altri gli hanno assegnato un peso maggiore, privilegiando la precisione della soluzione numerica. È interessante notare che in tutti i casi è presente almeno un indicatore relativo alla comprensione del processo sottostante la risoluzione o all'identificazione corretta della relazione di proporzionalità, considerati aspetti fondamentali per valutare la padronanza del contenuto matematico.

Nei *task* relativi alla generazione e risoluzione di esercizi, la negoziazione si concentra invece sulla ridistribuzione dei punteggi in funzione della difficoltà degli stessi: secondo gli studenti, infatti, gli esercizi più complessi dovevano avere maggiore peso e dunque era necessario assegnare loro un punteggio maggiore. Per queste tipologie di esercizi, poi, in alcuni casi gli studenti hanno scelto di attribuire maggiore peso al procedimento degli stessi rispetto al risultato finale, riconoscendo la complessità del ragionamento come un elemento da valutare indipendentemente.

Nelle richieste di generazione di una griglia valutativa, in alcuni casi gli studenti hanno mostrato un'elevata consapevolezza operativa nell'interazione con l'IA, utilizzando strategie strutturate di *prompting*, come il modello RISEN (*Role, Input, Steps, Expectation, Narrowing*). Per esempio: «*Sei un insegnante* (*Role*) *e vuoi inserire questo esercizio in un test* (*Expectation*). *Crea una griglia di valutazione* (*Input*) *in modo che l'esercizio valga in totale 6 punti* (*Narrowing*). *Spiega tutti i punteggi* (*Steps*)». Questa modalità strutturata ha evidenziato una crescente padronanza nella gestione del dialogo con l'IA Generativa.

L'ultimo *task* prevedeva la creazione autonoma di una griglia di valutazione per la risoluzione di uno studio di funzione — nel caso di SAA — e di un intero tema d'esame — nel caso di ICMR.

In tutte le griglie utilizzate dagli studenti in merito allo studio di funzione i punti massimi assegnabili all'esercizio erano suddivisi nelle sette richieste generalmente presenti (dominio, segno, limiti agli estremi del dominio, individuazione di eventuali asintoti, eventuali punti di massimo e minimo,

eventuali punti di non derivabilità, tracciato di un grafico qualitativo della funzione) a cui alcuni studenti hanno aggiunto come elementi valutativi aspetti come *calcolo dei punti di intersezione della funzione con gli assi cartesiani*, *calcolo della derivata prima*, e *correttezza e precisione complessiva*. Alcuni studenti hanno distribuito in modo omogeneo i 10 punti assegnabili nei vari parametri valutativi, la maggior parte però ha preferito, anche in questo caso, calibrare il punteggio in base alla complessità delle richieste: spesso al *grafico*, al calcolo della *derivata prima* e all'individuazione di *punti di massimo e minimo* e di *non derivabilità* veniva assegnato un punteggio più alto (generalmente 2 punti su 10).

Nel caso del tema d'esame, invece, per ogni esercizio quasi tutti gli studenti hanno individuato gli stessi parametri di valutazione, efficacemente esplicitati e concettualizzati da una studentessa, che scrive: «*per ogni esercizio sarà tenuto in considerazione la sua capacità a capire la domanda, la correttezza del calcolo effettivo svolto da ChatGPT, la chiarezza del procedimento e la coerenza nell'utilizzo dei procedimenti e/o formule*». La distribuzione dei 30 punti nei vari esercizi è stata abbastanza omogena, assegnando un punteggio minore ai primi due esercizi — la domanda di teoria e il calcolo dell'area mediante integrale — e dando quindi più peso agli ultimi due, che richiedevano maggiore capacità di gestione e coerenza di svariati calcoli (come l'esercizio sulla matrice) o di ragionamento e comprensione profonda dei concetti matematici (come l'esercizio sulla funzione integrale). Poiché richiesto dalla consegna, gli studenti hanno effettuato due valutazioni: una alla prima risposta data dall'IAG e un'altra a seguito di eventuali correzioni richieste, come se fossero docenti in sede d'esame orale e stessero aiutando uno studente a "ragionare" correttamente. È interessante osservare come quasi tutti i partecipanti al progetto abbiano deciso di non variare il punteggio nel caso in cui la richiesta di correzione avesse dato un ulteriore risposta sbagliata, ed un solo studente ha invece deciso di assegnare un punteggio negativo nel caso di errori perpetrati, facendo scendere il punteggio totale di ChatGPT da 14/30 a 8/30.

Per quanto riguarda l'applicazione della griglia alla risoluzione proposta da ChatGPT, molti studenti hanno esplicitato le regole utilizzate per il calcolo del punteggio, scrivendo ad esempio che «*viene assegnato 1 punto per ogni passaggio corretto, mezzo punto se il passaggio inizialmente errato viene corretto, 0 punti se il passaggio è e resta errato*». È interessante notare come circa la metà dei punteggi ottenuti dall'IAG sia considerabile "insufficiente" o "gravemente insufficiente, con un generale *range* che spazia da 4.5/30 (valore minimo) a 27/30 (valore massimo) e con un voto medio di 15.6/30. Questo è parzialmente dovuto all'utilizzo di una versione attualmente considerata obsoleta di ChatGPT — ossia la 3.5 — che era però l'unica disponibile gratuitamente e che avrebbe permesso a tutti gli studenti di partecipare al progetto in modo inclusivo e democratico, quindi il punteggio ottenibile dallo stesso strumento, ad oggi, potrebbe essere molto diverso.

La negoziazione e l'elaborazione delle griglie di valutazione nei tre task attivano in modo sinergico più dimensioni del progetto: *disciplinare*, *metacognitiva* e, in parte, *tecnico-valutativa*.

Sul piano *disciplinare*, la costruzione dei criteri di valutazione comporta un'analisi esplicita dei passaggi matematici ritenuti essenziali nella risoluzione di un esercizio. Gli studenti riflettono sulla struttura interna del problema e sui passaggi logici e procedurali che ne determinano la correttezza, arrivando a distinguere — spesso con notevole precisione — tra aspetti concettuali (comprensione del processo, individuazione della relazione tra concetti, corretto uso delle regole) e aspetti formali (calcolo e rappresentazione grafica).

Parallelamente, la costruzione o modifica della griglia rende visibile la dimensione *metacognitiva*, in quanto richiede di esplicitare criteri di giudizio normalmente impliciti e di riflettere sul peso da attribuire ai diversi elementi del processo di risoluzione. L'atto di decidere *quanto* valga la correttezza del ragionamento rispetto al risultato finale o *quale* passaggio meriti più punti comporta un processo di valutazione del proprio modo di concepire la matematica e il suo apprendimento.

Nell'ultimo *task*, in particolare, la redazione autonoma di griglie di valutazione ha amplificato questa consapevolezza: distribuire i punti totali tra le diverse fasi dell'esercizio o nei vari esercizi ha obbligato gli studenti a esplicitare le proprie priorità valutative e a ragionare sulla complessità relativa di ciascuna operazione. La successiva applicazione delle griglie alla soluzione prodotta da ChatGPT ha poi trasformato il momento valutativo in un'occasione di riflessione critica sulla qualità del lavoro dell'IAG e, indirettamente, sui propri standard di rigore disciplinare.

Infine, la componente *tecnico-valutativa* emerge nel momento in cui gli studenti sperimentano la valutazione come strumento di controllo logico-matematico e di comunicazione. La richiesta di adattare il punteggio complessivo, redistribuirlo in base alla difficoltà o aggiungere voci specifiche rivela una comprensione del processo valutativo valutazione e una crescente familiarità con le logiche del *visibile learning*: rendere espliciti i criteri significa, in questo contesto, demistificare il processo valutativo e trasformarlo in oggetto di riflessione.

Nel complesso, la gestione delle griglie di valutazione mostra come l'interazione con l'IA possa diventare non solo uno spazio di esercizio disciplinare, ma anche un'occasione per prendere consapevolezza dei processi valutativi tipici della pratica docente.

6.3.5 Analisi dei risultati del questionario

I risultati del questionario hanno offerto una finestra preziosa sulla percezione degli studenti rispetto all'esperienza, ai processi di valutazione, alla figura dell'insegnante e all'impiego dell'IA Generativa nella didattica. I dati emersi testimoniano una gamma articolata di vissuti, consapevolezze e difficoltà.

Come mostrato in **Figura 6.2**, la maggior parte degli studenti ha dichiarato di non provare particolare ansia nel progettare i compiti d'esame: più del 70% degli studenti ha risposto "Per niente d'accordo" o "Non d'accordo" alla voce relativa all'ansia nella progettazione. Questo dato, tutt'altro che scontato, suggerisce che la natura strutturata dell'attività abbia fornito un contesto sicuro e partecipato in cui potersi sperimentare,

riducendo probabilmente la pressione tipicamente associata al processo valutativo.



***Figura 6.2**. Risposte al questionario valutativo dell'esperienza didattica*

Ciò che sorprende maggiormente nei commenti aperti non è tanto la dimensione emotiva, quanto quella cognitiva: molti studenti non si aspettavano la complessità insita nel lavoro di progettazione didattica. Affermazioni come «*non immaginavo che progettare un esercizio fosse così difficile, anche con ChatGPT*» testimoniano la presa di coscienza sulla dimensione progettuale propria del ruolo del docente, spesso invisibile per agli occhi degli studenti. L'83% di loro, infatti, tra le difficoltà riscontrate ha evidenziato quella di riuscire a comunicare efficacemente i propri intenti allo strumento, come riportato in **Figura 6.3**, che utilizza delle frasi simboliche scritte dagli studenti come etichette categoriali. Nello specifico sono stati individuati quattro temi frequenti: «*riuscire a far comprendere alla chat cosa volevo che facesse*», «*correggere i conti della chat facendoli concordare con lo svolgimento che avevo fatto*», «*pensare ad un esercizio fattibile ma non troppo semplice*» e «*nessuna in particolare*».

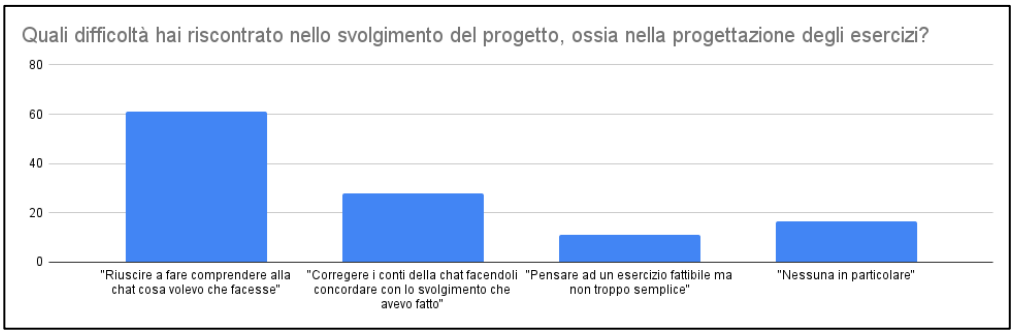


***Figura 6.3**. Difficoltà riscontrate dagli studenti nella progettazione di esercizi.*

Emerge quindi una riflessione che intreccia dimensioni valutative e progettuali della didattica. Uno degli esiti più significativi del progetto, infatti, riguarda proprio la percezione che lo studente ha dell'insegnante e del suo ruolo. Molti studenti affermano infatti di aver maturato una comprensione più profonda delle responsabilità connesse alla preparazione di una prova scritta: la calibrazione della difficoltà, l'attenzione all'accessibilità e la coerenza delle griglie di valutazione. Come scrive uno studente: «*la parte più difficile è dare il giusto punteggio ai passaggi*».

Alcuni studenti hanno espresso orgoglio per essere stati coinvolti in un compito tradizionalmente riservato ai docenti, interpretandolo come un gesto di fiducia e avvicinamento da parte dell'università. Altri, pur avendo già una visione positiva del ruolo dell'insegnante, hanno riconosciuto quanto sia difficile «*insegnare qualcosa a qualcuno che continua a non capire*», cogliendo in profondità alcuni aspetti che caratterizzano la dimensione relazionale del lavoro didattico. È emersa così l'essenza del *Visible Learning*: rendere visibile ciò che solitamente resta implicito, attivando negli studenti una comprensione più profonda e consapevole dei processi di insegnamento e apprendimento. Nella **Tabella 6.2** riportiamo alcuni esempi di affermazioni degli studenti in merito a diverse tematiche legate al ruolo dell'insegnante.

Tabella 6.2. Alcune opinioni degli studenti sul lavoro dell'insegnante al termine del progetto.

«Ho compreso più a fondo il lavoro di un insegnante nel preparare le prove per i propri studenti e la difficoltà che ci può essere nel fare in modo che gli esercizi possano essere alla portata di tutti»
«Il lavoro svolto per il progetto AI.ME mi ha fatto notare l'elevata difficoltà ad attribuire un punteggio consono all'esercizio, in modo che la valutazione finale risulti essere equilibrata per ogni passaggio di esso e congrua con l'esercizio svolto»
«La mia opinione verso il lavoro dell'insegnante è sempre stata positiva e vista come un lavoro importante e non banale da svolgere, dopo questa fiducia da parte loro nel farci progettare le prove di esame la cosa mi ha reso fiero e felice perché vuol dire che hanno molta più fiducia in noi di quanto pensavo e che non vanno delusi»

Un ulteriore elemento di interesse riguarda la rappresentazione che gli studenti hanno maturato di ChatGPT (**Figura 6.4**). Le metafore usate per descrivere il sistema di IA Generativa sono infatti numerose e suggestive. Alcuni la definiscono «*una guida del futuro*» o «*una biblioteca sempre aperta*» (visione positiva), sottolineandone l'accessibilità e il potenziale educativo. Altri adottano immagini più caute o critiche: «*una bicicletta senza freni*», «*una guida inaffidabile*» (visione negativa). Molti riconoscono il carattere ambivalente dello strumento: «*è potente, ma inaffidabile*», «*utile se ben istruito*», «*funziona se lo si guida con attenzione*» (visione mista).

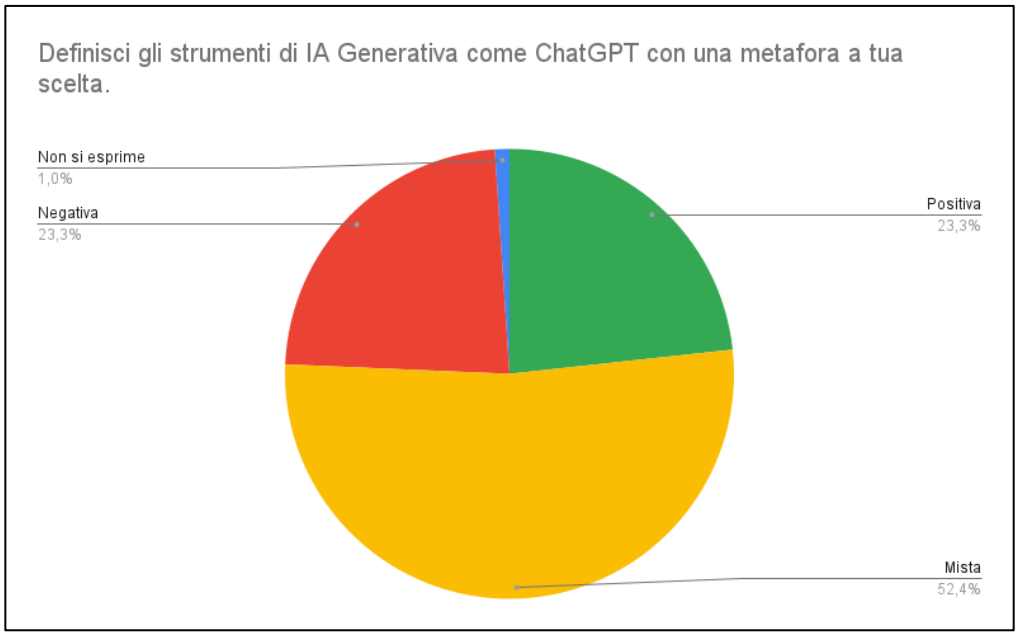


***Figura 6.4**. Distribuzione in categorie (positiva/negativa/mista/non si esprime) delle metafore usate dagli studenti per descrivere l'IA Generativa.*

Queste descrizioni rivelano una visione matura e critica dell'IA Generativa, percepita non come soluzione automatica, ma come risorsa da usare con consapevolezza. Particolarmente interessante è il modo in cui gli studenti hanno reagito agli errori commessi da ChatGPT.

La **Figura 6.5** riassume, attraverso una breve analisi tematica, le principali tipologie di errori individuate dagli studenti nelle risposte di ChatGPT e, in alcuni casi, le strategie adottate per affrontarli. Di seguito, riportiamo i temi emergenti dalle narrazioni degli studenti:

- Identifica la presenza di errori in modo generico: lo studente mette in evidenza gli errori senza entrare nello specifico della loro natura (e.g. «*faceva errori nei calcoli semplici*»);
- Identifica la presenza di errori, riportando un esempio specifico o un argomento: è il caso, ad esempio, della frase «*Mi ricordo frequenti errori nello svolgimento dei logaritmi*»;
- Le risposte erano incomplete rispetto al prompt e/o alle richieste fornite;
- Risoluzione non adatta perché più complessa rispetto a quella fatta

in classe o in autonomia: gli studenti riportano che ChatGPT «*faceva conti impossibili*» risolvendo gli esercizi «*in modo molto complesso rispetto a quello fatto in classe*»;

- La risoluzione presentava incongruenze o errori strettamente legati al "ragionamento" matematico: gli studenti riportano che ChatGPT «*ha usato la derivata prima per calcolare i punti di flesso*», o che vi fossero «*evidenti discrepanze tra il segno della funzione e i limiti*». Non vengono quindi evidenziati errori nei calcoli (che, in alcuni di questi casi, sono implicitamente presenti) ma una carenza dal punto di vista logico o procedurale;
- Errori relativi alla rappresentazione grafica di un'informazione matematica: molti esercizi, infatti, richiedono di essere accompagnati da una rappresentazione grafica o da uno tabella. Questi elementi, essenziali per una corretta risoluzione dell'esercizio, venivano però rappresentati in modo errato, nonostante la correttezza dei calcoli ad essi associati;
- Evidenzia la necessità di numerose interazioni per correggere la risoluzione, però non sempre proficue: gli studenti lamentano che «*per ottenere la soluzione corretta ad un determinato quesito bisognava intrattenere un dialogo con la chat lungo, che molto spesso non portava comunque al risultato sperato*».

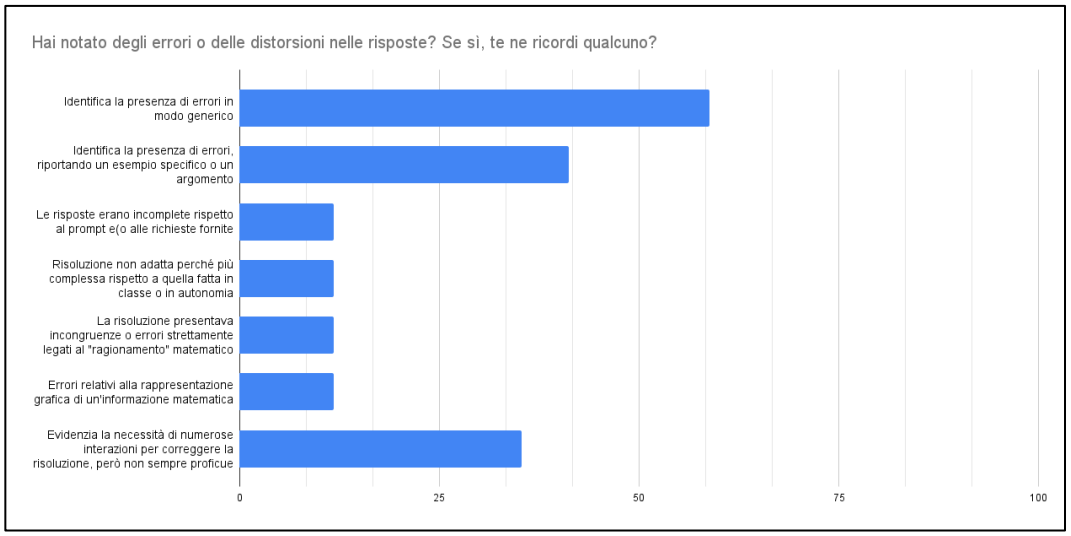


***Figura 6.5**. Distribuzione della tipologia di errori matematici individuati dagli studenti nelle risposte fornite da ChatGPT.*

Piuttosto che abbandonare l'interazione, molti hanno mostrato un atteggiamento proattivo: hanno riformulato le domande, spiegato con maggiore precisione cosa desideravano ottenere, o fornito esempi per guidare lo strumento, dimostrando pazienza, spirito collaborativo e buone competenze comunicative e metacognitive. Alcuni hanno persino riflettuto su quanto fosse importante "trovare le parole giuste" per ottenere una risposta efficace, evidenziando così la necessità di una comunicazione chiara e strutturata anche nell'interazione con l'IA Generativa.

6.4 Conclusioni

L'esperienza qui descritta ha mostrato come la didattica della matematica possa integrare sistemi di IA Generativa, in particolare mediante un'attività d'aula inserita all'interno del paradigma del *Visible Learning*. Articolata secondo i principi dello *scaffolding*, l'attività ha permesso agli studenti di sperimentare in modo progressivo e riflessivo il ruolo dell'insegnante, progettando, valutando e discutendo esercizi matematici e relative soluzioni con il supporto di ChatGPT.

L'attività è stata costruita attorno a tre dimensioni – *disciplinare*, *tecnico-digitale* e *metacognitiva* – che hanno guidato la progettazione e offerto una cornice interpretativa per la lettura dei dati.

Sul piano disciplinare, abbiamo osservato una buona capacità degli studenti di applicare conoscenze matematiche nella progettazione e nella valutazione, nonché nel riconoscere e correggere errori presenti negli *output* generati dall'IA.

Per la dimensione tecnico-digitale, i risultati indicano che molti studenti hanno sviluppato strategie di *prompting* efficaci, mostrando una crescente consapevolezza nell'interazione con la tecnologia. Le risposte al questionario, poi, testimoniano una visione critica dello strumento, spesso descritto come potente ma fallibile, e da utilizzare con attenzione e competenza.

La possibilità di contribuire alla costruzione della valutazione sembra aver dato agli studenti una maggiore comprensione del lavoro didattico, spesso sottovalutato o poco visibile. Sotto il profilo metacognitivo, abbiamo rilevato – attraverso l'osservazione delle attività e le interazioni avute con ChatGPT – l'attivazione di processi di riflessione, negoziazione e riformulazione. La necessità di valutare, correggere e argomentare ha contribuito a rafforzare competenze trasversali, in particolare comunicative e collaborative.

Non sono mancati, tuttavia, limiti e sfide operative. In primo luogo, la necessità di guidare gli studenti nell'uso dell'IA Generativa ha richiesto un investimento iniziale non trascurabile in termini di tempo e formazione, soprattutto in un'ottica di scalabilità. Inoltre, la variabilità delle risposte fornite da ChatGPT nella risoluzione di esercizi complessi o nella costruzione delle griglie valutative sembra aver talvolta generato frustrazione negli studenti con minore familiarità matematica o digitale. L'esperienza ha evidenziato quanto sia essenziale accompagnare con attenzione il passaggio verso l'autonomia operativa, affinché la dimensione riflessiva dell'attività non venga compromessa dalla complessità tecnica dello strumento. Un'ulteriore criticità ha riguardato la valutazione delle interazioni: mentre alcuni studenti hanno prodotto protocolli articolati e consapevoli, altri si sono limitati a un uso superficiale dell'IA Generativa, suggerendo un raggiungimento solo parziale del compito. Questi elementi indicano la necessità di strutturare con maggiore gradualità le fasi di

avvicinamento all'attività e di prevedere momenti di confronto per sostenere una maggiore uniformità nella qualità delle esperienze.

In futuro, l'utilizzo di questo approccio in altre attività e l'integrazione, anche in altre forme, dei sistemi di IA Generativa nella pratica didattica potranno arricchire ulteriormente l'esperienza educativa e contribuire alla formazione di studenti informati, responsabili e consapevoli. Per esempio, sarà importante, in prospettiva, approfondire la trasferibilità dei risultati emersi e continuare a esplorare criticamente aspetti centrali come la formulazione di prompt efficaci, la costruzione di criteri valutativi equi e la gestione degli errori prodotti dall'IA. In queste sfide si intravede il vero potenziale educativo della proposta: abituare gli studenti a pensare, riformulare e negoziare significati – matematici e non solo – nell'interazione con le tecnologie del futuro.

Capitolo 7
Le voci degli ex-studenti

L'ascolto diretto delle voci degli studenti rappresenta una dimensione imprescindibile nella ricerca educativa, in particolare quando si indagano processi complessi e multilivello come la transizione dalla scuola secondaria all'università. Dopo aver analizzato nei capitoli precedenti le tracce scritte — diari, questionari e prodotti delle esperienze didattiche —, questo capitolo intende approfondire le prospettive soggettive di alcuni studenti, ricostruendo attraverso le loro parole come essi rappresentano il proprio percorso in matematica, le emozioni provate, le difficoltà incontrate e le strategie messe in atto per affrontarle. Le interviste nascono quindi dall'esigenza di comprendere più a fondo i significati attribuiti dagli studenti alle esperienze descritte nei capitoli precedenti, e di esplorare quegli aspetti che, nei soli prodotti scritti, sono generalmente più difficili da osservare — come il modo in cui gli studenti narrano il cambiamento, come riflettono su di sé come apprendenti e come rinegoziano il proprio rapporto con la matematica all'interno del contesto universitario — o addirittura impossibili — come l'eventuale influenza che il corso di matematica ha avuto sul loro percorso successivo. In questa prospettiva, l'intervista si configura come un ulteriore, diverso, spazio riflessivo.

L'intervista aveva lo scopo di stimolare la narrazione libera e l'emergere spontaneo di temi legati all'apprendimento della disciplina e che sono state affrontate nei capitoli precedenti, con l'obiettivo di cogliere il punto di vista dello studente non come "oggetto di indagine", ma come soggetto che attribuisce senso alla propria esperienza, coerentemente con l'approccio qualitativo interpretativo che caratterizza questa tesi e, in generale, la ricerca esplorativa.

Nei paragrafi che seguono verranno descritte la metodologia adottata, le caratteristiche del campione e le modalità di analisi dei dati, per poi presentare e discutere i risultati emersi, organizzati in nuclei tematici coerenti con le dimensioni teoriche individuate.

7.1 Quadro metodologico

Secondo Kvale (1996), ogni processo di intervista qualitativa deve iniziare da una chiara tematizzazione, ossia dalla definizione dello scopo di indagine e della natura della conoscenza che si intende produrre. Nel presente lavoro, le interviste sono state progettate per approfondire alcuni aspetti emersi nelle analisi dei diari e delle esperienze didattiche descritte in precedenza, con particolare riferimento alle difficoltà legate alla transizione scuola–università nei corsi di servizio di matematica; l'obiettivo principale era dunque ricostruire retrospettivamente il vissuto degli studenti. Questo tipo di conoscenza – narrativa, soggettiva e contestualizzata – non è accessibile attraverso dati quantitativi o strumenti standardizzati, e richiede pertanto un approccio qualitativo centrato sui significati attribuiti dai partecipanti alle proprie esperienze. In quest'ottica, le interviste sono state pensate come strumenti esplorativi, capaci di far emergere elementi non osservabili con altre metodologie e di offrire una prospettiva longitudinale del percorso degli studenti. La tematizzazione ha dunque orientato la scelta del metodo (intervista semi-strutturata) la definizione delle domande e l'orientamento interpretativo adottato in fase di analisi.

È stata adottata l'intervista *semi-strutturata*, in quanto consente di partire da una traccia comune ma lascia spazio a narrazioni personali, deviazioni tematiche e approfondimenti emergenti durante la conversazione. Tale formato è particolarmente adatto a indagare fenomeni complessi e contestualizzati come il nostro, poiché permette di esplorare sia aspetti attesi sia eventuali elementi inattesi emergenti dalla prospettiva dei partecipanti (Kvale, 1996).

Sono stati intervistati ex-studenti che avevano frequentato i corsi di servizio oggetto di questa ricerca e che avevano lasciato testimonianze significative attraverso i materiali prodotti durante il corso (diari, formulari, riflessioni). La selezione è stata quindi intenzionale (*purposeful sampling*; cfr. Patton, 2002), poiché l'obiettivo non era ottenere un campione rappresentativo sul piano statistico, ma individuare «*casi ricchi di*

informazioni da studiare in modo approfondito»[62] (Patton, 2002, p. 230).

La traccia dell'intervista è stata articolata in tre sezioni principali:

1. Percorso personale e scolastico pre-universitario (e.g. rapporto pregresso con la matematica, aspettative all'ingresso all'università).
2. Esperienza nei corsi di servizio (e.g. percezioni delle lezioni, delle difficoltà, dei cambiamenti richiesti dal nuovo contesto, vissuti legati al primo esame, strategie adottate o abbandonate).
3. Rilettura retrospettiva del proprio percorso (e.g. cosa è cambiato nel tempo, quali comprensioni sono emerse solo dopo, quali elementi hanno inciso sulle scelte accademiche successive).

Le domande sono state formulate in modo *aperto*, *non direttivo* e orientato alla *narrazione*, in linea con le indicazioni date in letteratura (Kvale, 1996; Patton, 2002) per «*permettere ai partecipanti di esprimere i propri significati con parole proprie*»[63] (Patton, 2002, p. 348). Sono stati previsti inoltre dei *follow-up* per approfondire aspetti inattesi o particolarmente rilevanti ("*Cosa intendi quando dici…?*", "*Puoi farmi un esempio?*").

Prima dell'intervista è stato fornito un consenso informato che specificava finalità della ricerca, garanzia di anonimato, libertà di interrompere in ogni momento la conversazione e possibilità di non rispondere a domande percepite come troppo personali. La natura potenzialmente emotiva dei temi (fallimenti ripetuti, vissuti di ansia, esperienze di esclusione) ha guidato la scelta di una conduzione rispettosa, non giudicante e attenta alla sensibilità dei partecipanti, in un clima di ascolto attivo volto a creare le condizioni necessarie per favorire l'emergere di narrazioni autentiche. Seguendo l'approccio definito dalla letteratura (Kvale, 1996; Patton, 2002) l'intervistatrice ha adottato una postura empatica e attenta alle sfumature, lasciando che il racconto si articolasse

---

[62] Dal testo, in lingua originale: «*information-rich cases for study in depth*».

[63] Dal testo, in lingua originale: «*to allow the respondents to express their own understandings in their own terms*».

con naturalezza e rispettando pause, esitazioni e deviazioni spontanee, in quanto «*il ruolo dell'intervistatore è di incoraggiare l'elaborazione senza dirigere il contenuto della risposta*»[64] (Patton, 2002, p. 354).

Le interviste hanno avuto una durata compresa tra 20 e i 60 minuti e sono state realizzate in modalità online per permettere la partecipazione anche di coloro attualmente non residenti a Milano. Tutte le interviste sono state audio-registrate previo consenso informato e successivamente trascritte integralmente. La trascrizione, passaggio essenziale in quanto atto interpretativo che implica scelte teoriche, metodologiche e pragmatiche (Kvale, 1996), è stata trattata come un processo di costruzione del dato, dunque elementi quali pause, esitazioni, autocorrezioni o cambi di tono sono stati riportati quando rilevanti ai fini interpretativi. Questa scelta è coerente con la natura del progetto, che pone al centro i significati narrativi, affettivi e personali più che l'analisi conversazionale fine, in linea con l'idea, evidenziata da Kvale, che una trascrizione debba essere adeguata allo scopo della ricerca e non necessariamente pedissequa in senso letterale. Per garantire l'accuratezza, la ricercatrice ha effettuato un secondo ascolto completo delle registrazioni confrontandole con il testo prodotto, correggendo eventuali omissioni o imprecisioni. Tutti i nomi propri, riferimenti personali e dettagli identificativi sono stati sostituiti con pseudonimi o eliminati, così da assicurare la completa anonimizzazione dei partecipanti.

L'analisi delle interviste è stata condotta seguendo un processo ricorsivo e riflessivo (Kvale, 1996). Il percorso analitico ha combinato elementi induttivi, lasciando emergere temi e narrazioni spontanee, ed elementi deduttivi, mettendo in relazione tali elementi con le categorie interpretative già sviluppate nei capitoli precedenti. Per organizzare il materiale è stata utilizzata la tecnica della *meaning condensation* (Kvale, 1996, p. 193), che consiste nel trasformare segmenti estesi di intervista in formulazioni più brevi, identificando le unità di significato principali e sintetizzandole in

[64] Dal testo, in lingua originale: «*the interviewer's role is to encourage elaboration without directing the content of the response*».

modo da conservarne il nucleo interpretativo. Questa procedura ha permesso di individuare più rapidamente i temi ricorrenti evidenziati dai partecipanti. Successivamente, attraverso la *meaning interpretation* (Kvale, 1996, p. 201), che consiste nel superare il livello descrittivo per ricercare i significati impliciti e le connessioni più profonde presenti nel testo, è stato possibile collegare narrazioni personali, dimensioni affettive e socioculturali alle dinamiche più ampie della transizione scuola–università.

L'intero processo ha seguito il principio del *circolo ermeneutico* (Kvale, 1996, p. 47), con passaggi continui tra parti e totalità, tra i singoli estratti delle interviste e il quadro complessivo dei temi emersi.

7.2 La traccia dell'intervista

La traccia d'intervista presenta domande, aperte e non vincolanti, che avevano la funzione di stimolare il racconto personale e favorire l'emergere spontaneo di riflessioni, esperienze e strategie. La sequenza è stata mantenuta flessibile, ossia durante le conversazioni gli studenti sono stati incoraggiati ad ampliare o riorientare i temi a partire dai propri interessi e vissuti. La **Tabella 7.1** sintetizza le principali aree tematiche e gli obiettivi analitici associati alle domande-guida.

Tabella 7.1. La traccia dell'intervista e gli obiettivi delle domande guida.

Area tematica	Domande guida	Obiettivo analitico e riferimento teorico
Rapporto pregresso con la matematica	«Com'era il tuo rapporto con la matematica prima di iscriverti all'università?»	Esplorare la disposizione emotiva iniziale e le credenze sul proprio sé matematico. Di Martino & Zan (2009); Hannula (2002).
Aspettative e impressioni iniziali	«Qual era l'aspettativa nei confronti del corso di matematica?» «Perché hai deciso di frequentare il corso?»	Analizzare aspettative, motivazioni e atteggiamenti verso l'apprendimento universitario. Clark & Lovric (2008); Skemp (1976).
Esperienza del corso e delle metodologie	«Come ti sei trovato/a con l'approccio che abbiamo utilizzato?»	Indagare la percezione dell'esperienza didattica e l'impatto delle pratiche di apprendimento proposte.
Preparazione e vissuto dell'esame	«Come hai poi affrontato l'esame di matematica?» «Come avresti affrontato l'esame senza la partecipazione	Osservare l'effetto percepito dell'esperienza sulla gestione emotiva e sulle strategie di

	al corso?» «Conosci colleghi che hanno fatto l'esame senza partecipare al corso? Sai come hanno affrontato la preparazione?»	studio. Ashcraft (2002); Zimmerman (2000).
Trasferibilità e impatto a lungo termine	«Il metodo di studio acquisito durante il corso è stato utile per affrontare il tuo percorso universitario?»	Esplorare l'integrazione della disciplina con il percorso di studio scelto. Gueudet (2023); Wu et al. (2018); Cannistrà et al. (2022).
Riflessione libera e significato personale	«C'è qualcosa che desideri aggiungere che non ti ho chiesto sul tuo percorso universitario?»	Consentire la libera emersione di temi non previsti. Kvale (1996); Patton (2022).

7.3 Presentazione degli studenti intervistati

Di seguito presentiamo un breve profilo dei cinque studenti intervistati, i cui nomi sono di fantasia.

Giada

Giada, conseguito il diploma in uno stato estero, non riesce a perseguire il suo desiderio di continuare a studiare poiché, racconta, aveva molte difficoltà, soprattutto con le materie scientifiche, che l'hanno convinta che non sarebbe stata "adatta" a seguire la carriera accademica di suo interesse. Si trasferisce poi in Italia per costruire una famiglia, e il giorno in cui si iscrive all'università ha compiuto 43 anni ed ha tre figlie. Giada si iscrive alla Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari nell'anno accademico 2022/2023 e riporta un Obbligo Formativo Aggiuntivo in matematica durante il test d'ingresso. Al test intermedio riceve una valutazione gravemente insufficiente — racconta lei stessa di aver preso 1/10 —, ma riesce a superare l'esame OFA poche settimane dopo, nonostante i due esami condividano la quasi totalità degli argomenti, dimostrando una notevole capacità di recupero delle proprie lacune. Giada supera l'esame al primo appello disponibile a seguito del termine del corso.

Durante l'intervista, le chiedo cos'è che l'abbia spinta a iscriversi all'università nonostante i tanti anni di pausa dallo studio, passo di cui lei afferma più volte di essere molto contenta; mi racconta così della diagnosi di Disturbo Specifico dell'Apprendimento (DSA) ricevuta qualche anno prima. Il suo percorso diagnostico ha avuto inizio quando si è riconosciuta

nelle difficoltà scolastiche di una delle sue figlie, anch'essa con un DSA, acquisendo così gradualmente una maggiore consapevolezza dei "motivi" che hanno contribuito a rendere il suo percorso fino al diploma così "turbolento" e faticoso; questo fa nascere in lei nuovamente la fiamma dell'apprendimento, che — dice — non l'aveva mai realmente abbandonata. Lo testimonia una riflessione molto personale, che mi sento di riportare il più fedelmente possibile per le forte emozioni che trasmette; racconta: «*Sono stata cresciuta che mi dovevo sposare, che dovevo essere mamma, che dovevo fare dei figli… ho fatto tutto questo, poi i miei figli sono cresciuti e mi sono detta: "ora che faccio?". Mi sono sentita che avevo fatto quello che dovevo…* […] *ho sognato di avere una carriera quando avevo vent'anni e l'ho sognata fino a che ho potuto, ma poi la mia famiglia voleva vedermi sposata e con dei figli, e io ho sempre avuto paura di deluderli* […] *Adesso però ho imparato che è questo* [studiare n.d.a.] *che voglio*». Il giorno in cui l'ho intervistata, a ottobre 2025, aveva da poco conseguito il titolo di dottoressa triennale in Scienze Agrarie e Alimentari e si era appena iscritta alla Laurea Magistrale nella stessa facoltà.

Quando le ho chiesto cosa volesse fare al termine di questo nuovo percorso, ha risposto: «*se io e mio marito resistiamo* [alle difficoltà logistiche di gestione di una famiglia n.d.a.] *io vorrei studiare di tutto… se posso vorrei andare all'università finché arrivo alla pensione!*».

Arianna

Arianna termina l'Istituto Professionale Agrario con la valutazione massima, e decide di iscriversi a Biotecnologie. Durante il primo semestre segue, tra gli altri, il corso di matematica, di cui ha anche l'OFA, e finché non colmerà le sue lacune superando l'Obbligo Formativo o l'esame del corso non potrà accedere al secondo anno. Il percorso di Arianna è fin da subito difficoltoso, racconta che si impegnava molto nello studio tanto che «*vomitav*[a] *così tante parole ai muri della* [sua] *stanza* [ripetendo mentre studiava n.d.a] *che ormai anche loro le avevano imparate a memoria*» però, afferma, «*non riusciv*[a]». È l'anno accademico 2020/2021 e quindi la didattica si svolge completamente online, così come digitali sono anche le

relazioni che riesce ad intrecciare con i colleghi, che avvengono prevalentemente sui gruppi Whatsapp dedicati ai vari corsi del primo anno. Il contesto universitario in cui si era ritrovata, afferma, «*non era facile*», perché «*er*[a] *un numero su 1000 e agli esami* [in presenza n.d.a] [s]*i ritrovav*[a] *lì in mezzo e dicev*[a]*: "e io chi sono?"*»; il sostegno dei pari era completamente assente, anzi: sul gruppo Whatsapp scrivevano solo i compagni che "stavano riuscendo" («*leggevi solo: io ho preso 27, io ho preso 25, io ho preso 30, sì sì è andato bene*») e «*chi era una voce fuori dal coro come* [lei] *che non stava passando gli esami non parlava mai, e* [lei] *di conseguenza* [si] *sentiv*[a] *sola, la persona un po' sbagliata che non riusciva ad andare avanti*». Dopo quello che lei stessa definisce *«un crollo emotivo assurdo*» lascia Biotecnologie e decide di iscriversi a un corso vicino a casa della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari nell'a.a. 2022/2023, così da proseguire lo studio delle discipline affrontate alle scuole superiori e da poter frequentare in presenza (*«ho pensato: "magari la presenza mi dà una mano*»). Nel "nuovo" primo anno, però, matematica sembra essere ancora un grosso ostacolo: non solo ha nuovamente l'OFA, ma la valutazione gravemente insufficiente del primo test intermedio sembra confermare tutte le sue paure di "non potercela fare". Al termine del semestre, nonostante il profuso impegno per superare le difficoltà incontrate — disciplinari e non —, la valutazione sommativa dell'esame è ancora insufficiente; decide così di accettare la proposta delle docenti del corso di seguire un percorso di tutorato uno-a-uno offerto dal progetto "Bard", un'iniziativa dell'Università degli Studi di Milano che offre supporto allo studio gratuito a cura di studenti universitari ristretti. Grazie a questa esperienza, che lei racconta essere stata arricchente dal punto di vista disciplinare ma soprattutto da quello umano, riesce finalmente a superare l'esame di matematica dopo circa 8 mesi di affiancamento.

A luglio 2025, quando avviene l'intervista, le mancano 5 esami per conseguire il titolo. Inoltre, mentre studia per concludere il percorso, ha accettato una supplenza nella scuola superiore in cui si è diplomata, dove ha insegnato per un anno due discipline di indirizzo che hanno forte basi matematiche ed economiche, esperienza di cui si sente molto orgogliosa.

Simone

Simone si diploma nell'anno scolastico 2021/2022 in un Istituto Professionale Alberghiero e decide di iscriversi subito alla Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari dell'Università degli Studi di Milano, in un'altra regione rispetto a quella di residenza. Il voto molto positivo ottenuto al termine della scuola superiore gli permette di ricevere una borsa di studio, che lo aiuta a sostenere economicamente il suo essere "fuori sede". Il primo anno, per Simone, è difficoltoso — lui lo definisce «*destabilizzante*» —: ha l'OFA di matematica, non riesce a superare l'esame di questo Obbligo Formativo e neanche quello curricolare di questa disciplina, nonostante lo provi per ben 8 volte durante l'anno accademico 2022/2023[65]. Col senno di poi, racconta, durante quell'anno tutti i suoi sentimenti erano «*amplificati*»: «*quando sei fuori sede l'università diventa la tua vita, quindi automaticamente dedichi tutti questi tre anni all'università e per qualsiasi cosa* [successi e fallimenti, n.d.a] *i sentimenti raddoppiano, quindi anche quelli negativi raddoppiano*». Nell'analisi successiva metteremo in evidenza come questa situazione emotiva complessa l'avesse portato a pensare spesso ad abbandonare il suo percorso accademico — «*quel tasto "rinuncia agli studi" quante volte l'ho guardato sul sito dell'università*» — e come tutto ciò venisse esacerbato dal sentirsi "*one in a crowd*", «*un numero tra duecento*» (De Guzmán et al., 1998). Leggeremo, poi, di un difficile rapporto coi pari, perché le difficoltà didattiche incontrate lo facevano sentire «*una zavorra*» quando provava a studiare con i colleghi. Nonostante queste difficoltà, però, Simone ci prova fino "all'ultimo": per poter continuare a ricevere la borsa che gli permette di studiare a Milano deve riuscire a superare l'esame di matematica entro gennaio 2024, e così decide di seguire nuovamente il corso nell'anno accademico successivo. Durante il primo anno, però, ha provato a colmare le proprie lacune attraverso l'uso di diversi materiali, e così riesce ad affrontare il corso con

[65] Gli appelli disponibili in un anno per il superamento dell'esame sono, in totale, 8; ciò significa che Simone ha sostenuto l'esame ogni volta che vi era la possibilità di farlo.

delle competenze più solide sulle quali costruire nuove conoscenze; grazie alla partecipazione alle lezioni di tutorato e all'aiuto di un nuovo gruppo di studio venutosi a creare con altri studenti "ripetenti" il corso, Simone supera l'esame di matematica proprio a gennaio 2024. Il giorno in cui l'ho intervistato gli mancavano pochi esami alla conquista del titolo di dottore Triennale.

Cristian

Cristian è uno studente con un percorso atipico ma lineare nella sua coerenza interna. Diplomato al liceo scientifico con buoni risultati e senza discontinuità, dopo la maturità sceglie di non proseguire immediatamente gli studi universitari ma di dedicarsi all'attività familiare, nella quale era già coinvolto da adolescente. Gli anni successivi rappresentano per lui un allontanamento dall'apprendimento "istituzionale", ma anche un periodo in cui mantiene attiva una forte curiosità intellettuale e un impegno costante nella vita della propria comunità. Dopo quasi un decennio dal diploma, nell'anno accademico 2022/2023, Cristian decide di iscriversi alla Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari, scegliendo un percorso vicino a casa che gli consenta di conciliare studio e lavoro. La matematica non costituisce per lui un ostacolo, infatti sceglie di frequentare il corso universitario — seppur con ovvie difficoltà logistiche dovute al lavoro — come occasione di ripasso "guidato", forte di una memoria ancora viva dei contenuti affrontati al liceo e di un rapporto sereno con la disciplina. Partecipa con regolarità alle attività di consolidamento e affronta l'esame con sicurezza, superandolo senza difficoltà.

Ciò che caratterizza il suo profilo, tuttavia, non è tanto l'assenza di problemi, ma piuttosto la capacità di riconoscere nel corso un valore aggiunto rispetto alla sua preparazione pregressa. Cristian descrive l'esperienza come un ampliamento del proprio modo di pensare la matematica: non più una sequenza di esercizi da svolgere, ma «*un approccio diverso*», che lo obbliga a «*ricostruire gli schemi mentali a cui er*[a] *abituato*», un insieme di concetti da collegare, confrontare e utilizzare per leggere i problemi in una prospettiva più ampia. Questo approccio più

integrato — lontano dalla logica scolastica dei capitoli separati — diventa per lui una risorsa trasversale, *«una forma mentis che ti porta a non dare nulla per scontato, a non cercare l'esercizio già svolto ma a prenderne uno e ragionarci»*, che applica anche in altre discipline scientifiche, come idraulica. Il giorno dell'intervista a Cristian mancano 5 esami alla laurea.

Gianluca

Gianluca arriva all'università dopo un percorso scolastico che lui stesso descrive come impegnativo e talvolta sofferto, concluso con un diploma di liceo scientifico nell'anno scolastico 2003/2004. Al termine della scuola decide però di non proseguire con gli studi, preferendo dedicarsi ai propri interessi e all'intraprendere un'attività lavorativa che gli consenta di mantenere una certa autonomia e libertà. Dopo molti anni, però, maturando una riflessione più ampia sul futuro e sul tipo di vita che desidera costruire per sé, sceglie di iscriversi alla Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari — dalle sue parole: «*ho fatto l'università per riabilitazione esistenziale*». La scelta è motivata da un interesse genuino verso le tematiche trattate dal corso e dal desiderio di intraprendere un percorso professionale più vicino ai propri valori e alle proprie aspirazioni. L'ingresso all'università, nell'anno accademico 2022/2023, avviene con grande entusiasmo, ma non senza ponderati timori; sono passati molti anni dall'ultima esperienza di studio e Gianluca non ricorda quasi nulla della matematica affrontata al liceo. L'OFA iniziale conferma la sua sensazione di "essere arrugginito", ma non lo scoraggia. Al contrario, il suo entusiasmo per questa nuova fase di vita lo porta a impegnarsi con costanza: segue regolarmente le lezioni, svolge gli esercizi, utilizza il materiale del corso e gradualmente ricostruisce le competenze di base che temeva di aver perso. I risultato di questi sforzi, racconta, sorprendono persino lui stesso: supera il test intermedio, l'OFA e l'esame finale con il massimo dei voti. Nella sua narrazione, questo successo non è tanto prova di una facilità nella disciplina quanto della forza del contesto didattico. Il corso, infatti, molto strutturato e scandito in tappe chiare, si rivela per lui un ambiente che gli permette di orientarsi, di capire "fin dove arrivare" nello studio e di organizzare il lavoro in modo sostenibile.

Ed è proprio su questo punto che emerge una delle caratteristiche centrali del profilo di Gianluca, ossia una marcata difficoltà nell'organizzazione autonoma dello studio, che lui stesso riconosce pienamente solo dopo il primo semestre. Nei corsi successivi, infatti, incontra maggiori ostacoli, soprattutto quando la struttura delle lezioni è meno definita o quando i docenti non forniscono indicazioni chiare sulle priorità e sugli obiettivi d'esame. Nel corso dell'intervista racconta che molti degli esami che gli mancano per concludere il suo percorso appartengono proprio a questa tipologia di insegnamenti.

Il venir meno della "cornice protettiva" rappresentata dal corso di matematica coincide anche con un periodo di significativa fragilità personale. Gianluca racconta con grande sincerità di aver attraversato, tra il primo e il secondo anno, una fase di forte sofferenza emotiva che lo ha portato a rallentare gli studi e, afferma, a prendersi del tempo per occuparsi della sua salute mentale («*all'inizio c'era tanto entusiasmo che mi ha sostenuto, poi quando le cose si sono normalizzate mi sono mancate le energie*»). Questa pausa non è descritta come un fallimento, ma come una scelta necessaria, un modo per prendersi cura di sé e riconoscere che il cambiamento di vita che desidera non può avvenire senza una ricostruzione interna più profonda.

Nel momento dell'intervista, Gianluca ha completato buona parte degli esami del primo e del secondo anno e si accinge a riprendere il terzo. Sa che il percorso richiede tempo, che non tutto può procedere in modo lineare, ma soprattutto che il suo progetto universitario rimane intatto. Non esprime alcun rimpianto né per essersi iscritto né per essersi fermato quando ne aveva bisogno. Il suo racconto restituisce l'immagine di uno studente che vive l'università non come una semplice sequenza di crediti, ma come un processo trasformativo, lento, complesso e profondamente personale — un percorso che riguarda tanto la conoscenza quanto la ricostruzione di sé.

7.4 Risultati dell'analisi tematica

Di seguito presentiamo i risultati dell'analisi tematica delle interviste effettuate.

Noteremo nei paragrafi dedicati alle differenti dimensioni che, nonostante le domande guida fossero le stesse, gli studenti hanno naturalmente prediletto alcuni aspetti rispetto ad altri: Gianluca, ad esempio, non ha mai fatto riferimento a una sua convinzione in merito alle proprie capacità, evitando quindi affermazioni che potessero rientrare nella "competenza percepita", ma ha sempre parlato di emozioni provate («*la matematica mi è sempre piaciuta*»), di "oggettive" *perfomance* personali («*facevo più fatica con gli esercizi applicativi*») o di preferenze rispetto ad alcuni metodi d'insegnamento («*mi trovo meglio quando la docente dà riferimenti precisi sul materiale da consultare*»). Queste affermazioni, ovviamente, sott'intendono una qualche competenza percepita che però non viene mai esplicitata e non può quindi essere oggetto della nostra analisi.

È importante ricordare che le storie degli studenti intervistati sono, in un modo o in un altro, storie di successo: tutti hanno passato l'esame, pur partendo da condizioni e *background* diversi, alcuni dei quali potrebbero essere visti anche come "svantaggiosi". Non possiamo dunque leggere queste testimonianze come universali o generalizzabili, anzi: sono molti gli studenti che non riescono ad effettuare un percorso di cambiamento o di crescita, sia essa metacognitiva, disciplinare e/o personale, e che abbandonano il percorso accademico ben prima di affrontare il primo appello d'esame o che non si lasciano coinvolgere nelle attività proposte e passano comunque l'esame "in sordina". L'analisi di queste interviste serve anche a individuare *cosa* distingue le varie esperienze — al netto dei propri "punti di partenza" e delle proprie attitudini personali — per ampliare la nostra visione sul fenomeno della STT e capire *come* aiutare più studenti possibili, *se* e *quando* è opportuno intervenire con attività mirate, e come, eventualmente, tutte queste scelte come docenti influenzano l'esperienza dei nostri studenti durante il loro ingresso nel mondo universitario.

7.4.1 Rapporto pregresso con la matematica

Le storie degli studenti evidenziano traiettorie eterogenee, che variano da un senso di impotenza iniziale che si trasforma progressivamente in fiducia, ad un senso di auto-efficacia stabile e consapevole.

Come abbiamo evidenziato spesso in questa tesi, molti studenti entrano nel mondo universitario con la convinzione di "non essere portati" per la matematica, convinzione costruitasi nel tempo, in un percorso scolastico spesso segnato da fallimenti e frustrazione; è il caso anche di Giada e Arianna. Contrariamente, invece, Gianluca e Cristian raccontano di aver sempre trovato questa disciplina piacevole e stimolante fin dalle elementari, tanto che il secondo afferma che da piccolo «*mangiav*[a] *pane e matematica*».

Cristian, infatti, racconta di «*non aver mai avuto problemi con la matematica*», convinzione che non viene scalfita dall'esperienza del corso. Si evidenzia, qui, non solo una alta competenza percepita e un autoefficacia stabile (Bandura, 1997), ma anche un passaggio dalla scuola superiore all'università che, pur essendo avvenuto molti anni dopo rispetto ai propri colleghi, non evidenzia rotture cognitive o disciplinari. Cristian non nega di aver dovuto affrontare degli ostacoli, principalmente legati al ritmo richiesto in questo nuovo ambiente e alla modifica delle proprie *routine* quotidiane, ma questi non sembrano aver fatto mai vacillare il suo *sé* matematico.

Gianluca, invece, esprime un apprezzamento generale per la disciplina perché gli piace «*quanto è teorica e pura*» e, per questo, quindi, la sente un po' sua, lui che si definisce «*un metodico*» che però quando deve applicarsi fatica a stare concentrato. Vediamo così emergere esplicitamente una visione della matematica più vicino alla dimensione relazionale, così come definita da Skemp (1978).

Giada, invece, racconta di come abbia ritenuto, al termine delle scuole superiori, di non poter proseguire con l'università «*per colpa della matematica*», perché era «*straconvinta che fosse il* [suo] *problema e che dove ci sono tante scienze come matematica e chimica, ma soprattutto matematica, non* [sarebbe] *riuscita*». Iscrittasi all'università da adulta, decide così di affrontare "di petto" le sue paure («*ho pensato: "ormai sono grande, cosa mi può succedere?"*»). Afferma, ridendo — una risata che percepisco come un po' amara — che i vent'anni dal termine delle scuole superiori all'inizio dell'università sono stati «*vent'anni in cui ho preferito*

pagare con la carta piuttosto che ricevere il resto in contanti, e se mi davano il resto lo prendevo senza neanche controllare».

Arianna, invece, racconta che ha «*sempre avuto questa difficoltà con i numeri e le formule, anche se alle elementari* [le] *piaceva tanto come materia*», soprattutto grazie ad una maestra che definisce «*molto brava*» che, secondo le sue parole, faceva sì che «*anche a chi aveva difficoltà riusciva a essere seguito in maniera diversa*» — implicitamente comprendendosi in questo gruppo. Alle medie, però, c'era un professore che voleva «*un livello più superiore*» e lei si ritrovava «*lì ore a studiare e poi arrivav*[a] *alla fine che sclerav*[a] *e dicev*[a] *"basta, non ce la faccio più! Non capisco più da dove arrivano questi numeri!"*». Questa convinzione si è radicata ed è permasa fino all'università.

Simone, invece, nel raccontarci il suo rapporto con la matematica non comincia da molto lontano, ma dall'ingresso all'università: essendosi diplomato in un istituto professionale, riferisce che le nozioni di matematica ricevute «*erano pressoché nulle*», mettendo in evidenza una bassa competenza percepita iniziale. Per questo, afferma, ha impiegato «*un anno intero per recuperare tutte le nozioni di base*», riuscendo infatti a superare l'esame solo al secondo anno, dopo aver seguito il corso nuovamente.

Nel raccontare il proprio rapporto con la matematica prima dell'iscrizione all'università — e dunque da prima della cosiddetta *fase liminale* (Clark & Lovric, 2008, 2009) — gli studenti hanno fatto emergere prevalentemente le dimensioni della *competenza percepita* e della *disposizione emotiva*. Fin da questa prima domanda affiora una tematica "nuova", presente ma poco evidenziata dalla letteratura di settore, ossia l'influenza del docente nel loro rapporto con la disciplina, del suo metodo di insegnamento e del rapporto che instaura con gli studenti; dalle storie degli intervistati emerge come questa responsabilità è data sia a insegnanti avuti nei percorsi precedenti, risalendo fino alle elementari, sia ai docenti incontrati all'università. Approfondiremo questo aspetto nel paragrafo dedicato ai temi emergenti.

7.4.2 Aspettative e impressioni iniziali

Le aspettative degli studenti si rivelano molto variegate e fortemente legate alle esperienze pregresse con la disciplina. Spesso, l'ingresso all'università è visto come un momento di prova, in cui vengono messe in gioco le convinzioni su sé stessi, sulla propria competenza percepita, in un contesto — emotivo e disciplinare — complesso e incerto.

Per alcuni, come Giada e Arianna, l'ingresso all'università è accompagnato da un forte senso di inadeguatezza e paura, alimentato dal proprio percorso scolastico e da un'impotenza appresa (Seligman, 1972) quasi totalizzante.

Giada racconta di essere «*partita con un deficit*», quello degli OFA, e che, entrata in aula, si è sentita «*che non era il* [suo] *posto*» anche a causa di una pausa di vent'anni dagli studi; le insicurezze erano tali che, vedendo anche studenti del secondo e del terzo anno frequentare il corso, racconta di aver pensato che se loro, iscrittisi subito all'università dopo le scuole superiori, non ce l'avevano fatta, lei sarebbe «*morta lì*», «*ferma per sempre»* a causa del corso di matematica. È evidente come questa paura non nasca durante le prime esperienze di classe o da una prima impressione negativa del corso, ma molto prima; è così radicata che Giada ha iniziato un anno prima a prepararsi per l'esame di ammissione, riprendendo in mano "i libri delle medie" della figlia per ripassare le basi. Arianna, dal canto suo, parla di un "terrore degli OFA", che l'avevano bloccata anche nella sua esperienza universitaria precedente, emozione che l'ha fatta «*iniziare malissimo*».

Altri studenti, invece, si avvicinano al corso con un atteggiamento più pragmatico e aspettative orientate al contesto didattico. Gianluca sottolinea di non aver avuto "aspettative particolari", ma che col senno di poi si aspettasse una matematica più «*pratica*» — come la definisce lui —, ossia più applicata alle discipline caratterizzanti il corso di laurea.

Anche Simone si aspettava più attenzione alle discipline caratterizzanti, seppur evidenziando sfumature diverse: pur consapevole del carattere scientifico della facoltà, avrebbe dato un ruolo così centrale nel percorso — in particolare per il vincolo di superamento per l'accesso agli anni successivi

— a materie come biologia, più che a matematica.

Cristian, invece, «*non si aspettava di avere problemi e non li ha avuti*», esperienza che viene rafforzata dal fatto che «*h*[a] *vinto anche parecchi braccialetti*»[66], confermando così l'alta competenza percepita con cui è iniziato il suo percorso. Rimane sorpreso però dalla dimensione relazionale dell'esperienza, e infatti afferma che «*non* [si] *aspettav*[a] *la comunità che si è creata*». La sua testimonianza suggerisce che, anche per chi non percepisce barriere cognitive, l'aspetto sociale del corso rappresenta un elemento significativo, capace di incidere sulla motivazione e sul senso di appartenenza. Questa dimensione emerge fortemente anche nelle motivazioni che l'hanno portato a frequentare il corso; afferma, infatti: «*pensavo mi avrebbe aiutato, al di là delle materie in sé, a costruire rapporti*».

Per quanto riguarda la partecipazione al corso, facoltativa per tutti i CdL della Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari dell'Università degli Studi di Milano, gli altri intervistati mettono invece in evidenza le difficoltà disciplinari e di *task managment*.

Gianluca afferma di aver dato per scontato che avrebbe seguito il corso in presenza per «*capire cosa vuole il docente e in che modo vuole che tu lo sappia* [...] *e farsi aiutare ad acquisirlo*»; inoltre, frequentare il corso l'avrebbe aiutato a "organizzarsi", aspetto che evidenzia come difficoltoso per lui («*io, organizzare in autonomia lo studio? Buonasera!*»).

Arianna, invece, afferma che il frequentare le lezioni è una necessità per il suo metodo di studio: «*perché il lavoro fatto bene* [appunti, riassunti e schemi, n.d.a.] *è quello personale, che ti metti lì, ascolti e ricavi quello che hai capito*». Infatti, nonostante pensava che matematica in contesto agrario fosse più approcciabile rispetto a quella affrontata a biotecnologie, «*non* [ha] *mai saltato neanche una lezione perché nelle materie in cui* [ha] *difficoltà dev*[e] *seguire*».

---

[66] Notiamo qui come il "Braccialetto", trattato nel Capitolo 4, sia rimasto saldo nella memoria dello studente tanto da venire utilizzato come simbolo di *competenza*.

La frequenza regolare e la partecipazione attiva vengono quindi percepite come strategie necessarie per affrontare la complessità, non solo nel corso di matematica, ma nell'intero processo di ingresso (e permanenza) nel mondo accademico. Arianna sintetizza questa convinzione con una frase molto forte ma significativa: «*se non segui secondo me sei un folle*». Nelle interviste raccolte l'unico studente a non aver evidenziato l'importanza del frequentare i corsi all'interno del proprio percorso accademico è Cristian, l'unico anche a non riportare nessuna particolare difficoltà nel proprio percorso.

7.4.3 Esperienza del corso e delle metodologie

Le testimonianze raccolte mostrano come l'esperienza del corso di matematica sia stata percepita dagli studenti come qualcosa di profondamente diverso rispetto a quelle scolastiche precedenti. Le metodologie adottate, e raccontate nei capitoli precedenti, hanno contribuito a costruire un contesto di apprendimento più dialogico e umano, capace di ridurre la distanza percepita tra docente e studente.

Arianna sintetizza con lucidità questa sensazione: «*con questo approccio si arriva di più, le cose non passano da docente a studente ma da un piano più simile, quasi mi metto al tuo livello per darti una mano e tu cerca di alzarti al mio livello*». La sua osservazione restituisce l'idea di una relazione più paritaria e di mutua costruzione del sapere, che sembra costituire una delle chiavi di efficacia percepite dagli studenti. Allo stesso tempo, sottolinea come la partecipazione attiva e il lavoro di gruppo abbiano rappresentato strumenti di apprendimento autentici — «*se avevi un gruppo con una persona in gamba che riusciva anche a spiegartela serve tantissimo*» — capaci di favorire la comprensione attraverso la collaborazione. Tuttavia, nonostante queste modalità didattiche possano incoraggiare la partecipazione al corso e il mettersi in gioco (afferma: «*io ho fatto tutte le attività nonostante le difficoltà*»), non rende gli studenti immuni a profonde sensazioni di fallimento: «*avevo rinunciato* [a fare gli esercizi sulla piattaforma del corso] *perché facevo un punteggio orrendo e*

quindi ho detto "vabbè tanto il braccialettino non lo prenderò mai"[67]».

Anche Gianluca descrive l'esperienza in termini positivi, riconoscendo nelle attività pratiche e nei giochi didattici un elemento che «*contestualizza quello che stai facendo e quindi ti entra*», perché permette di associare concetti e applicazioni, superando la dimensione puramente nozionistica. Le sue parole rivelano un apprezzamento per l'aspetto relazionale di queste attività, che *«ti mettono in dialogo con gli altri e rendono tutto più leggero»*. Allo stesso tempo, la sua riflessione introduce una lettura critica, poiché per sua esperienza non tutti gli studenti reagiscono positivamente a metodologie di questo tipo. Alcuni dei suoi compagni — di cui non riporta esplicitamente i nomi — non apprezzavano particolarmente le strategie didattiche e le esperienze d'aula proposte, in particolare «*chi ci arriva facilmente e allora si annoia, o chi fa troppa fatica e quello* [l'attività n.d.a.] *gli crea ancora più problemi perché gli fa scattare l'insofferenza*». Questa osservazione evidenzia come le attività partecipative possano generare anche resistenza, a seconda del livello di competenza percepita e del rapporto pregresso con la disciplina. Questo tema, fondamentale per comprendere e delineare le strategie che favoriscono il passaggio dalla scuola superiore all'università, difficilmente è emerso nelle attività d'aula (come osservato in precedenza), evidenziando l'importanza della fase di interviste in questo lavoro di ricerca. Si delinea, dunque, un'altra importante dimensione che necessita di approfondimento in, eventuali, future ricerche, ossia la quantificazione della partecipazione e del coinvolgimento attivo; approfondiremo questo aspetto nel capitolo dedicato alle conclusioni.

Cristian offre una prospettiva complementare; pur non avendo incontrato difficoltà particolari, afferma di aver scoperto un modo nuovo di apprendere la matematica, più legato al contesto e al senso. Racconta: *«ho imparato come* [le cose viste in classe] *venivano applicate al contesto… è un peccato che alle medie e alle superiori non lo facciano, perché ti resta di*

[67] Anche qui il Braccialetto viene utilizzato come simbolo di *competenza*: non racconta, infatti, di "non potercela fare a risolvere gli esercizi" (o simili), ma di non riuscire a "prendere il braccialettino".

più, anche grazie al lato del gioco». La sua riflessione conferma che l'introduzione di elementi ludici e di applicazioni pratiche può non essere percepita come una "semplificazione" o infantilizzazione dei contenuti o dell'apprendimento, anche in studenti adulti, ma come un mezzo per stabilizzare e strutturare la conoscenza e ridurre la pressione cognitiva.

Anche Simone sottolinea il valore dell'approccio cooperativo delle attività, che *«ci incitavano a fare gruppo e a studiare in gruppo, questo ci ha risolto la vita»*. In particolare, viene evidenziato il tema dell'«*one in a crowd*» (De Guzmán et al., 1998), che la dimensione socio-relazione ha permesso di superare: «*trovarci catapultati dal mondo delle superiori, con l'ovatta, all'università, in cui siamo un numero tra duecento, è destabilizzante*». Emerge inoltre il tema della *paura del giudizio* mitigata dalle attività ludiche: «*essendo un gioco ti senti più a tuo agio a dire "io non ho capito niente"*».

Infine, Giada offre una riflessione più ampia sul potenziale dell'approccio, affermando che «*se la matematica fosse fatta vedere come un gioco, come la cosa più bella del mondo, non credo che nessuno potrebbe tirarsi indietro e non ci sarebbero le problematiche che ci sono*». La sua affermazione — pur radicata in un vissuto personale — sintetizza una convinzione pedagogica forte: la rappresentazione affettiva della matematica influenza in modo decisivo la disponibilità ad apprendere. Mostrare la disciplina come qualcosa di "bello" e "accessibile" significa aprire la possibilità di costruire un rapporto di fiducia con essa, contrastando quella percezione di ostilità che spesso accompagna la transizione universitaria.

Nel complesso, le interviste mostrano come l'esperienza del corso abbia avuto un impatto significativo non solo sui contenuti appresi, ma soprattutto sulle modalità di relazione con la matematica e con gli altri. Tuttavia, l'efficacia di queste pratiche non è automatica: essa dipende dal livello di competenza percepita e dal clima di fiducia costruito in aula. In questo equilibrio tra sfida e sostegno si gioca, per molti studenti, la possibilità di trasformare le esperienze d'aula in spazi di riflessione e il corso in un'occasione di reale cambiamento.

7.4.4 Preparazione e vissuto dell'esame

Quando arrivano i primi insuccessi — in questo caso matematici —, spesso sono seguiti dalle primi *crisi* nel senso descritto da Clark e Lovric (2008), ossia una perdita di fiducia e di calo della motivazione nato da un incontro-scontro con il "nuovo". Giada racconta proprio che all'esame intermedio ha «*fatto un casino*» perché «*c'erano tante emozioni*» e a seguito della valutazione insufficiente ha avuto paura che «*se* [avesse iniziato] *a non superare un esame, poi due, poi tre, alla fine* [avrebbe mollato] *l'università*» e non era quello che voleva per sé. È grazie alla fiducia percepita nelle parole della docente — a cui lei ha "creduto ciecamente" — e alle esperienze graduali di successo ottenute mediante l'esercizio, che nasce in lei una rinnovata percezione di efficacia («*mi accorgevo che come buttavo l'occhio sul foglio notavo subito gli errori… per me questo era fiducia in me stessa*»).

Arianna, invece, durante il primo parziale, alla vista del tema d'esame racconta di essersi «*trovata davanti delle cose che h*[a] *detto "ma io ho seguito il corso, ma io queste cose le ho studiate, perché non ce la faccio?"*».

In alcuni casi, queste paure portano a una azione-reazione proattiva, di risoluzione (*recovery*, usando le parole del modello del rito di passaggio) — come è stato per Giada —, a volte invece è il contrario: Arianna, ad esempio, racconta che al fallimento del primo parziale è seguita una fase di allontanamento, ha «*avuto un rifiuto*» per molte settimane, tanto che ha smesso di esercitarsi autonomamente perché le difficoltà disciplinari che affrontava erano vissute come «*una sconfitta personale*». Il supporto umano e disciplinare ricevuto durante il percorso di recupero con il progetto "Bard" è stato fondamentale per riacquistare la fiducia persa, ad «*affrontare l'università con più grinta e determinazione, e con un pochino più di sicurezza, anche se ogni tanto questa vacilla ancora*» e dopo aver superato matematica e aver «*portato a casa il* [suo] *diciotto*» aveva «*una carica diversa,* [si] *er*[a] *dimostrata da sola che potev*[a] *passare un esame che nella* [sua] *testa era prefissato che non avre*[bbe] *passato*».

Anche per Simone, durante il primo anno, fare matematica «*era una*

frustrazione personale» perché in molti argomenti, afferma, «*avev*[a] *capito che non riusciv*[a] *proprio ad assimilarli*», esplicitando così una forma di rassegnazione nei confronti del proprio apprendimento. Questa difficile e dolorosa sensazione emotiva riguarda in questo caso l'intero percorso universitario, è totalizzante, soprattutto quando — come Simone — si è fuorisede grazie ad una borsa di studio; racconta: «*il primo anno è stato veramente difficile, anche la mia borsa di studio era in gioco, è stato molto destabilizzante, ho avuto paura tanto da voler lasciare tutto e tornare a casa*». Nonostante un percorso complesso, in cui passare l'esame di matematica era ritenuta una cosa «*veramente impossibile*», al secondo anno Simone si trova ad affrontare l'esame, afferma, «*più sicuro di me*». Questa sicurezza, racconta, nasce da una maggiore consapevolezza di «*cosa ci sarebbe stato all'esame*», che riferisce essere più aderente agli argomenti trattati nel corso rispetto all'anno precedente — è interessante evidenziarlo soprattutto perché, dal mio punto di vista, il materiale didattico fornito e i temi trattati sono stati praticamente identici nei due anni in cui lo studente ha frequentato —, e per un grande sostegno ricevuto da un gruppo di studio creatosi tra studenti del secondo e del terzo anno che si sono ritrovati insieme a seguire nuovamente il corso di matematica. Dalla testimonianza di Simone emerge poi con chiarezza il ruolo del docente come figura di riferimento affettivo e cognitivo nel percorso di apprendimento: ha descritto la docente come «*una figura molto importante, la prima che* [lo] *ha rassicurato e incoraggiato dopo un anno pesante, che si è messa a disposizione, e questo è stato fondamentale*».

Si può notare come un vissuto piuttosto comune sembra essere un'ansia associata alla prestazione, alla *performance*, soprattutto in sede d'esame che, per molti, è uno dei primi esami della propria carriera universitaria.

Anche Gianluca afferma che era «*abbastanza terrorizzato*», che gli «*tremava la penna*» e si domandava continuamente se avrebbe fatto in tempo a fare tutto. Spesso questa sensazione non è circoscritta alla disciplina ma, in generale, si estende a tutti i momenti valutativi, come il caso di Arianna, che dice di avere «*il terrore degli esami, qualsiasi essi siano*».

La fase di *recovery*, nelle storie di Giada, Arianna e Simone, sembra essere avvenuta prevalentemente a seguito di esperienze di successo. Nessuno di loro mette in evidenza un *punto di svolta* specifico e delimitato, ma tutti e tre raccontano di aver affrontato l'esame finale con "abbastanza" tranquillità — o quantomeno, più di quanto si aspettassero o di quanto avessero esperito in situazioni precedenti — perché si sentivano sufficientemente preparati: la percezione di competenza, probabilmente acquisita mediante la preparazione e lo studio, ha supportato la loro emotività durante la *performance* valutativa.

Proprio la preparazione all'esame rappresenta, nelle narrazioni degli studenti, un punto di svolta nel loro modo di studiare e di percepirsi come apprendenti. Le interviste mostrano percorsi molto diversi ma accomunati da una graduale evoluzione verso strategie più organizzate, riflessive e socialmente sostenute.

Per Gianluca, la chiave è stata la possibilità di disporre di materiali chiari e strutturati, che hanno permesso di contenere la sua «*naturale dispersività*»; racconta, infatti, che «*è stato fondamentale per* [lui] *poter*[si] *preparare in modo estremamente metodico, cosa che non* [sarebbe] *mai stato in grado di fare se* [le docenti] *non avessero preparato* [loro] *così tanta pappa pronta*». Il corso e il materiale didattico proposto, altamente strutturato, viene descritto come un dispositivo di regolazione cognitiva, che fornisce confini e priorità («*mi sono reso conto fin dove dovevo sapere le cose*»), favorendo l'autonomia e capace di dare ordine e direzione all'apprendimento.

Cristian descrive invece un approccio più spontaneo e autogestito, caratterizzato da un approccio «*day by day*, *senza pressioni, step by step*», favorito dal piacere che prova a fare matematica. La sua preparazione si fonda su un equilibrio tra rigore personale — racconta di aver fatto tutti i temi d'esame degli anni precedenti presenti sulla piattaforma del corso — e confronto con i compagni, con i quali si «*controllavano gli esercizi a vicenda*». Si evidenzia così una forma di autoregolazione collaborativa (Zimmerman, 2000), in cui l'apprendimento è sostenuto dal confronto orizzontale e dal *feedback* reciproco.

Anche Simone valorizza fortemente l'esperienza del gruppo di studio, ma in una prospettiva evolutiva. Durante il primo anno, si sente «*una zavorra*» e fatica a inserirsi nei vari gruppi di studio a cui partecipa; al secondo, invece, il gruppo trovato diventa fondamentale, soprattutto nella fase finale della preparazione, quando si sono «*dedicati alcuni pomeriggi a far*[si] *domande, a ripetere… le tipiche domande sentite dagli altri interrogati*». La sua testimonianza mostra come la cooperazione possa evolvere da fonte di disagio a strumento di sicurezza e consolidamento, rafforzando la fiducia e la padronanza dei contenuti. Inoltre, il suo percorso riflette il passaggio da un apprendimento "compensativo" a uno proattivo, orientato alla padronanza. Durante il primo anno, infatti, racconta di aver dovuto «*recuperare tutto*» utilizzando una varietà di fonti — lezioni, tutorial, video *youtube* —, gettando così le fondamenta su cui, al secondo anno, è riuscito a costruire una conoscenza più approfondita e strutturata.

Per Giada, la preparazione si lega, inizialmente, alla piattaforma dell'OFA, uno strumento di supporto pensato per il recupero delle competenze degli studenti con Obblighi Formativi Aggiuntivi, che definisce «*una manna dal cielo*». Racconta: «*mi mettevo a fare l'esercizio insieme al programma e quando arrivavo a un passaggio che non mi era chiaro lo sapevo che potevo chiedere alla professoressa*». In questa esperienza, la tecnologia assume la funzione di ambiente di mediazione che guida, visualizza e rassicura. La studentessa ne riconosce il valore non solo personale ma collettivo, rimproverando quasi i compagni che non lo utilizzano («*l'avevo detto anche ai miei compagni: "avete l'OFA e non lo state usando"*»), come se il mancato impiego di quello strumento implicasse un rifiuto di prendersi cura del proprio apprendimento. La struttura offerta dalla piattaforma, che presenta materiale didattico suddiviso per argomenti e tipologie, ha aiutato Giada a costruire un metodo di studio che ha poi utilizzato per gli altri temi affrontati durante il corso.

Arianna, infine, racconta una trasformazione più profonda: da una strategia di *over practice* — «*facevo gli esercizi fino al vomito*» —, tipica di una visione più strumentale della disciplina, a una modalità più riflessiva e selettiva, basata sull'analisi degli errori. Seguendo il consiglio della docente,

costruisce un “quaderno degli errori”, una forma di metacognizione operativa che le consente di osservare e correggere i propri schemi di ragionamento, «*così imparav*[a] *cosa sbagliav*[a] *e a non ripetere gli stessi errori*». Il suo racconto esemplifica il passaggio da una concezione cumulativa dello studio (“fare tanto”) a una concezione autoriflessiva (“capire come e perché sbaglio”), in linea con le pratiche di *self-regulated learning*. Arianna non nega di essersi comunque esercitata tantissimo, ma, afferma, «*andando un po’ più a fondo nelle cose*».

La preparazione all’esame è uno spazio in cui gli studenti apprendono non solo i contenuti, ma anche come imparare, ed è per questo fondamentale che non venga relegata alle poche settimane prima della valutazione sommativa: il corso e le attività in esso proposte si confermano contesto di formazione e trasformazione verso un *apprendimento autoregolato* (Zimmerman, 2000).

7.4.5 Trasferibilità e impatto a lungo termine

Dalle interviste emerge che l’esperienza del corso di matematica non si è esaurita nel breve periodo, ma ha lasciato in questi studenti tracce metodologiche e atteggiamenti trasferibili ad altri contesti di apprendimento. La maggior parte dei partecipanti descrive il corso come un’occasione per acquisire un modo diverso di organizzare lo studio e affrontare i problemi, fondato su struttura, comprensione e riflessione, più che sulla memorizzazione meccanica, in linea con le caratteristiche dell’*apprendimento autoregolato* e a una visione della matematica più relazionale (Blackmore et al., 2021; Skemp, 1978; Zimmerman, 2000).

Gianluca, ad esempio, sottolinea come l’approccio del corso, definito da lui come “metodico”, lo abbia aiutato a sviluppare una maggiore consapevolezza del proprio apprendimento; afferma: «*ho imparato che ho bisogno di capire il quadro generale in modo da capire i limiti, fin dove devo sapere le cose, e questo quando parti da sapere niente porta via un po’ di tempo, però già cominci a masticare un po’ di tutto e poi cerco di capire come sono collegati gli argomenti, costruendo una struttura portante di tutto*». Riconosce nel corso un ambiente formativo capace di

incanalare la sua tendenza alla dispersione: «*sono stato molto fortunato che il corso fosse impostato così, perché poi sono caduto dal pero sul fatto che normalmente i docenti non li impostano così*». Per lui, la struttura chiara e la gradualità del percorso hanno avuto un effetto stabilizzante, con ricadute anche sui corsi successivi: «*se non l'avessi avuto, forse sarei stato poi ancora più confuso negli esami successivi*». Anche Giada riconosce l'impatto del corso in termini di aspettativa verso altre esperienze universitarie: «*mi ha messo in difficoltà che per altre materie non c'era una piattaforma così strutturata*».

Cristian, pur mantenendo un atteggiamento più autonomo, conferma l'effetto di trasferimento strategico delle modalità di lavoro, «*quel metodo non rigido dell'esercizio svolto, del capire cosa si ha davanti e in base a quello risolverlo*», che afferma di aver acquisito durante il corso di matematica del primo anno. Anche Simone descrive questa forma evidente di continuità metodologica, soprattutto in «*altre materie come fisica e meccanica*», basato non più sulla memorizzazione ma «*più di conoscenza di quello che stai facendo*».

Nel complesso, gli intervistati descrivono il corso come un'esperienza che ha lasciato un'impronta duratura sul modo di studiare, nel senso di *imparare ad imparare*, in particolare grazie all'organizzazione del materiale didattico e le indicazioni sulla sua fruizione (Gueudet & Pepin, 2018; Kock & Pepin, 2018); queste sembrano inoltre aver migliorato la loro capacità di affrontare altre discipline scientifiche, soprattutto quelle in cui la matematica funge da fondamento.

Un'ulteriore forma di trasferibilità, legata all'acquisizione di competenze digitali, è testimoniata dal racconto di Simone, che grazie all'esperienza del progetto *AI.ME* ha avuto «*il primo approccio con l'AI*», dove ha «*imparato a interagire con lui*», e che ancora utilizza «*come strumento di studio*».

Attualmente, nessuno di loro esprime un rapporto particolarmente complesso o sofferto con la matematica — anzi, Giada afferma che a seguito della "bella esperienza" vissuta ci è "rimasta male" quanto ha scoperto che non ci sarebbero stati altri esami di questa disciplina dopo il primo semestre. È tuttavia importante sottolineare che, appunto, in questo

percorso accademico non sono previsti ulteriori insegnamenti di area matematica, come spesso accade nei corsi di laurea in cui la matematica è proposta come corso di servizio limitato al primo anno. Questo aspetto sarà ripreso nelle conclusioni, dove verrà discusso come la brevità e la marginalità temporale dell'incontro con la matematica universitaria rappresentino una condizione strutturale ancora poco esplorata in letteratura. Gli studenti dei corsi di servizio, infatti, vivono un'esperienza circoscritta e transitoria con la disciplina — spesso confinata a pochi mesi — e ciò comporta inevitabili implicazioni sul modo in cui si vive e si costruisce (o si interrompe) il loro rapporto con la matematica.

7.4.6 Considerazioni finali emerse spontaneamente

Al termine dell'intervista, quando è stato chiesto se desiderassero aggiungere qualcosa, diversi studenti hanno scelto di condividere riflessioni più personali, che ampliano la comprensione del loro percorso e del significato attribuito all'esperienza vissuta. Questi contributi spontanei mettono in luce aspetti profondamente legati alla dimensione emotiva e relazionale della transizione universitaria.

Per Giada, l'elemento che ha lasciato un'impronta più forte riguarda il modo in cui si è sentita accolta e riconosciuta: «*mi ha aiutato tantissimo il modo di essere della professoressa, perché ho visto l'umano che c'era al di là del docente.*» La sua affermazione evidenzia quanto l'immagine che si ha del docente possa incidere sulla fiducia e sull'atteggiamento verso l'apprendimento, anche in studenti adulti in classi numerose.

La testimonianza di Simone mostra in maniera particolarmente chiara il peso emotivo che la fase di ingresso all'università può assumere per alcuni studenti. Ricorda un primo anno segnato da forte smarrimento — «*noi eravamo tutti disperati, nessuno riusciva a vedere la luce in fondo al tunnel… c'è gente tra noi che ha pensato di lasciare l'università*» — con riferimenti ad attacchi di panico e insonnia, mostrando come la matematica universitaria possa intrecciarsi con dimensioni profonde di autostima, identità e benessere emotivo. Riconosce che il sentirsi sostenuto ha rappresentato un punto di svolta: «*avere finalmente una persona che si è*

messa a disposizione per me è stato fondamentale». La riflessione conclusiva — «*ora preparo fisica dicendo: non mi importa quanto tempo, ce la farò; prima non l'avrei mai detto*» — mostra come l'esperienza positiva con la matematica abbia contribuito a una ricostruzione della percezione di sé come studente capace di affrontare le difficoltà.

Infine, Gianluca offre una considerazione più ampia sul suo percorso universitario, collegando il vissuto iniziale di entusiasmo — la fase "*luna di miele*" secondo il Rito di Passaggio — alla consapevolezza, maturata in seguito, del ruolo decisivo delle risorse didattiche: «[il primo anno] *mi trascinava l'entusiasmo del cambio esistenziale, poi ho avuto più difficoltà perché se il materiale didattico fa schifo è più difficile*». La sua osservazione richiama indirettamente l'importanza della qualità del supporto didattico come fattore che può facilitare o ostacolare la continuità nel percorso, sottolineando una criticità strutturale dei corsi universitari (Gueudet & Pepin, 2018; Kock & Pepin, 2018).

Nel complesso, queste riflessioni spontanee mostrano come, al di là dell'apprendimento matematico in senso stretto, il corso possa aver rappresentato per alcuni un'occasione di riformulazione del proprio modo di affrontare lo studio e di percepirsi come capaci di riuscire, con effetti che vanno oltre il singolo insegnamento e si estendono al loro percorso universitario più ampio.

7.5 Dimensioni della STT nei corsi di servizio

La lettura e l'analisi delle interviste mette in luce alcuni aspetti centrali dell'esperienza degli studenti nei corsi di matematica universitari, evidenziando dinamiche che confermano quanto riportato dalla letteratura sulla *Secondary–Tertiary Transition* (STT), ma mostrando anche elementi nuovi o poco indagati, soprattutto nei contesti dei corsi di servizio.

Tra i temi confermati, è fortemente presente lo spaesamento iniziale e la difficoltà nel riconoscere cosa sia davvero importante nella "nuova matematica". Gli studenti descrivono con grande nitidezza questo "momento di rottura", un varco in cui le strategie apprese a scuola improvvisamente non funzionano più e in cui il peso dell'ansia, del giudizio

e delle aspettative personali diventa evidente. Queste narrazioni si collocano con continuità nella cornice della *fase liminale* di Clark e Lovric, confermando che la transizione è vissuta come un territorio intermedio, instabile, spesso popolato da ambivalenze.

Un altro aspetto che emerge con forza riguarda la dimensione sociale. Diversi studenti raccontano la sorpresa nel ritrovarsi parte di una comunità, nello scoprire che lavorare insieme, confrontarsi, sentirsi sostenuti dai pari può attenuare la percezione di solitudine e l'effetto *one in a crowd* che spesso accompagna l'ingresso nel mondo accademico. La letteratura sul passaggio dalle scuole superiori all'università raramente si occupa di osservare la transizione dal punto di vista delle relazioni tra pari, seppur sia una delle difficoltà riscontrate nella letteratura (De Guzmán et al., 1998; Gueudet, 2008, 2023); le interviste sembrano suggerire che la costruzione di micro-comunità possano costituire un fattore determinante per ridurre l'ansia, sostenere la motivazione e dare continuità al percorso, evidenziando l'importanza di esplorare maggiormente queste dinamiche in ricerche future.

Accanto a queste conferme, emergono anche elementi meno esplorati nella letteratura, come la centralità della relazione educativa. Gli studenti parlano della relazione con il docente come di un luogo in cui "ritrovare l'umano", un punto di appoggio emotivo che sembra attenuare la discontinuità della transizione. Per alcuni, questa presenza ha rappresentato un vero e proprio *snodo identitario*, l'inizio di una nuova disponibilità verso la disciplina, ma anche verso sé stessi come apprendenti. Se la letteratura sulla STT tende a privilegiare aspetti epistemologici, cognitivi e affettivi nei confronti della matematica, le interviste sembrano evidenziare che, nei corsi di servizio, la relazione *umana* con le figure educative di riferimento assuma un ruolo decisivo, diventando una lente attraverso cui lo studente interpreta la matematica e la propria capacità di affrontarla. Emerge così il tema della formazione pedagogica dei docenti universitari, non solo nella diversificazione delle metodologie didattiche e delle pratiche d'aula, ma nell'acquisizione delle competenze e delle conoscenze necessarie per un'efficace relazione educativa.

Un altro aspetto di novità è rappresentato dall'esperienza delle metodologie adottate nel corso, che non vengono descritte solo come "strumenti didattici", ma come elementi che hanno ridefinito il modo di stare in aula. Attività di gruppo, giochi matematici, esercizi graduali, momenti di discussione, sono ricordati come modi per rendere la matematica *più accessibile*, *più umana*, *meno giudicante*. Queste pratiche sembrano offrire anche agli studenti universitari la possibilità di sentirsi legittimati nell'errore, di esplorare senza paura, di costruire comprensione a partire dall'esperienza.

Molti studenti raccontano poi di aver trasferito il metodo di studio maturato nel corso ad altre discipline scientifiche, come fisica, meccanica e chimica. Ciò che resta non sono tanto i contenuti matematici, ma un modo di affrontare i compiti: comprendere prima di memorizzare, costruire schemi, analizzare gli errori, organizzare la preparazione. Il corso di matematica può fungere così da "palestra metodologica", che lascia tracce durature anche quando la disciplina scompare dal curriculum, adempiendo al compito di "*forma mentis*" che spesso le viene attribuito nei percorsi scientifici.

Infine, è interessante osservare come in molte narrazioni la matematica non venga descritta solo come difficoltà disciplinare, ma come una storia personale che torna a farsi sentire: paure antiche, insicurezze accumulate, percezioni di inadeguatezza che diventano quasi totalizzanti, fenomeno ben descritto nella letteratura in didattica della matematica ma ancora in esplorazione in quella riferita alla STT. Per alcuni, il corso ha rappresentato un momento di rinegoziazione profonda, un passaggio dal "non ce la farò mai" alla consapevolezza di potercela fare. Emerge così un tema che verrà approfondito nel capitolo successivo, relativo al ruolo di "leggittimatrice accademica" che la matematica assume nei corsi di servizio, piuttosto che come disciplina di base.

Nel capitolo successivo verranno riprese queste evidenze per delineare il contributo specifico che questo lavoro offre allo studio della STT nei contesti di servizio.

Conclusioni

Il percorso sviluppato in questa tesi ci ha accompagnati attraverso una pluralità di prospettive sulla transizione secondaria–terziaria nei corsi di servizio di matematica, esplorando il modo in cui tale passaggio viene vissuto, interpretato e negoziato dagli studenti. Nei capitoli precedenti abbiamo dapprima delineato il quadro teorico che sostiene la nostra analisi, mettendo a fuoco la complessità della STT e, in particolare, le sue dimensioni affettive e socioculturali; abbiamo poi descritto le categorie interpretative che hanno guidato la lettura dei dati. Successivamente, l'attenzione si è spostata sulle pratiche d'aula: le esperienze didattiche presentate – dal Padlet all'uso del diario, dalle attività di consolidamento didattico alle interazioni con l'IA generativa – hanno evidenziato come, nei corsi di servizio, l'ambiente educativo possa diventare uno spazio osservativo privilegiato, capace di far emergere processi di consapevolezza, forme di adattamento, segnali di difficoltà e, talvolta, il manifestarsi di un vero e proprio processo di riorganizzazione del pensiero. Nei capitoli dedicati ai diari, in particolare, abbiamo osservato come gli studenti diano voce alle tensioni e alle conquiste che caratterizzano i primi mesi di università, mostrando un mosaico di strategie, emozioni e trasformazioni che raramente trovano spazio nelle narrazioni formali dell'esperienza universitaria. Un ulteriore tassello di questo percorso è stato rappresentato dalle interviste agli ex-studenti, che hanno offerto una prospettiva retrospettiva e maturata rispetto alla fase di transizione. Attraverso le loro narrazioni abbiamo potuto osservare come i temi emersi nei dati raccolti– emozioni, strategie, tensioni tra visione strumentale e relazionale, percezione di competenza – si trasformino nel tempo, lasciando talvolta emergere interpretazioni nuove, più lucide e consapevoli. Le interviste hanno inoltre permesso di mettere in dialogo l'esperienza vissuta nel corso con il successivo percorso accademico, evidenziando quali elementi abbiano rappresentato un ostacolo e quali, invece, si siano rivelati risorse inattese.

Il presente capitolo si colloca al termine di questo percorso, raccogliendo i fili emersi nei capitoli precedenti e intrecciandoli in una riflessione che ha

l'obiettivo di restituire una visione unitaria del contributo che questa tesi offre allo studio della STT nei corsi di servizio. Il capitolo, però, vuole chiudere il discorso e aprirne idealmente un altro, indicando direzioni possibili per studi futuri.

Le analisi delle esperienze didattiche presentate nei capitoli precedenti ci hanno permesso di aprire una finestra privilegiata sul passaggio dalla scuola secondaria all'università nei corsi di servizio di matematica osservando questo fenomeno *in fieri*, nella quotidianità, mostrando così come queste possano diventare, di fatto, proficui spazi osservativi per indagare la *Secondary–Tertiary Transition*, anche quando non sono concepite specificatamente per questo scopo. Esse si rivelano comunque capaci di mettere in luce elementi riconducibili alla transizione: cambiamenti nel modo di affrontare la matematica, difficoltà legate all'ingresso in un nuovo contesto accademico, modi di percepirsi come studenti universitari e primi tentativi di riorganizzare il proprio percorso di studio.

In tutte le attività analizzate — che si tratti di diari o formulari— gli studenti finiscono per portare ciò che vivono mentre attraversano i primi mesi del percorso universitario all'interno dell'esperienza d'aula. È proprio questa collocazione temporale, all'interno della fase *liminale* descritta dalla letteratura (Clark & Lovric, 2008, 2009) a rendere le pratiche d'aula un osservatorio particolarmente sensibile alla STT: gli studenti sono impegnati simultaneamente nell'apprendere nuovi contenuti matematici e nel comprendere il funzionamento dell'università, e questo intreccio si riflette necessariamente nelle loro interazioni con il contesto, con i compagni, con il materiale didattico, con lo studio e con il docente.

A differenza di strumenti più standardizzati — come test e questionari — che, pur necessari in molte ricerche, impongono categorie e linguaggi predefiniti, le pratiche d'aula lasciano spazio a forme di espressione più libere (come i diari), più aderenti ai registri comunicativi degli studenti (come l'uso dei *meme)* e più capaci di restituire la complessità del loro vissuto. Gli strumenti chiusi, infatti, tendono inevitabilmente a schiacciare l'esperienza degli studenti entro cornici concettuali già stabilite, limitando

le possibilità di far emergere sfumature, contraddizioni, esitazioni e ambivalenze che caratterizzano la STT. Nelle attività qui considerate, invece, la "voce" degli studenti non è vincolata da opzioni precompilate, restituendo una gamma più ampia e articolata di ciò che accade durante i primi mesi del percorso universitario. Questa combinazione di pratiche — alcune distribuite nel tempo, alcune esplicitamente riflessive, altre strettamente disciplinari — permette di cogliere la STT nella sua eterogeneità. L'aspetto decisivo è che la transizione è un fenomeno che gli studenti stanno attraversando nel momento in cui producono questi materiali, e il fatto che attività diverse, con finalità diverse, raccolte in momenti diversi del semestre, possano far emergere elementi comuni suggerisce che le pratiche d'aula permettano l'osservazione la STT nella sua forma più autentica.

Un ulteriore elemento emerso riguarda la possibilità di queste pratiche di osservare la transizione attraverso segnali minimi ma significativi, che spesso non trovano spazio negli studi più tradizionali. In questo lavoro, le oscillazioni sono osservabili soprattutto nei diari, che, per la loro natura narrativa e ricorsiva, permettono di cogliere variazioni da una settimana all'altra nel livello di sicurezza, nella percezione di comprensione, nel senso di continuità con il proprio metodo di studio e nel modo in cui gli studenti si collocano rispetto al corso, ma anche prodotti più "aridi" come i formulari, se osservati nel loro evolvere possono mostrare micro-variazioni nel modo di vedere la matematica o nelle difficoltà cognitive incontrate — e forse — risolte. Non si tratta di cambiamenti radicali o lineari, ma di movimenti minimi, che riguardano sia la dimensione emotiva, che elementi di percezione del corso, delle proprie capacità, di comprensione (o non comprensione) delle regole implicite nel contratto didattico, e di progressiva familiarizzazione con un nuovo ambiente di apprendimento. Nel complesso, le micro-oscillazioni osservate nelle diverse pratiche d'aula mostrano non solo che la STT è un processo complesso, ma che non è né lineare né omogeneo, ma una traiettoria discontinua, fatta di piccoli passi avanti e indietro, di momenti di sicurezza seguiti da fasi di incertezza. È in questo

continuo movimento che la transizione diventa più esplicita: non come evento unico, ma come una serie di piccoli assestamenti quotidiani che gli studenti sperimentano mentre imparano a muoversi dentro la matematica universitaria.

È così possibile supportare parte delle criticità evidenziate dalla letteratura al modello di Clark e Lovric (2009) — come quelle avanzate da Di Martino e Di Pasquale (2023) e da Gueudet (2023) —, relative al rischio di eccessiva semplificazione del fenomeno: gli studenti non procedono linearmente dalla fase di *luna di miele* fino a quella di *recupero*, ma, all'interno della fase *liminale*, sembrano costantemente affrontare la fase di *crisi* e risolverla, per poi riaffrontarla nuovamente. Quando (e se) giunge finalmente la fase di *recupero*, gli studenti potrebbero aver affrontato svariati di questi "cicli". Inoltre, questo fenomeno sembra non avvenire contemporaneamente in tutte le aree identificate dalle categorie interpretative: uno studente può descrivere una forte *crisi emotiva* («*mi sento sopraffatto*», «*ho paura di non farcela*»), ma allo stesso tempo evidenziare un chiaro movimento di *recupero nelle strategie di studio* («*ho iniziato a guardare le lezioni registrate*», «*sto provando a fare esercizi ogni giorno*»), che potrebbe portarlo a una rinnovata fiducia nelle proprie capacità e a un conseguente miglioramento della propria disposizione emotiva. Questi "movimenti" delle categorie interpretative, però, non sembrano avvenire in modo *indipendente* ma sembrano influenzarsi a vicenda, favorendo od ostacolando il passaggio da una fase all'altra.

Questa natura *ciclica*, *non contemporanea* e *non indipendente* dei fattori influenti nella STT all'interno delle fasi del modello del *Rite of Passage* è uno degli interessanti aspetti emersi da questa analisi esplorativa che sarebbe interessante approfondire in ricerche future.

Abbiamo poi parlato di queste esperienze d'aula in termini di *spazi di riflessione*, luoghi in cui gli studenti possono fermarsi, dare forma a ciò che stanno vivendo, attribuire significato a successi e difficoltà, e iniziare a costruire un rapporto più consapevole con la disciplina. Anche quando non sono progettate con finalità riflessive esplicite, queste attività attivano

comunque un processo di consapevolezza poiché sono l'atto stesso di scrivere, scegliere un'immagine o annotare una formula a produrre una forma di distanziamento che facilita l'osservazione di sé stessi da un punto di vista "esterno". La centralità dell'aspetto comunicativo permette loro di essere *feedback* di classe per il docente, scongiurando il fenomeno che De Guzmán e colleghi (1998) avevano descritto attraverso la frase: «[i docenti scoprono]*, magari attraverso qualche esame poco realistico, che quasi tutto ciò che pensavano gli studenti avessero imparato è completamente assente dalle loro menti*» (p. 758).

Questa funzione riflessiva conferma — su un piano empirico — quanto sostenuto da De Guzmán e colleghi (1998), che già alla fine degli anni '90 invitava a integrare nei corsi universitari metodologie non tradizionali. Le pratiche analizzate in questa ricerca, pur diverse tra loro e nate con finalità prettamente didattiche, mostrano che tali spazi non solo sono possibili, ma risultano particolarmente efficaci nel rendere visibile — e in parte nel contenere — la complessità del passaggio alla matematica universitaria. Inserire sistematicamente attività di questo tipo nei corsi di servizio potrebbe quindi rappresentare una risposta concreta alle difficoltà ricorrenti documentate in letteratura, offrendo agli studenti non solo strumenti disciplinari, ma anche luoghi in cui pensarsi e ripensarsi come apprendenti nel nuovo contesto.

Queste riflessioni portano con sé numerose domande, sia di tipo epistemologico che metodologico, che sarebbe interessante poter approfondire in ricerche future.

Ad esempio, sembra naturale domandarsi: *quali* caratteristiche delle pratiche d'aula permettono di osservare il fenomeno della STT *in fieri*?

Abbiamo osservato come tali pratiche possiedano una forte dimensione *espressiva*. I diari invitano a una narrazione personale, il Padlet sollecita forme sintetiche e multimodali di rappresentazione dell'esperienza, mentre i formulari rendono visibili le scelte degli studenti rispetto a ciò che considerano essenziale o fragile. Questa varietà di linguaggi consente di far emergere aspetti della transizione che difficilmente si manifesterebbero

attraverso strumenti più standardizzati.

Questa dimensione espressiva, però, quali caratteristiche possiede? Deve coinvolgere una sola modalità o è possibile che più linguaggi coesistano nella stessa pratica? Com'è possibile integrarla all'interno di pratiche d'aula già consolidate, oppure in pratiche d'aula in progettazione? Quali altre caratteristiche *strutturali* e di *design* sono essenziali per progettare pratiche d'aula di questo tipo?

Queste domande — e altre ancora che sicuramente emergeranno in futuro — afferiscono a diversi domini d'indagine della didattica, matematica e non, e non avrebbero dunque trovato spazio all'interno del mio percorso dottorale; in questo lavoro, ci si è limitati all'analisi delle pratiche effettivamente realizzate nei corsi considerati. Altri strumenti, poi, avrebbero permesso di indagare in modo più sistematico aspetti cognitivi, dinamiche collaborative, processi di partecipazione o forme più profonde di negoziazione identitaria. Allo stesso modo, una progettazione intenzionale di nuove pratiche avrebbe reso possibile esplorare come determinate caratteristiche di *design* influenzino l'emersione — o il silenziamento — delle categorie interpretative. L'obiettivo di questo lavoro di tesi, così, diventa anche quello di costituire un primo passo verso una riflessione più ampia sulle pratiche d'aula nella didattica universitaria, in particole come strumenti che sostengono la transizione, una prospettiva che, per essere compresa appieno, richiederà studi futuri più mirati, più estesi e supportati da disegni sperimentali e metodologici *ad-hoc*.

Nel complesso, le evidenze raccolte invitano a considerare con rinnovata attenzione la specificità dei corsi di servizio di matematica e il fenomeno della *Secondary-Tertiary Transition* in questi contesti. Qui, infatti, nonostante la matematica sia rilegata a pochi mesi durante il primo anno accademico, essa assume il ruolo di insegnamento di base e di prerequisito amministrativo per accedere agli insegnamenti successivi, come accade per i *gateway courses* (Cannistrà et al., 2022; Wu et al., 2018). Inoltre, però, dalle esperienze degli studenti sembra emergere un ulteriore ruolo simbolico di questa disciplina, che — più di altre — sembra contribuire

all'essere o al sentirsi "studenti universitari". Questo ruolo "esteso" della matematica potrebbe esercitare un impatto significativo sulle dimensioni coinvolte nella transizione. La fase liminale descritta da Clark e Lovric (2009) — già di per sé caratterizzata da instabilità — potrebbe essere infatti ulteriormente intensificata dalla percezione che "riuscire" in matematica equivalga, in qualche misura, a confermare la propria legittimità nel contesto universitario.

Analizzando più in dettaglio questo fenomeno, un aspetto che emerge con particolare nitidezza riguarda la competenza percepita, che nei corsi di servizio sembra assumere forme e funzioni solo parzialmente sovrapponibili a quelle descritte dalla letteratura sulla STT. In questo contesto, infatti, la valutazione soggettiva delle proprie abilità matematiche sembra non rimandare soltanto alla padronanza dei contenuti disciplinari, ma intrecciarsi con la percezione della propria capacità di "stare dentro" all'università. Nei materiali raccolti — diari e interviste — una competenza percepita molto bassa si associa spesso a un vissuto più ampio di insufficienza accademica generale: non essere "bravi in matematica" significa non essere "abbastanza" per l'università. Episodi come quelli riportati da Giada, convinta per anni di non potersi iscrivere a nessun percorso scientifico a causa delle difficoltà in matematica, o come le osservazioni di Simone, sorpreso dal peso effettivo della disciplina in Agraria, sembrano confermare che la matematica funzioni simbolicamente come una soglia di legittimità, dove superarla significa dimostrare di poter "stare" all'università e, al contrario, non superarla significa rimanerne ai margini.

Inquadrando questo fenomeno all'interno del modello del *Rito di Passaggio*, questa dinamica potrebbe contribuire a spiegare perché non sia adatto a modellizzare percorsi particolarmente complessi, criticità evidenziata anche dalla letteratura precedente (Di Martino & Di Pasquale, 2023; Gueudet, 2023). Il "sé-matematico" che emerge e si costruisce nell'esperienza del corso dovrebbe integrarsi gradualmente nel "sé-universitario", come previsto dalla fase di *recovery* del modello di Clark e Lovric (2008; 2009), e dunque uno studente al termine del primo anno — o

comunque a seguito del superamento dell'esame di matematica — dovrebbe aver stabilizzato una percezione di sé come studente che ha acquisito, tra le altre, competenze di matematica e sa usarle per adempiere al proprio *ruolo* all'interno del contesto sociale di appartenenza. Nel caso dei corsi di servizio, quindi, significherebbe usare la matematica per acquisire competenze in altre discipline, in particolare in quelle caratterizzanti, e utilizzarla all'interno della propria — futura — professione. Ciò che accade, però, sembra essere un'iniziale sostituzione del "sé-matematico" con il "sé-universitario" — lo studente si definisce in base alla propria competenza percepita in matematica prima ancora che rispetto al proprio percorso caratterizzante — per poi separarsene bruscamente una volta superato l'esame. Oppure, viceversa, si oppone fortemente alla costruzione di un "sé-matematico" anche solo temporaneo — come nel caso di Davide visto nel Capitolo 5. L'esperienza della matematica, però, — positiva o negativa che sia — resta così incapsulata in un capitolo isolato, qualcosa da cui spesso è importante solo uscire indenni, più che qualcosa che contribuisce alla costruzione della propria identità di studente e di futuro professionista. In questo senso, la negoziazione richiesta dalla fase liminale non può dunque portare a un'integrazione, ma piuttosto a una forma di protezione del sé da un'esperienza percepita come estranea o minacciosa. Il focus si sposta dal "*diventare competenti in matematica*" al "*sopravvivere alla matematica*". Ciò genera un sé-matematico liminale, instabile, che non può accompagnare gli studenti nella fase di integrazione; la matematica, così, resta fuori dal proprio profilo disciplinare e professionale.

Questa fenomeno che sembra emergere dai dati avrebbe importanti implicazioni anche sul piano didattico: se l'esperienza della matematica viene vissuta come un episodio separato, e non come un tassello integrato del proprio percorso formativo, l'obiettivo istituzionale dei corsi di servizio — fornire strumenti logico-matematici utili per le discipline caratterizzanti — diventa più complesso da raggiungere. La disciplina non viene interiorizzata come risorsa, ma attraversata come ostacolo.

Un ulteriore elemento emerso da questa ricerca riguarda ciò che accade quando la visione della matematica riesce a spostarsi — anche parzialmente

— da una logica di sopravvivenza a una logica di significato, più vicina alla concezione relazionale delineata da Skemp (1976). Le narrazioni degli ex-studenti mostrano infatti che, quando questo cambiamento avviene, tende a risultare stabile nel tempo: la matematica smette di rappresentare una soglia selettiva e diventa un dominio in cui è possibile sviluppare competenze più ampie, durature e trasferibili, una sorta di *forma mentis* che accompagna anche gli insegnamenti successivi. Questa ristrutturazione del significato, tuttavia, non è automatica né garantita. Richiede tempi lunghi, occasioni di riflessione, interazioni didattiche che sappiano rendere visibili i nessi tra concetti, e soprattutto contesti in cui gli studenti possano sperimentare la disciplina senza sentirsi costantemente valutati o misurati. Nei corsi di servizio, dove la matematica viene percepita come estranea ed è spesso temporalmente circoscritta, tali condizioni non sono scontate. Proprio per questo, gli episodi in cui una visione relazionale riesce a emergere assumono un valore ancora più rilevante, perché mostrano che una integrazione identitaria è possibile, ma fragile e dipendente dal contesto.

Questo ampliamento del ruolo della matematica nei corsi di servizio influisce anche sulla disposizione emotiva nei confronti della disciplina, rendendo più intensa e più polarizzata la risposta affettiva degli studenti ai successi e ai fallimenti. Tale fenomeno è particolarmente evidente nei Diari, dove ricorrono frequentemente espressioni come “finalmente”, utilizzata con un tono liberatorio e quasi catartico, oppure termini totalizzanti come “mai”, “sempre”, “niente”, “tutto”. Queste scelte linguistiche non sembrano riferirsi a un episodio circoscritto — ad esempio capire un singolo argomento o risolvere un esercizio difficile — ma assumono la forma di giudizi globali sulla disciplina e sul proprio rapporto con essa. Il “finalmente” non riguarda un risultato locale, ma l’uscita da una condizione percepita come stabile e appartenente al proprio “sé”; allo stesso modo, i “mai” e “sempre” non descrivono prestazioni puntuali, ma un posizionamento complessivo rispetto alla matematica. In questo senso, le formulazioni estreme e generalizzanti presenti nei Diari sembrano riflettere non solo l’andamento del corso, ma una narrazione di sé che coinvolge

l'intero itinerario formativo: ciò che emerge non è "non ho capito questo", bensì "*sono* una persona che non capirà mai la matematica". È un linguaggio che rivela come la matematica venga vissuta come un terreno simbolico in cui si confermano o si ridefiniscono le proprie possibilità all'interno dell'università.

Alla luce di queste osservazioni, sembra emergere che la competenza percepita potrebbe assumere un ruolo centrale e più ampio rispetto a quanto descritto nella letteratura sulla STT, e come la definizione classica potrebbe non essere sufficiente per descrivere ciò che accade nei corsi di servizio. Qui, infatti, essa sembra non limitarsi a riflettere la valutazione soggettiva delle proprie abilità matematiche, ma a inglobare la percezione della propria *legittimità accademica complessiva*. Questa espansione di significato rende la competenza percepita una sorta di snodo da cui si diramano le altre dimensioni del modello TMA. È dunque una categoria "estensiva", che nei contesti dei corsi di servizio sembra assorbire aspetti emotivi, cognitivi e motivazionali, diventando un indicatore sia della propria percezione di efficacia disciplinare sia della propria appartenenza istituzionale.

Questo ampliamento del significato della competenza percepita inviterebbe anche a operare una distinzione teorica che la letteratura sulla STT non ha ancora esplorato, ossia quella tra competenza percepita *per appartenere* e competenza percepita *per funzionare* nella matematica. La prima è la competenza percepita nella sua accezione "classica", ossia la sensazione di possedere le abilità matematiche che autorizzano lo studente a considerarsi competente, adeguato e — in un certo senso — "nel posto giusto" all'interno di un corso universitario scientifico. La seconda, più pragmatica, riguarda invece la percezione di saper utilizzare la matematica come strumento di lavoro intellettuale e professionale, applicare procedure, leggere grafici, interpretare modelli, risolvere problemi rilevanti per il proprio campo. Nei diari e nelle interviste, questa distinzione sembra affiorare in modo costante, pur senza essere esplicitamente tematizzata dagli studenti. Abbiamo letto molte testimonianze di studenti che sentono di non "appartenere" alla matematica, ma allo stesso tempo esprimono un

desiderio — o un bisogno — di *funzionare* nella matematica come utenti competenti, cioè quanto basta per comprendere fenomeni, affrontare esami, riuscire negli altri insegnamenti. Analizzare più a fondo queste due forme di competenza percepita, e soprattutto il modo in cui interagiscono, potrebbe rappresentare una direzione promettente per future ricerche sulla transizione nei corsi di servizio, oltre che un terreno su cui costruire interventi didattici mirati. Se la competenza percepita è davvero il fulcro di questi percorsi, comprendere come sostenerne entrambe le dimensioni — quella dell'appartenenza e quella dell'uso — diventa una priorità tanto teorica quanto pedagogica.

Questa specificità che sembra emergere dai corsi di servizio pone una sfida anche alla tradizionale distinzione skempiana tra visione strumentale e relazionale della disciplina. Dai materiali analizzati emerge infatti una dominanza marcata della visione strumentale, e in cui la matematica è percepita principalmente come un insieme articolato di esercizi e procedure fini a sé stesse e non contestualizzate. La visione relazionale, quando compare, ha un carattere fragile ed episodico. Diversamente da quanto accade negli studenti dei corsi specialistici — per i quali la comprensione relazionale è necessaria per proseguire negli studi e tende quindi a consolidarsi nel tempo — nei corsi di servizio essa non trova un terreno stabile su cui radicarsi. L'assenza di una progressione disciplinare e la natura temporalmente circoscritta del corso non offrono occasioni ripetute per consolidare significati più profondi. Inoltre, quando una forma di comprensione relazionale emerge, essa è quasi sempre ancorata all'uso, non all'astrazione, («*ora capisco perché questa formula funziona*») comparendo soprattutto in relazione a contesti applicativi, a problemi percepiti come autentici, o a esempi tratti dalla disciplina d'origine. È una visione relazionale finalizzata, più che epistemica: la matematica non è una serie di esercizi da fare in sequenza, ma non è un insieme di concetti connesso astrattamente, non è il mondo della dimostrazione e dell'argomentazione. Piuttosto, è una serie di concetti che permettono di affrontare problemi, una serie di formule che funzionano in determinate

situazioni. Queste considerazioni sembrano aprire una serie di piste di ricerca esplorative ma innovative. La più evidente riguarda la necessità di ripensare la nozione di visione relazionale nei contesti dei corsi di servizio. La dicotomia skempiana nasce infatti in un quadro in cui la matematica rappresenta un dominio a sé, con una progressione disciplinare interna e con un tempo sufficiente per costruire significati sempre più profondi. Nei corsi di servizio, però, queste condizioni strutturali non sono presenti. Una prima direzione potrebbe essere lo sviluppo di una categoria teorica di *visione relazionale situata*: una forma di comprensione relazionale che non si fonda sull'astrazione intrinseca delle idee matematiche, ma sul riconoscere *perché* e *come* un concetto matematico è rilevante nel proprio ambito di studi.

Una seconda direzione riguarda lo studio dell'effetto che la breve durata del corso e l'assenza di una verticalità disciplinare hanno sulla possibilità degli studenti di sviluppare una visione relazionale stabile. Il modello di Skemp presuppone tempo, continuità e occasioni ripetute di rinegoziazione del significato; in un corso di qualche mese questi elementi vengono a mancare. Comprendere se, come e in quali condizioni sia comunque possibile facilitare un passaggio verso la comprensione relazionale — eventualmente anche in forma situata — potrebbe essere un'interessante interrogativo teorico e didattico.

Un altro elemento che sembra intrecciarsi profondamente con questo quadro è il tema delle strategie di studio e dell'adattamento metodologico. Anche in questo caso, i dati confermano ciò che la letteratura sulla STT ha già osservato, ossia come molti studenti portano con sé abitudini sviluppate nella scuola superiore che, nel contesto universitario, risultano poco efficaci. Tuttavia, nei corsi di servizio queste difficoltà non emergono come semplici problemi tecnici o organizzativi, ma sono strettamente legate alla configurazione di "legittimità accademica" descritta in precedenza. Quando la competenza percepita assume la forma estensiva che abbiamo delineato, ogni difficoltà nello studio viene interpretata come un segnale identitario, non come una questione metodologica. In questo modo, l'adozione di nuove

strategie di studio verrebbe ostacolata non tanto da mancanza di strumenti, quanto probabilmente dalla paura che il tentativo stesso confermi l'inadeguatezza percepita. È in questo senso che gli interventi didattici che offrono struttura, chiarezza e occasioni di riflessione posso assumere un ruolo cruciale. I materiali guidati, le sequenze operative chiare, i *feedback* frequenti e gli spazi di autoriflessione contribuiscono a stabilizzare temporaneamente l'identità dello studente, permettendogli di sperimentare forme nuove di studio senza percepirle come minacce. Il sostegno metodologico diventa così un sostegno affettivo e identitario, capace di aprire varchi in cui può emergere una maggiore autonomia.

Nel loro insieme, queste evidenze invitano a ripensare in profondità il fenomeno della transizione scuola-università nei corsi di servizio. Gli elementi emersi da questa ricerca sembrano evidenziare che la matematica, in questi contesti, sia un luogo simbolico in cui si negozia la propria legittimità accademica. Per descrivere questa configurazione ho introdotto il concetto di *competenza percepita estensiva*, intesa come una forma ampliata di competenza percepita in cui la valutazione delle proprie abilità matematiche si intreccia con la percezione di "poter stare" all'università. A partire da essa, ho proposto anche una distinzione tra *competenza percepita per appartenere* — la forma più vicina alla definizione classica presente in letteratura — e *competenza percepita per funzionare*, legata alla capacità di utilizzare la matematica come strumento operativo nei propri domini disciplinari. La stessa visione della matematica sembra essere influenzata da questa configurazione. Accanto alla prevalenza della visione strumentale, nei materiali analizzati compare talvolta una forma di comprensione più profonda, che tuttavia si manifesta quasi sempre in modo situato, legato all'uso e al contesto. Per questo, ho introdotto la nozione di *visione relazionale situata*, intesa come una comprensione relazionale che non nasce dall'astrazione intrinseca dei concetti matematici, ma dal loro significato nei problemi, nei fenomeni e nelle pratiche professionali dei corsi di studio non specialistici. Queste considerazioni mettono in luce delle specificità finora poco tematizzate nella letteratura in merito alla

Secondary-Tertiary Transition nei corsi di servizio, legate alla natura periferica della matematica sul piano curricolare che convive però con una centralità simbolica che amplifica il suo impatto identitario.

Le categorie introdotte in queste pagine — dalla competenza percepita estensiva alla distinzione tra appartenenza e funzionamento, fino alla proposta di una visione relazionale situata — vanno ovviamente considerate come ipotesi interpretative emerse da un'analisi esplorativa, e non come modelli già consolidati. I materiali raccolti suggeriscono che queste letture potrebbero offrire una chiave utile per comprendere i vissuti degli studenti nei corsi di servizio, ma la loro validità teorica e il loro grado di generalizzabilità richiedono studi successivi più ampi e sistematici. Sarà quindi necessario indagare, ad esempio, se la competenza percepita estensiva sia un fenomeno ricorrente anche in altri contesti disciplinari oppure se sia un fenomeno che nasconde altre variabili non ancora osservate, se la distinzione tra appartenere e funzionare descriva in modo adeguato il modo in cui gli studenti si rapportano alla matematica, o se la comprensione relazionale situata costituisca una configurazione circoscrivibile e stabile o un *pattern* episodico legato a specifiche condizioni didattiche.

Infine, è importante riconoscere che queste analisi emergono da un insieme di dati circoscritto, raccolto in pochi e delimitati contesti disciplinari. Questa configurazione rende l'analisi particolarmente ricca per la profondità qualitativa delle produzioni studentesche e per le sue potenzialità esplorative, ma ne limita inevitabilmente la generalizzabilità. Non possiamo sapere, ad esempio, se la competenza percepita estensiva, la distinzione tra appartenenza e funzionamento o la comprensione relazionale situata si manifestino in corsi di servizio diversi, e, se invece compaiono, non possiamo sapere se lo fanno nello stesso modo.

Infine, è importante una tematica emersa dalle interviste analizzate nel Capitolo 7 e che trova ancora poco spazio come oggetto di indagine sistematica, ossia il ruolo della relazione educativa. Nella letteratura sulla STT, infatti, il focus è quasi sempre posto sulla sua assenza: il docente è

meno accessibile, il *feedback* meno frequente, il gruppo classe meno coeso. Ciò che invece appare molto meno indagato — ed è proprio questo il punto di vista che emerge dalle interviste — è *se* e *come* la presenza di una relazione educativa significativa possa svolgere un ruolo di fattore protettivo, facilitante, e non solo di assenza di ostacolo. È una differenza sottile, ma concettualmente rilevante, in quanto la letteratura riconosce gli effetti negativi della relazione educativa *debole* ma non esplora i possibili effetti positivi della relazione educativa *forte*. Le testimonianze raccolte, al contrario, suggeriscono che l'"essere visti" dal docente, sentirsi riconosciuti nella propria fatica e nelle proprie possibilità, possa contribuire non solo a contenere l'ansia o a ridurre la distanza fra scuola e università, ma anche a riorganizzare più efficacemente il proprio posizionamento identitario nella fase liminale. Per alcuni studenti, il fatto di percepire un docente come presente, accessibile o interessato al loro percorso ha rappresentato una leva di cambiamento, un elemento che ha reso la transizione più abitabile e meno solitaria.

Queste osservazioni, pur esplorative, aprono la strada a diverse interessanti domandi: che ruolo ha la relazione educativa nella riuscita della transizione? Quali forme di interazione docente–studente risultano più efficaci nel sostenere studenti in difficoltà? Si tratta di interrogativi che la letteratura sulla STT ha solo sfiorato, ma che i dati raccolti suggeriscono essere cruciali per comprendere l'esperienza di chi "attraversa" la matematica nei corsi di servizio.

Nel complesso, questo lavoro ha mostrato come la transizione alla matematica universitaria, nei corsi di servizio, sia un fenomeno complesso, sfaccettato e profondamente situato, che presenta sfumature diverse rispetto a ciò che emerge nella letteratura di settore "classica". Attraverso l'analisi di pratiche d'aula, diari, produzioni studentesche e interviste, è stato possibile osservare sì le difficoltà più note in questo fenomeno — confermando che esso è presente anche nei corsi di servizio — ma anche dinamiche che sembrano essere nuove e situate in questi contesti.

Per spiegare queste incongruenze, sono state presentate delle riflessioni

che hanno portato ad ipotizzare la presenza di elementi integrativi nelle teorie già consolidate, come la competenza percepita estensiva, la distinzione tra appartenere e funzionare, la visione relazionale situata; queste vanno intese come piste esplorative, nate dall'incontro tra dati eterogenei e domande di ricerca aperte, e dovranno essere ulteriormente investigate in studi futuri. Tuttavia, ciò che sembra emerge con più forza è che, per molti studenti, la matematica nei corsi di servizio non sia soltanto un contenuto da apprendere, ma un luogo simbolico in cui si misura la propria possibilità di "stare" all'università. Riconoscere questa dimensione — che comunque necessita di ulteriore approfondimento — potrebbe significare guardare ai corsi di matematica nei CdL scientifici come spazi centrali in cui comprendere e sostenere la transizione.

Qui vi è la porta che questa tesi vuole lasciare aperta: l'invito a continuare a interrogare la matematica universitaria a partire dall'esperienza concreta degli studenti, prestando particolare attenzione all'esperienza di chi la matematica "non la ama" ma deve "usarla", affinché i futuri percorsi di ricerca e di didattica possano renderla un terreno più accessibile, più abitabile e più significativo.

Bibliografia

Abrate, M., Ceragioli, F., & Spreafico, M. L. (2021). *CONSTRUCTING A MATHEMATICAL OBJECT IN 20 MINUTES: A MINISERIES OF MINILABS*. 3889–3896. https://doi.org/10.21125/edulearn.2021.0821

Accademica della Crusca. (s.d.). *Sito ufficiale dell'Accademia della Crusca*. Recuperato 3 luglio 2025, da https://accademiadellacrusca.it

Akgun, M., & Toker, S. (2025). Short-Term Gains, Long-Term Gaps: The Impact of GenAI and Search Technologies on Retention. In A. I. Cristea, E. Walker, Y. Lu, O. C. Santos, & S. Isotani (A c. Di), *Artificial Intelligence in Education. Posters and Late Breaking Results, Workshops and Tutorials, Industry and Innovation Tracks, Practitioners, Doctoral Consortium, Blue Sky, and WideAIED* (Vol. 2591, pp. 44–52). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-99264-3_6

Allmendinger, H., Aslaksen, H., & Buchholtz, N. (2023). Strengthening mathematical orientation: How university mathematics courses can gain relevance for pre-service teachers. *ZDM – Mathematics Education*, *55*, 851–865. https://doi.org/10.1007/s11858-023-01492-5

Andrà, C., Brunetto, D., Bassi, C., & Pini, A. (2023). Students' Difficulties with Mathematics: Insights from Secondary-Tertiary Transition in a STEM Program. In *Communications in Computer and Information Science: Vol. 1779 CCIS* (pp. 184–196). https://doi.org/10.1007/978-3-031-29800-4_14

Anthony, L. (2023). *AntConc* (Versione 4.2.4) [Software]. Waseda University. https://www.laurenceanthony.net/software

ANVUR. (2023). *Rapporto sullo stato del sistema universitario e della ricerca 2023*. https://www.anvur.it/wp-content/uploads/2023/06/Sintesi-Rapporto-ANVUR-2023.pdf

Apkarian, N., Habre, S., LaTona-Tequida, T., & Rasmussen, C. (2023). Prospective Secondary Teachers' Emergent Knowledge and Beliefs: Inquiry-Oriented Differential Equations Contributing to Teacher Preparation. *ZDM – Mathematics Education*, 1–13. https://doi.org/10.1007/s11858-023-01469-4

Artigue, M. (2009). Didactical design in mathematics education. In C. Winsløw, *Nordic Research in Mathematics Education: Proceedings from NORMA08 in Copenhagen, April 21-April 25, 2008*. BRILL. https://doi.org/10.1163/9789087907839

Artyukhova, N., Vorontsova, A., Artyukhov, A., Yehorova, Y., Vasić, S., Rubanov, P., & Vasylieva, T. (2024). Analysis of trends in the structure of higher education market of European countries. *Knowledge and Performance Management*, *8*(2), 91–108. https://doi.org/10.21511/kpm.08(2).2024.08

Ashcraft, M. H. (2002). Math Anxiety: Personal, Educational, and Cognitive Consequences. *Current Directions in Psychological Science*, *11*(5), 181–185. https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.

Bardelle, C., & Di Martino, P. (2012). E-learning in secondary–tertiary transition in mathematics: For what purpose? *ZDM*, *44*(6), 787–800. https://doi.org/10.1007/s11858-012-0417-y

Behera, P. K., Jain, S. J., & Kumar, A. (2023). Visual Exploration of Literature Using Connected Papers: A Practical Approach. *Issues in Science and Technology Librarianship*, *104*. https://doi.org/10.29173/istl2760

Bernardi, G., Brunetto, D., & Turconi, G. (2024, giugno 18). The secondary-tertiary transition in mathematics: Insight through personal journals in a math class. *10th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'24)*. Tenth International Conference on Higher Education Advances. https://doi.org/10.4995/HEAd24.2024.17200

Bikner-Ahsbahs, A., & Prediger, S. (A c. Di). (2014). *Networking of Theories as a Research Practice in Mathematics Education*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05389-9

Bini, G. (2023). Social, Strutturale e Specializzato: Tre significati per comprendere, studiare e utilizzare in classe i meme matematici. *Didattica della matematica. Dalla ricerca alle pratiche d'aula*, *14*, 9–29. https://doi.org/10.33683/ddm.23.14.1

Blackmore, C., Vitali, J., Ainscough, L., Langfield, T., & Colthorpe, K. (2021). A Review of Self-Regulated Learning and Self-Efficacy: The Key to Tertiary Transition in Science, Technology, Engineering and

Mathematics (STEM). *International Journal of Higher Education*, *10*(3), 169. https://doi.org/10.5430/ijhe.v10n3p169

Boaler, J. (2000). Exploring Situated Insights into Research and Learning. *Journal for Research in Mathematics Education*, *31*(1), 113. https://doi.org/10.2307/749822

Bosch, M., Fonseca, C., & Gascón, J. (2004). Incompletitud de las organizaciones matemáticas locales en las instituciones escolares. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, *24*(2–3), 205–250.

Bosch, M., Hochmuth, R., Kwon, O. N., Loch, B., Rasmussen, C., Thomas, M. O. J., & Trigueros, M. (2024). Research in University Mathematics Education. *Proceedings of the 14th International Congress on Mathematical Education*, *null*, null. https://doi.org/10.1142/9789811287152_0021

Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, *7*(2), 33–115.

Caldin, R., Gallerani, E., & Costa, M. (2016). Le competenze per l'apprendimento permanente. In L. Dozza & S. Ulivieri (Eds.), *L'educazione permanente a partire dalle prime età della vita* (pp. 891–898). Franco Angeli.

Cannistrà, M., Masci, C., Ieva, F., Agasisti, T., & Paganoni, A. M. (2022). Early-predicting dropout of university students: An application of innovative multilevel machine learning and statistical techniques. *Studies in Higher Education*, *47*(9), 1935–1956. https://doi.org/10.1080/03075079.2021.2018415

Ceragioli, F., & Spreafico, M. L. (2020). Tangible Tools in Mathematics for Engineering Students: Experimental Activity at Politecnico di Torino. *Digital Experiences in Mathematics Education*, *6*(2), 244–256. https://doi.org/10.1007/s40751-020-00063-7

Chan, C. K. Y., & Hu, W. (2023). Students' voices on generative AI: Perceptions, benefits, and challenges in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *20*(1), 43. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00411-8

Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique: Perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, *12*(1), 73–112.

Chow, S. (2025, ottobre 18). Connected Papers: A visual tool that helps speed up your literature search [Hong Kong University Library]. *Researcher Connect*. https://blog-sc.hku.hk/connected-papers-a-visual-tool-that-helps-speed-up-your-literature-search/

Clark, M., Clark, M., Lovrić, M., & Lovric, M. (2008). Suggestion for a theoretical model for secondary-tertiary transition in mathematics. *Mathematics Education Research Journal*. https://doi.org/10.1007/bf03217475

Clark, M., & Lovric, M. (2008). Suggestion for a theoretical model for secondary-tertiary transition in mathematics. *Mathematics Education Research Journal*, *20*(2), 25–37. https://doi.org/10.1007/BF03217475

Clark, M., & Lovric, M. (2009). Understanding secondary–tertiary transition in mathematics. *International Journal of Mathematical*

Education in Science and Technology, *40*(6), 755–776. https://doi.org/10.1080/00207390902912878

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2009). *Research methods in education* (6. ed., reprint). Routledge.

Colleen, A. W., Bochner, S., & Furnham, A. (2001). *The Psychology of Culture Shock* (2nd ed). Routledge.

Crawford, K., Gordon, S., Nicholas, J., & Prosser, M. (1998). Qualitatively different experiences of learning mathematics at university. *Learning and Instruction*, *8*(5), 455–468. https://doi.org/10.1016/S0959-4752(98)00005-X

Cristea, A. I., Walker, E., Lu, Y., Santos, O. C., & Isotani, S. (A c. Di). (2025). *Artificial Intelligence in Education. Posters and Late Breaking Results, Workshops and Tutorials, Industry and Innovation Tracks, Practitioners, Doctoral Consortium, Blue Sky, and WideAIED: 26th International Conference, AIED 2025, Palermo, Italy, July 22–26, 2025, Proceedings, Part I* (Vol. 2590). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-99261-2

Cumino, C., Pavignano, M., Spreafico, M. L., & Zich, U. (2017). *DISCLOSE GEOMETRY TO EDUCATE TO SHAPE READING*. 2035–2042. https://doi.org/10.21125/edulearn.2017.1428

Cumino, C., Pavignano, M., Spreafico, M. L., & Zich, U. (2019). Teaching Geometry and Surfaces Evaluation Through Graphic Representation and Dynamic Paper Models. In L. Cocchiarella (A c. Di), *ICGG 2018—Proceedings of the 18th International Conference*

on Geometry and Graphics (Vol. 809, pp. 1523–1532). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95588-9_135

D'Amore, B. (2001). Concettualizzazione, registri di rappresentazioni semiotiche e noetica. *La matematica e la sua didattica*, *2*, 150–173.

D'Amore, B., & Godino, J. D. (2006). Punti di vista antropologico ed ontosemiotico in Didattica della Matematica. *La matematica e la sua didattica*, *1*, 9–38.

Davison, P. (2020). The Language of Internet Memes. In M. Mandiberg (A c. Di), *The Social Media Reader* (pp. 120–134). New York University Press. https://doi.org/10.18574/nyu/9780814763025.003.0013

De Guzmán, M., Hodgson, B. R., Robert, A., & Villani, V. (1998). Difficulties in the passage from secondary to tertiary education. In *Documenta Mathematica* (Vol. 3, pp. 747–762). https://doi.org/10.4171/dms/1-3/72

Decreto Legge n. 1324 (2021).

Demain, E., & Demain, M. (1997). *Computing Extreme Origami Bases* (Technical Report No. CS-97-22). Department of Computer Science, University of Waterloo. https://erikdemaine.org/papers/ConvexExtremeTR/

Di Martino, P. (2024). Attitudes in Mathematics Education. *Proceedings of the 14th International Congress on Mathematical Education*, 427–436. https://doi.org/10.1142/9789811287183_0028

Di Martino, P., & Di Pasquale, C. (2023). La transizione universitaria in matematica come rito di passaggio: Dialogo tra educazione matematica e antropologia. *CEMeR Caminhos da Educação Matemática em Revista*, *14*(1), 80–89.

Di Martino, P., & Gregorio, F. (2019). The Mathematical Crisis in Secondary–Tertiary Transition. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *17*(4), 825–843. https://doi.org/10.1007/s10763-018-9894-y

Di Martino, P., Gregorio, F., & Iannone, P. (2023). The transition from school to university in mathematics education research: New trends and ideas from a systematic literature review. *Educational Studies in Mathematics*, *113*(1), 7–34. https://doi.org/10.1007/s10649-022-10194-w

Di Martino, P., & Maracci, M. (2008). Le difficoltà in matematica nel passaggio Scuola Superiore-Università: Dalla teoria alla pratica. *Notiziario della Unione Matematica Italiana*, 1–2.

Di Martino, P., & Maracci, M. (2009). The secondary-tertiary transition: Beyond the purely cognitive. *Proceedings of 33rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 401–408. https://www.researchgate.net/profile/Pietro-Di-Martino-2/publication/236479940_The_secondary-tertiary_transition_beyond_the_purely_cognitive/links/0c9605343fcc2dc725000000/The-secondary-tertiary-transition-beyond-the-purely-cognitive.pdf

Di Martino, P., & Zan, R. (2001). Attitude toward mathematics: Some theoretical issues. In M. van den Heuvel-Panhuizen (A c. Di), *Proceedings of the 25th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME25)* (Vol. 3). PME.

Di Martino, P., & Zan, R. (2010). 'Me and maths': Towards a definition of attitude grounded on students' narratives. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *13*(1), 27–48. https://doi.org/10.1007/s10857-009-9134-z

Dynel, M. (2016). "I has seen Image Macros!" Advice Animals memes as visual-verbal jokes. *International Journal of Communication*, *10*(29), 660–668.

Evans, I. M., Harvey, S. T., Buckley, L., & Yan, E. (2009). Differentiating classroom climate concepts: Academic, management, and emotional environments. *Kotuitui: New Zealand Journal of Social Sciences Online*, *4*(2), 131–146. https://doi.org/10.1080/1177083X.2009.9522449

Faiella, F. (2022). *Scaffolding: Il concetto, le strategie e le tecniche del supporto ai processi di apprendimento*. FrancoAngeli.

Fleming, N. D., & Mills, C. (1992). Not Another Inventory, Rather a Catalyst for Reflection. *To Improve the Academy*, *11*(1), 137–155. https://doi.org/10.1002/j.2334-4822.1992.tb00213.x

Floridi, L. (A c. Di). (2015). *The Onlife Manifesto*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04093-6

Foster, C. (2024). Methodological pragmatism in educational research: From qualitative-quantitative to exploratory-confirmatory

distinctions. *International Journal of Research & Method in Education*, *47*(1), 4–19. https://doi.org/10.1080/1743727X.2023.2210063

Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. Basic Books.

Gartner, A., Kohler, M. C., Riessman, F., & Kohler, M. C. (1971). *Children teach children: Learning by teaching* (1. ed). Harper & Row.

Geisler, S., Rach, S., & Rolka, K. (2023a). The relation between attitudes towards mathematics and dropout from university mathematics—The mediating role of satisfaction and achievement. *Educational Studies in Mathematics*, *112*(2), 359–381. https://doi.org/10.1007/s10649-022-10198-6

Geisler, S., Rach, S., & Rolka, K. (2023b). The relation between attitudes towards mathematics and dropout from university mathematics—The mediating role of satisfaction and achievement. *Educational Studies in Mathematics*, *112*, 359–381. https://doi.org/10.1007/s10649-022-10198-6

Gildehaus, L., Liebendörfer, M., & Heyd-Metzuyanim, E. (2024). "I'm a bit out of place here."—Preservice teachers' positioning in the figured world of university mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, *null*, null. https://doi.org/10.1007/s10649-024-10315-7

Giorgi, G., & Rama, I. (2024). The contingent macro: The ephemerality of memes as discursive devices. *Journal of Digital Social Research*, *6*(1). https://doi.org/10.33621/jdsr.v6i1.202

Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (2017). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Routledge.

Griffero, T. (2013). *Quasi-cose: La realtà dei sentimenti* (1. ed). B. Mondadori.

Gueudet, G. (2008). Investigating the secondary–tertiary transition. *Educational Studies in Mathematics*, *67*(3), 237–254. https://doi.org/10.1007/s10649-007-9100-6

Gueudet, G. (2023). New insights about the secondary–tertiary transition in mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, *113*(1), 165–179. https://doi.org/10.1007/s10649-023-10223-2

Gueudet, G., & Pepin, B. (2018). Didactic Contract at the Beginning of University: A Focus on Resources and their Use. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, *4*(1), 56–73. https://doi.org/10.1007/s40753-018-0069-6

Hähnlein, I. S., Luleich, C., Reiter, P., Waterstraat, N., & Pirnay-Dummer, P. N. (2025). Transforming formal knowledge to language and graphs to promote mathematics learning: A repeated-measures mixed design quasi-experiment. In *Computers in Human Behavior Reports* (Vol. 18). https://doi.org/10.1016/j.chbr.2025.100640

Hannula, M. S. (2002). Attitude towards mathematics: Emotions, expectations and values. *Educational Studies in Mathematics*, *49*(1), 25–46. https://doi.org/10.1023/A:1016048823497

Häsä, J., Rämö, J., & Yan, Z. (2025). Examining the reciprocal influence between undergraduate students' self-regulation and approaches to learning. In *Scandinavian Journal of Educational Research* (Vol.

69, Fascicolo 6, pp. 1175–1189). https://doi.org/10.1080/00313831.2024.2394404

Hassanbeigi, A., Askari, J., Nakhjavani, M., Shirkhoda, S., Barzegar, K., Mozayyan, M. R., & Fallahzadeh, H. (2011). The relationship between study skills and academic performance of university students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *30*, 1416–1424. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.276

Hasse, J. (2006). Atmosfere e tonalità emotive. I sentimenti come mezzi di comunicazione. *Rivista di estetica*, *33*, 95–115. https://doi.org/10.4000/estetica.6411

Hassel, S., & Ridout, N. (2018). An Investigation of First-Year Students' and Lecturers' Expectations of University Education. *Frontiers in Psychology*, *8*, 2218. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02218

Hattie, J. (2008). *Visible Learning* (0 ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203887332

Hed, L., Åhag, P., & Norqvist, M. (2024). Changes in mathematical skills among freshman engineering students. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *null*, null. https://doi.org/10.1080/0020739x.2024.2404427

Iannella, A., Morando, P., & Spreafico, M. L. (2022). Challenges in Mathematics Learning at the University: An Activity to Motivate Students and Promote Self-awareness. In G. Casalino, M. Cimitile, P. Ducange, N. Padilla Zea, R. Pecori, P. Picerno, & P. Raviolo (A c. Di), *Higher Education Learning Methodologies and Technologies*

Online (Vol. 1542, pp. 321–332). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96060-5_23

Iannella, A., & Pagani, V. (2022). La scuola sullo schermo. Il contratto didattico e il curriculum nascosto durante la DaD e la DDI. *QTimes. Journal of education, technology and social studies*, *4–2022*, 471–486. https://doi.org/10.14668/QTimes_14433

Iannella, A., Spreafico, M. L., & Morando, P. (2021). The Advent Calendar: A University Experience for Spacing Learning, Practicing Math, and Enjoying Studying. *Book of Abstract - HELMeTO 2021 Third International Workshop on Higher Education Learning Methodologies and Technologies Online September 9-10, 2021, Virtual Workshop*. HELMeTO 2021 Third International Workshop on Higher Education Learning Methodologies and Technologies Online.

Intorella, S., Sprini, G., & Catalano, M. (2005). Il ruolo del metodo di studio e del senso di autoefficacia nel sucesso scolastico e nella scelta del metodo di studio. *GIPO – Giornale Italiano di Psicologia dell'Orientamento*, *5*(3), 29–33.

Istituto della Enciclopedia Italiana. (s.d.). Fatica. In *Vocabolario Treccani On line*. Recuperato 3 luglio 2025, da https://www.treccani.it/vocabolario/fatica/

Jenkins, H., Ford, S., & Green, J. (2013). *Spreadable media: Creating Value and meaning in A Networked Culture*. New York University Press.

Johansson, H., Österholm, M., Flodén, L., & Heidtmann, P. (2022). Clash of cultures? Exploring students' perceptions of differences between secondary and tertiary mathematics education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *55*, 1567–1596. https://doi.org/10.1080/0020739X.2022.2070558

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1989). Cooperation and Competition. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 856–861). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.24051-8

Johnston, H., Wells, R. F., Shanks, E. M., Boey, T., & Parsons, B. N. (2024). Student perspectives on the use of generative artificial intelligence technologies in higher education. *International Journal for Educational Integrity*, *20*(1), 2. https://doi.org/10.1007/s40979-024-00149-4

Katz, R., Ogilvie, S., Shaw, J., & Woodhead, L. (2022). *Gen Z, Explained: The Art of Living in a Digital Age*. University of Chicago Press.

Kilian, P., Loose, F., & Kelava, A. (2020). Predicting Math Student Success in the Initial Phase of College With Sparse Information Using Approaches From Statistical Learning. *Frontiers in Education*, *5*, 502698. https://doi.org/10.3389/feduc.2020.502698

Killion, J. (1999). Journaling. *Journal of Staff Development*.

King, F. B., & LaRocco, D. (2006). E-journaling: A strategy to support student reflection and understanding. *Current Issues in Education*, *9*.

Klosterman, P., & Stein, S. (2023). A comparison of the university mathematics learning environment with its high school equivalent. In *Learning Environments Research* (Vol. 26, Fascicolo 2, pp. 361–378). https://doi.org/10.1007/s10984-022-09435-9

KnowYourMeme. (2004). *Reaction images*. https://knowyourmeme.com/memes/reaction-images

KnowYourMeme. (2009). *Zach Galifianakis Math*. https://knowyourmeme.com/memes/zach-galifianakis-math

KnowYourMeme. (2011). *L.A. Noire «Doubt» / Press X To Doubt*. https://knowyourmeme.com/memes/la-noire-doubt-press-x-to-doubt

KnowYourMeme. (2017a). *Left Exit 12 Off Ramp*. https://knowyourmeme.com/memes/left-exit-12-off-ramp

KnowYourMeme. (2017b). *Niche memes*. https://knowyourmeme.com/memes/niche-memes

KnowYourMeme. (2017c). *Types of Headaches*. https://knowyourmeme.com/memes/types-of-headaches

Kock, Z.-J., & Pepin, B. (2018). Student use of resources in Calculus and Linear Algebra. *INDRUM 2018*.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience As The Source Of Learning And Development*. Prentice-Hall.

Kontorovich, I., & Ovadiya, T. (2023). How narratives about the secondary-tertiary transition shape undergraduate tutors' sense-making of their teaching. *Educational Studies in Mathematics*, *113*(1), 125–146. https://doi.org/10.1007/s10649-023-10211-6

Kouvela, E., Hernandez-Martinez, P., & Croft, T. (2018). “This is what you need to be learning”: An analysis of messages received by first-year mathematics students during their transition to university. *Mathematics Education Research Journal*, *30*(2), 165–183. https://doi.org/10.1007/s13394-017-0226-2

Krippendorff, K. (2019). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology*. SAGE Publications, Inc. https://doi.org/10.4135/9781071878781

Kvale, S. (1996). *InterViews: An introduction to qualitive research interviewing*. Sage.

Lampert, M. (1990). When the Problem Is Not the Question and the Solution Is Not the Answer: Mathematical Knowing and Teaching. *American Educational Research Journal*, *27*(1), 29–63. https://doi.org/10.3102/00028312027001029

Legge 8 ottobre 2010, n. 170: Nuove norme in materia di disturbi specifici di apprendimento in ambito scolastico, Pub. L. No. 170 (2010). https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2010/10/18/010G0209/sg

Lerman, S. (2000). The Social Turn in Mathematics Education Research. In J. Boaler, *Multiple Perspectives on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 19–44). Ablex Publishing.

Lim, W., Yoon, H., Bae, Y., & Kwon, O. N. (2023). The development of sociomathematical norms in the transition to tertiary exam-oriented individualistic mathematics education in an East Asian context. *Educational Studies in Mathematics*, *113*(1), 57–78. https://doi.org/10.1007/s10649-022-10203-y

Locke, K., Kontorovich, I., & Darragh, L. (2023). Transforming mathematical identity: Changes in one international student's positioning during first-year mathematics tutorials. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *54*, 1785–1803. https://doi.org/10.1080/0020739X.2023.2259917

Magrone, P., Morando, P., & Spreafico, M. L. (2025). Thinking inside and outside the box: A hands-on paper folding activity leading to optimisation problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1–13. https://doi.org/10.1080/0020739X.2025.2483909

Magrone, P., & Spreafico, M. L. (2022). Nuovi approcci nei corsi di Matematica per l'Architettura: Connettere forme e formule in geometria attraverso esperienze laboratoriali. *Annali online della Didattica e della Formazione Docente*, 99-122 Paginazione. https://doi.org/10.15160/ADFD.V14I24.2586

Mariani, L. (2014). *Portfolio. Documentare e valutare cosa si impara e come si impara*. Zanichelli.

Marquis, C., Poellhuber, B., & Roy, N. (2025). Knowledge, Uses and Perceptions of ChatGPT in Higher Education. In A. I. Cristea, E. Walker, Y. Lu, O. C. Santos, & S. Isotani (A c. Di), *Artificial Intelligence in Education. Posters and Late Breaking Results, Workshops and Tutorials, Industry and Innovation Tracks, Practitioners, Doctoral Consortium, Blue Sky, and WideAIED* (Vol. 2592, pp. 35–42). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-99267-4_5

Martin, J.-P. (1985). *Zum Aufbau didaktischer Teilkompetenzen beim Schüler: Fremdsprachenunterricht auf der lerntheoretischen Basis des Informationsverarbeitungsansatzes*. Narr.

Mayerhofer, M., Lüftenegger, M., & Eichmair, M. (2023). Impact of a Mathematics Bridging Course on the Motivation and Learning Skills of University Students. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, *null*, null. https://doi.org/10.1007/s40753-023-00224-0

Meyer, J. H. F., & Land, R. (2005). Threshold concepts and troublesome knowledge (2): Epistemological considerations and a conceptual framework for teaching and learning. *Higher Education*, *49*(3), 373–388. https://doi.org/10.1007/s10734-004-6779-5

Miao, F., & Shiohira, K. (2024). *AI competency framework for students*. UNESCO. https://doi.org/10.54675/JKJB9835

Miller, I. K., Cunha, M. I. A., & Allwright, D. (2021). Teachers as practitioners of learning: The lens of exploratory practice. *Educational Action Research*, *29*(3), 447–461. https://doi.org/10.1080/09650792.2020.1842780

Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. (2011). *Linee guida per il diritto allo studio degli alunni e degli studenti con disturbi specifici di apprendimento (DSA)*. Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. https://www.istruzione.it/dsa/linee_guida.shtml

Morando, P., & Spreafico, M. L. (2022). Origami e strategie di apprendimento. *Didattica della matematica. Dalla ricerca alle pratiche d'aula*, *11*, 121–134. https://doi.org/10.33683/ddm.22.11.6

Morando, P., & Spreafico, M. L. (2025a). Blindfolded Games in Mathematics Education. Type of contribution: Game Demonstration. In A. Maffia, A. Cusi, S. Palha, & A. M. Vogler, *Proceedings of the GAME conference* (pp. 143–144). ERME.

Morando, P., & Spreafico, M. L. (2025b). *THE ART OF FIRST (MATH) LESSON: CAPTURING ATTENTION AND BUILDING INTEREST*. 1100–1107. https://doi.org/10.21125/edulearn.2025.0356

Morando, P., Spreafico, M. L., & Turconi, G. (2023). *Are you off to a good start? The "journal of the day" experience*. 2063–2071. https://doi.org/10.21125/edulearn.2023.0626

Morando, P., Spreafico, M. L., & Turconi, G. (2024). *Re-formulation: Students' reflection on useful formulas*. 1833–1842. https://doi.org/10.21125/edulearn.2024.0549

Morton, W., & Durandt, R. (2023). Learning first-year mathematics fully online: Were students prepared, how did they respond? In *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* (Vol. 19, Fascicolo 6). https://doi.org/10.29333/ejmste/13189

Nardi, E., & Iannone, P. (2006). To appear and to be: Mathematicians on their students' attempts at acquiring the 'genre speech' of university mathematics. In M. Bosch, *Proceedings of the 4th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. Universitat Ramon Llull.

Nicholls, J. G., Cobb, P., Wood, T., Yackel, E., & Patashnick, M. (1990). Assessing Students' Theories of Success in Mathematics: Individual and Classroom Differences. *Journal for Research in Mathematics Education*, *21*(2), 109–122. https://doi.org/10.5951/jresematheduc.21.2.0109

OECD. (2022). *Education at a Glance 2022: OECD Indicators*. OECD. https://doi.org/10.1787/3197152b-en

Onanuga, P. (2020). Transnationalizing humour on social media: A linguistic analysis of ideology, identity and didactics in Robert Mugabe Quotes memes1. *Digital Scholarship in the Humanities*, *35*(2), 399–416. https://doi.org/10.1093/llc/fqz019

Osborne, M. (2003). Increasing or Widening Participation in Higher Education? — A European overview. *European Journal of Education*, *38*(1), 5–24. https://doi.org/10.1111/1467-3435.00125

Padlet. (s.d.). *Padlet*. Recuperato 3 luglio 2025, da https://padlet.com

Panadero, E. (2017). A Review of Self-regulated Learning: Six Models and Four Directions for Research. *Frontiers in Psychology*, *8*, 422. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422

Pashler, H., McDaniel, M., Rohrer, D., & Bjork, R. (2008). Learning Styles: Concepts and Evidence. *Psychological Science in the Public Interest*, *9*(3), 105–119. https://doi.org/10.1111/j.1539-6053.2009.01038.x

Pask, G. (1976). Styles and strategies of learning. *British Journal of Educational Psychology*, *46*(2), 128–148. https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1976.tb02305.x

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods 3rd.* Sage.

Pavignano, M., Spreafico, M. L., Tomalini, A., & Zich, U. (2022). *GEOMETRICAL MODELLING IN ARCHITECTURE BETWEEN ORIGAMI, LASER CUT, 3D PRINT AND DIGITAL TOOLS*. 5916–5925. https://doi.org/10.21125/edulearn.2022.1390

Penazzi, D., McCready-Fallon, J., & Rosser, S. (2023). Experiential and Outdoor Learning in the Transition to University Courses—The Mathematics Case. In *PRIMUS* (Vol. 33, Fascicolo 2, pp. 123–136). https://doi.org/10.1080/10511970.2022.2040665

Pepin, B. (2014). Using the Construct of the Didactic Contract to Understand Student Transition into University Mathematics Education. *Policy Futures in Education*, *12*(5), 646–657. https://doi.org/10.2304/pfie.2014.12.5.646

Piaget, J. (1985). *The equilibration of cognitive structures The central problem of intellectual development*. University of Chicago Press. https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=851832

Plascencia, G. L., Huesca, G., & Flores, I. E. L. (2024). Exploration of the Variables That Define the Academic Success of Undergraduate Students in the First Course of Mathematics. In *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*. https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578779

PoliNetwork. (s.d.). https://rankings.polinetwork.org/#/home/Architettura

Rach, S. (2022). Motivational states in an undergraduate mathematics course: Relations between facets of individual interest, task values, basic needs, and effort. *ZDM – Mathematics Education*, *55*, 461–476. https://doi.org/10.1007/s11858-022-01406-x

Rohwer, K., & Seufert, S. (2025). ChatGPT's Impact on Students' Performance in Solving Tasks Requiring Critical Thinking. In A. I. Cristea, E. Walker, Y. Lu, O. C. Santos, & S. Isotani (A c. Di), *Artificial Intelligence in Education. Posters and Late Breaking Results, Workshops and Tutorials, Industry and Innovation Tracks, Practitioners, Doctoral Consortium, Blue Sky, and WideAIED* (Vol. 2591, pp. 218–225). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-99264-3_27

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In A. D. Grouws (A c. Di), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 334–370). Macmillan Publishing Co, Inc.

Seligman, M. E. P. (1972). Learned Helplessness. *Annual Review of Medicine*, *23*(1), 407–412. https://doi.org/10.1146/annurev.me.23.020172.002203

Sfard, A. (2007). When the Rules of Discourse Change, but Nobody Tells You: Making Sense of Mathematics Learning From a Commognitive Standpoint. *Journal of the Learning Sciences*, *16*(4), 565–613. https://doi.org/10.1080/10508400701525253

Sfard, A. (2008). *Thinking as Communicating: Human Development, the Growth of Discourses, and Mathematizing* (1ª ed.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511499944

Shifman, L. (2013). Memes in a Digital World: Reconciling with a Conceptual Troublemaker. *Journal of Computer-Mediated Communication*, *18*(3), 362–377. https://doi.org/10.1111/jcc4.12013

Skemp, R. R. (1978). Relational Understanding and Instrumental Understanding. *The Arithmetic Teacher*, *26*(3), 9–15.

Slengo. (s.d.). *Slengo*. Recuperato 3 luglio 2025, da https://slengo.it/

Slobin, D. I. (2000). Verbalized events: A dynamic approach to linguistic relativity and determinism. In S. Niemeier & R. Dirven (A c. Di), *Current Issues in Linguistic Theory* (Vol. 198, p. 107). John Benjamins Publishing Company. https://doi.org/10.1075/cilt.198.10slo

Snyder, B. R. (1971). *The hidden curriculum*. Knopf.

Sönmez, N., & Güven, B. (2022). Transition to University Mathematics in Turkey: Examining the Views of Students and Faculty Members on Student Difficulties. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, *9*, 243–268. https://doi.org/10.1007/s40753-022-00175-y

Spreafico, M. L. (2017). *ACTIVITIES IN MATHEMATICS COURSE FOR UNDERGRADUATE STUDENTS: FROM ORIGAMI TO SOFTWARE*. 1977–1986. https://doi.org/10.21125/edulearn.2017.1417

Spreafico, M. L. (2022). *CREATIVELY CONTEXTUALIZING THE MATH COURSE FOR ARCHITECTURE FRESHMEN*. 1530–1536. https://doi.org/10.21125/edulearn.2022.0402

Tall, D. (1991). *Advanced mathematical thinking*. Kluwer academic publ.

Tall, D. (1992). The transition to advanced mathematical thinking: Functions, limits, infinity and proof. *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, *20*, 495–511.

Tall, D. (1997). From school to university: The transition from elementary to advanced mathematical thinking. *Proceedings of the 7th conference of the Australasian bridging mathematics network*, 1–20. https://www.academia.edu/download/95494461/dot1997g-school-to-univ.pdf

Tall, D. (2008). The transition to formal thinking in mathematics. *Mathematics Education Research Journal*, *20*(2), 5–24. https://doi.org/10.1007/BF03217474

Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, *12*(2), 151–169. https://doi.org/10.1007/BF00305619

Terzimehić, N., Schött, S. Y., Bemmann, F., & Buschek, D. (2021). MEMEories: Internet Memes as Means for Daily Journaling. *Designing Interactive Systems Conference 2021*, 538–548. https://doi.org/10.1145/3461778.3462080

Thoma, A., & Nardi, E. (2018). Transition from School to University Mathematics: Manifestations of Unresolved Commognitive Conflict

in First Year Students' Examination Scripts. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, *4*(1), 161–180. https://doi.org/10.1007/s40753-017-0064-3

Tomlinson, A., Simpson, A., & Killingback, C. (2023). Student expectations of teaching and learning when starting university: A systematic review. *Journal of Further and Higher Education*, *47*(8), 1054–1073. https://doi.org/10.1080/0309877X.2023.2212242

Triandis, H. C. (1971). *Attitude and attitude change*. Wiley.

Turconi, G. (2025). "Tu e la matematica": Un Padlet per l'attitude nella GenZ. *Didattica della matematica. Dalla ricerca alle pratiche d'aula*, *17*, 66–87. https://doi.org/10.33683/ddm.25.17.3

Turconi, G., Iannella, A., Morando, P., & Spreafico, M. L. (2026). Nei panni dell'insegnante: L'intelligenza artificiale generativa a supporto della comprensione matematica. *IUL Research*. https://doi.org/(in%2520corso%2520di%2520pubblicazione)

Ufficio statistico dell'Unione Europea. (2023). *EUROSTAT*. https://ec.europa.eu/eurostat/en/

Ukraine [@Ukraine]. (s.d.). *Profilo ufficiale Twitter—Ukraine*. Recuperato 3 luglio 2025, da https://twitter.com/Ukraine

Urban Dictionary. (s.d.). *Urban Dictionary*. Recuperato 3 luglio 2025, da https://www.urbandictionary.com

Uysal, S., & Clark, K. M. (2024). Identifying emergent themes of students' transition to university mathematics: A qualitative inquiry with a focus on affective factors. In *Teaching Mathematics and its*

Applications (Vol. 43, Fascicolo 3, pp. 159–178). https://doi.org/10.1093/teamat/hrad006

Van Der Meer, J., Jansen, E., & Torenbeek, M. (2010). 'It's almost a mindset that teachers need to change': First-year students' need to be inducted into time management. *Studies in Higher Education*, *35*(7), 777–791. https://doi.org/10.1080/03075070903383211

Van Gennep, A. (2001). *The rites of passage* (17ª ed.). University of Chicago Press.

Ward, C. A., Bochner, S., Furnham, A., & Ward, C. A. (2008). *The psychology of culture shock* (2. ed. [upd.], repr). Routledge.

Watkins, K. E., & Marsick, V. J. (1993). *Sculpting the learning organization: Lessons in the art and science of systemic change*. Jossey-Bass Inc.

Weiner, B. (1986). *An attributional theory of motivation and emotion*. SpringerVerlag.

Wen, R., & Dubé, A. K. (2022). A systematic review of secondary students' attitudes towards mathematics and its relations with mathematics achievement. *Journal of Numerical Cognition*, *8*(2), 295–325. https://doi.org/10.5964/jnc.7937

Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity* (1ª ed.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511803932

Winsløw, C. (2008). Transformer la théorie en tâches: La transition du concret à l'abstrait en analyse réelle. *Perspectives en didactique des*

mathématiques. Cours de la XIIIième école d'été de didactique des mathématiques, La Pensée Sauvage.

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *17*(2), 89–100. https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x

Wu, X., & Chen, H. (2021). *On Social Behavior From the Perspective of Meme:* 7th Annual International Conference on Social Science and Contemporary Humanity Development (SSCHD 2021), Nanjing, China. https://doi.org/10.2991/assehr.k.211215.070

Wu, X., Deshler, J., & Fuller, E. (2018). The effects of different versions of a gateway STEM course on student attitudes and beliefs. *International Journal of STEM Education*, *5*(1), 44. https://doi.org/10.1186/s40594-018-0141-4

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (Sixth edition). SAGE.

Zan, R. (2000). A metacognitive intervention in mathematics at university level. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *31*(1), 143–150. https://doi.org/10.1080/002073900287462

Zan, R., & Di Martino, P. (2009). Different profiles of attitude towards mathematics: The case of learned helplessness. In M. Tzekaki, M. Kaldrimidou, & H. Sakonidis (A c. Di), *Proceedings of the 33rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME33)* (Vol. 5, pp. 417–424). PME.

Zimmerman, B. J. (2000). Attaining Self-Regulation. In *Handbook of Self-Regulation* (pp. 13–39). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50031-7