

Dipartimento di Fisica e Astronomia "A. Righi"
Corso di Laurea in Fisica

Analisi del laboratorio 2 ONSCI attraverso la lente della
politicized care

Relatore:
Prof.ssa Olivia Levrini

Presentata da:
Cecilia Pacetti

Correlatore:
Dott. Lorenzo Miani

Anno Accademico 2024/2025

Abstract

Negli ultimi decenni la ricerca in didattica della fisica ha ampliato il proprio campo d'indagine includendo le dimensioni sociali e culturali che influenzano l'apprendimento. In questo panorama, il concetto di *politicized care* offre una prospettiva critica per analizzare come le pratiche educative possano sostenere le studentesse riconoscendo le disuguaglianze e le strutture di potere. Questa tesi analizza come tali pratiche emergano nel laboratorio 2 "Comprendere il rischio, gestire l'incertezza, reimmaginare i futuri" della winter school ONSCI 2026, focalizzato sul cambiamento climatico attraverso futures studies e simulazioni per sviluppare competenze sulla gestione dell'incertezza. Adottando una metodologia qualitativa interpretativa con orientamento etnografico, la ricerca ha analizzato registrazioni audio, appunti di campo e materiali prodotti, utilizzando una griglia basata sulle dimensioni di cura sociale, epistemica e accademica. I risultati mostrano che il laboratorio favorisce la costruzione collettiva del sapere e la partecipazione diffusa, pur evidenziando tensioni legate alla distribuzione dell'agency epistemica, ai tempi limitati e alla necessità di produrre sintesi finali. Nel complesso, l'analisi suggerisce che il framework della *politicized care* sia uno strumento utile per interrogare criticamente la didattica delle scienze e comprendere le dinamiche sociali nei processi di apprendimento. L'analisi suggerisce inoltre che pratiche educative orientate alla politicized care possano contribuire ad aprire all'interno dei contesti universitari spazi di discussione e riflessione collettiva sulla ricerca scientifica e sulle sue implicazioni sociali.

Indice

Introduzione.....	4
Capitolo 1 - Cura politicizzata nell'insegnamento della fisica.....	6
1.1 Stato dell'arte dell'insegnamento della fisica.....	6
1.2 Cura nell'insegnamento della fisica.....	9
1.3 Politicized care.....	10
1.4 Problemi e necessità di modifiche.....	14
1.5 Intersezionalità e applicazioni del difa.....	15
Capitolo 2 - Osservazione del laboratorio 2 della winter school ONSCI 2026.....	18
2.1 Introduzione ONSCI.....	18
2.2 Gruppo di ricerca in didattica della fisica (I SEE, FEDORA, CLIMADEMY, FEDORAS)	19
2.3 Laboratorio 2: "Comprendere il rischio, gestire l'incertezza, reimmaginare i futuri" (arriva dai lavori di tesi di FDZ, LM, FM).....	22
2.3.1 Struttura del laboratorio.....	24
Capitolo 3 - Analisi e risultati nella scuola.....	32
3.1 Domande di ricerca, metodologia di analisi e raccolta dati.....	32
3.2 Analisi Cura politicizzata emersa dal laboratorio 2: "Comprendere il rischio, gestire l'incertezza, reimmaginare i futuri".....	33
3.2.1 Guida dell'analisi.....	33
3.2.2 Analisi delle risposte che manifestano cura sociale.....	36
3.2.3 Analisi delle risposte che manifestano cura epistemica.....	39
3.2.4 Analisi delle risposte che manifestano cura sociale.....	41
3.2.5 Analisi delle risposte sotto la politicized care.....	43
3.3 Criticità e contraddizioni emerse.....	44
3.2.4 Potenzialità della scuola/lab anche sotto lo sguardo della p.c.....	45
Capitolo 4 - Ripensare spazi attraverso la P.C.....	48
Conclusioni.....	51
Bibliografia.....	53

Introduzione

L'insegnamento della fisica sta evolvendo da una visione dell'apprendimento come mera acquisizione individuale di nozioni astratte verso una concezione che riconosce il carattere sociale, culturale e situato dell'esperienza educativa. La ricerca contemporanea nell'ambito della Physics Education Research (PER) sottolinea infatti come l'apprendimento non sia influenzato esclusivamente da fattori cognitivi, ma sia intrinsecamente intrecciato con dinamiche identitarie, relazionali e strutturali che possono favorire o ostacolare la partecipazione delle studentesse* ai contesti scientifici.

Negli ultimi decenni la PER ha progressivamente ampliato il proprio campo di indagine, spostando l'attenzione verso il ruolo del senso di appartenenza alla comunità scientifica, delle identità disciplinari e delle dinamiche di riconoscimento all'interno degli ambienti accademici. In questa prospettiva, l'educazione scientifica non può essere considerata uno spazio neutro, ma un contesto attraversato da relazioni di potere e da configurazioni istituzionali che influenzano chi può partecipare legittimamente alla produzione del sapere.

In questo panorama si inserisce il concetto di cura applicata alla didattica delle scienze, e in particolare il framework della politicized care (PC). Sviluppato recentemente da autori come Mathis, Southerland e Jaber, questo modello propone di interpretare la cura non come un semplice supporto emotivo individuale, ma come una pratica pedagogica consapevole che riconosce e mette in discussione le disuguaglianze sistemiche presenti nei contesti educativi. La politicized care si articola in tre dimensioni principali: la cura sociale, che riconosce le studentesse nella loro interezza; la cura epistemica, che valorizza i processi di costruzione della conoscenza e le identità epistemiche dei partecipanti; e la cura accademica, orientata a sostenere il successo formativo all'interno delle strutture educative esistenti.

Il lavoro di tesi vuole esplorare queste dimensioni all'interno di un contesto educativo specifico: il laboratorio 2 della Winter School ONSCI, "Comprendere il rischio, gestire l'incertezza, reimmaginare i futuri". Il laboratorio si inserisce nelle linee di ricerca sviluppate dal gruppo di Didattica della Fisica del Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Bologna e propone attività educative che integrano futures studies, simulazioni climatiche e pratiche narrative per riflettere sulle sfide poste dal cambiamento climatico. L'obiettivo della ricerca è indagare in che modo, e con quali tensioni e potenzialità, emergano pratiche riconducibili alla politicized care all'interno di questo contesto educativo, osservando come le diverse dimensioni della cura si manifestino nelle modalità di interazione, nei contenuti delle attività e nella struttura organizzativa del laboratorio. Per rispondere a queste domande è stata adottata una metodologia qualitativa di tipo interpretativo con orientamento etnografico, basata sull'osservazione situata del contesto e sull'analisi di diversi materiali empirici, tra cui registrazioni audio delle attività, appunti di campo e materiali prodotti durante il laboratorio. L'analisi utilizza il framework della politicized care come lente interpretativa, mettendo in relazione il materiale empirico con la cornice teorica senza ridurre l'osservazione a una semplice applicazione meccanica delle categorie analitiche.

Attraverso questa analisi, la tesi intende contribuire alla riflessione su come pratiche educative orientate alla cura possano aprire nuovi spazi di partecipazione e di costruzione collettiva del sapere all'interno dell'educazione scientifica.

*In questa tesi viene usato il femminile sovraesteso, mentre il maschile è impiegato solo come eccezione, in coerenza con la prospettiva teorica adottata.

Capitolo 1 - Cura politicizzata nell'insegnamento della fisica

1.1 Stato dell'arte dell'insegnamento della fisica

Negli ultimi decenni, l'insegnamento della fisica è stato oggetto di nuove e numerose ricerche, generando interesse e configurandosi come campo a sé stante all'interno delle discipline riguardanti l'educazione, in particolare l'educazione legata alle discipline scientifiche. Il campo prende il nome di Physics Education Research (PER), e vede un riconoscimento internazionale sia dal punto di vista della ricerca accademica con numerose conferenze a livello europeo e mondiale, sia dal punto di vista della formazione diretta a future insegnanti. L'ambito nasce dalla necessità di comprendere come le studentesse apprendano la fisica e quali siano le pratiche didattiche che possano delineare un apprendimento significativo (Redish, 2003; Wieman, 2014). La disciplina riprende concetti di altri ambiti quali sociologia, scienza cognitiva, educazione e linguistica. All'interno di questo ambito di ricerca coesistono approcci disciplinari e interdisciplinari, metodi di analisi qualitativa e quantitativa, e tradizioni di ricerca differenti tra loro, che però sono tutte orientate verso la revisione delle pratiche didattiche ed educative più efficaci nel permettere alle studentesse di avere un apprendimento profondo della materia e non solo strumentale.

In questo panorama, la PER si è evoluta attraverso diversi filoni di ricerca e innovazione che hanno segnato il passaggio da una visione statica del sapere a una visione dinamica e centrata sulla studentessa. Un primo riferimento storico fondamentale risale agli anni '60 con il Physical Science Study Committee (PSSC). Il PSSC propose una rottura radicale con la didattica puramente nozionistica; l'obiettivo, infatti, non era più far accumulare formule, ma portare le studentesse a pensare come fisiche. In questo modello, la fisica viene presentata come un'impresa umana basata sull'indagine (Physical Science Study Committee, 1960), dunque, il laboratorio smette di essere una mera verifica di leggi già spiegate e diventa invece il luogo della scoperta, dove la studentessa osserva i fenomeni per dedurre la struttura logica ed i concetti (Haber-Schaim, 1967).

Parallelamente, la ricerca è passata attraverso l'analisi delle pratiche cognitive e comportamentali. L'approccio concentrato sul comportamento si era inizialmente focalizzato sulla risposta esterna della studentessa agli stimoli didattici, successivamente, la svolta cognitivista ha spostato l'interesse verso i processi mentali interni. Gli studi hanno iniziato a indagare come la competenza scientifica sia legata alla capacità di organizzare la conoscenza in schemi gerarchici, evidenziando le profonde differenze tra il modo in cui un esperto e una persona alle prime armi affrontano la risoluzione di un problema fisico (Larkin et al., 1980).

Costruendo su queste basi, un approccio successivo al processo di apprendimento è stato quello della formulazione dei modelli di cambiamento concettuale (Conceptual Change). Secondo questa prospettiva, l'apprendimento della fisica non risulta come un processo lineare di aggiunta di informazioni, ma richiede spesso una ristrutturazione profonda delle preconoscenze della studentessa. Come teorizzato da Posner et al. (1982), per apprendere

un concetto scientifico la studentessa deve prima provare insoddisfazione verso le proprie idee ingenue e trovare il nuovo modello non solo comprensibile, ma anche plausibile e più adatto per spiegare la realtà.

In questo contesto si inserisce il lavoro fatto sulle misconcezioni. La ricerca ha dimostrato che le studentesse arrivano in aula con un sistema di fisica del senso comune derivato dall'esperienza quotidiana, che spesso collide con le leggi fisiche formali. Il lavoro di Hestenes et al. (1992), attraverso lo sviluppo del Force Concept Inventory, ha reso evidente come queste intuizioni siano estremamente resistenti all'istruzione tradizionale, persistendo anche in studentesse con ottimi voti. Un esempio di ciò è l'idea che per mantenere un corpo in moto sia necessaria una forza costante.

Questa consapevolezza della "resistenza" delle idee pregresse ha aperto la strada a nuovi approcci empirici basati sull'apprendimento attivo.

Qui si posiziona Carl Wieman (2014) che si concentra sulla comprensione dei processi attraverso cui le studentesse costruiscono significato e acquisiscono competenze scientifiche. L'insegnamento tradizionale, spesso legato alla lezione frontale e alla risoluzione procedurale di esercizi, è spesso inefficace per la comprensione profonda dei concetti fisici. Egli evidenzia la necessità di approcci empirici e basati sull'apprendimento attivo delle studentesse.

Redish (2003) sottolinea come le studentesse non siano oggetti passivi, ma portino con sé concezioni e modelli di interpretazione del mondo fisico che influenzano il modo in cui apprendono i contenuti disciplinari. Queste concezioni sono spesso in contrasto con i modelli scientifici e tendono a persistere anche successivamente all'istruzione formale; dunque, è necessario un insegnamento che tenga conto di tali preconcoscenze. L'apprendimento della fisica è quindi inteso come un processo attivo e situato: i contesti di apprendimento devono essere in grado di coinvolgere le studentesse nella costruzione di significato piuttosto che incentivare la memorizzazione di formule o procedure.

Dalla letteratura di ricerca emerge il fatto che le studentesse incontrino numerose difficoltà nei processi di apprendimento, poiché i concetti di base possono risultare confusi (Redish, 2003). Le lezioni frontali spesso non incidono sulle nozioni preesistenti all'ingresso in aula. In questo contesto, lo studio di Richard Hake (1998) ha dimostrato qualitativamente come i corsi tradizionali producano un miglioramento minimo nella comprensione concettuale della meccanica. L'analisi svolta ha evidenziato che la semplice esposizione passiva contenutistica, non è sufficiente per accendere il conflitto cognitivo necessario a scardinare le misconcezioni radicate.

La ricerca si focalizza su questo aspetto al fine di elaborare strumenti e tecniche che sostengano la studentessa nel superare tali difficoltà.

Ad esempio, nello studio della meccanica newtoniana emergono discrepanze tra l'esperienza quotidiana e il concetto fisico, spesso non appreso in profondità. Molte ricerche in didattica della fisica come i lavori di Clement (1982) sulle preconccezioni, gli studi di McCloskey (1983) sulla cosiddetta "fisica ingenua" e le analisi di Halloun e Hestenes (1985) mostrano come le studentesse sviluppino concezioni intuitive del moto e della forza che difficilmente vengono modificate dall'insegnamento tradizionale. Strumenti come il Force

Concept Inventory mostrano come le studentesse, anche dopo aver seguito corsi di fisica, interpretino il moto attraverso modelli di senso comune, spesso aristotelici. È emerso, infatti, che sia frequente la convinzione secondo cui una forza sia necessaria a mantenere il moto di un corpo, nonostante ciò sia in contrasto con il primo principio della dinamica newtoniana, precedentemente studiato in classe.

Lillian McDermott (1991) ha messo in evidenza come, se l'insegnamento avviene attraverso una trasmissione astratta e senza contestualizzazione dei contenuti, anche le studentesse con buone performance scolastiche possano incontrare difficoltà nella comprensione di concetti fondamentali della fisica. L'autrice ribadisce l'importanza di metodologie didattiche basate sull'esperienza, l'indagine e la discussione collettiva, così da rendere visibili i processi di pensiero delle alunne e promuovere una comprensione più profonda dei concetti.

Queste evidenze hanno messo in discussione l'efficacia del modello di trasmissione tradizionale, orientando l'insegnamento verso approcci centrati sull'apprendimento attivo e la partecipazione.

Una delle strategie didattiche maggiormente studiate all'interno della Physics Education Research è la peer instruction, sviluppata da Eric Mazur negli anni Novanta. Questo approccio stabilisce che la comprensione concettuale possa essere favorita attraverso la discussione tra pari. Dopo una breve spiegazione dell'insegnante, le studentesse rispondono individualmente ad una domanda e successivamente sono invitate a discuterne con le compagne, confrontando i propri ragionamenti prima di una nuova risposta collettiva (Mazur, 1997). Studi empirici come quello di Crouch e Mazur (2001) hanno mostrato l'efficacia di questo approccio. Dall'analisi di diversi anni di applicazione della peer instruction nei corsi introduttivi di fisica, sono emersi miglioramenti significativi nella comprensione concettuale delle studentesse rispetto ai corsi basati esclusivamente sulla lezione frontale. La comprensione concettuale è stata misurata tramite strumenti come il Force Concept Inventory. Ricerche successive (Gjerde & Hagane, 2024) hanno inoltre analizzato i processi cognitivi che emergono durante queste discussioni, mostrando come l'interazione tra pari favorisca la spiegazione reciproca dei concetti e la costruzione condivisa di modelli interpretativi dei fenomeni fisici. Alcuni studi suggeriscono che metodologie basate sulla discussione tra pari possano contribuire a rendere gli ambienti di apprendimento più inclusivi. Ad esempio, Gok (2014) mostra come l'utilizzo della peer instruction possa ridurre le differenze di genere nella comprensione concettuale della fisica, evidenziando il ruolo delle interazioni tra studentesse nel sostenere processi di apprendimento più equi.

In parallelo allo sviluppo di modelli didattici innovativi, è emersa nella letteratura (Singh, 2015) una maggiore attenzione alle dimensioni sociali e culturali dell'apprendimento della fisica.

Numerosi studi hanno evidenziato come l'apprendimento della fisica non sia influenzato solamente da fattori cognitivi, ma anche da dimensioni culturali, relazionali e identitarie. Zahra Hazari (2010) mostra come il proseguimento degli studi in fisica sia fortemente connesso allo sviluppo di un'identità scientifica positiva, ovvero al sentirsi parte del mondo della fisica come persone riconosciute e legittimate a viverne il contesto. Questa identità si

costruisce attraverso esperienze scolastiche significative, relazioni di supporto con insegnanti e pari opportunità di partecipare attivamente alle pratiche scientifiche.

Chandrulekha Singh (2015) evidenzia come fattori quali il senso di appartenenza, il clima di classe e la fiducia nelle proprie capacità influenzino l'apprendimento della fisica e la partecipazione. Ciò contribuisce a spiegare le disuguaglianze persistenti nella disciplina. Le sue ricerche mostrano come la fisica sia spesso percepita come un ambito competitivo ed elitario, associato a stereotipi di talento innato ("brilliance") e a ambienti accademici poco inclusivi, ostacolando la partecipazione di studentesse appartenenti a gruppi marginalizzati.

Da questi riferimenti di ricerca è possibile vedere come l'insegnamento della fisica è in una fase di trasformazione: da una visione dell'apprendimento come atto individuale di acquisizione di conoscenze astratte verso una concezione in cui il carattere sociale, culturale e situato dell'esperienza educativa viene riconosciuto e incluso. Come mostrato, la ricerca contemporanea sottolinea l'importanza di ambienti inclusivi e sensibili rispetto alle esperienze diversificate delle studentesse. L'insegnamento della fisica non appare più come neutrale, ma come influenzato e intrecciato con dinamiche identitarie, culturali, relazionali e strutturali.

1.2 Cura nell'insegnamento della fisica Questo lavoro di tesi si concentra principalmente su un tema di ricerca che solo recentemente è entrato a far parte delle riflessioni pedagogiche interne al campo della didattica della fisica: il concetto di cura. Sebbene questo termine sia relativamente nuovo nel vocabolario della Physics Education Research, esso affonda le proprie radici in una tradizione filosofica e pedagogica più ampia, che ha iniziato a svilupparsi a partire dagli studi sull'etica della cura negli anni '80

Nella sua formulazione contemporanea, questo approccio viene spesso ricondotto ai lavori di Carol Gilligan (1982) e Nel Noddings (1984), che hanno messo in discussione modelli morali fondati esclusivamente su principi astratti di giustizia, proponendo invece una prospettiva che pone al centro le relazioni, la responsabilità reciproca e l'attenzione ai contesti concreti di vita. In questa prospettiva, la cura non è semplicemente una disposizione individuale o un atteggiamento emotivo, ma una pratica etica e relazionale che prende forma nelle interazioni quotidiane e nelle responsabilità che emergono all'interno delle relazioni sociali. Applicata al contesto educativo, questa prospettiva invita a considerare l'insegnamento non solo come trasmissione di contenuti disciplinari, ma come uno spazio relazionale in cui le persone coinvolte partecipano alla costruzione reciproca di significato, identità e possibilità di apprendimento.

Essa mette al centro dell'insegnamento la relazione e afferma che l'insegnante deve attivamente entrare in relazione con le studentesse, sia in una dimensione affettiva sia in una cognitiva, contribuendo a formare le loro identità e i loro successi accademici.

Parson (2016) sviluppa il concetto ponendo l'attenzione sulla giustizia sociale e sulla conoscenza/competenza culturale. Egli enfatizza l'importanza di una cura che vada oltre la relazione, ma sia un vero e proprio approccio per affrontare le disuguaglianze sistemiche che influenzano il lavoro delle studentesse. La cura culturalmente rilevante prevede una comprensione da parte dell'insegnante delle strutture economiche, politiche e sociali che generano disuguaglianze nelle opportunità di studio dei gruppi marginalizzati, in particolare delle persone nere, e un attivo impegno a sfidarle e a ribaltarle. Ancora Ladson-Billings

(1995) ha studiato come la consapevolezza delle dinamiche di potere che permeano la scuola e il sapere disciplinare sia critica per la cura delle studentesse appartenenti a gruppi marginalizzati.

Suárez and Krist (2023) offrono un'interpretazione intersezionale basata sulla giustizia sociale del pensiero di Noddings (2012), che invita gli insegnanti di scienze ad un approccio e ideologia relazionali della scuola mantenendo una forte consapevolezza critica delle strutture di disuguaglianza. Questa, che viene chiamata "justice-oriented critical caring", ha alla base la cura come atto radicale che, all'interno della scolarizzazione normativa, riesce a interrompere aspetti tecnocratici e meritocratici presenti nell'insegnamento delle scienze. La cura deve essere relazionale, basata sulla solidarietà e su elevate aspettative intellettuali nei confronti delle studentesse. Nel contesto di persone razzializzate, sottolineano come sia fondamentale che questo atto di resistenza ponga al centro i giovani come bambini, bisognosi di protezione e cura nel loro percorso di crescita e apprendimento, riconoscendo la riluttanza dei sistemi educativi dominanti a riconoscere le studentesse nere come tali.

Un altro contributo rilevante in questa direzione è offerto da Ibourk (2019), che propone un framework per una educazione scientifica trasformativa centrata sulla cura nel contesto del cambiamento climatico. L'autrice afferma che l'insegnamento delle scienze, e in particolare della fisica e delle scienze del sistema Terra, non possa limitarsi alla trasmissione contenutistica di concetti ma, debba interrogarsi anche sulle dimensioni politiche, etiche e relazionali dell'apprendimento scientifico. Dunque, la cura non è intesa come semplice supporto emotivo o impegno individuale, invece come principio strutturante capace di orientare le scelte accademiche, la partecipazione attiva e la costruzione di significato.

1.3 Politicized care

Per rispondere a questa esigenza, la ricerca educativa più recente ha compiuto un ulteriore passaggio evolutivo introducendo il framework della Politicized Care (PC). Sebbene le radici di questo concetto risalgano ai lavori di Beauboeuf-Lafontant (2002) e McKinney de Royston et al. (2017, 2021), che definiscono la cura come una forma di protezione e resistenza politica per le studentesse minorizzate, la sua sistematizzazione all'interno della didattica della fisica è merito del lavoro di Clausell Mathis e del suo gruppo di ricerca.

In particolare, Beauboeuf-Lafontant, attraverso una prospettiva "womanist", mostra come la cura praticata da insegnanti nere eccellenti non sia riducibile a supporto emotivo o benevolenza individuale, ma costituisca un atto consapevole di resistenza alle strutture scolastiche oppressive. La cura viene così intesa come pratica comunitaria, caratterizzata da chiarezza politica ed etica del rischio, capace di proteggere le studentesse minorizzate e, al contempo, di sfidare le logiche meritocratiche e tecnocratiche dominanti.

Il contributo del Mathis Research Group, basato presso la Michigan State University (Michigan, USA), ha condotto negli ultimi anni un'indagine rigorosa sulle intersezioni tra identità del docente, equità e giustizia sociale. Partendo da studi sulle predisposizioni degli insegnanti verso la Culturally Relevant Pedagogy (Mathis & Southerland, 2022), il gruppo ha progressivamente focalizzato l'attenzione su come la pratica della cura debba necessariamente politicizzarsi per essere efficace in contesti di marginalizzazione.

In questo lavoro di tesi faccio riferimento in particolare al lavoro cardine di Mathis, C., Southerland, S. A., & Jaber, L. Z. (2025), 'Tracing different forms of politicized care in teaching physics to students traditionally underserved in science', pubblicato su *Physical Review Physics Education Research*.

In questo studio, Mathis e colleghe seguono l'impegno didattico di Sarah, una docente afro-americana che, insegnando in una scuola con prevalenza di studentesse nere, si rende conto che esse, come lei, non sono supportate dal sistema scuola, in particolare all'interno della sua materia, la fisica appunto. Da questa presa di coscienza, Sarah compie un vero e proprio atto di resistenza alle disuguaglianze strutturali e istituzionali. La cura che porta avanti non è dunque un'aggiunta al suo insegnamento ma uno sguardo che permette di vedere le studentesse nella totalità della loro persona. Le studentesse colgono questa attenzione e sono più pronte e portate a fidarsi dell'insegnante e di ciò che viene insegnato e ritrovano anche fiducia nelle loro capacità. Emergono quindi tre principali aspetti di questa cura: sociale, epistemica e culturale.

Dall'esperienza di Sarah vediamo come la cura politicizzata non si limita ad agire sulle relazioni interpersonali o sulle azioni prettamente didattiche, ma trasforma profondamente lo spazio scuola, ridefinendolo come spazio intrinsecamente politico incentrato sulla cura. La scuola si presenta come spazio neutro e spesso è luogo di normalizzazioni in cui le differenze e le disuguaglianze sociali e razziali vengono taciute e occultate: Sarah, così come gli attuatori della politicized care in generale, interrompe questa normalità, facendo emergere e rendendo visibili le condizioni strutturali che plasmano le esperienze accademiche delle sue studentesse. Ridefinisce ciò che è consono e legittimo da affrontare all'interno della sua aula. Lo spazio classe diventa un luogo in cui le varie identità razziali, culturali e sociali delle studentesse sono riconosciute come parte integrante e fondante dell'apprendimento, non più marginalizzate né naturalizzate.

Questa trasformazione dello spazio avviene in primo luogo da una ridefinizione dei rapporti di potere. Sarah, infatti, fonda la sua cura su autentiche relazioni che pongono al centro la solidarietà e un'alta stima ed aspettativa verso le competenze intellettuali delle alunne, contrastando così le logiche deficit-based di cui spesso risentono le studentesse nere e marginalizzate. La classe diventa dunque un luogo di protezione in cui esse possono compiere rischi cognitivi senza paura di essere svalutati.

Dunque, prendersi cura significa creare uno spazio in cui le studentesse possano esistere come persone degne di rispetto, attenzione e aspettative elevate, sfidando così il potere e le norme istituzionali vigenti che spesso negano questa visione.

Le discussioni sulle ingiustizie sociali e sul razzismo non sono trattate come distrazioni o deviazioni dal programma di fisica, ma come elementi essenziali per rendere il sapere scientifico significativo e accessibile. La classe, dunque, benché non sia uno spazio esplicitamente militante, è sicuramente politica in quanto mette in discussione non solo le norme istituzionali, ma anche la separazione tra scienza e società. L'insegnamento della fisica si colloca sempre all'interno di un determinato contesto politico; questo spesso è elitario ed escludente, come emerge anche dalle risposte rivolte ad alcune pratiche messe in atto da Sarah. La governance scolastica percepisce alcune azioni come troppo politiche; questo evidenzia come lo spazio scuola sia già politicizzato, ma secondo altre logiche, ovvero quelle che favoriscono le persone già privilegiate, mantenendo lo status quo e nascondendosi dietro la neutralità. Dunque la cura non introduce politica nella scuola ma la rende visibile e la adopera mettendola al servizio di tutte le sue studentesse.

Le autrici alla luce della letteratura, suddividono il tema della cura in tre dimensioni: cura sociale, cura epistemica, e cura accademica.

La cura sociale

Una dimensione della cura politicizzata è la cura sociale, che concerne il riconoscimento delle studentesse come individui, al di là del loro semplice status di studentesse di fisica. Sono trattate come persone complete con esperienza, storie, comunità che non possono in alcun modo essere separate dall'apprendimento delle discipline. Questi aspetti non vengono lasciati fuori dalla porta, ma diventano parte integrante del processo educativo.

La cura dunque si manifesta tramite relazioni che favoriscono fiducia e spirito di appartenenza, senza esse, infatti, le studentesse, ed in particolare le studentesse marginalizzate e razzializzate, interiorizzano senso di esclusione e di inadeguatezza. Sarah, attraverso consapevoli decisioni di parlare di discriminazioni, di sostenere eventi culturali e sociali delle studentesse al di fuori dell'ambito prettamente scolastico, facilita la creazione di una comunità.

Le studentesse iniziano infatti a riconoscersi reciprocamente, a reinterpretare le loro difficoltà non come fallimenti individuali ma come risultati di strutture ingiuste. Tramite la scelta di inserire nel curriculum esempi di scienziati afroamericani si instaura nelle studentesse un senso di orgoglio per le proprie identità. L'ambiente viene così reso sicuro, e legittimando le identità dei singoli si favorisce la partecipazione attiva, creando le condizioni relazionali ed emotive necessarie per l'apprendimento scientifico.

La cura epistemica

La cura epistemica enfatizza il pensiero e i processi cognitivi e di comprensione delle studentesse, considerando la loro identità in quanto soggetti conoscitivi legittimi. In un sistema scolastico che punta alla prestazione individuale, alla correttezza del risultato, alla rapidità di risoluzione ed alla valutazione, che non fanno altro che rafforzare gerarchie epistemiche che prediligono alcune studentesse e ne marginalizzano altre, è necessario porre attenzione ai processi di comprensione e alle loro emozioni cognitive. Vediamo l'espressione della cura epistemica di Sarah nell'interpretare le mancanze delle studentesse non come fallimenti individuali, bensì come specifici risultati di convenzioni e rappresentazioni scolastiche. Un esempio è la difficoltà delle studentesse nel cogliere la differenza tra le onde longitudinali e trasversali. Questa confusione non viene interpretata come mancanza di impegno o capacità, bensì l'insegnante si pone nei panni delle sue studentesse comprendendo come la loro esperienza pregressa con le onde sia quasi esclusivamente visiva, connessa a rappresentazioni sinusoidali distanti dalle rappresentazioni standard.

Questa forma di cura è evidente anche nella disponibilità dell'insegnante ad accogliere l'incertezza e l'errore, considerandoli e trasmettendoli come parte integrante del progresso scientifico. L'insegnante è pronto a rallentare il ritmo della lezione per favorire spiegazioni e dare spazio a forme alternative di espressione del pensiero scientifico che ampliano ciò che è considerato "fare fisica". La Cura epistemica è in questo senso una forma di giustizia epistemica: afferma che tutte le studentesse hanno diritto di essere riconosciute come persone conoscitive, capaci di concorrere come partecipanti attivi alla costruzione della conoscenza scientifica come partecipanti anche quando il loro modo di pensare si discosta da quello dominante.

La cura accademica

La terza dimensione che costituisce la cura politicizzata è la cura accademica; questa pone attenzione al successo delle studentesse all'interno delle strutture scolastiche esistenti. Nonostante il sistema sia fallace e non adatto a loro, l'insegnante deve porre attenzione all'impatto dei voti e dei diplomi. Non si possono infatti trascurare le conseguenze materiali dell'istruzione sul futuro delle studentesse, specialmente di quelli che non possono contare su reti di protezione esterne in caso di insuccesso scolastico. La cura consiste nel riuscire a preparare al mondo reale anche quando questo è ingiusto. Ciò si manifesta attraverso pratiche di Scaffolding mirate, come fornire indicazioni esplicite su passaggi matematici, ribadire le unità di misura da adoperare o ridurre temporaneamente la complessità di alcuni compiti. Tali scelte sono motivate dal desiderio di evitare che le studentesse si sentano affrante e demotivate e si allontanino da una materia già percepita come ostile. Sarah crea uno spazio di protezione in cui sperimentare il successo e far sì che le studentesse tengano aperta la possibilità di continuare il proprio percorso di studi.

Uno degli aspetti più determinanti della cura politicizzata è la comprensione che le diverse forme di cura non sempre sono allineate. Al contrario, esse danno origine ad una serie di tensioni che riflettono le contraddizioni strutturali e oppressive del sistema scolastico stesso. La cura politicizzata non vuole eliminare queste tensioni, ma renderle visibili e riconoscerle come parte integrante del lavoro pedagogico da sviluppare in contesti che sono segnati da disuguaglianze razziali, di classe, di genere.

La cura politicizzata, nel caso di Sarah, si concretizza nella capacità di tenere insieme queste tensioni. In molti contesti ed occasioni la cura sociale ed epistemica si amplificano e sostengono reciprocamente; se le studentesse si sentono riconosciute, protette e rispettate, si verificano le condizioni relazionali ed emotive che consentono alle studentesse di sentirsi sicuri nell'assumere rischi cognitivi. Allo stesso tempo il riconoscimento di questi ultimi come soggetti conoscitivi contribuisce ad alimentare il loro senso di comunità dell'apprendimento. Il riconoscimento epistemico dato dalla valorizzazione dei processi di pensiero comunica il valore del loro contributo, rafforzando dunque il legame relazionale e producendo così un circolo virtuoso.

La cura accademica può fornire supporto alle altre due nella misura in cui costituisce uno strumento di accesso: per esempio, se il superamento di esami garantisce una possibilità di continuazione dello studio della fisica, la cura accademica favorisce di conseguenza anche la cura epistemica.

Come abbiamo già accennato, le contraddizioni sono centrali. L'insegnante nel tentativo di proteggere le studentesse dal fallimento spesso semplifica esageratamente la complessità dei problemi. E se ciò, da un lato, fa sperimentare il successo accademico, dall'altra possono proporsi situazioni in cui la studentessa sia limitata nel confronto con l'incertezza e la complessità, riducendo dunque la sua libertà e sicurezza epistemica.

Esistono tensioni anche tra la cura sociale e il rigore disciplinare intrinseco nel successo accademico. Ciò è però spesso il prodotto di un sistema che associa disciplina a pratiche esclusive e punitive. Infatti, il semplificare i compiti non derivava da una sfiducia nelle capacità delle studentesse, ma piuttosto da una consapevolezza delle conseguenze cumulative che il fallimento può avere, specialmente per persone già marginalizzate.

La forza della cura politicizzata sta proprio nell'abitare queste contraddizioni

consapevolmente. L'insegnante, piuttosto che focalizzarsi su una determinata forma di cura, traslasciando le altre, mantiene una posizione di riflessione che consente di valutare continuamente le proprie scelte. In un sistema di non equità e disparità, molti atti di cura sono parziali e potenzialmente ambivalenti. Questa capacità di abitare la contraddizione e la complessità si rifà alle teorie di justice-oriented critical caring e agli studi di McKinney, de Royston e Watson, i quali affermano che per molti educatori razzializzati la cura politicizzata consiste proprio nel navigare le tensioni trasformando lo spazio scolastico, seppur nei vincoli istituzionali.

1.4 Problemi e necessità di modifiche

Nel parlare di politicized care ci siamo principalmente riferite allo studio di Mathis, Southerland e Jaber, che segue un'insegnante, Sarah, nella sua applicazione della cura politicizzata all'interno della classe di fisica. Lo studio è un contributo rilevante nell'ambito dell'educazione scientifica orientata alla giustizia; ciò rende necessaria una comprensione dei limiti che ne determinano la portata. Il caso di studio è fortemente determinato dal suo contesto specifico. L'analisi, infatti, si concentra su di una sola insegnante, afroamericana, con una forte consapevolezza politica e impegno concreto ed esplicito verso le pratiche di cura descritte. Ciò è coerente con l'obiettivo di evidenziare una forma di pedagogia anch'essa spesso marginalizzata, ma porta con sé incertezza sulla generalizzabilità delle conclusioni. Un limite determinante è la centralità del potere di azione dei singoli insegnanti, che privati del supporto istituzionale, sono costretti a mettere in atto pratiche "eccezionali", la cui responsabilità ricade sul singolo docente che le mette in atto. La scuola assume quindi un ruolo secondario e spesso viene deresponsabilizzata. Inoltre, è posta poca attenzione alle politiche educative più ampie. È inoltre difficile cogliere le voci delle studentesse e comprendere in che misura e in che maniera quest'ultime comprendano le pratiche di cura.

Nonostante queste restrizioni, vogliamo usare questo modello come guida nell'analizzare spazi esistenti, l'obiettivo è capire se e in che modalità questi sono leggibili in termini di cura.

Nonostante il concetto di politicized care sia stato elaborato in letteratura principalmente a partire dall'esperienza di educatori e studentesse nere nel contesto statunitense, e dunque in stretta connessione con le dinamiche storiche e strutturali del razzismo anti-Black, il suo impianto teorico non è intrinsecamente circoscritto a una sola configurazione di oppressione. Nel nostro contesto, segnato da specifiche traiettorie storiche, demografiche e istituzionali, le forme di marginalizzazione si articolano in modo differente e non sempre coincidono con quelle che hanno originato il framework. Questo non implica una rimozione della dimensione razziale, né una sua svalutazione, ma una scelta analitica orientata alla pertinenza contestuale: applicare la politicized care significa, prima di tutto, interrogare le strutture di potere effettivamente operanti nello spazio in cui si interviene. In tale prospettiva, pur riconoscendo la centralità del pensiero che ha posto la blackness al centro della riflessione pedagogica critica, l'analisi affrontata in questa tesi, si concentra su quelle dinamiche di esclusione che risultano maggiormente visibili e documentate nel contesto del Dipartimento di Fisica e Astronomia, in particolare rispetto al genere e ad altre dimensioni identitarie a cui questo si interseca. La politicized care viene così assunta non come categoria identitaria fissa, ma come lente critica capace di adattarsi alle specifiche configurazioni locali di marginalizzazione ed esclusione.

1.5 Intersezionalità e applicazioni del difa

Il Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Bologna (DIFA), di cui faccio parte, costituisce il contesto istituzionale in cui si colloca il laboratorio analizzato nella presente tesi, sul quale viene applicata la lente della politicized care. L'adozione di questo framework non nasce da un interesse puramente teorico, ma dall'osservazione di dinamiche strutturali che attraversano il dipartimento e che sono state messe in luce anche da ricerche interne, come la tesi *Come perturbazioni assorbite e dissipate dal sistema. Un'indagine su donne, genere e scienza presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Bologna* (Fiori, 2024). In questo lavoro il dipartimento viene analizzato attraverso un questionario e una serie di interviste rivolte a docenti, ricercatrici, assegniste e dottorande, mettendo in luce la presenza di stereotipi di genere, difficoltà di riconoscimento e percezioni di limitata valorizzazione delle competenze, ma anche la complessità delle dinamiche istituzionali che possono assorbire o trasformare tali tensioni. Le criticità emerse non vengono interpretate come problemi individuali, ma come fenomeni legati a configurazioni culturali e organizzative più ampie, che influenzano il modo in cui le persone vivono la propria esperienza all'interno della comunità scientifica.

Allo stesso tempo, il DIFA non può essere descritto in modo univoco come uno spazio esclusivamente problematico. Le stesse ricerche condotte al suo interno, tra cui diverse tesi sviluppate negli ultimi anni, mostrano come il dipartimento rappresenti anche un contesto attraversato da processi di riflessione critica, di autoanalisi e di volontà di trasformazione. In *Profili di eccellenza e brilliance in fisica: un'indagine qualitativa sulle capacità ritenute fondamentali per il successo formativo e professionale* (Fontana, 2025) viene indagato il modo in cui all'interno del dipartimento vengono definite le qualità associate all'eccellenza scientifica, mostrando come le rappresentazioni del talento, dell'impegno e della cosiddetta brilliance influenzino le aspettative nei confronti delle studentesse e contribuiscano a costruire modelli di successo non sempre neutrali rispetto al genere. In *Indagine sulla relazione tra cultura umanistica e scientifica con studenti della laurea in fisica* (Girani, 2023) emerge come l'iper-specializzazione e la separazione tra cultura scientifica e cultura umanistica possano essere vissute dalle studentesse come elementi di insoddisfazione e demotivazione, suggerendo la necessità di ripensare il percorso formativo in una direzione più aperta e interdisciplinare. Analogamente, in *Un approccio epistemologico all'apprendimento. Indagine con studentesse e studenti della Laurea in Fisica* (Leopardi, 2024) viene evidenziato il ruolo delle dimensioni epistemologiche e del posizionamento personale rispetto al sapere scientifico, mostrando come la mancanza di spazi di riflessione e confronto possa rendere l'apprendimento meno inclusivo e meno significativo per una parte delle studentesse. Nel loro insieme, questi lavori restituiscono l'immagine di un dipartimento come uno spazio complesso, attraversato da tensioni, pratiche consolidate e tentativi di rinnovamento, in cui le stesse criticità diventano oggetto di studio e di discussione all'interno della comunità accademica.

Applicare la politicized care al DIFA significa allora assumere che lo spazio della fisica non sia neutro, ma attraversato da relazioni di potere che contribuiscono a definire chi viene riconosciuto come legittimo partecipante alla costruzione del sapere disciplinare e chi,

invece, può incontrare maggiori difficoltà nel sentirsi parte della comunità scientifica. L'attenzione alle esperienze delle persone socializzate donne nel dipartimento, in termini di accesso, permanenza, riconoscimento e partecipazione, rappresenta un primo terreno privilegiato di analisi. Tuttavia, coerentemente con la prospettiva intersezionale delineata, l'obiettivo non è sostituire una categoria con un'altra, ma utilizzare la politicized care come strumento critico capace di interrogare le forme di esclusione che possono manifestarsi nel nostro contesto attraverso genere, età, status socioeconomico e altre dimensioni identitarie. La politicized care diventa così una chiave interpretativa per leggere il DIFA non solo come luogo di produzione di conoscenza scientifica, ma come spazio sociale in cui si riproducono, e allo stesso tempo possono essere messi in discussione, specifici assetti culturali e istituzionali.

È importante precisare che il framework della politicized care non viene applicato direttamente all'intero dipartimento, ma al laboratorio 2 della winter school ONSCI, un contesto formativo specifico e temporaneo che si svolge all'interno del DIFA ma non fa parte del curriculum ordinario degli studi. La scelta di concentrarsi su questo laboratorio permette di osservare in modo situato come alcune pratiche educative possano aprire spazi di partecipazione, discussione e costruzione collettiva del sapere all'interno di un ambiente accademico già attraversato dalle dinamiche sopra descritte. Il laboratorio non viene quindi presentato come un modello contrapposto al dipartimento, ma come un caso di studio che consente di interrogare, su scala ridotta e sperimentale, le possibilità e i limiti di pratiche riconducibili alla politicized care nel contesto universitario, in continuità con un percorso di riflessione già presente all'interno dello stesso DIFA.

Per applicare la nostra lente ad un contesto così diverso dalla classe di Sarah, è necessario ricorrere ad un approccio intersezionale. Infatti nel Dipartimento di Fisica e Astronomia a Bologna, Italia, possiamo osservare diversi gruppi di studentesse marginalizzate.

Studi recenti nella PER hanno indagato nello specifico come intersezioni tra genere, status socioeconomico, appartenenza razziale e altre caratteristiche influenzano la partecipazione e l'esperienza delle studentesse nella disciplina. Ad esempio, Santana e Singh (2022) mostrano attraverso interviste empatiche che le studentesse di fisica affrontano sfide sistemiche legate alla cultura dominante di mascolinità e gerarchia disciplinare, e sottolineano come chi riveste posizioni di potere, come insegnanti e dipartimenti, possano favorire o ostacolare ambienti più equi e inclusivi per persone che storicamente sono state marginalizzate. Coerentemente, Keblbeck, Piatek-Jimenez e Medina esplorano come più identità sottorappresentate, come ad esempio genere, status socioeconomico interagiscono per produrre ostacoli sommativi nel percorso degli studi in fisica, evidenziando dunque la natura strutturale e cumulativa degli ostacoli e della marginalizzazione

Questi risultati confermano che l'apprendimento della fisica non è influenzato solo da singole dimensioni identitarie, ma è necessario avere una lettura ampia e di co-costruzione delle marginalizzazioni e del privilegio. Ciò ci permette quindi di analizzare come norme, valori e pratiche nell'insegnamento della fisica possano includere od escludere studentesse.

La politicized care, in chiave intersezionale, non corrisponde ad un intervento rivolto ad una singola categoria marginalizzata, ma come pratica globale capace di mettere in discussione e trasformare le condizioni strutturali che definiscono chi è legittimato a partecipare alla costruzione della fisica e chi è posto ai margini da questi stessi sistemi. La cura assume piena valenza politica non solo rispetto a specifiche disuguaglianze ma diventa una lente

critica con cui rendere visibili le varie stratificazioni identitarie che attraversano gli spazi di apprendimento della fisica. Quindi, nella nostra analisi non ci concentreremo solo su persone razzializzate ma prenderemo principalmente in considerazione fattori come il genere e l'età nelle loro sfaccettature e sovrapposizioni.

Infatti, la PER mostra come le differenze di genere nella fisica non si manifestano in termini di capacità cognitive, ma, piuttosto, in termini di identità fisica, senso di appartenenza e legittimità nell'occupare spazio accademico spesso escludente e maschile (Hazari et al., 2010; Santana & Singh, 2022). Le studentesse hanno un minore riconoscimento di se stesse come persone adatte alla fisica, ciò è determinato da ambienti competitivi e gerarchici che rafforzano queste dinamiche. Altre ricerche, incentrate su identità queer, ci mostrano come la presunta neutralità della fisica si traduca spesso in invisibilizzazione e marginalizzazione delle stesse identità influenzando il benessere e la continuazione degli studi scientifici (Atherton et al., 2024). Anche le età costituiscono posizioni differenti rispetto le norme implicite e contribuiscono a ridefinire chi è una studentessa di fisica e chi può fare scienza.

Capitolo 2 - Osservazione del laboratorio 2 della winter school ONSCI 2026

2.1 Introduzione ONSCI

In questo capitolo introduciamo il contesto che vogliamo indagare attraverso la lente della politicized care, ovvero il laboratorio 2 proposto all'interno dell'Officina di Narrazione della Scienza ONSCI. ONSCI nasce, all'interno del Dipartimento di Fisica e Astronomia A. Righi dell'Università di Bologna, come spazio di sperimentazione e riflessione dedicato alla narrazione della scienza, studiata non soltanto come tecnica di divulgazione, ma anche come pratica culturale, epistemologica e relazionale. Dalla sua creazione, nel 2021, ONSCI si configura come spazio interdisciplinare rivolto a ripensare il rapporto tra la scienza e la società, trattando tematiche quali il rischio, l'incertezza e ponendo al centro una costruzione condivisa di significato del fare scienza.

Negli anni i focus e le modalità della scuola sono stati ampliati e modificati. Fin dalla sua istituzione, ONSCI non nasce come semplice spazio di divulgazione scientifica né come laboratorio tecnico di comunicazione, ma come luogo di interrogazione critica del rapporto tra scienza e società. La narrazione non è trattata come tecnica propedeutica o strumento di semplificazione, bensì come pratica epistemologica, culturale e relazionale. In questa prospettiva, raccontare la scienza significa incidere nei processi di costruzione del significato, rendere esplicite le cornici interpretative entro cui il sapere prende forma e porre la dimensione pubblica del fare scienza come questione politica.

Nella fase fondativa, l'attenzione si concentra sulla critica al deficit model, paradigma secondo cui la distanza tra scienza e società sarebbe da imputare principalmente a una carenza di conoscenze nel pubblico. Questo modello presuppone una concezione unidirezionale e trasmissiva del sapere: l'esperto viene percepito come la figura che produce dei contenuti corretti, ed il pubblico come la figura che li riceve passivamente. Questa impostazione è stata profondamente problematicizzata durante la scuola, mostrando come la comunicazione scientifica non possa essere ridotta a un trasferimento lineare di informazioni, ma debba essere intesa come processo relazionale.

Nella seconda edizione del 2022 la riflessione si è ampliata confrontando i modelli di deficit, dialogo e partecipazione, evidenziando come ciascuna configurazione presupponga una diversa distribuzione di autorità (epistemica) e una diversa rappresentazione del pubblico. L'attenzione si è spostata progressivamente dal contenuto al contesto, dalla correttezza dell'informazione alla qualità della relazione. La fiducia emerge come elemento fondamentale del rapporto tra scienza e società, non come effetto secondario. Emerge e si consolida anche la dimensione interdisciplinare dell'Officina, infatti, accanto a ricercatrici universitarie partecipano anche professionisti della scrittura scientifica, dell'editoria e della comunicazione culturale, ampliando le competenze coinvolte.

Nel 2023 il tema del rischio diventa progressivamente centrale. La distinzione tra rischio calcolato e rischio percepito consente di evidenziare la distanza tra formalizzazione scientifica e vissuto sociale. L'incertezza non viene più concepita come limite da eliminare, ma come spazio di negoziazione sull'accettabilità del rischio stesso, entro cui si può agire.

Questo passaggio segna un cambiamento teorico rilevante, l'esperto non è più unica fonte legittima di verità, ma è un attore situato, dall'altra parte il pubblico non è più destinatario passivo, ma interlocutore che partecipa attivamente alla costruzione di senso. In questo contesto la comunicazione diventa pratica di co-costruzione.

Negli anni successivi l'orizzonte si amplia ulteriormente, includendo musei e istituzioni culturali come dispositivi narrativi. La selezione degli oggetti esposti, le modalità di allestimento e le cornici interpretative vengono analizzate come scelte situate e dunque politiche.

Nel 2026 la quinta edizione dell'Officina di Narrazione della Scienza si è articolata attorno al tema "Dialogo tra scienza e società ai tempi del rischio", proponendo un percorso intensivo di formazione e confronto rivolto a studentesse di laurea e dottorato, giovani ricercatrici, insegnanti e professioniste della comunicazione scientifica. Le sessioni mattutine, svoltesi presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia "A. Righi" dell'Università di Bologna, hanno costituito il momento teorico di maggiore sistematizzazione concettuale. Tra gli ospiti intervenuti figurano Giancarlo Sturloni, Barbara Saracino, Michela Catenacci, Luigi Civalleri, Luca Marchetti, Cristina Rigutto e Massimo Bernardi, insieme a Micol Todesco dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Alla tavola rotonda di apertura hanno preso parte Paolo Ruggieri e Claudia Testa (Dipartimento di Fisica e Astronomia), Barbara Saracino (Dipartimento di Scienze Politiche e Sociali) e ancora Micol Todesco, evidenziando fin dall'inizio la dimensione interdisciplinare del confronto. Rispetto alle edizioni precedenti, in cui il focus era maggiormente distribuito tra linguaggio, musei e modelli comunicativi, il 2026 mostra una più marcata centralità del rischio come categoria trasversale capace di connettere scienze naturali, scienze sociali e pratiche comunicative.

Accanto alle lezioni teoriche, la struttura laboratoriale ha mantenuto un ruolo centrale. Il Laboratorio 1, "A microfono aperto", è stato condotto da Monica Murano e Andrea Brunello, mentre il Laboratorio 2, "Comprendere il rischio, gestire l'incertezza, reimmaginare i futuri", è stato guidato da Giulia Tasquier e Lorenzo Miani, con la partecipazione di Federica Moscatelli e Francesco De Zuani Cassina. La configurazione dei laboratori conferma la natura dialogica e partecipativa di ONSCI, in cui la costruzione del sapere avviene attraverso esercizi di narrazione, confronto collettivo e sperimentazione interdisciplinare.

2.2 Gruppo di ricerca in didattica della fisica (I SEE, FEDORA, CLIMADEMY, FEDORAS)

Il laboratorio 2 della scuola ONSCI è sempre stato organizzato e costruito dal gruppo di ricerca in Didattica e Storia della fisica del DIFA. Il gruppo di ricerca si occupa di comprendere e migliorare i processi di insegnamento e apprendimento della fisica, con una forte attenzione alla formazione insegnanti, all'integrazione interdisciplinare e allo sviluppo di competenze orientate al futuro e alla sostenibilità.

Il gruppo ha sviluppato un suo approccio specifico negli anni soprattutto grazie al coordinamento e alla partecipazione di vari progetti europei, soprattutto nell'ambito Erasmus+ per l'innovazione didattica e nel programma HORIZON.

Uno dei temi centrali su cui ci si è concentrati negli anni è l'educazione scientifica orientata al futuro, anche chiamata Futures-Oriented Science Education (Levrini et al., 2019, 2021; Laherto et al., 2023; Rasa, 2024; Rasa & Laherto, 2022). Questo modello si concentra sul ruolo che gli studi legati al futuro hanno e possono avere nella scienza.

In particolare, questo approccio si rifa al campo di studi interdisciplinare chiamato Futures Studies. Questo indaga i modi in cui individui e società immaginano, anticipano e costruiscono possibili futuri. Piuttosto che prevedere il futuro in modo deterministico, questo ambito si concentra sull'esplorazione di scenari alternativi, sull'analisi delle incertezze e sullo sviluppo della capacità di riflettere criticamente sulle conseguenze delle scelte presenti. Nell'educazione scientifica, questo approccio mira a sviluppare nelle studentesse competenze di *futures thinking*, permettendo loro di collegare la conoscenza scientifica alle trasformazioni sociali e ambientali e di immaginare futuri possibili e desiderabili (Levrini et al., 2019).

Sebbene l'alfabetizzazione al futuro occupi un ruolo centrale nella discussione sull'educazione scientifica, questo approccio considera il futuro non solo come un argomento, ma come un concetto fondamentale che plasma molti aspetti delle relazioni che abbiamo con la scienza e la nostra società (Miani, 2025).

Il modello FOSE è stato sviluppato nell'ambito dei progetti finanziati dall'Unione Europea I SEE (2016-2019) e FEDORA (2019-2022), entrambi guidati dal gruppo di ricerca in Didattica della Fisica dell'Università di Bologna e con la partecipazione di altri partner in Europa.

Il progetto I SEE, fondato nel 2016 nell'ambito del programma ERASMUS+ KA2 dell'UE, nasce dalla collaborazione tra otto partner: tre scuole secondarie, due università, una ONG ambientalista, un'associazione di insegnanti e una fondazione privata provenienti da Finlandia, Islanda, Italia e Regno Unito (Levrini et al., 2021, p. 8).

I SEE sta per Inclusive STEM Education to Enhance the capacity to aspire and to imagine future careers (Educazione STEM inclusiva per migliorare la capacità di aspirare e immaginare carriere future). L'obiettivo del progetto era quello di affrontare la questione dell'educazione scientifica posta dall'insostenibilità globale e dall'incertezza futura, progettando approcci innovativi e moduli didattici, al fine di promuovere l'identità delle studentesse come cittadini globali, sviluppando al contempo competenze professionali attraverso l'educazione scientifica dentro e fuori dalla scuola.

I moduli I SEE si concentrano sulle cosiddette competenze di "future-scaffolding", ovvero "la capacità di costruire visioni del futuro che stimolino l'azione nel presente con uno sguardo rivolto all'orizzonte" (I SEE, 2016-2019, <https://iseeproject.eu/>), con l'obiettivo di rendere l'educazione STEM più rilevante dal punto di vista personale, sociale e professionale per il futuro delle giovani generazioni.

FEDORA è invece un progetto HORIZON che si è svolto tra il 2020 e il 2023 e ha riunito sei istituzioni partner provenienti da cinque paesi europei.

In FEDORA, ovvero Future-oriented Science Education to enhance Responsibility and Engagement in the society of acceleration and uncertainty (FEDORA, 2020-2023, <https://www.fedora-project.eu/>), sono state condotte ricerche e pratiche volte alla

rigenerazione dell'ecosistema dell'apprendimento scientifico, sviluppando un modello orientato al futuro per consentire il pensiero creativo, la lungimiranza e la speranza attiva, come competenze necessarie nell'educazione scientifica formale e informale.

Il nucleo di FEDORA è la convinzione che nel mondo odierno, in rapida evoluzione e in continuo cambiamento, l'educazione scientifica dovrebbe adottare nuovi approcci aperti, collaborativi, fantasiosi e curiosi. Tre aspetti principali dell'istruzione che appaiono obsoleti sono:

- la dissonanza tra l'organizzazione iper-specializzata dell'insegnamento delle scienze e il carattere inter-multi-transdisciplinare dell'innovazione;
- il carattere atemporale degli approcci didattici, che dovrebbero invece aiutare le studentesse a sviluppare la capacità di agire sul futuro;
- l'uso di linguaggi formalizzati ed esclusivi nelle scuole, inadeguati per affrontare sfide complesse e inter-multi-transdisciplinari.

Il progetto ha prodotto numerosi documenti rilevanti che hanno orientato il campo di ricerca e un manifesto per rigenerare l'educazione scientifica (Levrini et al., 2021; Miani, 2025).

Un terzo progetto rilevante per il contesto presentato in questa tesi è il progetto CLIMADEMY - Climate Change Teacher Academy, finanziato dal programma Erasmus nel periodo 2022-2025.

Il progetto vuole rafforzare la formazione degli insegnanti europei sul tema del cambiamento climatico, sviluppando competenze pedagogiche e scientifiche necessarie per affrontare il tema in classe. CLIMADEMY vede la partecipazione di università, istituti di formazione di insegnanti e scuole, questi provenienti da diversi paesi europei tra cui Italia, Germania, Francia e Finlandia. Si vuole costruire una rete di collaborazione tra ricerca in ambito educativo e pratica didattica. All'interno del progetto vengono sviluppati percorsi di formazione, materiali didattici e strumenti pedagogici, integrando conoscenze scientifiche sui sistemi climatici con riflessioni sulle dimensioni sociali e politiche della sostenibilità. Il gruppo di ricerca in Didattica della Fisica dell'Università di Bologna contribuisce al progetto attraverso attività di ricerca, formazione insegnanti e progettazione di materiali didattici che collegano fisica, clima e sostenibilità.

L'ultimo progetto, in cui la ricerca presentata nel laboratorio si colloca, è il progetto FEDORAS, una Teacher Academy finanziata nel progetto Erasmus, iniziata nel 2025 dalla collaborazione tra diversi partner che hanno fatto parte dei progetti sopracitati.

La FEDORAS Academy mette assieme una rete di scuole, ricercatrici, formatori di insegnanti e comunità in tutta Europa che lavorano insieme per ripensare la formazione degli insegnanti partendo da zero, sostenendo gli educatori nella co-creazione di nuovi approcci all'insegnamento e all'apprendimento.

L'Accademia si basa direttamente sulle intuizioni, i metodi e i risultati di precedenti progetti europei e riconosce la necessità di un approccio rigenerativo all'istruzione, che sia collaborativo, contestualizzato e in grado di rispondere alla complessità (The FEDORAS Teacher Academy).

L'academy ha alla base una progettazione collaborativa tra insegnanti, ricercatrici e comunità scientifiche. Al suo interno, vengono creati spazi di innovazione come ChangeLabs e Open Schooling Networks per sperimentare delle nuove pratiche educative tra docenti provenienti da diverse tradizioni disciplinari e nazionali. C'è inoltre un focus sulla valutazione di un apprendimento trasformativo e dunque di risorse e strumenti per esplorare ed evolvere tale tema.

La conoscenza e gli approcci prodotti in questi progetti costituiscono la spina dorsale dei diversi Laboratorio 2 che si sono seguiti negli anni all'interno della scuola ONSCI. L'obiettivo è quello di "integrare la risoluzione dei problemi e il pensiero critico nell'educazione scientifica per affrontare efficacemente le incertezze future, comprese le sfide ambientali" (Miani, 2025, p. 20) e fornire le basi per lo sviluppo del modello FOSE.

2.3 Laboratorio 2: "Comprendere il rischio, gestire l'incertezza, reimmaginare i futuri" (arriva dai lavori di tesi di FDZ, LM, FM)

La nostra analisi si andrà a concentrare sul laboratorio 2 dell'edizione di ONSCI 2026, dal nome "Comprendere il rischio, gestire l'incertezza, reimmaginare i futuri". Il laboratorio, coordinato dalla Prof. Giulia Tasquier e ideato dalla collaborazione tra i lavori di ricerca originali sviluppato in tre tesi di dottorato

- Lorenzo Miani (PhD in Didattica della Fisica nel 2025 presso l'Università di Bologna - Embracing Uncertainties In Climate Change Education: Design And Implementation Of A Future-Oriented Science Education Approach To Develop Sustainability Competences),
- Francesco De Zuani Cassina (PhD in Didattica della Fisica nel 2025 presso l'Università di Bologna - Physics Education And Identity Development: The "Personal Epistemological Consonance/Dissonance" Construct e
- Federica Moscatelli (current PhD in Lingue, Letterature e Culture Moderne, focus lingue Ispano-Americane presso l'Università di Bologna - Co-Spirazioni Per Il Futuro: Immaginare Alternative Comunitarie Nella Letteratura Ecodistopica Ispanoamericana Contemporanea.

Il laboratorio non nasce dal nulla ma come la sintesi operativa e metodologica di un percorso di ricerca durato negli anni, sviluppato presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Bologna (DIFA). Il progetto rappresenta la traduzione didattica dei lavori di dottorato di Lorenzo Miani, Francesco De Zuani Cassina e Federica Moscatelli, con il contributo di Giulia Tasquier in qualità di coordinatrice del laboratorio. Alla base di questo corso c'è un'esigenza epistemologica emersa con forza nelle loro ricerche: la necessità di "futurizzare" l'educazione scientifica (futurising science education), ovvero ripensare la finalità, i contenuti e le pratiche dell'insegnamento delle scienze alla luce delle trasformazioni sistemiche indotte dalla crisi climatica, dalla condizione di incertezza strutturale caratterizzante il presente, e dal confronto attivo e necessario tra cultura scientifica e umanistica.

Il nucleo teorico originario deriva in particolare dalle ricerche in Didattica della Fisica di Lorenzo e Francesco sulla relazione tra scienza ed educazione rispetto a temi come cambiamenti climatici e futuro. Le loro tesi mettono in evidenza come l'insegnamento tradizionale della scienza, fondato su una rappresentazione lineare e cumulativa del sapere, tenda a presentare la conoscenza scientifica come un insieme di verità certe, stabili e decontestualizzate. Tale impostazione, seppur efficace per trasmettere contenuti disciplinari, risulta inadeguata a preparare i cittadini alla crisi climatica, che è intrinsecamente caratterizzata da complessità, modellizzazione probabilistica, scenari multipli e decisioni in condizioni di incertezza. In questo contesto emerge la necessità di una riconcettualizzazione della Nature of Science (NOS): la scienza non più come archivio di certezze, ma come pratica sociale situata, essa diventa campo dinamico di forze epistemiche, politiche ed etiche, in dialogo continuo con la società.

Dalla collaborazione sviluppata negli ultimi anni tra ricercatrici e docenti coinvolti nel progetto è nato un corso, chiamato "Verso Nuovi Scenari Futuri" rivolto a studentesse della scuola secondaria, progettato per mettere in relazione temi quali incertezza, complessità, sostenibilità e costruzione del futuro nel contesto della crisi climatica. L'obiettivo del corso è quello di affrontare il tema del cambiamento climatico non soltanto attraverso la trasmissione di contenuti scientifici, ma attraverso attività che permettano alle partecipanti di confrontarsi con la dimensione decisionale, sociale e politica dei processi climatici.

All'interno di questo percorso è stato sviluppato il gioco FyouTURES, un'attività educativa progettata per supportare la costruzione di scenari desiderabili di futuro attraverso l'interazione con un simulatore climatico. Il gioco si basa sull'utilizzo di un simulatore interattivo, En-ROADS, sviluppato dalla collaborazione tra la Sloan School del MIT e dall'azienda Climate Interactive, che rappresenta alcune delle principali variabili coinvolte nelle trasformazioni del sistema climatico, come politiche energetiche, sviluppo tecnologico, dinamiche economiche e scelte sociali, permettendo ai partecipanti di osservare come diverse combinazioni di decisioni producano esiti differenti nel tempo. Durante l'attività le partecipanti lavorano in piccoli gruppi e sono chiamate a discutere e negoziare collettivamente alcune decisioni riguardanti queste variabili.

A ogni turno del gioco il gruppo seleziona alcune azioni possibili, ad esempio investimenti tecnologici, regolazioni economiche o politiche ambientali e ne osserva le conseguenze attraverso il simulatore, che restituisce scenari climatici e sociali diversi a seconda delle scelte effettuate. L'obiettivo non è individuare una soluzione corretta, ma esplorare le tensioni e i compromessi che emergono quando si tenta di costruire futuri sostenibili in un sistema complesso.

Una parte centrale dell'attività riguarda inoltre la costruzione narrativa degli scenari futuri: a partire dagli esiti del simulatore, i gruppi sono invitati a sviluppare brevi storie o descrizioni di futuri possibili, riflettendo sulle trasformazioni sociali, politiche e tecnologiche che potrebbero accompagnare tali scenari. In questo modo il gioco combina elementi di simulazione scientifica, discussione collettiva e immaginazione speculativa. L'attività è stata sperimentata in diversi contesti educativi e con pubblici differenti, mostrando come strumenti di simulazione e pratiche di costruzione di scenari possano favorire una maggiore consapevolezza della complessità dei sistemi climatici e delle responsabilità collettive legate alla loro gestione (Miani et al., 2025). Come discusso anche nel capitolo "Cultivating a Critical Attitude Towards Digital Artifacts Through a Future-Oriented Science Education

Approach” (Miani et al., 2026), attività di questo tipo possono contribuire a sviluppare forme di immaginazione critica del futuro e sostenere processi di riflessione sulle implicazioni sociali e tecnologiche delle scelte presenti. Il gioco FyouTURES ha costituito uno degli elementi centrali del laboratorio 2 svolto all'interno della scuola ONSCI, dove è stato utilizzato come dispositivo per avviare discussioni collettive sui possibili futuri climatici e sulle scelte politiche e sociali che li rendono possibili.

A questo pilastro epistemologico si intreccia la ricerca di Federica Moscatelli (2024) sulla letteratura ecodistopica e sulle Co-spirazioni per il futuro. Il suo contributo teorico si posiziona nel divario tra la dimensione analitica della modellizzazione climatica e la dimensione esistenziale dell'esperienza umana del rischio. Se la fisica, infatti, fornisce le coordinate quantitative e concettuali del rischio quali scenari, soglie, probabilità, retroazioni, la narrazione speculativa e l'immaginazione letteraria aprono uno spazio simbolico in cui queste coordinate possono essere abitate, rielaborate e trasformate in possibilità di azione. L'incontro tra fisica e teoria letteraria all'interno del corso organizzato nella winter school ONSCI non è strutturale, ma consente all'individuo di trasformare l'ansia climatica da fattore paralizzante a leva di riflessione identitaria e collettiva per pensare il futuro come campo di agency e non come destino ineluttabile.

Il laboratorio nasce come un vero e proprio ecosistema interdisciplinare che intreccia solide basi teoriche con pratiche didattiche innovative, orientate allo sviluppo delle competenze di sostenibilità in riferimento al framework europeo GreenComp (Bianchi et al., 2022). L'obiettivo non è soltanto trasmettere conoscenze sul cambiamento climatico, ma formare soggetti capaci di abitare la complessità, riconoscere l'incertezza come dimensione costitutiva del sapere scientifico e trasformare la consapevolezza del rischio in responsabilità progettuale attiva. In questa prospettiva, la studentessa non è spettatrice della catastrofe imminente, ma agente consapevole del cambiamento, è persona che tramite l'intreccio tra scienza, riflessione epistemologica e immaginazione narrativa, impara a reimmaginare i futuri possibili e a collocarsi attivamente al loro interno.

2.3.1 Struttura del laboratorio

La parte teorica del laboratorio traduce tutto l'impianto delle docenti in un percorso ideato per mettere in discussione l'idea che il futuro sia qualcosa di già scritto o inevitabile. Il clima viene introdotto come sistema fisico complesso, non lineare e caotico, caratterizzato da dinamiche di retroazione, in particolare di feedback, che possono amplificare o smorzare il riscaldamento globale. Le lezioni mettono a confronto modelli deterministici e approcci basati su scenari, evidenziando il passaggio da una previsione puntuale a una costruzione di futuri plausibili. Centrale è il concetto dell'incertezza, articolata in tre dimensioni distinte ma correlate (Miani, 2025; Shepherd, 2019) :

- L'incertezza aleatoria, legata alla variabilità intrinseca e alla sensibilità alle condizioni iniziali del sistema Terra, rende impossibile da eliminare una quota di imprevedibilità.
- L'incertezza epistemica, legata ai limiti della conoscenza disponibile, alla precisione degli strumenti e alle approssimazioni necessarie per tradurre processi fisici complessi in modelli computazionali.

- Infine, l'incertezza riflessiva riconosce l'essere umano come osservatore partecipante, le sue decisioni modificano il sistema climatico stesso, generando un processo di retroazione tra previsione scientifica e azione politica.

Il laboratorio è stato strutturato in 4 pomeriggi.

Pomeriggio 1 - Introduzione ai temi del corso

Nel primo pomeriggio la discussione si è aperta con una riflessione sul concetto di rischio. In un'epoca segnata da crisi globali, il rischio non deve essere vissuto come un limite che conduce alla paralisi o alla pura paura, ma piuttosto come la misura della nostra incertezza e, contemporaneamente, come uno spazio d'azione in cui possiamo scegliere di agire e costruire nuove possibilità.

Per navigare questa complessità, è fondamentale recuperare la dimensione narrativa. Come spiegato da Federica, le narrazioni non sono semplici descrizioni, ma versioni della realtà regolate dalla "necessità narrativa" che plasmano i nostri modi di pensare e le realtà stesse che rappresentano. Non cerchiamo parole per semplificare la scienza, ma per riconoscerne sfumature e nuovi significati in un mondo in rapido divenire.

Oggi assistiamo a una riduzione dell'immaginazione collettiva dovuta a disuguaglianze e cambiamenti climatici. Se il futuro è rappresentato solo attraverso catastrofi, rischiamo di normalizzare l'inevitabilità del disastro, limitando la nostra capacità di desiderare alternative.

Un'attività proposta dalle docenti per contrastare questo senso di svuotamento è stata quella di costruire un Wall of Hope. Attraverso la scrittura su post-it, le partecipanti del corso hanno risposto a tre domande:

- Quale crisi vorresti narrare?
- Quale immagine di mondo useresti?
- Quale speranza porti con te?

Questo esercizio è stato pensato per trasformare l'idea di crisi da paralisi a oggetto narrabile e, quindi, possibilmente gestibile.

Successivamente, il docente Francesco, ha mostrato come per poter parlare di clima sia necessario introdurre e distinguere tra ciò che è complicato e ciò che è complesso. Come mostrato da Israel (2005), il termine complicato deriva da com-plicare (piegare insieme); qualcosa che può essere sbrogliato per essere compreso meglio. Complesso, invece, deriva da com-plectere (intrecciare); un sistema dove le parti sono così interconnesse che non possono essere separate senza perdere il senso del tutto.

Francesco ha poi presentato degli aspetti dei sistemi complessi specifici, in particolare il fatto che questi sistemi manifestino proprietà come l'emergenza, l'auto-organizzazione e i feedback. Nei sistemi complessi il comportamento globale non può essere affrontato semplicemente analizzando le singole parti. Questo riguarda proprio il concetto di emergenza: le proprietà non sono direttamente deducibili dalla somma dei singoli elementi, l'interazione genera configurazioni nuove ed inattese. L'auto-organizzazione è la capacità del sistema di sviluppare, in particolari condizioni di interazione tra sistema e ambiente,

strutture o pattern, senza un controllo centrale che li determini. Tramite le interazioni locali tra gli elementi e del sistema con l'ambiente, il sistema evolve verso configurazioni stabili. Infine, i feedback, sono meccanismi attraverso cui gli effetti prodotti dal sistema influenzano il comportamento futuro di quest'ultimo. Questi possono essere positivi, se amplificano una dinamica già presente o negativi se riportano verso la stabilizzazione del sistema. Ciò rende questi sistemi particolarmente sensibili alle condizioni iniziali in cui piccole variazioni possono portare a cambiamenti macroscopici, come nelle transizioni di fase. A questo si aggiunge il caos deterministico: sistemi regolati da leggi fisse ma non lineari (come il pendolo doppio o la mappa di Arnold) che rendono il futuro imprevedibile a causa della forte sensibilità alle condizioni iniziali. Il clima è un esempio di un sistema che combina complessità e caoticità.

Durante la lezione, Francesco ha introdotto i tre tipi di incertezza nel contesto climatico già introdotti in precedenza.

Il terzo intervento del pomeriggio ha visto la presentazione da parte di Lorenzo del tema della costruzione di scenari, con una descrizione del campo di ricerca dei future studies. I futures studies sono un campo interdisciplinare che non insegna a prevedere (forecast), ma ad anticipare (foresight). L'obiettivo è passare dal pensiero unico a un pensiero plurale, esplorando un ventaglio di futuri:

- Possibili: tutto ciò che possiamo immaginare.
- Plausibili: ciò che potrebbe accadere in base alle conoscenze attuali.
- Probabili: ciò che è lineare rispetto al presente.
- Preferibili: il futuro che desideriamo e che vogliamo influenzare.
- Wildcards: eventi poco probabili ma di grande impatto e rilevanza.

Un esempio di approccio alla costruzione di scenari è quello proposto dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), che utilizza modelli e scenari per esplorare possibili evoluzioni future del sistema climatico. In questo contesto si collocano in particolare due famiglie di scenari: i Representative Concentration Pathways (RCP), che descrivono possibili traiettorie di concentrazione dei gas serra nell'atmosfera, e gli Shared Socioeconomic Pathways (SSP), che delineano diversi percorsi di sviluppo socioeconomico globale. Gli RCP rappresentano diversi livelli di forzante radiativa associati alle emissioni future, mentre gli SSP descrivono scenari alternativi di organizzazione sociale, economica e politica del mondo, includendo variabili come crescita economica, disuguaglianze, sviluppo tecnologico e governance. La combinazione di questi scenari permette di costruire quadri quantitativi utili per analizzare le possibili traiettorie del cambiamento climatico e supportare il processo decisionale politico.

Infine, l'intervento di Federica ha collegato questi ragionamenti con la dimensione narrativa, parlando di fantascienza e finzione speculativa mostrati come strumenti critici per poter guardare al futuro in maniera complessa. Viene introdotto il concetto di straniamento cognitivo, processo attraverso cui la lettrice viene posta di fronte a una situazione familiare resa però insolita o problematica, così da poter osservare il presente da una prospettiva diversa e mettere in discussione ciò che normalmente viene dato per scontato. Uno degli strumenti attraverso cui questo processo viene prodotto è il novum, ovvero l'introduzione di un elemento nuovo ma razionalmente spiegabile all'interno del mondo narrativo, che crea

una discontinuità rispetto alla realtà conosciuta. Attraverso generi narrativi come l'ucronia, che immagina sviluppi alternativi della storia ("cosa sarebbe successo se?"), l'utopia, che esplora società desiderabili, e la distopia, che mette in luce in modo critico alcune tendenze del presente, la narrazione diventa uno strumento per riflettere sulle possibilità del futuro. In questo senso, queste forme narrative possono contribuire a educare il desiderio, ovvero a sviluppare la capacità di immaginare futuri diversi e di interrogarsi sulle trasformazioni necessarie per realizzarli.

Le ecodistopie, in particolare, non devono essere viste come semplici racconti catastrofici, ma come visioni alternative che permettono di prepararsi all'imprevisto e di ricostruire comunità basate sul sostegno reciproco. Questo, come mostrato da Federica, ci porta verso nuovi paradigmi epistemologici dove la natura e il non umano non sono più sfondi passivi, ma forze attive della realtà, fondamentali per abitare l'Antropocene con consapevolezza e speranza.

La fine del primo pomeriggio ha aperto alla parte più laboratoriale del corso, in cui i concetti teorici introdotti sono stati utili per iniziare a lavorare su un'attività di creazione di scenari futuri riguardo il climate changes, di re-immaginazione e di narrazione di questi ultimi, tenutasi nel secondo pomeriggio.

Le attività si sono susseguite secondo una progressione che ha accompagnato le partecipanti dalla modellizzazione del rischio fino alla costruzione di scenari narrativi complessi. La prima attività è stata l'utilizzo di En-ROADS, un simulatore climatico interattivo che consente di esplorare diversi scenari di mitigazione intervenendo su variabili sistemiche quali emissioni, transizione energetica, innovazione tecnologica e uso del suolo. Le partecipanti sono state invitate ad esplorare lo spazio modificando slider associati ad i vari parametri per toccare con mano le conseguenze delle specifiche modifiche osservando i numerosi grafici connessi a vari fenomeni quali "Greenhouse Gas Net Emissions" o "Renewables Capacity".

La simulazione non era orientata a individuare una "soluzione corretta", ma a sperimentare le conseguenze di decisioni differenti, mettendo in luce come il futuro non sia un esito fisso ma il risultato di configurazioni variabili e interdipendenti. Inoltre, era necessario prendere conoscenza con lo strumento, fondamento del gioco introdotto successivamente. In questo contesto, il rischio e l'incertezza, precedentemente introdotti teoricamente, sono stati vissuti come esperienza operativa ed empirica.

Pomeriggio 2 - Gioco FyouTURES

Nel secondo pomeriggio le studentesse hanno partecipato ad un'attività collettiva, ovvero il gioco FyouTURES.

Le partecipanti hanno costituito due gruppi, hanno individuato due o più obiettivi da voler raggiungere, scegliendo tra i possibili grafici e responsi forniti dal simulatore. Sono stati poi spartiti i ruoli relativi alle varie aree di azione quali "energy efficiency" o "emission control" presenti nel gioco. Fornita una plancia in cui attraverso la suddivisione in aree sono rappresentati coni di futuri diversi, il gioco consisteva nello scegliere, dato un budget iniziale

dove investire o tassare risorse con l'obiettivo di raggiungere i goals decisi inizialmente. Nel corso della partita vengono pescate 3 wildcards per turno, questi eventi inattesi costringono il gruppo a rinegoziare le proprie ipotesi iniziali, compiere scelte diverse da quelle immaginate. Questa dinamica rende il processo non lineare e pone le partecipanti nel ruolo di dover effettivamente ripensare le proprie azioni e confrontarsi con eventi inattesi da gestire. Il simulatore En-ROADS è strutturato in maniera globale e dalle varie categorie disponibili da analizzare non era possibile individuare nello specifico categorie relative alla salute della popolazione e non era possibile osservare differenziazioni all'interno di questa. Ciò ha portato gli sviluppatori del gioco ad introdurre alla fine di ogni round le seguenti domande

- Cosa farà la maggior parte delle persone in un mondo simile?
- Quali problemi economici che preoccupano le persone oggi scompariranno o diventeranno relativamente minori?
- Quali problemi ambientali che preoccupano le persone oggi scompariranno o diventeranno relativamente minori?
- Quali altri problemi che preoccupano le persone oggi scompariranno o diventeranno relativamente minori?
- Quali nuovi problemi (economici, ambientali, sociali, sanitari, energetici o di altro tipo) dovranno affrontare le persone che oggi non esistono o sono irrilevanti?

La discussione all'interno del gruppo è stata una parte fondamentale e costitutiva dell'attività. Il gioco richiede un lavoro di articolazione logica e di esplicitazione delle relazioni causali e non si limita a stimolare l'immaginazione.

Pomeriggio 3 - Reporting e Mappatura

Il terzo pomeriggio si è aperto con un'attività in cui ogni gruppo è stato chiamato a redigere un report scritto. La scrittura di questo ha richiesto di selezionare gli elementi ritenuti centrali durante la giocata del giorno precedente, di esplicitare e riorganizzare le motivazioni delle scelte effettuate e di articolare in modo chiaro le dinamiche individuate.

Successivamente, un intervento teorico da parte di Federica e Lorenzo ha presentato la necessità di superare la narrazione della catastrofe come qualcosa di inevitabile, una cornice che attraversa tanto la speculative fiction quanto il dibattito pubblico e contemporaneo sul cambiamento climatico. In molti discorsi mediatici e culturali, il futuro viene rappresentato come un esito già determinato, una traiettoria irreversibile verso il collasso. Questa configurazione narrativa produce un effetto ambivalente: da un lato amplifica l'urgenza, dall'altro rischia di generare paralisi, disimpegno o rassegnazione.

L'intento dell'intervento è stato quindi quello di problematizzare questa visione epistemica e culturale, trasformando la percezione del futuro da destino scritto a spazio di possibilità molteplici. In questa prospettiva, il compito dell'educazione non è rassicurare né allarmare, ma fornire strumenti concettuali per abitare l'incertezza senza doverne esserne sopraffatti.

Un momento centrale della lezione ha riguardato la distinzione ontologica tra disastro e catastrofe, due termini spesso utilizzati come sinonimi nel linguaggio comune ma che rinviano a strutture temporali e politiche differenti. Seguendo la distinzione proposta da Floridi (2023) e dal framework SENDAI (2015), il disastro è stato presentato come un

processo di degradazione progressiva, caratterizzato da cause identificabili e da sviluppi lenti, spesso cumulativi. In questo caso, l'orizzonte d'azione è quello della mitigazione e della prevenzione: riconoscere il processo consente di intervenire prima che si producano rotture irreversibili. La catastrofe, invece, si prefissa come evento di discontinuità, una frattura improvvisa che concentra in un tempo breve effetti sistemici.

La riflessione critica proposta durante la lezione ha messo in guardia contro quella che è stata definita la terribile speranza (terrible hope, Floridi 2023), ovvero l'idea secondo cui solo un evento traumatico estremo possa risvegliare la coscienza collettiva e produrre un cambiamento politico sostanziale. Tale visione rischia di legittimare un'attesa passiva dell'evento salvifico, rinviando la responsabilità dell'azione al momento della rottura invece di riconoscere la possibilità di trasformazioni intenzionali.

A questo punto della lezione, Federica e Lorenzo hanno proposto un caso studio legato al loro lavoro di ricerca che vede l'interazione interdisciplinare tra metodi di analisi della critica letteraria e delle scienze climatiche (Miani & Moscatelli, in scrittura).

Per collegare la dimensione scientifica alla dimensione esperienziale e decisionale, la scelta fatta da Lorenzo è stata quella di introdurre lo Storyline Approach, un approccio utilizzato all'interno del settore della Detection & Attribution di eventi estremi legati nel campo della climatologia. Questo approccio è stato già analizzato nel lavoro di tesi di Lorenzo, nel quale è emerso come, rispetto ad altri approcci molto più basati su probabilità e simulazione, questo riesce a costruire una narrazione fisica e causale di eventi specifici, ricostruendone le dinamiche in modo situato, e per questo si presta meglio a poter sviluppare delle competenze di sostenibilità se utilizzato in un ambiente educativo (Miani & Levrini, 2024).

Invece di limitarsi a indicare la probabilità astratta di un evento, lo Storyline Approach mostra come chiari fattori climatici si intreccino con scelte urbanistiche, politiche energetiche, modelli economici e pratiche sociali. Dal punto di vista didattico, ciò consente di rendere i dati meno distanti e più comprensibili, perché li colloca in una trama causale che mette in evidenza le responsabilità umane e le possibilità di intervento (Miani & Levrini, 2024). In questa prospettiva il rischio non appare più come fatalità, ma come esito di configurazioni complesse in cui le decisioni collettive giocano un ruolo determinante.

A questo punto nella lezione è stato costruito un ponte esplicito tra la fisica del clima e l'analisi letteraria, mostrando come l'immaginazione narrativa possa costituire uno strumento cognitivo e politico. Attraverso l'analisi di testi speculativi, in particolare del libro *El Vasto Territorio* (Trujillo, 2025), è stato possibile mappare la struttura interna di una crisi. La presentazione ha mostrato come una lettura critica e causale degli eventi in atto, riprendendo dall'approccio storyline, possa permettere di identificare i driver sistemici che spingono verso l'instabilità e i momenti critici, considerati dei veri e propri tipping points in cui il sistema subisce deviazioni difficilmente reversibili (Miani & Mocatelli, in scrittura).

In questo intreccio tra scienza e narrazione, la letteratura non viene intesa come evasione, ma assume invece ruolo centrale come dispositivo di esplorazione delle possibilità. Essa consente di rendere visibili le traiettorie implicite nel presente e di interrogare le condizioni che conducono a determinati esiti. All'interno di questo quadro sono state presentate diverse modalità di esplorazione dei futuri. Da un lato, la proiezione lineare delle tendenze attuali consente di costruire scenari coerenti con le dinamiche in atto; dall'altro, l'analisi

retrospettiva a partire da un possibile punto di arrivo permette di ricostruire la catena causale che avrebbe potuto condurre a esiti differenti. Quest'ultimo esercizio, particolarmente rilevante in ambito educativo, invita a immaginare non solo futuri catastrofici ma anche futuri desiderabili, interrogando le condizioni necessarie alla loro realizzazione. In questo modo il pensiero sul futuro non si limita a descrivere ciò che potrebbe accadere, ma diventa spazio di responsabilità progettuale.

Nel suo complesso, la lezione ha mostrato che la catastrofe non deve essere interpretata come evento isolato o inevitabile, bensì come esito di una rete intricata di cause, decisioni e retroazioni. Disarticolare questa rete significa riconoscere la complessità dei sistemi nell'antropocene, individuare i punti in cui è possibile un intervento politico e sociale e restituire alla collettività la possibilità di incidere sulle traiettorie in corso. L'educazione, in questa prospettiva, non fornisce quindi soluzioni definitive, ma apre spazi di consapevolezza e agency, invitando a pensare il futuro come campo dinamico di negoziazione e trasformazione.

Alla luce di questa presentazione, le partecipanti del corso hanno condotto un'attività simile a quella fatta da Federica e Lorenzo, ma concentrata sullo scenario sviluppato durante la giocata. Partendo dal report, i gruppi sono stati invitati a costruire una mappa del proprio scenario. Questa mappa rappresenta graficamente i driver individuati, le relazioni tra attori, le dinamiche di causa-effetto ed i momenti critici. La mappa è utilizzata come oggetto condiviso attorno a cui il gruppo rielabora e stabilizza casualmente e temporalmente il lavoro svolto.

Pomeriggio 4 - Riscrittura

L'ultima fase del laboratorio ha previsto la costruzione di una narrazione vera e propria. Le partecipanti si sono suddivise in coppie ed hanno elaborato una storia. Partendo dagli scenari sviluppati e collocandosi in momenti critici è stata realizzata una narrazione ambientata nel futuro immaginato. Le studentesse hanno scelto e dichiarato esplicitamente il soggetto che prende parola nel racconto, definito l'obiettivo della narrazione, determinato la destinataria del testo ed il genere della narrazione. Da qui è stato dato spazio alla creatività per narrare la vita di una o più persone (o animali non umani) nel futuro immaginato partendo dallo scenario definito da gioco e mappa. Questo passaggio non rappresenta un semplice riassunto del lavoro precedente, ma si attiva un ulteriore ragionamento, gli elementi sistemici diventano vissuti personali (individuali o collettivi) le dinamiche astratte ipotizzate si incarnano in situazioni concrete, ed i driver strutturali si traducono in esperienze. La narrazione permette di esplorare quindi le conseguenze umane e sociali delle traiettorie immaginate, dando forma a personaggi, conflitti e possibilità di azione. Successivamente è stato pensato un momento di confronto e restituzione tra le partecipanti e le educatrici riguardo le pratiche, modalità e tensioni del gioco, inoltre sono state condivisi i pensieri dietro la costruzione delle mappe per una comprensione più profonda e completa.

Le storie prodotte sono state infine condivise in un momento di restituzione collettiva di tutto il laboratorio dando spazio per spiegare, raccontare i processi e accogliere domande e commenti.

Capitolo 3 - Analisi e risultati nella scuola

In questo capitolo si espone l'analisi del laboratorio presentato nel Capitolo 2 utilizzando la lente della Politicized care introdotta nel Capitolo 1.

Presenterò dapprima le domande di ricerca e il modo con cui queste sono state sviluppate, per poi passare alla raccolta dati e alla metodologia di analisi adottata.

3.1 Domande di ricerca, metodologia di analisi e raccolta dati
Come emerso dallo stato dell'arte, l'insegnamento della fisica non può essere considerato un processo neutro né prettamente cognitivo, è uno spazio attraversato da dinamiche identitarie, relazionali e strutturali che influenzano la partecipazione, la costruzione di un senso di appartenenza e la legittimazione epistemica delle studentesse. La letteratura sulla Physics Education Research ha evidenziato il ruolo del genere, delle identità intersezionali e delle culture disciplinari nella produzione di inclusioni ed esclusioni, mentre il framework della politicized care ha mostrato come la cura possa essere una pratica pedagogica che metta in risalto queste dinamiche e possa trasformarle. Alla luce di queste considerazioni teoriche, la presente tesi vuole concentrarsi sulla seguente domanda di ricerca articolata come:

- Quali forme di cura sociale, epistemica e accademica possono essere identificate nelle pratiche e nei discorsi emersi durante la scuola?
- In che modo i contenuti, le modalità di interazione, gli spazi e la struttura organizzativa contribuiscono a includere o marginalizzare specifiche soggettività?
- Quali contraddizioni o tensioni emergono tra intenzioni inclusive e pratiche effettive?

Per rispondere a tale domanda è stata adottata una metodologia qualitativa di tipo interpretativo. L'analisi condotta assume un orientamento etnografico, nella misura in cui si fonda su un'osservazione ravvicinata e situata del contesto, attenta alle pratiche, alle interazioni, ai discorsi e ai significati che emergono nel corso dell'esperienza vissuta.

Il framework della politicized care è stato utilizzato come lente interpretativa. L'attenzione si è concentrata sulle tre dimensioni individuate in letteratura, ovvero cura sociale, epistemica e accademica. Si è inoltre osservato come esse emergano nei contenuti, nelle modalità di interazione e nella struttura delle attività del laboratorio. Questo approccio ci consente di mettere in relazione il materiale empirico del laboratorio con la cornice teorica, senza ridurre l'analisi ad una semplice applicazione meccanica delle categorie, ma lasciando emergere anche elementi inattesi o tensioni non previste dal modello.

I dati raccolti comprendono:

- registrazioni audio delle attività della scuola, successivamente trascritte;
- appunti di campo redatti durante le lezioni;
- materiali prodotti nel corso delle attività (inclusi report e output del gioco *Fyoutures*);
- osservazioni relative alla struttura organizzativa, alla composizione del gruppo e alle modalità di interazione.

Un elemento metodologicamente rilevante è il mio duplice ruolo di partecipante e ricercatrice. In qualità di studentessa di triennale del DIFA ho preso parte alla scuola, seguendo le lezioni al mattino e il Laboratorio 2 al pomeriggio.

La partecipazione diretta al laboratorio non ha sostituito né invalidato il lavoro analitico, che si è basato anche su registrazioni audio, trascrizioni e materiali raccolti durante la scuola, permettendo una successiva rielaborazione più distanziata delle interazioni osservate. Allo stesso tempo, la posizione interna al contesto ha reso possibile cogliere con maggiore finezza alcune dinamiche relazionali, affettive e situate che sarebbero risultate meno accessibili da una posizione esterna.

È necessario comunque sottolineare come questa posizione non è priva di limiti: l'aver preso parte direttamente all'esperienza può aver influito sul modo in cui alcuni episodi sono stati percepiti e interpretati, in particolare rispetto a dinamiche sociali e relazionali vissute anche in prima persona. Per questo motivo, l'analisi è stata condotta mantenendo un'attenzione ai possibili bias derivanti dal mio posizionamento nel campo.

Tenendo conto di ciò, l'analisi non pretende di offrire una descrizione oggettiva e neutra del contesto, ma una lettura critica e situata, orientata a comprendere se e come la scuola possa essere interpretata o trasformata attraverso la lente della politicized care.

3.2 Analisi Cura politicizzata emersa dal laboratorio 2: “Comprendere il rischio, gestire l'incertezza, reimmaginare i futuri”

3.2.1 Guida dell'analisi

A partire dalla domanda di ricerca, che ha lo scopo di comprendere in che modo e in quali forme la politicized care emerga o venga eventualmente limitata all'interno del laboratorio 2 “Comprendere il rischio, gestire l'incertezza, reimmaginare i futuri”, è stato necessario tradurre il framework teorico in uno strumento operativo capace di orientare l'analisi empirica. Il framework della politicized care è stato utilizzato come principale lente interpretativa. In particolare, la ricerca prende avvio dalla sintesi proposta da Mathis et al. (2023), che individuano tre dimensioni principali della cura nell'insegnamento delle discipline scientifiche: cura sociale, cura epistemica e cura accademica. Nello studio originale queste dimensioni sono presentate in forma di tabella, che ne riassume definizioni, pratiche illustrative, possibili sovrapposizioni e tensioni.

	Dimensions of politicized care		
	Social care	Epistemic care	Academic care
Definition/emphasis	- Attending to students as cultural, emotional, and social beings	- Supporting students' thinking, reasoning, and identity as knowers	- Supporting student success within traditional schooling structures
Illustrative practices	- Greeting students by name - Supporting out-of-school activities (i.e., dance performance) - Centering racial identity and pride through Black STEM figures	- Attending to student confusion without deficit framing - Emphasizing understanding over grades - Validating multiple ways of knowing (i.e., cultural connections to concepts)	- Reminding students of unit conversions - Revising tasks to ensure completion - Emphasizing life-after-school readiness
Overlaps/synergies	- Supports epistemic care by affirming students' cultural knowledge - Builds relational trust needed for rigorous thinking	- May reinforce social care when students' lived experiences are carefully integrated within and leveraged as resources for teaching and learning - Challenges narrow academic metrics	- May reinforce epistemic care by helping students "feel successful" - Could potentially empower students within and beyond academic tasks
Tensions/contradictions	- Time invested in racial identity work or community building may reduce time for direct physics instruction	- May conflict with academic care when rigor is reduced to maintain confidence - Institutional constraints may limit epistemic flexibility	- Can constrain epistemic agency when tasks are simplified - Risk of overemphasizing compliance or performance

Tabella 1: Tabella proveniente dal lavoro di Mathis et al.; Comparazione tra le tre dimensioni di cura politicizzata espresse da Sarah

Tale tabella costituisce tuttavia una sintesi teorica delle pratiche di cura utile a descrivere il framework concettuale, ma non direttamente applicabile come strumento di analisi empirica. Per questo motivo, nel presente lavoro essa è stata rielaborata e trasformata in una griglia di osservazione, traducendo le dimensioni teoriche della politicized care in una serie di domande guida e indicatori osservativi.

Il processo di trasformazione è stato il seguente: per ciascuna dimensione della cura sono state formulate alcune domande analitiche orientate a individuare come tali forme di cura potessero emergere concretamente nelle interazioni, nei contenuti e nella struttura delle attività del laboratorio. A queste domande sono stati associati alcuni elementi osservabili, ricavati sia dalla letteratura, sia dagli esempi riportati nella tabella originale e sia da una prima analisi esplorativa del contesto.

La tabella analitica costruita per questa ricerca organizza quindi l'analisi in tre dimensioni interconnesse: cura sociale, cura epistemica, cura accademica, affianca poi aspetti più specificamente riconducibili alla politicized care come dimensione trasversale. Ogni sezione è articolata in domande guida pensate come strumenti interpretativi per orientare l'attenzione verso pratiche, relazioni e dinamiche rilevanti per ciascuna dimensione della cura.

- La dimensione della cura sociale riguarda principalmente le relazioni tra partecipanti e formatori, lo spazio dato alla condivisione di esperienze ed emozioni, la distribuzione della parola e la possibilità di costruire una comunità.

- La cura epistemica interroga invece le modalità attraverso cui il sapere viene costruito e legittimato: quali voci sono riconosciute come autorevoli, se le attività stimolano il pensiero critico e se prospettive marginalizzate trovano spazio nei processi di costruzione della conoscenza.
- La cura accademica si concentra sugli aspetti più direttamente legati alla struttura formativa, come la chiarezza degli obiettivi, l'accessibilità delle consegne, le modalità di valutazione e la presenza di supporto nel raggiungimento dei traguardi.
- Infine, la dimensione della cura politicizzata attraversa trasversalmente le altre tre e si concentra sui momenti in cui le pratiche educative non si limitano a sostenere individualmente le partecipanti, ma rendono visibili e discutibili le strutture di potere che definiscono chi può partecipare legittimamente alla costruzione del sapere. In questo senso, la politicized care non è una categoria separata, ma una tensione critica che emerge quando le pratiche educative riconoscono e problematizzano le disuguaglianze strutturali.

La tabella diventa quindi il punto di intersezione tra la domanda di ricerca e i dati raccolti, permettendo di mantenere l'analisi ancorata sia al quadro teorico sia alla specificità concreta dell'esperienza situata.

Dimensioni della politicized care	Domande guida	Cosa osservare
Cura sociale	Sono riconosciute le diversità delle partecipanti con le loro differenze sociali e culturali?	Vengono fatti riferimenti a contesti di vita differenti, legati ad aspetti identitari
	Esiste uno spazio per condividere le esperienze e le emozioni legate al tema?	Ci sono momenti di discussione aperta in cui vengono legittimate le emozioni
	Tutte le persone hanno lo stesso spazio di parola e partecipazione?	Gli interventi sono distribuiti in modo perlopiù omogeneo. Emergono dinamiche di potere
	Le modalità favoriscono la creazione di una comunità?	Confronto tra pari, lavori collaborativi
	Chi si prende cura di chi?	Pratiche di cura delle docenti e delle partecipanti
Cura epistemica	Quali forme di sapere sono considerate?	Solo conoscenza scientifica formale? Esperienze? Interdisciplinarietà?
	Le partecipanti sono stimolate a pensare criticamente e a contribuire attivamente?	Discussioni/attività di gioco
	Traspare fiducia nelle capacità epistemiche delle partecipanti?	Valorizzazione errore, tempo per la riflessione, accettazione idee anche parziali
	Chi pone le domande? Quali vengono accolte?	Assenza di giudizio, partecipazione distribuita?
	Il ritmo dell'attività permette la comprensione?	Possibilità di chiarimento, rallentamento, riformulazione
Cura accademica	Il completamento dei task è raggiungibile per tutte?	Livello di difficoltà accettabile
	Com'è definito successo? Uno o molteplice?	I diversi modi di partecipare vengono valorizzati
	Vengono forniti aiuti, suggerimenti?	Ruolo di guida nei compiti e consegne
	Esistono delle valutazioni esplicite e implicite?	Presenza di feedback, di criteri di successo, o giudizio?

Cura politicizzata	Emergono delle tensioni tra le diverse dimensioni di politicized care? Quali?	
	Chi beneficia della struttura adottata?	
	Alcune norme sono presentate come neutre?	
	C'è una rimessa in discussione di alcune dinamiche di potere?	

Tabella 2: Tabella orientativa all' analisi del laboratorio

Nelle prossime sezioni procedo con la presentazione dei risultati emersi dall'analisi, presentati per tema e per domanda.

3.2.2 Analisi delle risposte che manifestano cura sociale

Sono riconosciute le identità delle partecipanti con le loro differenze sociali e culturali?

Nel laboratorio 2 le partecipanti vengono coinvolte in attività che richiedono di esplicitare il proprio posizionamento rispetto ai temi affrontati. Questo accade, ad esempio, nel Wall of Hope, in cui ogni partecipante è invitata a scrivere una crisi percepita come rilevante, un'immagine associata e una speranza che porta con sé. Già la forma dell'attività sposta il lavoro dal solo piano informativo a quello dell'elaborazione personale e condivisa.

Anche nei momenti introduttivi della scuola viene nominata l'eterogeneità del gruppo: sono presenti studentesse, insegnanti, ricercatrici, personale tecnico-amministrativo, persone con età e traiettorie diverse. Inoltre, in più momenti del laboratorio le docenti utilizzano un linguaggio inclusivo, talvolta anche attraverso il femminile sovraesteso. Nei contenuti delle lezioni e nelle discussioni del gioco emergono riferimenti a soggetti diversi colpiti in modo differenziato dalla crisi climatica: non solo "l'umanità" in astratto, ma gruppi sociali, popolazioni, persone più esposte alle conseguenze delle decisioni politiche ed economiche. Durante il gioco, per esempio, alcune discussioni si soffermano non solo sull'efficacia di una misura in termini tecnologici, ma anche su chi ne subirebbe maggiormente i costi o gli effetti collaterali. Nelle lezioni teoriche, inoltre, il rischio e i futuri climatici sono presentati come fenomeni che non possono essere compresi prescindendo dalle dimensioni sociali, politiche e distributive. Da questi elementi, si può dire che il laboratorio sembri riconoscere differenze e disuguaglianze soprattutto a livello sistemico, più che tematizzare in modo esplicito i posizionamenti situati delle partecipanti presenti nella stanza. Più che un riconoscimento pienamente sviluppato delle identità in gioco, emerge quindi una loro presenza sullo sfondo e una tematizzazione più netta delle differenze a livello sociale e politico.

Esiste uno spazio per condividere le emozioni e le esperienze legate al tema?

La dimensione emotiva emerge già nei momenti di presentazione teorica. Quando viene discussa la narrazione della catastrofe inevitabile, il rischio non è presentato solo come questione di previsione scientifica, ma anche come esperienza che può generare paralisi, rassegnazione o impotenza. Allo stesso modo, speranza, desiderio e immaginazione di futuri alternativi non vengono trattati come elementi marginali, ma emergono come

condizioni necessarie per non restare schiacciate dalla crisi. Il Wall of Hope rende ancora più visibile questa apertura. Le partecipanti non sono chiamate a fornire definizioni corrette della crisi, ma a nominare ciò che temono, immaginano e sperano. Le formulazioni raccolte mostrano che il laboratorio rende dicibili paura, incertezza e bisogno di sostegno reciproco senza espellerli dal lavoro formativo.

La dimensione emotiva delle attività è stata inoltre legittimata dal linguaggio e dalle modalità adottate dalle docenti durante il laboratorio. In diversi momenti, ad esempio durante la restituzione delle narrazioni o delle attività svolte, sono stati introdotti momenti di check-in o di condivisione delle sensazioni emerse durante il lavoro. Questo tipo di pratiche ha contribuito a creare uno spazio in cui emozioni, difficoltà e incertezze potevano essere espresse senza essere percepite come estranee od ostacoli al contesto educativo.

Tutte le persone hanno lo stesso spazio di parola e partecipazione?

Le registrazioni mostrano che le discussioni si costruiscono spesso in modo progressivo, attraverso interventi successivi. Ad esempio vediamo qui un dettaglio di una conversazione tra quattro persone, durante la giocata, che chiameremo speaker A, B, C e D:

A: “Aspetta, però se aumentiamo questo parametro poi succede anche quest'altra cosa.”

B: “Sì, perché non è solo una questione tecnologica, entra anche la questione politica.”

C: “Allora forse dobbiamo pensare a cosa succede tra qualche turno, non solo adesso.”

D: “Ok, allora facciamo così.”

In questo scambio la decisione non nasce da un'unica presa di parola ma, come spesso accade nelle attività laboratoriali, da una sequenza di correzioni, rilanci e riformulazioni.

Una dinamica simile emerge anche nella costruzione delle mappe. Le relazioni tra gli elementi non vengono solo trascritte, ma discusse: una freccia proposta da una partecipante viene spostata o ampliata quando un'altra suggerisce di considerare anche effetti sociali, politici o temporali della stessa scelta. Nella scrittura della narrazione, inoltre, il gruppo non si limita a riportare lo scenario emerso, ma discute quale punto di vista adottare, quale conflitto mettere al centro e quali conseguenze rendere visibili.

Le attività di scrittura dei report, delle mappe e delle narrazioni mostrano la comparsa di microassegnazioni di ruolo. Nelle registrazioni e nelle trascrizioni compaiono formulazioni come “io scrivo” oppure “tu fai il report”. Queste frasi non indicano solo una divisione tecnica del lavoro, ma spesso si intrecciano al modo in cui il gruppo organizza e seleziona ciò che conta. Chi scrive, ad esempio, in alcuni momenti chiede di chiarire un passaggio, di esplicitare meglio una motivazione o di scegliere una formulazione condivisa. In altri casi, una partecipante assume una funzione di sintesi, riportando il gruppo verso una decisione comune dopo una fase più dispersiva di confronto. Ancora alcune partecipanti sembrano assumere il ruolo di rilanciare idee, altre di ricondurle ad una struttura coerente, altre ancora di mediare tra possibilità diverse.

Nella costruzione delle mappe si osserva qualcosa di simile: chi prende il pennarello o si occupa materialmente della rappresentazione grafica può anche orientare il modo in cui vengono delinati i rapporti causali tra gli eventi.

Questi esempi suggeriscono che il laboratorio apra effettivamente spazi di intervento e negoziazione in cui emergono funzioni situate di coordinamento. Queste, tuttavia, non mostrano automaticamente una distribuzione uniforme. In alcuni episodi alcune partecipanti sembrano assumere più frequentemente il compito di proporre ipotesi, sintetizzare o chiudere la discussione. In altri momenti, invece, altre persone intervengono meno o restano più sullo sfondo. Emergono quindi funzioni situate di coordinamento, rilancio, sintesi e mediazione. In alcuni episodi, compiti organizzativi o relazionali, non raccolti dal gruppo, vengono assunti da soggettività femminilizzate, in particolare nelle fasi di scrittura, appunti o mediazione del confronto. Questo non significa che tali compiti siano assunti esclusivamente da loro, né autorizza generalizzazioni forti. Suggerisce però che valga la pena interrogare queste dinamiche anche alla luce dei processi di socializzazione di genere. Possiamo dire che le differenze osservate potrebbero dipendere da molteplici fattori quali sicurezza sociale, familiarità con il compito, esperienza pregressa, abitudine alla presa di parola, socializzazione di genere ma non sono immediatamente riducibili a una sola chiave interpretativa.

Le modalità favoriscono la creazione di una comunità?

Diversi materiali suggeriscono una costruzione temporanea di uno spazio comune. Nel Wall of Hope compaiono formulazioni che insistono sul gruppo, sulla condivisione e sulla necessità di non affrontare la crisi da soli. Una partecipante scrive: “La mia speranza è che affronteremo la crisi non da soli ma come gruppo. Se siamo da soli è troppo”. Un’altra: “Esistono gruppi di persone curiose che si mettono in discussione e che hanno voglia di condividere percorsi”. Un’altra ancora formula la speranza come “partecipazione alla definizione di regole condivise per indirizzare (governare?) i cambiamenti”.

Nel gioco, le decisioni vengono prese tramite discussioni collettive in cui le partecipanti devono confrontare prospettive diverse e costruire una linea comune. Nelle mappe e nelle narrazioni, gli output finali richiedono una rielaborazione condivisa del lavoro precedente. Infine, le restituzioni finali riuniscono nuovamente questi elementi in uno spazio pubblico di presentazione e ascolto.

Questa sequenza di attività non dimostra da sola la formazione di una comunità duratura, né permette di sapere se i legami costruiti si mantengano oltre la scuola. Tuttavia, mostra che il laboratorio, data la sua natura, non si limita a giustapporre contributi individuali: richiede più volte di trasformare materiali e riflessioni personali in forme condivise.

Di conseguenza, è plausibile parlare di una comunità di apprendimento situata e temporanea.

Chi si prende cura di chi?

La cura emerge in primo luogo da alcuni interventi delle docenti. In diversi momenti esse si soffermano a verificare come stia procedendo il lavoro nei gruppi, ripetono consegne quando necessario, chiariscono alcuni passaggi. In alcuni momenti, inoltre, le docenti si soffermano informalmente a chiedere alle partecipanti come stia procedendo il lavoro o come siano state vissute alcune fasi più esposte del laboratorio, come la lettura delle storie o la restituzione pubblica del lavoro svolto. Sono interventi che non cambiano il contenuto del compito, ma agiscono sulle condizioni relazionali in cui il compito viene affrontato. Questa attenzione non risulta accidentale, è percepibile come volontà nel mettere le

studentesse a proprio agio. Accanto a questa cura “dall’alto”, dalle registrazioni delle interazioni tra partecipanti, emergono anche forme di cura orizzontale. In alcuni momenti compaiono frasi di incoraggiamento come “va bene così, ci proviamo” oppure “non importa se non è perfetto”. Questi interventi non riguardano tanto la correttezza del contenuto, quanto il mantenimento di un clima che permetta di continuare a parlare e partecipare. Questi elementi suggeriscono che la cura non sia concentrata in un solo soggetto, ma sembra circolare tra docenti e partecipanti in modo situato.

3.2.3 Analisi delle risposte che manifestano cura epistemica

Quali forme di sapere sono considerate?

Le lezioni e le attività del laboratorio non presentano la scienza come un blocco unico e autosufficiente. Nelle lezioni sul clima e sul rischio emergono, ad esempio, la distinzione tra diversi tipi di incertezza, il ricorso agli scenari, i futures studies e il ruolo della narrazione speculativa nell’immaginare alternative. All’interno di questo quadro, il sapere scientifico resta centrale, ma non compare come unico linguaggio legittimo per leggere il problema.

Nel gioco stesso, le decisioni non vengono discusse solo in termini di efficienza tecnica. Le partecipanti richiamano anche implicazioni sociali, politiche ed economiche, questo grazie alle domande proposte dalle docenti alla fine di ogni turno di gioco, presentate già in precedenza.

Nella costruzione delle storie, inoltre, gli elementi sistemici e modellistici vengono tradotti in vite, conflitti, esperienze e conseguenze situate, dando rilevanza ad aspetti divergenti rispetto alla conoscenza classica delle scienze dure.

A partire da questi elementi, si può dire che il laboratorio sembri riconoscere una pluralità di forme di sapere: scientifiche, narrative, politiche, sociali. Non avviene una sostituzione del sapere scientifico, ma esso viene ricollocato dentro un panorama più ampio di pratiche interpretative.

Le partecipanti sono stimolate a pensare criticamente e contribuire attivamente?

Le registrazioni mostrano che molte decisioni vengono costruite attraverso domande, ipotesi e rilanci. Nel gioco compaiono formulazioni del tipo “che ne dite se...”, “proviamo a collegare questa cosa a...”, “dobbiamo pensare a cosa succede tra qualche turno”. Queste prese di parola indicano che le partecipanti non si limitano a eseguire istruzioni o scegliere tra alternative già chiuse, ma intervengono nella definizione stessa del problema e delle sue conseguenze. La stessa cosa accade nelle mappe, dove le relazioni non sono semplicemente date, ma devono essere costruite, spostate, precisate. Nella scrittura delle narrazioni, poi, la scelta del punto di vista, del conflitto e della traiettoria richiede un lavoro ulteriore di interpretazione e selezione. Questi esempi suggeriscono che il laboratorio stimoli effettivamente la partecipazione attiva alla costruzione della conoscenza e crei condizioni favorevoli all’esercizio di un’agency epistemica, sebbene con intensità e forme diverse tra le partecipanti, probabilmente influenzate da esperienze precedenti, familiarità con il contesto o sicurezza nel prendere parola.

È essenziale quindi interrogarsi su come le diverse soggettività presenti nel gruppo partecipino a questi processi di costruzione del sapere. In alcune interazioni emergono differenze nel modo in cui le persone propongono interpretazioni o introducono nuove ipotesi: alcune partecipanti tendono più frequentemente ad aprire nuove piste di ragionamento, mentre altre intervengono per collegare o sintetizzare le idee emerse. Queste dinamiche possono dipendere da molteplici fattori, tra cui diversi livelli di sicurezza epistemica o esperienza precedente, ma possono essere lette anche alla luce dei processi di socializzazione che influenzano il modo in cui le persone si percepiscono come soggetti legittimati a produrre conoscenza. Come sottolineato da Fricker (2007), il riconoscimento dell'autorità epistemica non è distribuito in modo neutrale, ma può essere influenzato da dinamiche sociali più ampie che determinano chi viene percepito come interlocutore credibile nei processi di produzione del sapere. Anche le prospettive femministe sulla conoscenza hanno evidenziato come la partecipazione ai processi epistemici sia sempre situata e intrecciata a relazioni di potere e riconoscimento (Haraway, 1988). In questo senso, le differenze osservate nelle modalità di intervento non indicano necessariamente esclusioni esplicite, ma suggeriscono che l'agency epistemica si costruisca attraverso dinamiche relazionali e sociali che attraversano anche contesti collaborativi come quello osservato.

Traspare fiducia nelle capacità epistemiche delle partecipanti?

Un elemento rilevante riguarda il modo in cui vengono trattati errore, incertezza ed esiti inattesi. Nel gioco, quando una scelta produce conseguenze non previste, il gruppo non sembra orientato immediatamente a individuare una risposta "giusta", ma piuttosto a capire perché il modello abbia prodotto quel risultato e come riorganizzare il ragionamento. In questo senso, l'esito imprevisto viene assorbito come parte del processo di comprensione. Anche nelle lezioni teoriche l'incertezza non è presentata come semplice limite da eliminare, ma come caratteristica costitutiva dei sistemi complessi e del rapporto tra scienza, decisione e futuro. Questo quadro sembra rendere più legittimo esplorare interpretazioni diverse senza che il valore dell'intervento dipenda esclusivamente dalla sua correttezza immediata. Le pratiche osservate riconoscono alle partecipanti la possibilità di contribuire alla comprensione del problema, anche quando lo fanno attraverso tentativi, parzialità o riformulazioni progressive.

Chi pone domande e quali vengono accolte?

Le interazioni osservate durante le attività mostrano che le domande poste dalle partecipanti vengono trattate come parte integrante del processo di costruzione della conoscenza. Nelle lezioni e nelle fasi di gioco le docenti non classificano gli interventi come risposte corrette o sbagliate, ma li utilizzano per approfondire il ragionamento o per chiarire alcuni aspetti dell'attività. In questo modo le domande non vengono percepite come errori da correggere, ma come contributi utili a orientare la discussione. In diversi momenti delle registrazioni, ad esempio, quando emergono dubbi sul funzionamento di alcune variabili del gioco, le docenti rispondono riformulando la domanda o invitando il gruppo a ragionarci insieme piuttosto che fornire immediatamente la soluzione.

Un esempio è il seguente: di fronte a una richiesta di chiarimento su un parametro del modello, una docente risponde: "proviamo a pensarci insieme: cosa succede se cambiamo questo valore?", trasformando la domanda in un momento di esplorazione collettiva.

Anche nelle discussioni tra partecipanti le domande vengono frequentemente riprese e integrate nel ragionamento del gruppo. In una delle sequenze registrate durante il gioco, ad esempio, una partecipante propone: "che ne dite se aumentiamo questo parametro?". Un'altra aggiunge subito dopo: "sì, ma allora dobbiamo considerare anche l'impatto sociale", e il gruppo continua a riformulare l'ipotesi cercando di comprenderne le conseguenze nei turni successivi. In questo tipo di scambi la domanda non viene valutata in termini di correttezza immediata, ma diventa il punto di partenza per sviluppare il ragionamento collettivo.

Come ribadito in precedenza, all'interno dei gruppi emergono comunque ruoli leggermente differenti: alcune partecipanti tendono più spesso a introdurre nuove ipotesi, altre contribuiscono a collegare o sintetizzare le idee emerse.

Nel complesso, le interazioni osservate indicano che le domande svolgono una funzione rilevante nel processo di costruzione delle decisioni e delle interpretazioni, contribuendo a sostenere un clima di fiducia nei confronti del proprio contributo cognitivo.

Il ritmo dell'attività permette la comprensione?

La scansione del laboratorio in fasi successive (simulatore, gioco, report, mappa, narrazione) rende il percorso affrontabile e orientato. Allo stesso tempo, proprio questa scansione introduce vincoli temporali. In alcuni momenti i richiami al tempo residuo e alla necessità di completare una fase per passare alla successiva sembrano ridurre la possibilità di approfondire fino in fondo alcune intuizioni emerse nelle discussioni.

Questo non annulla la qualità epistemica del percorso, ma mostra una tensione interna: la struttura che rende il compito sostenibile può anche limitare il tempo disponibile per sostare più a lungo sulla complessità. Più che un difetto del laboratorio in sé, sembra una tensione legata alla natura intensiva e temporalmente limitata della scuola. Proprio questa sua natura fa sì che non ci sia molto tempo per interiorizzare affondo, consolidando nel tempo, gli argomenti trattati.

3.2.4 Analisi delle risposte che manifestano cura sociale

Il completamento del task è raggiungibile per tutte?

La struttura del laboratorio appare costruita in modo da rendere il percorso affrontabile. Le attività sono scandite in fasi successive, ciascuna con un obiettivo relativamente chiaro: prima l'esplorazione del simulatore, poi il gioco, quindi il report, la mappa e infine la narrazione. Questa articolazione sembra aiutare le partecipanti a orientarsi senza essere schiacciate da un compito troppo ampio o indefinito, che potrebbe generare paralisi.

Nelle registrazioni compaiono anche commenti che segnalano un avanzamento percepito collettivamente, come "ok abbiamo fatto questa parte" oppure "manca solo questo pezzo". In questi casi il successo non appare definito in termini di prestazione individuale, ma di avanzamento del gruppo verso il completamento del lavoro.

Più che garantire automaticamente che il task sia raggiungibile per tutte allo stesso modo, questi elementi suggeriscono che il laboratorio costruisca condizioni di accessibilità

relativamente ampie, pur lasciando spazio a differenze nel modo in cui ciascuna partecipante le attraversa.

Com'è definito il successo? È uno o molteplice?

Nelle attività finali il successo non sembra coincidere con una sola forma corretta di output. Le narrazioni, ad esempio, sono guidate da alcune consegne e vincoli, ma non da un unico stile, tono o punto di vista obbligatorio. Le partecipanti, come spiegato da Federica Moscatelli, potevano scegliere tra numerosi generi letterari da adottare per la loro storia (lettera, manifesto, utopia, distopia con impulso utopico, testimonianza), a seconda dell'obiettivo della storia (divulgare, convincere, testimoniare, chiamare all'azione). Allo stesso modo, report e mappe richiedono di arrivare a un prodotto condiviso senza prescrivere una sola modalità possibile di organizzazione del lavoro o di rappresentazione del risultato. Le mappe create dai due gruppi risultano infatti molto differenti e individuano due strutture divergenti, ma allo stesso tempo nessuna delle due viene accettata come più giusta o corretta: si punta invece ad un riconoscimento delle differenze in ottica di confronto e comprensione del lavoro delle compagne.

Questi elementi suggeriscono una definizione del successo relativamente aperta e plurale. Non si tratta dell'assenza di criteri, ma di una struttura che orienta senza chiudere completamente le forme dell'elaborazione. Il successo è quindi definito come molteplice, risulta lasciare margini di pluralità maggiori rispetto a contesti più rigidamente standardizzati.

Vengono forniti aiuti e suggerimenti?

Le docenti intervengono più volte per chiarire consegne, ripetere vincoli del gioco, ricordare le fasi successive o rispondere a dubbi emersi nel lavoro di gruppo. Questo supporto non sostituisce il lavoro delle partecipanti né anticipa le soluzioni, agisce invece come una forma di scaffolding: rende più chiari i passaggi da compiere e aiuta a non perdere il filo del percorso.

Anche la gestione del tempo rientra in questa funzione di accompagnamento. I richiami alla fase successiva e al tempo disponibile non sono solo vincoli organizzativi: servono anche a rendere visibile la struttura del compito e a permettere ai gruppi di autoregolarsi. Questi elementi possono essere interpretati come un segno che il laboratorio fornisca un sostegno reale alla partecipazione, senza risultare in una guida eccessivamente direttiva.

Esistono delle valutazioni esplicite e implicite?

Nel laboratorio non emergono forme esplicite di valutazione formale: non ci sono voti, esami o giudizi individuali strutturati sulle performance. Questo non significa che siano assenti del tutto criteri impliciti di riuscita, ma sembra spostare il riconoscimento del lavoro verso il completamento delle attività e la qualità della partecipazione al processo.

Anche i materiali di supporto restano relativamente leggeri: alcune slide introduttive, letture suggerite, ma nessuna richiesta di lavoro esterno. Nel complesso, il contesto appare più orientato a sostenere il percorso che a misurarlo. Si può quindi parlare di una forma di cura accademica che privilegia la sostenibilità del lavoro più che la valutazione delle prestazioni individuali. È da notare che ciò è possibile grazie alla natura fortemente situata del

laboratorio, non regolato dalle norme di valutazioni presenti nei corsi curriculari dell'università.

3.2.5 Analisi delle risposte sotto la politicized care

Emergono delle tensioni tra le varie dimensioni di politicized care? quali?

Le osservazioni raccolte suggeriscono che le diverse dimensioni della cura non operino separatamente. Una prima tensione emerge tra la necessità di completare le attività e la possibilità di approfondire pienamente i ragionamenti. Il gioco, ad esempio, invita a discutere implicazioni complesse, ma la scansione temporale impone anche di procedere e produrre output. Un'altra tensione riguarda il rapporto tra inclusività delle idee e necessità di sintesi. Durante la discussione orale il gruppo può mantenere aperte più linee interpretative; nel report, nella mappa o nella narrazione finale, invece, deve selezionare, ordinare, semplificare. Parte della pluralità che emerge nel confronto viene quindi inevitabilmente ricondotta a una forma più leggibile e condivisibile.

Infine, una tensione riguarda la partecipazione stessa: le attività paiono aprire spazi relativamente ampi di intervento, ma non eliminano automaticamente le differenze pregresse nella sicurezza sociale ed epistemica con cui le persone li attraversano. Anche per la durata limitata del laboratorio che non consente di percepire cambiamenti lenti e di trasformazione. Le pratiche osservate non annullano le asimmetrie, ma sembrano in parte sospenderle, ridurle o renderle meno rigide.

Chi beneficia della struttura adottata?

La struttura del laboratorio offre condizioni di partecipazione relativamente ampie per tutte le persone coinvolte. Tuttavia, alcuni materiali suggeriscono che le modalità più dialogiche, negoziali e aperte siano particolarmente favorevoli per chi possiede già una certa familiarità con la presa di parola, il confronto pubblico o la gestione di compiti poco strutturati. Ciò non stabilisce che il laboratorio favorisca solo persone estroverse o già forti epistemicamente, ma invita a non identificare automaticamente apertura e collaborazione con piena equità. Possiamo affermare che la struttura benefici in modo ampio il gruppo, pur risultando forse più facilmente abitabile per chi dispone già di alcune risorse sociali o epistemiche pregresse.

Alcune norme vengono presentate come neutrali?

Nel contesto osservato non emergono in modo evidente norme presentate esplicitamente come neutrali. Al contrario, le lezioni sul rischio, la critica alla narrazione catastrofica inevitabile, i futures studies e le discussioni del gioco rendono spesso visibili le implicazioni politiche, sociali ed economiche delle decisioni. Le domande su chi subisca maggiormente certe politiche o su chi orienti le scelte collettive mostrano che il laboratorio non tratta il sapere scientifico come separato dai suoi effetti sociali.

Più che neutralizzare la dimensione politica, il laboratorio sembra renderla dicibile e trattabile. Resta però il fatto che alcune norme pedagogiche e organizzative come ad esempio i tempi, le consegne e la necessità di produrre un output, continuano a strutturare il lavoro senza essere sempre tematizzate come tali.

Vengono rimesse in discussione alcune dinamiche di potere?

I materiali del laboratorio mostrano diversi spostamenti rispetto a una rappresentazione tradizionale della scienza come sapere neutrale, tecnico e separato dalla società. Nelle lezioni, la scienza viene collocata dentro scenari di rischio, responsabilità e decisione. Nel gioco, le misure non sono valutate solo in termini di efficienza tecnica, ma anche rispetto alle loro conseguenze sociali e distributive. Nelle narrazioni, infine, gli effetti delle traiettorie scientifiche e politiche vengono incarnati in vite, conflitti ed esperienze.

Questi elementi mostrano come il laboratorio rimetta effettivamente in discussione alcune dinamiche di potere, almeno sul piano dei contenuti e delle cornici interpretative. Meno evidente, invece, è una messa in discussione altrettanto esplicita dei poteri che attraversano le soggettività presenti nel gruppo stesso. Anche qui, quindi, il dato più solido riguarda la politicizzazione dei sistemi e delle relazioni tra scienza e società, più che una politicizzazione piena delle posizioni situate delle partecipanti.

3.3 Criticità e contraddizioni emerse

L'analisi del laboratorio evidenzia anche alcune criticità e contraddizioni che emergono nel tentativo di mettere in pratica forme di cura all'interno di un contesto educativo situato. Una prima dimensione riguarda proprio il carattere necessariamente circoscritto dello spazio della scuola rispetto al più ampio contesto universitario in cui essa si inserisce. Il laboratorio dà infatti l'impressione di riuscire a creare un ambiente temporaneamente distinto da alcune delle dinamiche più competitive e performative che caratterizzano spesso gli spazi accademici. La struttura collaborativa delle attività, l'assenza di valutazioni formali e l'attenzione alle discussioni collettive contribuiscono a costruire un contesto in cui la partecipazione appare relativamente libera da pressioni legate alla prestazione individuale. Tuttavia, proprio questa caratteristica evidenzia una tensione: il laboratorio si configura come uno spazio circoscritto e temporaneo all'interno di un sistema accademico che continua a funzionare secondo logiche differenti. In questo senso, le pratiche osservate possono essere interpretate come un tentativo di aprire spazi alternativi all'interno dell'università, senza tuttavia riuscire a trasformare le strutture più ampie entro cui tali spazi si collocano, obiettivo non considerato dalla scuola e che non può essere richiesto da un'attività extracurricolare.

Un'altra criticità riguarda la durata limitata della scuola e le implicazioni che questa ha sull'osservazione dei processi di partecipazione e costruzione dell'agency. Molte delle dinamiche che interessano una prospettiva orientata alla politicized care, come ad esempio la redistribuzione della parola, il rafforzamento della sicurezza epistemica o la possibilità di sviluppare forme di agency più consapevoli, tendono a svilupparsi nel tempo attraverso processi relazionali e riflessivi che richiedono continuità e tempistiche lunghe. La natura intensiva ma breve della scuola rende invece difficile osservare trasformazioni di lungo periodo nelle modalità di partecipazione delle persone coinvolte.

Questo limite metodologico riguarda anche la possibilità di identificare con maggiore chiarezza eventuali dinamiche di marginalizzazione. L'assenza di episodi evidenti di

esclusione o conflitto potrebbe infatti essere interpretata in due modi differenti: da un lato potrebbe indicare che il contesto laboratoriale abbia effettivamente contribuito a ridurre o attenuare alcune di queste dinamiche; dall'altro lato, la durata limitata dell'esperienza e la specificità del gruppo osservato potrebbero semplicemente non aver reso visibili eventuali tensioni più profonde. Nonostante abbiamo sottolineato come possono essere suggerite ed interpretate dinamiche relative a questi aspetti.

Se da un lato il laboratorio affronta esplicitamente questioni politiche e sociali legate al cambiamento climatico discutendo, ad esempio, le implicazioni distributive delle politiche climatiche o interrogandosi su chi subisca maggiormente gli effetti delle trasformazioni ambientali, dall'altro lato le identità delle partecipanti non diventano quasi mai oggetto esplicito della riflessione collettiva. In questo senso, la politicizzazione che emerge nel laboratorio sembra riguardare principalmente le strutture sociali e i sistemi globali piuttosto che i posizionamenti situati delle persone presenti nello spazio educativo.

Questa osservazione risulta interessante quando è messa in relazione con gli studi sulla politicized care a cui si è fatto riferimento nel quadro teorico. Nel caso analizzato da Mathis, Southerland e Jaber (2025), ad esempio, la docente osservata integra esplicitamente la dimensione identitaria delle studentesse all'interno dell'insegnamento della fisica, rendendo la blackness una componente riconosciuta e discussa del contesto educativo. Nel laboratorio osservato, invece, la dimensione politica emerge soprattutto nella discussione delle implicazioni sistemiche del cambiamento climatico e nella messa in discussione dell'idea di una scienza completamente neutrale e separata dalle dinamiche sociali. Tuttavia, le identità delle partecipanti, inclusi eventuali posizionamenti di genere, rimangono meno tematizzate all'interno delle attività. Questo non implica necessariamente una mancanza di attenzione a tali dimensioni, ma suggerisce piuttosto che la politicizzazione dello spazio educativo avvenga principalmente attraverso la discussione delle strutture sociali e delle responsabilità collettive, piuttosto che attraverso l'esplorazione esplicita delle esperienze e dei posizionamenti individuali.

Infine, una possibile tensione riguarda il rapporto tra l'impianto teorico della tesi e le caratteristiche specifiche del contesto analizzato. L'adozione di una lente transfemminista e intersezionale permette di interrogare con maggiore attenzione le modalità attraverso cui le dinamiche di potere attraversano gli spazi educativi, ma allo stesso tempo rende visibile come tali dimensioni non sempre emergano in modo esplicito nei contesti osservati. Piuttosto che indicare una mancanza del laboratorio, questa discrepanza può essere interpretata come un invito a riflettere sui limiti e sulle possibilità dei diversi contesti educativi. In particolare, suggerisce che la politicized care possa assumere forme differenti a seconda delle condizioni istituzionali, dei temi affrontati e delle temporalità dei percorsi educativi. Nel caso del laboratorio, nel contesto della scuola ONSCI, essa si manifesta soprattutto nella creazione di uno spazio collaborativo e riflessivo in cui discutere le dimensioni sociali e politiche delle crisi contemporanee, pur lasciando in secondo piano la tematizzazione esplicita delle identità situate delle partecipanti.

3.2.4 Potenzialità della scuola/lab anche sotto lo sguardo della p.c

L'analisi del laboratorio permette di individuare anche alcune potenzialità rilevanti del contesto osservato, sia rispetto alla struttura della scuola in generale sia alla possibilità di leggere tali pratiche attraverso la lente della politicized care. Una prima dimensione riguarda

la capacità della scuola di creare, almeno temporaneamente, uno spazio educativo differente rispetto ad alcune dinamiche tipiche del contesto universitario. La struttura collaborativa delle attività, l'assenza di forme di valutazione formale e la centralità attribuita alla discussione collettiva sembrano contribuire a costruire un ambiente in cui la partecipazione non è orientata principalmente alla prestazione individuale, ma alla costruzione condivisa del percorso di lavoro. La scuola appare come un contesto in cui è possibile sospendere parzialmente alcune logiche competitive e gerarchiche che spesso caratterizzano gli spazi accademici. Si apre anche la possibilità di sperimentare modalità di apprendimento maggiormente dialogiche e collaborative.

Una potenzialità centrale sono le forme di orizzontalità relazionale che emergono durante le attività. Sebbene rimangano presenti ruoli differenziati tra docenti e partecipanti, la struttura del laboratorio dà l'idea di favorire modalità di interazione in cui le docenti assumono prevalentemente una funzione di facilitazione e accompagnamento piuttosto che di trasmissione unidirezionale del sapere. Le attività proposte invitano infatti le partecipanti a discutere tra loro, negoziare decisioni e costruire interpretazioni condivise; si riduce in parte la centralità della lezione frontale come modalità principale di apprendimento. Questa dinamica contribuisce a creare uno spazio di dialogo in cui il sapere non viene presentato come già definito e stabilito, ma come qualcosa che può essere costruito e rielaborato collettivamente, in termini di saperi molteplici accolti ed integrati.

Inoltre nel laboratorio emerge anche una dimensione significativa di costruzione di comunità. Alcune attività, come il wall of hope o i momenti di restituzione collettiva delle esperienze di gioco, permettono alle partecipanti di condividere non solo riflessioni analitiche ma anche emozioni, preoccupazioni e speranze legate ai temi affrontati. Questi momenti contribuiscono a generare una forma di riconoscimento reciproco tra le persone coinvolte e a costruire temporaneamente una comunità di apprendimento fondata sulla condivisione delle esperienze e sul confronto tra prospettive diverse. Sebbene questa comunità sia legata alla durata limitata della scuola, la sua esistenza e costruzione rappresentano comunque una dimensione rilevante del processo educativo, in quanto permettono alle partecipanti di percepirsi come parte di un gruppo impegnato collettivamente nell'esplorazione di problemi complessi.

Un'ulteriore potenzialità riguarda il modo in cui il laboratorio sembra aprire lo spazio educativo alla pluralità dei pensieri. Nel corso delle varie attività il sapere scientifico non viene presentato come un sistema monolitico e autosufficiente; è evidente come sia una, sebbene centrale, tra le diverse prospettive attraverso cui interpretare i fenomeni osservati. Emerge, nella discussione delle dimensioni sociali e politiche delle scelte legate alla crisi climatica, il modo in cui il laboratorio contribuisce a mettere in discussione una rappresentazione della scienza come sapere neutrale e separato dalle dinamiche sociali, rendendo visibile il carattere situato e intrinsecamente politico delle conoscenze scientifiche. Questa apertura alla dimensione politica del sapere rappresenta uno degli aspetti che più chiaramente si collegano alla lente della politicized care. Invitano le partecipanti a interrogarsi sulle responsabilità collettive, sulle implicazioni distributive delle politiche climatiche e sui diversi attori coinvolti nei processi decisionali, non si limitano infatti a trasmettere informazioni sul cambiamento climatico.

Un grande potenzialità del contesto osservato riguarda la possibilità di utilizzare strumenti come la simulazione, la costruzione di scenari e la narrazione per immaginare futuri

alternativi. Le attività legate ai futures studies permettono di esplorare scenari possibili e riflettere sulle conseguenze delle scelte collettive, aprono uno spazio per immaginare trasformazioni future e rafforzano il senso di agency delle partecipanti

Capitolo 4 - Ripensare spazi attraverso la P.C.

Dalla riflessione sulle pratiche osservate nel laboratorio emerge la necessità di allargare lo sguardo anche alla dimensione degli spazi in cui tali pratiche vivono. Lo spazio educativo non può infatti essere considerato un semplice contenitore neutrale delle attività che vi si svolgono in quanto esso partecipa alla definizione delle modalità di partecipazione, delle forme di discussione possibili e delle condizioni materiali entro cui il sapere viene prodotto e condiviso. Henri Lefebvre, in *The Production of Space* (1974), sostiene che lo spazio non sia una realtà data o puramente fisica, ma il risultato di pratiche sociali, istituzioni e rapporti di potere. Gli spazi dell'università, in questa prospettiva, non sono semplicemente luoghi in cui il sapere viene trasmesso, ma ambienti che organizzano implicitamente le modalità attraverso cui le persone possono partecipare alla produzione della conoscenza, essere riconosciute come interlocutori legittimi e prendere parola all'interno della comunità scientifica. Le riflessioni sviluppate nella geografia critica e nelle prospettive femministe sullo spazio hanno ulteriormente approfondito questa dimensione. Doreen Massey (2005), ad esempio, descrive lo spazio come l'incontro dinamico di traiettorie diverse, continuamente prodotto dalle relazioni tra le persone che lo attraversano. Lo spazio non è un contenitore statico, ma un processo in divenire che contribuisce a modellare le possibilità di incontro, confronto e costruzione collettiva di significato. Applicata al contesto universitario, questa prospettiva permette di interrogare non solo le modalità di trasmissione del sapere, ma anche le condizioni materiali e istituzionali che rendono possibile o limitano la discussione critica sulla ricerca e sulle sue implicazioni sociali. Gli spazi accademici organizzano infatti in modo implicito ciò che può essere discusso, chi può intervenire e quali temi trovano legittimità all'interno della comunità scientifica.

Granata (2021) descrive i luoghi come spazi che acquisiscono significato attraverso le pratiche che li attraversano e attraverso le forme di partecipazione che rendono possibile la costruzione di beni comuni. I luoghi non sono semplicemente dati o concessi dalle istituzioni, ma prendono forma attraverso i processi collettivi che li abitano, li trasformano e li reinterpretano. Raewyn Connell (2019) osserva come le università contemporanee rischiano di perdere progressivamente la loro dimensione di comunità intellettuale, privilegiando la produzione individuale di risultati rispetto alla costruzione di spazi di discussione condivisa. La mancanza di luoghi dedicati alla riflessione collettiva rappresenta una delle criticità più rilevanti del sistema accademico contemporaneo. Diverse autrici hanno sottolineato la necessità di creare all'interno dell'università contesti che permettano di rallentare i ritmi della produzione scientifica e aprire momenti di confronto critico. Isabelle Stengers (2018), propone l'idea di una *slow science*, che riconosca l'importanza di creare spazi in cui sia possibile interrogare criticamente le pratiche scientifiche, discutere le loro implicazioni sociali e politiche e costruire forme di responsabilità condivisa nei confronti della conoscenza prodotta.

Contestualmente, gli spazi accademici non dovrebbero essere pensati soltanto come ambienti dedicati alla trasmissione di contenuti disciplinari o alla produzione di risultati scientifici, ma anche come luoghi in cui le studentesse, ricercatrici e docenti possano discutere apertamente le condizioni, i limiti e le implicazioni della ricerca stessa. La possibilità di confrontarsi su temi come la non neutralità della scienza, le responsabilità sociali della ricerca o le trasformazioni dell'università diventa quindi parte integrante della vita accademica.

Nel contesto del Dipartimento di Fisica e Astronomia queste riflessioni assumono una particolare rilevanza alla luce di alcune discussioni emerse recentemente all'interno della comunità studentesca. Negli ultimi mesi, anche in relazione al clima di mobilitazione che ha attraversato l'università nell'autunno del 2025, in seguito alle manifestazioni svoltesi a Bologna in solidarietà alla Palestina e alle tensioni generate dagli eventi legati alla Freedom Flotilla, si sono aperti momenti di confronto tra le studentesse su questioni legate al ruolo della ricerca scientifica, alle responsabilità sociali dell'università e alle condizioni in cui si svolge la formazione accademica. Questi momenti non hanno coinvolto in modo uniforme l'intero Dipartimento, ma hanno contribuito a rendere più esplicita l'esigenza di costruire spazi in cui sia possibile discutere collettivamente temi che normalmente restano ai margini della didattica e della ricerca quotidiana, rafforzando allo stesso tempo il senso di appartenenza alla comunità studentesca.

Nel momento in cui la politicized care invita a interrogare le condizioni che rendono accessibile o limitano la partecipazione alla produzione del sapere, la configurazione degli spazi di apprendimento diventa un aspetto rilevante. Gli spazi universitari non sono infatti semplici contenitori neutri, ma contribuiscono a definire le possibilità di incontro, di confronto e di partecipazione alla vita della comunità scientifica. Come emerso anche dalle analisi precedenti, la struttura degli ambienti accademici può facilitare oppure ostacolare la costruzione di relazioni, la condivisione di esperienze e la discussione sulle implicazioni sociali della ricerca.

Dalle discussioni sviluppatesi in questo periodo emerge in modo ricorrente la percezione di una mancanza di spazi dedicati alla condivisione e alla costruzione di comunità all'interno del Dipartimento. Molte delle aule e degli ambienti universitari risultano infatti organizzati principalmente per attività didattiche formali o per il lavoro individuale, mentre gli spazi in cui poter discutere collettivamente questioni legate alla ricerca, alla politica della scienza o al ruolo sociale dell'università risultano più limitati. In questo senso, la questione degli spazi non riguarda soltanto la disponibilità materiale di aule o sale riunioni, ma il modo in cui la comunità universitaria immagina il proprio ruolo all'interno dell'istituzione e le possibilità di partecipazione alla costruzione del sapere. L'organizzazione degli ambienti accademici riflette, infatti, anche una determinata concezione del ruolo delle studentesse, spesso implicitamente pensato come di ricezione di un servizio formativo erogato dall'università, piuttosto che come parte attiva della collettività che costituisce tale istituzione. Allo stesso tempo, i dibattiti emersi mostrano anche che, accanto ai limiti evidenziati, esistono tentativi concreti di costruire momenti di confronto e di riflessione condivisa, in cui le studentesse possano discutere apertamente le condizioni della ricerca scientifica e le sue implicazioni sociali. Queste esperienze, pur non essendo istituzionalizzate, indicano che è possibile aprire spazi di dialogo all'interno dell'università e che tali spazi possono contribuire a rafforzare il senso di comunità e la partecipazione alla vita accademica. Se la politicized care invita a interrogare le condizioni che rendono possibile una partecipazione più equa alla produzione del sapere, allora diventa necessario considerare anche le condizioni materiali e istituzionali che permettono, o al contrario limitano, la costruzione di momenti di confronto collettivo. Le mobilitazioni e le discussioni emerse all'interno della comunità studentesca mostrano che tali spazi non sono soltanto un'esigenza teorica, ma una possibilità concreta, che tuttavia richiede di essere riconosciuta e sostenuta all'interno dell'organizzazione

dell'università, senza che questo implichi la contrapposizione tra pratiche esistenti e nuove forme di partecipazione, ma piuttosto il tentativo di metterle in dialogo.

Conclusioni

L'analisi condotta nel corso di questa tesi ha permesso di osservare come il framework della politicized care rappresenti uno strumento utile per rileggere gli spazi della formazione scientifica non come contesti neutri, ma come ambienti attraversati da dinamiche sociali, istituzionali e politiche che influenzano la partecipazione alla produzione del sapere.

L'osservazione del laboratorio 2 della winter school ONSCI mostra come alcune pratiche educative possano effettivamente favorire forme di partecipazione diffusa e di costruzione collettiva della conoscenza. Le attività proposte, basate su simulazioni, discussioni di gruppo e narrazioni di scenari futuri, creano condizioni che incoraggiano il confronto tra partecipanti e la negoziazione condivisa delle interpretazioni dei fenomeni analizzati.

Attraverso la lente della politicized care è stato possibile individuare diverse dimensioni di cura all'interno del laboratorio. Sul piano della cura sociale, le attività favoriscono la creazione di uno spazio relazionale in cui le partecipanti possono condividere esperienze, emozioni e prospettive legate ai temi trattati. Sul piano della cura epistemica, il laboratorio incoraggia la costruzione condivisa della conoscenza attraverso discussioni, ipotesi e processi di riformulazione collettiva delle idee. Infine, sul piano della cura accademica, la struttura delle attività e il supporto delle docenti contribuiscono a rendere il percorso accessibile e sostenibile per le partecipanti, riducendo alcune delle pressioni performative tipiche dei contesti accademici.

Allo stesso tempo, l'analisi mette in luce alcune tensioni. Il ritmo serrato delle attività, la necessità di produrre sintesi finali e alcune differenze nelle modalità di partecipazione ai lavori di gruppo mostrano come anche contesti progettati per favorire la collaborazione possano essere attraversati da dinamiche non completamente uniformi nella distribuzione dell'agency epistemica.

Un aspetto particolarmente significativo riguarda il rapporto tra le prospettive teoriche adottate nell'analisi, con particolare riferimento agli apporti transfemministi e intersezionali, e ciò che emerge concretamente nel laboratorio. Nel quadro teorico della tesi, queste prospettive sono state introdotte come strumenti per interrogare le modalità attraverso cui il sapere scientifico e i contesti educativi possono essere attraversati da dinamiche di potere legate alle identità sociali. Tuttavia, nel contesto osservato tali dimensioni emergono solo in modo parziale. Se da un lato alcune attività aprono spazi di discussione sulle implicazioni sociali della scienza e sul rapporto tra conoscenza scientifica e responsabilità collettiva, dall'altro le identità situate delle partecipanti diventano raramente oggetto esplicito di riflessione all'interno delle interazioni osservate.

Questo elemento non rappresenta necessariamente un limite del laboratorio, ma evidenzia piuttosto la complessità del rapporto tra cornici teoriche critiche e pratiche educative concrete. La politicized care emerge quindi non come un modello pienamente realizzato, ma come una lente interpretativa utile per individuare sia le potenzialità sia le tensioni presenti nei contesti educativi.

Infine, la riflessione sviluppata nel corso della tesi apre anche una questione più ampia riguardante il ruolo degli spazi universitari. Iniziative presenti in Dipartimento indicano il

tentativo di costruire contesti in cui le studentesse, ricercatrici e docenti possano discutere collettivamente il ruolo della scienza nella società e le responsabilità sociali della ricerca.

In questo senso, la politicized care può essere interpretata non solo come uno strumento per analizzare pratiche educative specifiche, ma anche come una prospettiva utile per immaginare nuovi spazi di partecipazione e riflessione critica all'interno dell'università, in cui la produzione del sapere scientifico possa essere interrogata e costruita in modo più consapevole e condiviso.

Bibliografia

Atherton, T. J., et al. (2024). Queer identities in physics learning environments. *Physical Review Physics Education Research*, 20, 020142.

Beauboeuf-Lafontant, T. (2002). A womanist experience of caring: Understanding the pedagogy of exemplary Black women teachers. *The Urban Review*, 34(1), 71–86. <https://doi.org/10.1023/A:1014497228517>

Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M. (2022). GreenComp: The European sustainability competence framework. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/132259>

Connell, R. (2019). *The Good University: What Universities Actually Do and Why It's Time for Radical Change*. Zed Books.

Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970–977. <https://doi.org/10.1119/1.1374249>

Fiori, N. (2024). Come perturbazioni assorbite e dissipate dal sistema. Un'indagine su donne, genere e scienza presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Bologna. <https://amslaurea.unibo.it/id/eprint/34080>

Fontana, R. (2024). *Profili di eccellenza e brillantezza in fisica: un'indagine qualitativa sulle capacità ritenute fondamentali per il successo formativo e professionale*. Tesi di laurea magistrale, Università di Bologna.

Gilligan, C. (1982). *In a different voice: Psychological theory and women's development*. Harvard University Press.

Girani, P. (2023). *Indagine sulla relazione tra cultura umanistica e scientifica con studenti della laurea in Fisica*. Tesi di laurea triennale, Università di Bologna.

Gjerde, K., & Hagane, S. (2024). Enhancing peer instruction in physics: Understanding cognitive processes and refining rules. *Physical Review Physics Education Research*, 20(1), 010134. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.010134>

Gok, T. (2014). Peer instruction in the physics classroom: Effects on gender difference performance, conceptual learning, and problem solving. *Journal of Baltic Science Education*, 13(6), 776–788. <http://www.scientiasocialis.lt/jbse/?q=node/398>

Granata, E. (2021). *Placemaker: Gli inventori dei luoghi che abiteremo*. Einaudi.

Haber-Schaim, U. (1967). The PSSC physics course: A progress report. *Physics Today*, 20(3), 26–31. <https://doi.org/10.1063/1.3034185>

Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Shanahan, M.-C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice.

Journal of Research in Science Teaching, 47(8), 978–1003.

<https://doi.org/10.1002/tea.20363>

Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30(3), 141–158. <https://doi.org/10.1119/1.2343497>

Ibourk, A. (2019). Caring for climate change education: A transformative framework. *Cultural Studies of Science Education*, 14(4), 1085–1103.

<https://doi.org/10.1007/s11422-019-09938-4>

Kebbeck, K., Piatek-Jimenez, K., & Medina, M. (2020). Intersectionality in undergraduate physics education research: A review. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2), 020123. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020123>

Ladson-Billings, G. (1995). Toward a theory of culturally relevant pedagogy. *American Educational Research Journal*, 32(3), 465–491. <https://doi.org/10.3102/00028312032003465>

Laherto, A., Levrini, O., & Erduran, S. (2023). Editorial: Future-oriented science education for agency and sustainable development. *Frontiers in Education*, 8, 1155507.

<https://doi.org/10.3389/educ.2023.1155507>

Larkin, J. H., McDermott, J., Simon, D., & Simon, H. A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208(4450), 1335–1342.

<https://doi.org/10.1126/science.208.4450.1335>

Lefebvre, H. (1974). *The Production of Space*. Blackwell.

Leopardi, C. (2024). *Un approccio epistemologico all'apprendimento. Indagine con studentesse e studenti della Laurea in Fisica*. Tesi di laurea, Università di Bologna.

Levrini, O., Tasquier, G., Barelli, E., Laherto, A., Palmgren, E., Branchetti, L., & Wilson, C. (2021). Recognition and operationalization of future-scaffolding skills: Results from an empirical study of a teaching-learning module on climate change and futures thinking. *Science Education*, 105(2), 281–308. <https://doi.org/10.1002/sce.21612>

Levrini, O., et al. (2019). Climate change education and future thinking. [INCOMPLETA]

Massey, D. (2005). *For Space*. Sage.

Mathis, C., & Daane, A. R. (2023). Physics teachers' dispositions related to culturally relevant pedagogy. *Physical Review Physics Education Research*, 19(1), 010134.

<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.19.010134> [Nota: Corrisponde al titolo fornito precedentemente del 2022]

Mathis, C., Southerland, S. A., & Jaber, L. Z. (2025). Tracing different forms of politicized care in teaching physics to students traditionally underserved in science. *Physical Review Physics Education Research*, 21(2), 020121. <https://doi.org/10.1103/yvbc-n7vk>

Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A User's Manual*. Prentice Hall.

- McDermott, L. C. (1991). What we teach and what is learned—Closing the gap. *American Journal of Physics*, 59(4), 301–315. <https://doi.org/10.1119/1.16539>
- McKinney de Royston, M., & Watson, A. (2021). Racialized educators and politicized caring: Navigating tensions in justice-oriented teaching. *Educational Researcher*, 50(9), 623–632. <https://doi.org/10.3102/0013189X211049372>
- Miani, L. (2025). Embracing uncertainties in climate change education: Design and implementation of a future-oriented science education approach to develop sustainability competences (PhD thesis). Università di Bologna.
- Moscatelli, F. (2024). Co-spirazioni per il futuro: Immaginare alternative comunitarie nella letteratura ecodistopica ispanoamericana contemporanea (PhD project). Università di Bologna.
- Noddings, N. (1984). *Caring: A Feminine Approach to Ethics and Moral Education*. University of California Press.
- Noddings, N. (2012). The caring relation in teaching. *Oxford Review of Education*, 38(6), 771–781. <https://doi.org/10.1080/03054985.2012.745047>
- Parsons, E. C. (2016). Justice-oriented critical caring in science education. *Science Education*, 100(6), 1035–1060. <https://doi.org/10.1002/sce.21246>
- Physical Science Study Committee. (1960). *Physics*. D.C. Heath.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Redish, E. F. (2003). *Teaching Physics with the Physics Suite*. Wiley.
- Santana, L., & Singh, C. (2022). Empathetic interviews and gender disparities in physics. *Physical Review Physics Education Research*, 18(2), 020144. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020144>
- Singh, C. (2015). Impact of peer interaction on conceptual test performance. *American Journal of Physics*, 83(7), 633–640. <https://doi.org/10.1119/1.4916767>
- Stengers, I. (2018). *Another Science Is Possible: A Manifesto for Slow Science*. Polity Press.
- Suárez, E., & Krist, C. (2023). Designing for justice-oriented critical caring in science methods courses. In *Proceedings of the 17th International Conference of the Learning Sciences—ICLS 2023*. <https://repository.isls.org/handle/1/10000>
- West, C., & Zimmerman, D. (1987). Doing gender. *Gender & Society*, 1(2), 125–151. <https://doi.org/10.1177/0891243287001002002>

Wieman, C. (2014). Large-scale comparison of science teaching methods sends clear message. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8319–8320.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1407304111>