

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI

FEDERICO II



DIPARTIMENTO DI SCIENZE SOCIALI

**CORSO DI DOTTORATO IN SCIENZE SOCIALI E
STATISTICHE XXXVIII CICLO**

**Una Sociologia Digitale Critica Della Robotica in
Educazione: un'analisi delle Forme Educative tra
Immaginari, Infrastrutture Sociotecniche e
Processi di Traduzione**

CANDIDATA

Dott.ssa Jessica Parola

TUTOR

Prof. Emiliano Grimaldi

ANNO ACCADEMICO 2025 / 2026

Indice

Introduzione	4
Capitolo 1 - Cosa è la robotica educativa?	9
Perché studiare la robotica educativa?	9
La robotica educativa nella letteratura scientifica. I principali approcci	13
Branche disciplinari nel campo della robotica educativa	15
Domande di ricerca prevalenti	20
Verso una sociologia digitale critica della robotica in educazione	22
Capitolo 2 - Una sociologia digitale critica della robotica in educazione	26
Governare l'educazione attraverso la robotica	26
Governare l'educazione attraverso idee sul futuro: l'immaginario della robotica educativa	29
Problematizzare la robotica educativa come assemblaggio	33
L'assemblaggio robotico	35
Architettura ed elementi di costruzione	35
Meccanismi a lavoro	41
Analizzare l'assemblaggio nel suo farsi: l'enactment della robotica educativa	48
Il making della robotica educativa attraverso le translations	51
Conclusione	58
Capitolo 3 - Un assemblaggio robotico: analizzare le forme educative tra immaginari, infrastrutture e traduzioni	60
Analizzare la produzione e l'emergenza della robotica educativa tramite un caso studio	60
Il progetto Classmate Robot: riflessività e posizionalità nel processo di ricerca	62
Il following dell'assemblaggio della robotica educativa	64
Following degli immaginari	68
Immaginari del settore commerciale dell'EdTech	69
Immaginari in translation	75
Following delle infrastrutture sociotecniche	77
Analisi della piattaforma robotica	79
Following delle translations	81
Analisi delle translations e del making della robotica educativa	82
Conclusione	84
Capitolo 4 - Seguire gli immaginari: robotica educativa, industria EdTech e timescape educativi	86
Introduzione	86

Logiche spazio-temporali: ‘tech-driven instruction’ e ‘connectivity’	87
Tech-driven instruction: cicli, tempo macchinico e accelerazione	91
Connective learning experience: network time e presente-futuro	94
Personalizzato ma connettivo. Densità, frammentazione e lo studente come assemblaggio uomo-macchina	95
Logiche temporali: ‘Skill development’ e ‘Educating to and for the Future’	96
Developmental learning: achievement time e preparedness	99
Educating to and for the Future: produttività e anticipazione	100
Apprendimento efficiente, ottimizzato ma frammentato	101
Riconfigurare lo studente produttivo. O, la tirannia della connettività	102
Conclusione	105

Capitolo 5 - Seguire gli immaginari attraverso il co-design di un artefatto robotico per l’educazione: l’immaginario della robotica educativa in Translation

106

Introduzione	106
Futuri guidati dalla robotica per innovare l’educazione: immaginari e problematizzazioni	106
La fase di interessement: dispositivi di mediazione e consolidamento della rete	113
L’enrolment nell’innovazione educativa robotica: uno spazio di resistenze, tradimenti e innovatori	116
Subjectivities into effects: mobilitare la robotica per innovare le pratiche educative	122
Relazioni di potere e participatory future-making	123
Conclusione	125

Capitolo 6 - Seguire l’infrastruttura sociotecnica: piattaforme robotiche, scenari d’uso e soggetti educativi ideali

126

Introduzione	126
L’ecosistema Scuolab come dispositivo di persuasione: attirare le scuole del futuro abitate da studenti flessibili	130
La piattaforma Classmate e la sua visione educativa: apprendimento come costruzione della conoscenza	136
Tecnologie: apprendimento come frammentazione e ricombinazione di unità conoscitive	140
L’ambiente d’uso previsto e le sue tensioni. O, il paradosso delle logiche operative con la visione educativa promossa da Classmate	146
La piattaforma Classmate e la fabbricazione dei soggetti educativi ideali	153
Conclusione	155

Capitolo 7 - Come le scuole mobilitano e traducono la robotica educativa? L’enactment di un robot classmate in quattro classi scolastiche

159

Introduzione	159
Seguire le dinamiche delle translations: dal co-design al making della robotica educativa	162
Mobilitare la robotica nello spazio di una classe quinta di un Liceo Scientifico	166

Contesto e problematizzazione	166
Interessare il gruppo studenti: performatività, competizione e costruzione discorsiva della sperimentazione	168
Momento dell'enrolment: controversie ed ingresso di nuovi attori all'interno dell'actor network	171
Momento dell'enrolment: ri-configurazione delle identità e dei loro ruoli	176
Mobilitazione della robotica: la fragilità della rete	178
Mobilitare la robotica in una classe quarta dell'indirizzo automazione di un Istituto Tecnico	181
Contesto e problematizzazione	181
Momento dell'interessement: immaginari sociotecnici e ri-configurazione della relazione pedagogica	182
Momento dell'enrolment: espansione dell'actor network	184
Mobilitare la robotica: lo spazio commerciale	186
Mobilitare la robotica educativa in una classe quinta di un Liceo Scientifico	188
Contesto e problematizzazione	188
Stadio dell'interessement: trasformare un artefatto robotico in un attore per un debate	189
Stadio dell'enrolment: le strategie di negoziazione tra la grammatica del debate e le logiche algoritmiche	191
Mobilitare la robotica: gli immaginari come componenti cruciali nei processi di innovazione tecnologica	195
Mobilitare la robotica nello spazio di una classe secondaria di primo grado	196
Contesto e problematizzazione	196
Stadi dell'interessement: il potere del gruppo dei ricercatori	197
Stadio dell'enrolment: la robotica come oggetto di una visione strumentale della tecnologia e performativa dell'educazione	198
Stadio dell'enrolment: ri-configurazione delle identità educative	200
Mobilitare la robotica: se un robot diventa un compagno di classe	206
Conclusione	207
Conclusioni - Come le scuole traducono gli spazi, i tempi e i soggetti educativi: l'enactment di un robotic-mediated timescape e la produzione dell'assemblaggio uomo-macchina	212
Concludendo: la sociologia digitale critica della robotica in educazione	221
Riferimenti bibliografici	223

Introduzione¹

Il lavoro di dottorato qui presentato ha lo scopo di dare un contributo alla conoscenza scientifica su come l'introduzione della robotica nelle ecologie educative stia contribuendo a ridefinire l'idea stessa di educazione, i suoi valori e le forme attraverso cui è organizzata, proponendo una sensibilità definita come *sociologia digitale critica della robotica in educazione*. Di fronte a narrazioni dominanti che prefigurano la robotica come una tecnologia intrinsecamente capace di rendere l'apprendimento più efficace e l'insegnamento più efficiente, questa sensibilità proposta mira a far emergere la complessità sociotecnica di tali dispositivi, i valori e i significati che li attraversano, le relazioni che li definiscono e la loro dimensione performativa.

L'approccio sviluppato in questo lavoro si fonda su un processo di problematizzazione della robotica educativa, finalizzato ad interrompere e mettere in discussione qualsiasi forma di soluzionismo, sostanzialismo e/o determinismo nella costruzione della relazione con tale oggetto di studio. Nel particolare, questo lavoro si pone l'obiettivo di analizzare i processi di produzione di specifiche forme di spazialità, temporalità e soggettività educative mediate dalla robotica. A tale scopo, e riconoscendo la robotica educativa come un assemblaggio sociotecnico, la ricerca si configura come un percorso di decostruzione – e di ricostruzione – delle entità, dei meccanismi e delle logiche che attraversano, che generano e che traducono e trasformano la robotica educativa, riconoscendo al contempo l'intreccio tra tali dimensioni. Un dispositivo robotico non può essere considerato separatamente dai processi di produzione che lo costituiscono, i quali sono permeati da valori, immaginari e visioni su futuri educativi desiderabili; né dalle grammatiche d'azione incorporate nelle sue piattaforme e nei suoi artefatti; né dai contesti educativi in cui viene introdotto, i quali attraversati da specifiche ma eterogenee entità, persone, oggetti e tecnologie che nelle relazioni producono e generano ciò che definiamo come robotica educativa. Per sostanziare questo punto di vista, questo lavoro di dottorato presenta diversi percorsi di analisi empirica. Ognuno di essi propone un punto di ingresso privilegiato per problematizzare la robotica educativa come assemblaggio complesso. Tuttavia, tali punti di ingresso analitici ed empirici non vengono considerati come distinti, ma come intrecciati e piegati gli uni sugli altri, producendo un quadro complessivo che rende conto della natura dinamica, relazionale e performativa della robotica educativa.

¹ Il testo presenta un ricco numero di termini in lingua originale (inglese). Per non impattare negativamente sulla leggibilità del testo, non si è ricorso al consueto utilizzo del corsivo.

Il capitolo 1 ha lo scopo di presentare la robotica educativa come un problema nel campo della sociologia digitale, ricostruendone le principali genealogie teoriche e i diversi orientamenti di ricerca che ne hanno guidato lo sviluppo negli ultimi anni. A dominare la letteratura scientifica sul tema sono tre grandi paradigmi di ricerca. Attraverso la discussione di tali cornici, il capitolo mostra come la letteratura esistente tende a trascurare le dimensioni sociali, culturali e politiche dei dispositivi tecnologici e della loro introduzione nei contesti educativi. In questa direzione, viene alla luce la necessità di un cambio di prospettiva che consideri come l'uso di soluzioni di robotica educativa non sia un fenomeno meramente tecnico, quanto un fenomeno sociotecnico che risponde a determinate visioni del mondo sociale e della conoscenza ed integrato nella produzione di determinate forme di azione e di ordine sociale.

Il capitolo 2 traccia il quadro teorico e concettuale entro cui si inserisce questo lavoro, definito come una sociologia digitale critica della robotica in educazione. Questo pone la robotica come parte dei complessi assemblaggi di governo (Foucault, 1991) che agisce sulla condotta umana. Se la robotica educativa incorpora e ri-produce visioni normative su cosa significhi apprendere, nuove forme di conoscenza e sistemi di pensiero, al fine di decostruire ed esplorare queste forme di idee, la sociologia digitale critica della robotica in educazione fa uso della nozione di immaginario (sociotecnico). La sociologia digitale critica della robotica in educazione concettualizza inoltre la robotica educativa come un assemblaggio (DeLanda, 2016), proponendo di osservare l'eterogeneità delle entità che la compongono, quali i suoi elementi di costruzione e i suoi meccanismi (Van Dijk et. al., 2018). Fare riferimento alla teoria degli assemblaggi ha un'importante implicazione analitica, ovvero un'analisi caso per caso del modo in cui le varie entità si relazionano; un'analisi che si concentra sull'eterogeneità di elementi umani, discorsivi e tecnologici, sulle loro tensioni, e su come concorrono all'elaborazione di specifiche costellazioni sociali ed educative. In altre parole, la sociologia digitale critica si propone di superare visioni deterministiche della tecnologia, mostrando come la robotica sia il risultato emergente, provvisorio e continuamente in movimento di processi di composizioni, deviazioni, iscrizioni, negoziazioni e traduzioni. Questo approccio inquadra infatti l'introduzione della robotica nei contesti educativi come complessi processi di enactment (Ball et. al., 2012). Attraverso una sensibilità verso le pratiche disordinate e contingenti della relazionalità e della materialità del mondo, la sociologia digitale critica della robotica in educazione è dunque interessata alle particolari ontologie che si stabilizzano tramite processi di traduzione (Callon, 1986) – spostamenti di obiettivi e interessi, così come spostamenti di dispositivi, esseri umani e oggetti – cogliendo le controversie e le negoziazioni che rendono possibile qualsiasi processo di riconfigurazione tecnologica, sociale ed educativa.

A partire da questo framework teorico, è stato messo a punto il research project proposto in questo lavoro, presentato nel capitolo 3. In primo luogo, l'analisi empirica si concentra su un caso studio volto ad esplorare la robotica educativa nella sua singolarità, ovvero come fenomeno situato e relazionale. Il caso studio guarda ad un progetto di innovazione robotica nelle istituzioni scolastiche italiane, nato dalla collaborazione tra un'azienda campana di Educational Technology, varie scuole italiane ed un gruppo di ricercatori nel campo della sociologia dell'educazione. Una collaborazione che ha come obiettivo la co-progettazione e la sperimentazione di un robot educativo sociale di tipo classmate, composto da un artefatto fisico e da una piattaforma digitale integrata. Parallelamente ad una introduzione al caso studio, il capitolo 3 presenta il toolbox metodologico adottato. Questo lavoro di ricerca adotta una sensibilità topologica al fine di esplorare gli investimenti in forma della robotica educativa. Una sensibilità che permette di considerare come la robotica in educazione riconfiguri specifici spazi e tempi educativi e come queste forme abbiano implicazioni ontologiche ed etiche nelle modalità attraverso cui organizzano la produzione di specifiche identità. Al fine di analizzare queste dimensioni, e al contempo trattando la robotica educativa quale assemblaggio, il lavoro propone tre punti di ingresso analitici, o tre processi di following: immaginari, infrastruttura sociotecnica e processi di traduzione. Per ognuno di questi tre processi di following vengono proposte analisi e tecniche di ricerca specifiche.

Il capitolo 4 inaugura la prima esplorazione empirica degli immaginari che attraversano la robotica educativa, concentrandosi sul settore industriale dell'Educational Technology. L'analisi si propone di esplorare come i principali attori globali del settore stiano contribuendo ad immaginare un futuro dell'educazione co-abitato da artefatti robotici basati sull'intelligenza artificiale, e come questo lavoro di immaginazione implichi la produzione discorsiva di specifiche forme spazio-temporali educative (Adam, 2008), in grado di riconfigurare il modo in cui i soggetti percepiscono e vivono l'esperienza educativa. Dal punto di vista metodologico, il capitolo adotta un approccio misto, combinando la Network Text Analysis (NTA) e un'analisi qualitativa ispirata alla griglia concettuale dei digital timescapes (Kitchin, 2023). Attraverso l'analisi di un corpus testuale proveniente dai siti web e dai blog di 23 aziende globali dell'EdTech, il capitolo discute alcune delle caratteristiche distintive dell'emergente immaginario, mostrando come sia regolato da 4 logiche spazio-temporali: tech-driven instruction, connectivity, skill development e educating to and for the future. Attingendo ai materiali empirici, il capitolo mostra come queste configurazioni spazio-temporali emergenti siano multiple e relazionali, e come esse riconfigurino discorsivamente i ritmi, i calcoli, le modalità e le relazioni che caratterizzano le pratiche educative contemporanee. In modo critico, il capitolo evidenzia infine come tali logiche spazio-temporali posizionino al centro dell'esperienza educativa un nuovo tipo di studente produttivo, catturato nella tirannia della connettività e nei suoi paradossi.

Il capitolo 5 esplora come un immaginario della robotica educativa emerge, viene ri-costruito e rifatto – tradotto – nelle pratiche scolastiche, portando alla luce gli intrecci sociali, materiali e tecnici che si attivano attraverso un processo di co-design di un robot classmate. L'analisi prende le mosse da un approccio teorico che intreccia due prospettive complementari. Da un lato, la nozione di educational imaginaries (Rahm, 2023) permette di comprendere come le tecnologie siano sempre inscritte entro quadri discorsivi culturali e politici che plasmano visioni educative ed etiche, influenzando la progettazione e la messa in atto delle innovazioni. Dall'altro lato, la sociology of translation di Callon (1986) offre un linguaggio analitico per leggere i processi di innovazione come dinamiche complesse di negoziazione, problematizzazione e mobilitazione, in cui attori umani e non umani definiscono reciprocamente ruoli, obiettivi e posizioni di centralità e potere.

Il Capitolo 6 si colloca nello spazio di traduzione emerso nel capitolo precedente, uno spazio fabbricato da processi di tensione tra attori umani e non-umani. All'interno di questo spazio, prende forma lo sviluppo della piattaforma robotica Classmate, progettata nel corso dei momenti di co-design. Il processo di costruzione della piattaforma rappresenta un nodo strategico nelle catene di traduzione: un tentativo di stabilizzare e materializzare una specifica visione della robotica educativa. In quest'ottica, il capitolo analizza la piattaforma Classmate come artefatto culturale tramite il metodo del walkthrough (Light et al., 2018). L'analisi evidenzia come le interfacce della piattaforma Classmate prefigurino il futuro dell'apprendimento come un processo individualizzato, personalizzato e creativo, fondato sull'etica del making e su un modello di studente creativo, autonomo e responsabile. Tuttavia, ad essere in tensione con questa visione educativa è una forma di razionalità tecnologica attraverso cui la conoscenza è rappresentata come entità frammentata e computabile, e l'apprendimento come un processo tecnico di scomposizione, accumulazione e ricomposizione di micro-unità educative.

Il capitolo 7 ha l'obiettivo di analizzare come le scuole fanno la robotica educativa, ovvero gli intrecciati processi di traduzione attraverso cui la robotica educativa prende forma. L'analisi segue quattro contesti scolastici mostrando come l'introduzione di una tecnologia robotica non si traduca mai in un processo lineare. Al contrario, ciò che emerge è un campo di negoziazioni, di tensioni in cui attori umani e non umani (insegnanti, studenti, ricercatori, robot, piattaforme digitali, dispositivi di aula) si intrecciano dando forma ad ecologie educative ibride. Ogni scuola costruisce una propria rete sociotecnica, con configurazioni di potere, spazialità, temporalità e immaginari differenti, che condizionano profondamente le modalità attraverso cui la robotica viene generata.

La parte conclusiva di questo lavoro discute l'emergere di un robotic-mediated timescape. All'interno di questo timescape, coesistono e si intersecano logiche spazio-temporali multiple ma

specifiche e, allo stesso modo, viene fabbricata una specifica identità del soggetto educativo, quale assemblaggio uomo-macchina.

Le analisi presentate in questo lavoro di dottorato hanno lo scopo generale di confluire in una riflessione sulla definizione di una sociologia digitale della robotica in educazione, senza pretese di generalizzazione e di esaustività. Questo lavoro vuole infatti aprire a nuovi interrogativi e nuove prospettive di ricerca che coinvolgano una forma di sociologia critica capace di contribuire alla costruzione di saperi, conoscenza e discorsi informati su come la relazione tra educazione e tecnologia (robotica) possa essere re-immaginata.

Capitolo 1.

Cosa è la robotica educativa?

1.1. Perché studiare la robotica educativa?

I dibattiti contemporanei sul futuro dell'educazione sono oggi attraversati da potenti promesse e visioni che attribuiscono alla robotica ed all'Intelligenza Artificiale (IA) un potenziale rivoluzionario. Come conseguenza, soluzioni di robotica educativa AI-based diventano sempre più presenti nelle infrastrutture educative emergenti, dando un contributo significativo ad una loro riconfigurazione.

Lontano dall'essere una mera applicazione tecnica, la robotica si configura come complesso sociotecnico che ri-definisce i modi attraverso cui si immagina e si governa la forma educativa (Latour, 2005; Williamson, 2017a). Comprendere la portata di tali processi richiede una profonda analisi della loro performatività e del modo in cui la robotica costituisce uno spazio di mobilitazione di visioni pedagogiche e framework educativi orientati al futuro, nei quali i dispositivi tecnologici sono posizionati come elementi chiave di una riforma dell'architettura educativa. La mobilitazione della robotica in educazione avviene infatti in relazione a diverse pratiche, modi di pensare, ambizioni, obiettivi e aspirazioni che danno forma al modo in cui la robotica viene immaginata, messa in atto e inquadrata in relazione a compiti e scopi.

Una narrazione pervasiva riguardo la necessità di un'introduzione della robotica nei mondi educativi è riscontrabile tanto nel dibattito pubblico, nelle affermazioni di investitori e leader di aziende globali nel settore dell'Educational Technology, nel pensiero accademico, quanto nelle politiche pubbliche nazionali e globali.

Aziende influenti quali SoftBank Robotics, Movia Robotics, BirdBrain Technologies, o ancora Blue Frog Robotics sono attivamente coinvolte in collaborazioni con aziende educative globali e nazionali, con istituti di ricerca e con scuole ed educatori allo scopo di “formare, incoraggiare e supportare il cambiamento sociale ed un futuro con i robot”². Le loro visioni si fondano sulla progettazione di dispositivi “collaborativi, interattivi e di supporto” per rendere l'IA e la robotica parte integrante dei futuri ecosistemi di apprendimento. La loro promessa si basa sulla creazione di

² [SoftBank Robotics Group Corp.](https://www.softbankrobotics.com/)

ambienti di apprendimento interattivi e personalizzati per integrare apprendimenti adattivi attraverso cui ogni singolo studente può apprendere secondo ritmi, necessità e contenuti singolari, per permettere una maggiore efficacia dell'insegnamento, del supporto al singolo e dell'offerta scolastica.

Parallelamente, organizzazioni internazionali come l'OCSE – Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico – promuovono la robotica e l'IA generativa come strumenti per accelerare una trasformazione dei sistemi educativi tradizionali (ritenuta univocamente necessaria), ponendosi come obiettivo cruciale una trasformazione delle aule in spazi in cui l'apprendimento è più “flessibile, collaborativo e individualizzato” (OCSE, 2023). Ad esempio, nel report “Pushing the Frontiers with AI, blockchain and robots”³, la robotica viene presentata dall'OCSE come una frontiera innovativa del processo di digitalizzazione della didattica, sia nei termini di ottimizzazione dei risultati di apprendimento che in quelli della gestione dei sistemi educativi. I principi cardine delle loro assunzioni ricadono nella combinazione tra materialità fisica degli artefatti robotici, infrastrutture dati e learning analytics. Nella connettività tra questi elementi risiederebbe il potenziale per migliorare l'efficacia dell'apprendimento tramite personalizzazione, supporto a studenti con DSA e inclusività. Alla robotica viene attribuita la capacità di garantire maggiore accesso alle esperienze didattiche riducendo le barriere legate a contesti geografici svantaggiati e aumentando la partecipazione di gruppi di studenti poco coinvolti nelle discipline STEM. Similmente, l'UNESCO sostiene la relazione tra educazione e robotica come parte di una più ampia strategia per l'alfabetizzazione digitale e l'inclusione tecnologica nei paesi in via di sviluppo, nel quadro di una più ampia strategia per favorire una maggiore accessibilità all'educazione digitale⁴.

Allo stesso modo, a promuovere l'utilizzo della robotica negli ambienti educativi sono programmi e linee guida educative nazionali. Scuola Futura in Italia promuove la robotica come metodo pedagogico e strategia didattica per rendere l'insegnamento più efficace e l'apprendimento più coinvolgente, pratico e divertente, soprattutto nel contesto delle materie STEM. Nel programma di formazione “robotica ed elettronica educativa nelle STEM”⁵ il Ministero per l'Istruzione e il Merito (MIM) presenta la robotica educativa come strumento per potenziare lo sviluppo di pensiero computazionale, creatività e problem solving così come favorire un impegno per un'educazione inclusiva e partecipativa rivolta a studenti di ogni ordine e grado. Retoriche analoghe sono riscontrabili in altri paesi. Il programma Computing Curriculum nel Regno Unito⁶ ha aperto le porte all'uso della robotica educativa come strumento per potenziare tipi di competenze inquadrati come necessarie per il futuro, quale la programmazione o il pensiero computazionale. Parallelamente, il

³ [OECD Digital Education Outlook 2021 | OECD](#)

⁴ [Digital Inclusion | UNESCO](#)

⁵ [Robotica ed elettronica educativa nelle STEM – Scuola Futura](#)

⁶ [National curriculum in England: computing programmes of study - GOV.UK](#)

National STEM School Education Strategy⁷ in Australia incentiva le istituzioni educative ad introdurre la robotica e altre tecnologie emergenti nei programmi scolastici per rispondere alla crescente domanda di competenze tecnologiche nel futuro di una società sempre più digitalizzata.

Questi esempi convergono in una narrazione comune che attribuisce alla robotica educativa un potenziale trasformativo, e in alcuni casi rivoluzionario, fondato su una costellazione di promesse di miglioramento e razionalizzazione del processo educativo.

Una delle promesse più ricorrenti in tale spazio discorsivo riguarda la capacità attribuita alle tecnologie robotiche di automatizzare alcune funzioni del processo di insegnamento, con l'obiettivo di personalizzare ed ottimizzare l'offerta educativa. Tale promessa si fonda sull'assunto che la computazione possa sostituire o potenziare le capacità umane di adattare l'insegnamento ai bisogni individuali, grazie all'impiego di sistemi di evidence-based learning e di adaptive decision-making, ovvero infrastrutture in grado di generare decisioni educative basate su analisi statistiche e dati comportamentali in tempo reale (Zeide, 2019). In questa prospettiva, il mito della razionalità tecnoscientifica incontra e penetra le ecologie educative, configurando la tecnologia robotica come strumento privilegiato di una presunta oggettivazione del processo di apprendimento. I sistemi di IA applicati all'educazione vengono narrati come capaci di tracciare l'attività cognitiva ed affettiva degli studenti con una granularità inedita, di monitorare ed adattare i percorsi didattici in tempo reale e di incorporare automaticamente le più recenti acquisizioni della ricerca pedagogica e delle scienze dell'apprendimento. Ne risulta una concezione della robotica educativa come infrastruttura in grado di abilitare un processo decisionale computazionalmente preciso, privo di ambiguità e, in quanto tale, considerato più affidabile rispetto alla fallibilità e alla soggettività dell'insegnamento umano (Selwyn, 2019). La promessa sottesa è dunque quella di una robotica educativa capace di rendere l'educazione più coerente, prevedibile e controllabile attraverso procedure di insegnamento, valutazione e monitoraggio rese trasparenti e verificabili grazie alla mediazione algoritmica basata su logiche di raccolta, classificazione e interpretazione dei dati traducendo la singolarità del soggetto in una serie di parametri computabili e operazionalizzabili.

Parallelamente, la personalizzazione viene associata alla natura connettiva della robotica educativa, basata su un'architettura reticolare che collega persone, oggetti, dati, contenuti e pratiche educative, e che abilita la costruzione di reti di apprendimento flessibili, costantemente accessibili, ubiqua e pervasiva. L'apprendimento viene così interpretato come capacità del soggetto di orientarsi e di connettersi a nodi specializzati o a fonti distribuite di conoscenza – in un regime just in time – e di coltivare tali connessioni nel tempo. In questa prospettiva, la robotica diventa il mezzo privilegiato per attuare un paradigma educativo centrato sull'empowerment individuale, dove lo studente è

⁷ [National STEM School Education Strategy 2016–2026 - Department of Education, Australian Government](#)

rappresentato come attore autonomo e proattivo, capace di autoregolare tempi, spazi e modalità del proprio apprendimento (Selwyn, 2019). In questa visione, la robotica educativa si configura come strumento abilitante di una nuova forma di agency individuale, dove lo studente non è più rappresentato come destinatario passivo dell'insegnamento, ma come soggetto attivo nella costruzione del luogo, del ritmo e delle modalità dell'esperienza di apprendimento. La personalizzazione, in questo quadro discorsivo, viene inoltre narrata come chiave di accesso ad una maggiore giustizia educativa, in quanto si presume che la differenziazione algoritmica delle esperienze formative possa espandere le opportunità di apprendimento indipendentemente da vincoli geografici, sociali o economici (Zeide, 2020).

Ulteriore vettore immaginifico fondamentale riguarda l'introduzione della robotica nei contesti educativi per un potenziamento di quelle abilità considerate necessarie per il progressivo avanzamento della società digitale. Se da un lato, il futuro educativo è prefigurato all'interno di una società in cui le soluzioni digitali e l'uso di artefatti tecnologici sono al centro del mercato del lavoro e integrati nelle pratiche quotidiane; dall'altro, il futuro è anche visto come aperto perché le effettive conseguenze della trasformazione digitale sono fundamentalmente incerte. Secondo queste assunzioni, una strategia per far fronte a questa incertezza è che le istituzioni educative espungano gli studenti al maggior numero possibile di tecnologie avanzate per prepararli ad una vasta gamma di contesti futuri che potrebbero metterli di fronte a problemi che richiedono soluzioni tecnologicamente mediate (Tafdrup, 2020).

La robotica educativa sta dunque emergendo come dispositivo infrastrutturale e discorsivo attraverso cui viene immaginato e reso operativo il futuro dell'educazione. L'emersione, la legittimazione e il consolidamento di questo ecosistema immaginifico sostiene sempre più la diffusione di sperimentazioni e progetti pilota di robotica educativa. È importante osservare come la robotica educativa basata su IA incorpori valori, miti, credenze e ambizioni che guardano al futuro dell'educazione come sempre più attraversato da artefatti tecnologici. In altre parole, la robotica educativa agisce come spazio di sviluppo di convenzioni educative, schemi ricorrenti di progettazione, nuove norme spazio-temporali ed etiche che regolano l'esperienza educativa. E attraverso questi dispositivi e le loro configurazioni tecno-educative, si consolidano nuove forme epistemologiche e politiche che influenzano ciò che viene considerato valido come conoscenza, ciò che può – e deve – essere definito come 'buona' educazione, come si configura un apprendimento efficace e qual è il ruolo legittimo dell'insegnamento.

Tuttavia, in queste narrazioni la robotica educativa tende ad essere presentata come insieme di attività neutrali, mettendo in luce esclusivamente il suo ruolo come elemento costitutivo di un cambiamento radicale e necessario dell'educazione, mentre la sua dimensione politica, culturale e

sociale, oltre che la sua performatività, ne vengono oscurate. E queste prefigurazioni emergono similmente nel campo accademico. La robotica educativa basata su IA è un campo altamente interdisciplinare, integrando varie forme di pensiero, conoscenze e competenze scientifiche, come viene mostrato nel prossimo paragrafo.

1.2. La robotica educativa nella letteratura scientifica. I principali approcci

Nella letteratura scientifica, ricerche sulla robotica educativa hanno affrontato diverse questioni riguardanti l'uso e l'impatto della robotica. Questo paragrafo delinea i principali approcci alla robotica educativa.

Prima di analizzare i vari approcci e le varie agende di ricerca, va sottolineato come siano ampiamente riconosciuti i tipi di ruoli che un robot educativo può svolgere nelle pratiche di insegnamento e apprendimento. Su questo la letteratura specifica come esistano due categorie di robot educativi (Belpaeme & Tanaka 2021). La prima categoria comprende i robot educativi utilizzati come tool didattici principalmente per le materie STEM, visti come un modo per introdurre gli studenti all'apprendimento di varie competenze dalla programmazione e al pensiero computazionale fino a elettronica, meccanica, ma anche come modo per praticare soft skills quali lavoro collaborativo e pensiero critico (Alnajjar et al., 2021). In questa categoria troviamo ruoli quali:

- robot come progetto di programmazione/strumento di apprendimento (robot as learning tool), in cui il sistema robotico funge da fulcro nell'assegnazione del set di problemi, una scatola nera da programmare (Miller et al., 2008), la cui costruzione e programmazione non costituiscono obiettivo in sé dell'attività didattica, quanto piuttosto un mezzo attraverso il quale proiettare problemi del mondo reale e raggiungere la conoscenza di determinati contenuti educativi e lo sviluppo di specifiche competenze tecniche;
- robot come fulcro dell'apprendimento (robot as a learning focus), in cui la costruzione e l'utilizzo di un robot educativo costituiscono il fine ultimo dell'attività didattica nell'ambito delle discipline scientifiche (Mubin et al., 2013).

Con gli sviluppi degli algoritmi di IA, sono emerse nuove applicazioni di robotica educativa e si sta iniziando a considerare i social robot come educator (Belpaeme & Tanaka 2021). In questo caso, un robot educativo, per la letteratura di riferimento, può assumere tre ruoli:

- robot come tutor, per cui il robot è chiamato a supportare un singolo studente o un piccolo gruppo nel processo di apprendimento, con istruzioni e feedback personalizzati (Ekstrom & Pareto, 2022; Belpaeme et al., 2018);
- robot come teacher o come teacher assistant, per cui il robot è chiamato a sostituire l'insegnante in alcune delle sue attività a partire da task amministrativi fino ad attività strettamente formative, quali performare una lecture, verificare i prerequisiti conoscitivi degli studenti, compiere unità didattiche o offrire feedback in alcuni tipi di test (Belpaeme & Tanaka 2021);
- robot come compagno di apprendimento (robot as a learning collaborator – classmate – companion – peer – co-learner), per cui il robot educativo viene presentato come un agente collaborativo nel processo di apprendimento o come un nuovo studente a cui dare istruzioni, fungendo dunque da agente pedagogico con cui gli studenti interagiscono per co-costruire conoscenza (Miller et al., 2008).

Intorno a queste classificazioni ampiamente riconosciute in letteratura sono state sviluppate differenti dimensioni di indagine rispetto alla robotica educativa. Tuttavia, se da un lato le agende di ricerca su come la robotica possa essere introdotta ed utilizzata nelle istituzioni scolastiche stanno acquisendo sempre più rilevanza, dall'altro non esiste una chiara ed univoca definizione della robotica educativa, trattandosi di un costrutto esteso che fa riferimento ad un'ampia gamma di differenti attività, programmi di apprendimento, strumenti tecnologici fisici e piattaforme digitali, oltre che di risorse educative e filosofie pedagogiche.

Le agende di ricerca maggiormente influenti nel campo della robotica educativa raramente si inscrivono entro un paradigma teorico unico o chiaramente delineato. Piuttosto, emergono in un modo eterogeneo da una pluralità di campi disciplinari, forme di conoscenza e configurazioni epistemiche che producono, ciascuna a loro modo, specifiche domande di ricerca e assunzioni implicite su ciò che la robotica 'fa' in educazione. Questa sezione si propone di esaminare alcune di queste linee di ricerca, concentrandosi su quelle che si sono rilevate particolarmente significative nel configurare la comprensione e l'inquadramento della relazione tra robotica e processi educativi. L'obiettivo è, da un lato, quello di delineare i nuclei concettuali che animano tali indagini e, dall'altro, di mettere in luce le assunzioni ontologiche e pedagogiche che le sostengono.

Seppur queste agende di ricerca non si rifacciano ad una cornice teorica ben definita, possono essere distinte per la loro provenienza da specifici campi di studi, forme di conoscenza e discipline.

1.2.1. Branche disciplinari nel campo della robotica educativa

Pedagogia

Una delle cruciali branche disciplinari che si occupa della robotica educativa è la pedagogia. In questa branca troviamo attori come l'European Lab for Educational Technology (Edumotiva). Questo laboratorio di ricerca, attivo a livello europeo, si colloca in una tradizione pedagogica esplicitamente ancorata alle pedagogie costruttiviste e costruzioniste, in cui la robotica è intesa come una tecnologia per rivoluzionare l'esperienza educativa in una forma che sia più proiettata alle nuove competenze che una società sempre più digitalizzata richiede.

Edumotiva propone un'inversione semantica e concettuale del binomio 'Robotics in Education' in 'Education in Robotics' (Alimisis, 2012) sollevando il primato epistemologico della pedagogia rispetto all'innovazione tecnologica. Partendo dall'assunto per cui la pedagogia viene spesso sottostimata nella sua importanza e per cui la robotica non è semplicemente un accesso ad un nuovo tipo di tecnologia, questo approccio sostiene come il valore educativo della robotica risieda nella capacità delle teorie educative di orientarne l'uso in funzione di obiettivi formativi situati. In questa direzione, Edumotiva opera per rendere l'apprendimento, così come dichiarato nella loro missione, "reale, pratico e significativo", in particolare attraverso la promozione di competenze ritenute cruciali per il XXI secolo, quali pensiero critico, problem solving, collaborazione e creatività. Un particolare focus di attenzione è anche dato al movimento maker, per cui le loro metodologie didattiche suggeriscono la transizione dalle tradizionali tecnologie black-box già presenti sul mercato alla progettazione di artefatti digitali trasparenti – white box – al fine di incoraggiare gli studenti a costruire dispositivi robotici, ma anche a sperimentare ed esplorare le idee che governano le loro costruzioni.

Una tra le varie sperimentazioni dedicata alla robotica educativa è il progetto ROBOESL (Robotics-based learning interventions for prevention school failure and early school leaving), cui scopo è introdurre i robot educativi per bambini a rischio di insuccesso scolastico e abbandono scolastico precoce (Alimisis, 2016). Questo progetto ha previsto una formazione per gli insegnanti nell'ottica per cui la loro formazione alla robotica educativa è sempre un fattore cruciale per un'introduzione efficace della robotica nelle istituzioni scolastiche (Alimisis, 2018).

Il progetto ROBOESL mira a prevenire e/o fronteggiare il rischio di abbandono o di perdita di motivazione degli studenti tramite la robotica educativa come strumento per favorire ed incrementare la motivazione e il coinvolgimento in diversi modi, ma in particolare incentrandosi su metodologie di apprendimento personalizzate ed esperienze pratiche per lo sviluppo di competenze utili nel futuro

mercato del lavoro quali pensiero creativo, capacità di problem solving e capacità collaborativo-comunicative:

“Overall, the ROBOESL curriculum contributes to the support of teachers in developing encouraging, supportive, relevant and engaging learning environments that focus on the needs of the individual students, motivate their interest in schooling and encourage them in staying at school. Finally, in this project, the innovation we have in mind is to broaden the students’ thinking about what learning and schooling is and to motivate an alternative type of exploratory learning that can favor the transformation of learning and schooling into a tool that fosters self-confidence and promotes a sense of well-being.” (Alimisis, 2018: 289).

Sempre nella branca disciplinare della pedagogia, ulteriore agenda di ricerca è sviluppata dal Laboratorio di simulazione del comportamento e di robotica educativa Luciano Gallino, all’interno del Dipartimento di Filosofia e Scienze dell’Educazione dell’Università di Torino. Questo laboratorio ha come scopo l’esplorazione delle possibilità trasformative offerte dall’interazione tra esseri umani e agenti artificiali nel quadro delle pratiche pedagogiche e di cura (Grimaldi, 2022). In particolare, le sperimentazioni condotte in questo contesto – come quelle basate sull’interazione tra bambini e robot (child-robot interaction) – si articolano attorno all’uso di robot sociali come Nao e Pepper dell’azienda Softbank Robotics, che vengono introdotti come attori relazionali in grado di co-costruire significati e traiettorie di apprendimento. Il riferimento epistemologico che orienta le attività del laboratorio è riconducibile ad una pedagogia di matrice enattivista, secondo cui la conoscenza non è trasmessa né rappresentata, ma emerge da una relazione situata, incarnata e trasformativa tra il soggetto e l’ambiente per cui lo studente entra in una relazione “di modellamento continuo e vicendevole” con l’ambiente e con l’oggetto in riferimento, in questo caso l’entità robotica (Brignone et al., 2019). Una delle linee di ricerca più esplorate dal laboratorio riguarda la valutazione degli impatti dell’impiego di robot sociali nei percorsi di apprendimento di studenti con Disturbi Specifici dell’Apprendimento (DSA). In questo ambito, la robotica educativa viene indagata come potenziale leva per promuovere l’inclusione scolastica, non solo in termini di accesso, ma anche di valorizzazione delle differenze cognitive e affettive. Le sperimentazioni si concentrano sulla possibilità di attivare processi metacognitivi negli studenti, incoraggiando la consapevolezza e la riflessione sui propri stili e processi di apprendimento. La robotica, in questa declinazione, assume così la forma di un mediatore pedagogico in grado di favorire la costruzione di ambienti educativi inclusivi, orientati non alla normalizzazione dei percorsi di apprendimento, ma alla loro molteplicità e pluralizzazione.

Un ulteriore ambito disciplinare che ha progressivamente incluso la robotica educativa nella propria agenda di ricerca è quello delle scienze psicologiche e delle neuroscienze, dove si è consolidato un approccio di matrice human-centred, volto a collocare l'essere umano – in questo caso lo studente – al centro della progettazione, dell'uso e dell'analisi dell'interazione con l'attore robotico. In questa prospettiva, la robotica educativa viene interpretata come un ecosistema relazionale e cognitivo in cui l'apprendimento emerge dall'interazione dinamica tra il soggetto e l'ambiente tecnologico. Secondo questo approccio, l'introduzione della robotica nei contesti educativi può essere considerata come una 'robolution', una rivoluzione tecno-pedagogica che ridefinisce le modalità di costruzione del sapere attraverso una rinnovata attenzione ai processi cognitivi, motivazionali e metacognitivi che si attivano nel contatto con artefatti robotici. Richiamandosi alla tradizione vygotskijana della mediazione semiotica, le autrici concepiscono i dispositivi robotici non come meri strumenti tecnologici, ma come mediatori cognitivi e semiotici che co-costruiscono significati attraverso l'interazione. In tal senso, l'esperienza di apprendimento con i robot si articola come un duplice processo di significazione: da un lato, l'elaborazione di significati personali e situati che emergono dall'esperienza diretta con il robot; dall'altro, l'attivazione di schemi di conoscenza culturale e disciplinare che vengono mobilitati e reinterpretati nel contesto educativo.

L'obiettivo generale di questo approccio è indagare come l'interazione uomo-robot possa incidere sui processi cognitivi, affettivi e metacognitivi dell'apprendimento e, conseguentemente, valutare il potenziale della robotica educativa nel favorire processi di sviluppo e di ottimizzazione delle competenze (Gaudiello & Zibetti, 2018). Le autrici distinguono tre principali paradigmi di apprendimento con e attraverso la robotica, che corrispondono a differenti configurazioni pedagogiche e linee di ricerca empirica.

Una prima area di indagine pone il suo focus sul paradigma learning robotics per cui un robot educativo è uno strumento attraverso cui gli studenti acquisiscono conoscenze tecniche e concettuali sulla robotica stessa. L'attenzione è posta sul modo in cui gli studenti rappresentano cognitivamente il dispositivo robotico, concettualizzandolo come oggetto tecnico, agente sociale o partner cognitivo. Gaudiello e Zibetti (2018) introducono qui il concetto di Users' Representation of Robots (URR), sottolineando come la comprensione del ruolo pedagogico e ontologico attribuito dagli studenti al robot sia un prerequisito per valutare l'efficacia delle esperienze di apprendimento basate sulla robotica. L'ipotesi di fondo è che la rappresentazione del robot evolva man mano che gli studenti apprendono, passando da una percezione strumentale ad una più relazionale e riflessiva.

In una seconda area di ricerca si pone il focus sul learning with robotics. In questa seconda prospettiva, il robot assume la funzione di partner di apprendimento o assistente pedagogico, configurandosi come co-partecipe nelle attività educative. Gli studenti condividono compiti con l'agente robotico, sviluppando forme di apprendimento cooperativo e co-costruzione della conoscenza. L'efficacia di questo paradigma dipende, secondo le autrici, dal grado di accettazione e fiducia che gli studenti ripongono nel robot come agente sociale e cognitivo. Le ricerche si concentrano quindi sull'analisi delle dinamiche relazionali e sull'identificazione dei fattori individuali che influenzano tale relazione. In questa configurazione, la robotica educativa viene inquadrata come Robot-Assisted Instruction, dove il robot agisce come supporto all'insegnamento e catalizzatore di motivazione e attenzione.

Il terzo paradigma, denominato learning by robotics, sposta il focus dall'apprendimento con il robot all'apprendimento attraverso il robot. In questo caso, l'interazione robotica diventa un mezzo epistemico per esplorare concetti disciplinari e sviluppare competenze trasversali. Gli studenti progettano, programmano e sperimentano con i robot, apprendendo in modo attivo e riflessivo. Tale approccio, definito Robot-Based Instruction, si fonda sui principi dell'Inquiry-Based Science Education, in cui il processo di indagine e risoluzione di problemi sostituisce la trasmissione lineare dei contenuti. Le ricerche in quest'area mirano a misurare l'impatto della robotica educativa su dimensioni cognitive, affettive, sociali e metacognitive, valutando come l'interazione con il robot favorisca la riflessione metacognitiva, la regolazione dell'apprendimento e la collaborazione tra pari.

Questo approccio parte dall'assunto dunque di un potenziale benefico della robotica educativa per gli studenti per cui "the role of educational robotics should be seen as a tool to foster essential life skills (cognitive and personal development, team working) through which people can develop their potential to use their imagination, to express themselves and make original and valued choices in their lives. Robotics benefits are relevant for all children" (Alimisis, 2013: 63). L'invito è dunque a ricerche che indaghino dimensioni strettamente cognitive dell'apprendimento al fine di ottimizzare i progetti di robotica educativa.

Precision education

Parallelamente ad agende di ricerca che provengono da branche disciplinari quali la pedagogia o la neuroscienza, troviamo un ulteriore ramo disciplinare radicato nell'intersezione tra informatica, robotica e scienze dell'apprendimento computazionali, che può essere definito come Precision Education. In questo approccio, i robot educativi – concepiti come Intelligent Tutoring Robots (ITR) – sono progettati per sostenere modalità di apprendimento personalizzate, adattive e predittive,

fondate sull'uso integrato di intelligenza artificiale, analisi dei dati educativi e interazione sociale multimodale. L'educazione di precisione consiste proprio in “the use of machine learning and learning analytics of AI to improve teching quality and learning effectiveness” (Yang et al., 2021: 1). Promuovendo un approccio personalizzato, i ricercatori prefigurano il potenziale della robotica educativa per prevedere, identificare studenti a rischio di abbandono ed intervenire tramite diagnosi, predizione, trattamento e prevenzione (Chen et al., 2023). Per questi scopi, sono stati introdotti e valutati robot sociali nelle loro capacità di garantire educazione personalizzata e di prevenzione al rischio tramite interazione naturale (Chen et al., 2020).

I vantaggi dei robot basati su IA per l'educazione di precisione (Edwards et al, 2018), così come illustrati da quest'agenda di ricerca, includono: 1) facilitare l'apprendimento one-to-one adattando l'offerta didattica ai livelli di conoscenza e agli stili di apprendimento dei singoli studenti; 2) promuovere lo spostamento del ruolo degli insegnanti verso supervisor responsabili della progettazione e della selezione dei contenuti educativi orientata alle macchine, del monitoraggio dei progressi degli studenti e del supporto; 3) trasformare i concetti astratti in problemi del mondo reale adattati alle esigenze di apprendimento degli individui per promuovere esperienze di apprendimento all-in-one in cui gli studenti mettono in pratica le conoscenze teoriche; 4) supportare gli studenti ad apprendere al proprio ritmo con materiali personalizzati attraverso l'apprendimento sperimentale interattivo individuale e collaborativo.

Quest'area di ricerca guarda anche alla progettazione e all'integrazione di robot educativi quali Intelligent Tutoring Robot (ITR), allo scopo di mostrare i benefici di una forma di apprendimento basata su perception-planning-action rispetto al tradizionale modello educativo insegnamento-apprendimento (Yang & Zhang, 2019). A partire da analisi del modello educativo insegnamento-apprendimento con insegnanti umani e da domande quali “How can the ITR replace a human teacher? How can these AI techniques improve teaching?” i ricercatori stanno compiendo sperimentazioni allo scopo di progettare ITR sempre più avanzati e trasformare il tradizionale modello educativo.

Gli autori partono dall'idea per cui la robotica apporti un valore aggiunto agli Intelligent Tutoring System per cui “While software-based solutions for learning, such as Intelligent Tutoring Systems, can offer individual and personalised teaching, a robot adds social and physical presence which is missing from a typical Intelligent Tutoring System. It has been shown that the physical and social presence of a robot induces behaviours which are conducive to learning” (Bainbridge et al., 2008: 7).

Gli ITR che operano tramite questo modello operano tramite un ciclo ricorsivo costituito da: 1) percezione, tramite l'uso di sensori multimodali per osservare le attività dello studente e di tecniche di IA per estrarre le informazioni; 2) pianificazione, tramite costruzione di un modello dello studente, successiva valutazione degli esiti ottenuti in relazione a differenti azioni di tutoraggio; 3) decision-

making sulla base delle evidenze in proprio possesso; e infine 4) azione, attuazione di operazioni di insegnamento e di apprendimento in relazione alle decisioni prese e alle esigenze dello studente. In base a questi assunti, per gli autori, l'uso di un dispositivo robotico quale come tutor educativo può offrire opportunità innovative di interazione personalizzata, proporre percorsi di apprendimento in cui la difficoltà è incrementata in modo mirato e utilizzare in modo proficuo le possibilità offerte dalle learning analytics e dall'educational data mining. Questo approccio di ricerca mira, dunque, ad esplorare la capacità robotica di percepire gli stati mentali del discente, la capacità di operare scelte strategiche a lungo termine nell'orientare l'azione del discente, la capacità di personalizzare le interazioni e la capacità di gestire in modo ottimizzato un'interazione in più sessioni.

1.2.2. Domande di ricerca prevalenti

Lungo queste principali aree disciplinari, alcune domande di ricerca ricorrono con maggiore frequenza nella letteratura empirica dedicata alla robotica educativa, mostrando l'interesse generale della comunità scientifica ad indagare gli effetti della robotica educativa nei termini di impatto, potenziamento, supporto e miglioramento nelle performance educative.

La robotica è uno strumento per ottimizzare i risultati di apprendimento?

Molte delle domande di ricerca riguarda il potenziale benefico e l'efficacia della robotica educativa nei termini di risultati di apprendimento. Diversi studi indagano il grado con cui l'uso di robot in contesti di apprendimento scolastici possa promuovere conoscenza disciplinari, abilità tecniche e miglioramenti significativi nell'acquisizione di competenze trasversali. In particolare, numerosi contributi analizzano l'integrazione della robotica nei curricula scolastici, soprattutto nei settori STEM, esplorando come questa possa sostenere un apprendimento 'attivo'. Tali ricerche valutano se e in che misura i robot educativi siano in grado di supportare il collegamento tra contenuti teorici e applicazioni pratiche, promuovendo nei discenti una maggiore comprensione dei concetti attraverso attività laboratoriali e progettuali nell'ambito ingegneristico (Sahin et al., 2014). Similmente, alcune indagini condotte in contesti extrascolastici – come laboratori pomeridiani – hanno lo scopo di osservare in quale misura l'impiego della robotica possa rinforzare l'apprendimento della matematica e di altre discipline scientifiche (Benitti, 2012). Domande di ricerca hanno inoltre riguardato il potenziale degli ambienti di apprendimento robotic-driven per un miglioramento di abilità quali il problem solving, pensiero critico e competenze analitiche (Hu, 2024; Yolcu & Demirer, 2023). Queste

ricerche solitamente partono dall'assunzione della necessità di integrazione della robotica nei contesti educativi al fine di supportare gli studenti a navigare la nuova era digitale. In particolare, viene attribuito un ruolo centrale allo sviluppo del pensiero computazionale, considerato competenza chiave nel XXI secolo. In questo senso, la letteratura mostra un crescente interesse per l'analisi dell'impatto di esperienze robotica su capacità quali programmazione (Yolcu & Demirer, 2023; Sapounidis et al., 2024), e scomposizioni dei problemi complessi in parti gestibili, progettazione di algoritmi e testing di soluzioni– processi che rifletterebero i principi del pensiero computazionale (Sadik et al., 2024; Yolcu & Demirer, 2023).

Parallelamente, la letteratura si sta in maniera sempre più frequente interrogando sul ruolo della robotica nel potenziamento delle competenze socio-emotive. La robotica educativa è in questo quadro presentata come un'attività intrinsecamente collaborativa, che richiede la capacità degli studenti di lavorare in gruppo, negoziare ruoli, condividere strategie e comunicare in modo efficace. Alcuni studi esplorano la misura in cui l'uso di robot educativi possa rafforzare abilità relazionali e incoraggiare dinamiche di rispetto reciproco, peer learning e responsabilizzazione all'interno del gruppo classe (Chandak, 2025).

La robotica ha il potenziale di ottimizzare creatività e motivazione?

Un altro filone di ricerche si occupa di valutare la robotica come strumento per la motivazione all'apprendimento e la creatività. Diverse pubblicazioni attribuiscono alla robotica educativa un ruolo strategico nello stimolare l'interesse verso le discipline STEM, grazie ad un approccio esperienziale, manipolativo e ludico, in grado di attivare la curiosità degli studenti e aumentare la loro partecipazione alle attività didattiche (Choi et al., 2024; Torres & Inga, 2025). L'esperienza di progettazione e costruzione di un dispositivo robotico viene spesso descritta come un'occasione per esplorare nuove forme di espressione creativa, superando i vincoli tradizionali della didattica trasmissiva (Mahmoud & Taguines, 2025).

La robotica è uno strumento per l'inclusione?

Un ambito sempre più presente in letteratura è legato ad interrogazioni scientifiche che guardano alla robotica per l'inclusione. Diversi studi analizzano come la robotica possa rappresentare un'opportunità per ampliare la partecipazione attiva di studenti appartenenti a gruppi storicamente sottorappresentati nei campi scientifici e tecnologici. Alcune ricerche hanno esplorato, ad esempio, l'impatto di attività robotiche su studentesse, minoranze etniche e gruppi socioeconomici

svantaggiati, evidenziando come la possibilità di interagire con materiali tecnologici e di progettare artefatti possa modificare positivamente l'atteggiamento verso la tecnologia e il senso di autoefficacia (Chandak, 2025).

La robotica ha un impatto positivo sull'apprendimento di studenti con DSA?

Altri studi si pongono l'obiettivo di misurare l'impatto delle tecnologie robotiche nel supporto allo sviluppo cognitivo e socio-relazionale di studenti con disabilità, disturbi dello spettro autistico o bisogni educativi specifici (Di Lieto et al., 2020; Di Battista et al., 2020).

Parallelamente, varie ricerche indagano come la robotica possa supportare la partecipazione attiva di alunni con disabilità motoria o sensoriale, mediante l'uso di interfacce accessibili o ambienti di apprendimento multisensoriali. In questi lavori, l'attenzione si concentra sulla possibilità che i robot fungano da mediatori didattici, facilitando processi cognitivi come la memoria di lavoro, l'attenzione sostenuta, la pianificazione e l'inibizione. In alcuni casi, vengono esplorate e misurate le potenzialità dei robot educative per ottimizzare le abilità visuo-spaziali (Damiani et al., 2012).

1.3. Verso una sociologia digitale critica della robotica in educazione

Le voci accademiche, commerciali e politiche che spingono verso una forma digitale dell'educazione, ed in particolare verso l'introduzione di dispositivi robotici nei processi educativi, sono significative in quanto ri-producono storie, filosofie e cornici teorie. È fondamentale comprendere queste voci, perché rappresentano spinte verso il futuro dell'educazione e della società entro cui essa si colloca. Analizzare la natura mutevole di queste voci, analizzare l'ecosistema ibrido della robotica educativa, composto da attori umani, tecnologici e discorsivi che si sviluppano, diffondono e potenziano è essenziale per comprendere la direzione che l'educazione sta prendendo. In particolare, è soprattutto necessario analizzarle quando queste voci si normalizzano, acquisendo la capacità di realizzare, almeno in parte, i mondi futuri immaginati e dipinti come desiderabili. Nella normalizzazione di queste visioni, il problema che è possibile riscontrare risiede in varie forme di soluzionismo tecnologico nel trattare la questione della robotica educativa (Morozov, 2013).

Le principali agende di ricerca nel campo della robotica educativa riflettono questa tensione tra prospettive pedagogiche, neuroscientifiche e ingegneristiche. Da un lato, approcci come quello promosso dall'European Lab for Educational Technology enfatizzano l'importanza della cornice pedagogica nel guidare l'introduzione dei robot in aula, concependo la tecnologia come un mezzo

intrinsecamente benefico purché inscritta in un orientamento didattico coerente. Dall'altro lato, approcci di tipo ingegneristico – come quelli connessi alla Precision Education – tendono a ridurre la complessità socioculturale dei contesti educativi a sistemi tecnici ottimizzabili, postulando l'esistenza di correlazioni dirette tra input tecnologici e risultati dell'apprendimento.

In entrambe le visioni, seppur di rilievo, le agende di ricerca sembrano essere costruite attorno a termini quali assistere – migliorare – potenziare – ottimizzare – supportare, valutando un artefatto robotico come uno strumento neutrale, capace di generare effetti positivi indipendentemente dalle logiche che incorpora, dal contesto educativo, dalle relazioni sociali e dalle condizioni materiali entro cui opera.

In altre parole, le narrazioni prevalenti così come le agende di ricerca sulla robotica educativa molto spesso sembrano portare con sé una profonda fede nel soluzionismo tecnologico, ossia la convinzione che le tecnologie digitali offrano un'infrastruttura per risolvere i problemi sociali complessi e nel particolare la convinzione che i problemi dell'educazione possa essere risolti applicando le logiche operative guidate dall'IA (Sewlyn, 2019). I rischi dell'adozione di queste diverse forme di soluzionismo tecnologico sono quelli di oscurare la dimensione culturale, educativa e politica dell'ingresso di dispositivi robotici e in secondo luogo non considerare la complessità sociotecnica dei processi di innovazione tecnologica in educazione.

Il lavoro di ricerca che viene qui proposto nasce dal bisogno di mobilitare uno sguardo sociologico che consideri come l'uso di soluzioni di robotica educativa nei contesti scolastici non sia un fenomeno meramente tecnico, quanto contribuisca ad un ripensamento dei mondi educativi, delle loro pratiche, valori e fini. Uno sguardo sociologico critico che problematizzi i modi in cui le soluzioni di robotica educativa veicolano e si intrecciano con specifiche agende politiche, interessi commerciali, competenze scientifiche, conoscenze professionali e con le specificità dei contesti nei quali queste soluzioni vengono introdotte, dando vita a nuovi modi di concepire l'educazione e intervenire nei suoi processi.

Questa sensibilità teorico analitica è ciò che in questo lavoro viene definita ***sociologia digitale critica della robotica in educazione***.

La sociologia digitale critica della robotica in educazione è un modo per problematizzare i processi in corso della robotica educativa. Questa sensibilità sociologica non consiste semplicemente in un rifiuto cinico e/o apatico del digitale. Al contrario si tratta di un esercizio attivo e impegnato di scetticismo critico (Selwyn et al., 2016) il cui obiettivo è portare alla luce la complessità dei rapporti tra educazione e tecnologia, invece di cercare di costruire risposte semplificate o narrazioni ottimistiche. In opposizione al soluzionismo pervaso di hybris che caratterizza il settore dell'educational technology, la sociologia digitale della robotica in educazione può offrire uno spazio

per sollevare una serie di questioni e preoccupazioni che solitamente non trovano posto nelle conversazioni dominanti del pensiero accademico su educazione e tecnologia, come nel dibattito pubblico. È una sensibilità che dunque considera i dispositivi robotici non come costrutti meramente tecnologici, quanto piuttosto come complessi sociotecnici inseparabili dai loro processi sociali di produzione e costruzione e inseparabile da essi (Kitchin & Dodge, 2014), che propongono determinate visioni del mondo sociale e della conoscenza (Beer, 2013) e integrati nella produzione di determinate forme di azione e di ordine sociale (Mackenzie, 2006). In altre parole, i dispositivi di robotica sono considerati come prodotto di – e come produttori di – complesse architetture connettive (Williamson et al., 2022), architetture socio-digitali che mettono in relazione meccanismi tecnologici reticolari, informazioni, oggetti, utenti, corporation e istituzioni pubbliche, generando un’architettura complessa in cui logiche economiche, dinamiche politiche, processi culturali, composizioni valoriali e corpi sono in interazione continua (Van Dijk, 2014).

Nel suo insieme, la sociologia digitale critica della robotica in educazione si colloca all’interno del più ampio campo di studi critici che interrogano e problematizzano le relazioni tra educazione e tecnologia. Questo lavoro si iscrive, in particolare, all’interno di una letteratura emergente che ha messo in evidenza la necessità di sviluppare una digital sociology of school (Selwyn et al., 2016) in grado di riconoscere le tecnologie digitali non come strumenti neutri, ma come dispositivi politici, situati e intrecciati nelle pratiche quotidiane dell’educazione. Una parte significativa di questi studi ha inoltre rivolto l’attenzione al ruolo dei big data nei processi educativi (Williamson, 2017) esplorando gli immaginari che li sostengono e che vengono attivamente prodotti, ad esempio, attraverso gli investimenti discorsivi ed economici delle aziende del settore dell’Educational Technology, impegnate a proiettare e stabilizzare specifici futuri digitali dell’educazione (Williamson & Komljenovic 2022). In questa prospettiva, la letteratura ha mostrato come la relazione tra educazione e tecnologia si dispieghi nella produzione di specifiche forme educative, ovvero nella fabbricazione di specifiche temporalità e spazialità educative (Decuyper & Simons 2020; Decuyper & Vanden Broeck, 2020), nonché nella configurazione di particolari forme di soggettività educative (Grimaldi & Ball, 2021; Gorur, 2017).

Questo lavoro di ricerca si pone in conversazione con tale dibattito, assumendo criticamente le istanze teoriche e metodologiche e proponendo di estenderle verso un ambito ancora marginalmente esplorato nel panorama della letteratura critica italiana e internazionale, quale la robotica educativa come campo epistemico emergente e come complesso dispositivo sociotecnico.

Nel particolare, come viene delineato nel prossimo capitolo, la sociologia digitale critica della robotica in educazione mette in atto la sua spinta alla critica e alla problematizzazione tramite la combinazione di vari paradigmi teorici chiave. In questo contesto, per critica si intende una postura

che problematizza “l’arte del governare, le modalità di formulazione dei modi possibili di agire e di essere e le possibilità di attraversamento – franchissement” (Foucault, 1997: 315). La critica è un invito a rifiutare a priori qualsiasi tipo di conoscenza e potere, a rifiutare essenze fisse e scontate e a mostrare come queste sono venute in essere. Adottare un approccio critico significa fare due passi. In primo luogo, rifiutare di assumere il reale come un dato di fatto, esercitando il proprio scetticismo verso forme autoritarie di razionalità essenzialista e riduzionista (Foucault, 1997). Tuttavia, significa liberarsi da queste forme razionali non introducendo nuove sfumature dialettiche ma aprendo verso una forma di critica positiva. Il secondo passo è, infatti, una trasformazione della critica dialettica in una critica pratica che prende la forma di un possibile attraversamento [franchissement].

Capitolo 2.

Una sociologia digitale critica della robotica in educazione

2.1. Governare l'educazione attraverso la robotica

La sociologia digitale della robotica in educazione colloca il suo lavoro di critica, in primo luogo, all'interno di un frame post-strutturalista e in particolare all'interno degli studi sulla governmentality (Foucault, 1991); una sensibilità teorico analitica che esplora le relazioni ricorsive tra le pratiche discorsive di produzione delle forme di conoscenza, la varietà di tecnologie e tecniche all'interno della quale si attivano i processi di governo e il lavoro etico di costruzione dei soggetti.

Questo frame teorico parte da una specifica definizione di governo, quale:

“any more or less calculated and rational activity, undertaken by a multiplicity of authorities and agencies, employing a variety of techniques and forms of knowledge, that seeks to shape conduct by working through the desires, aspirations, interests and beliefs of various actors, for definite but shifting ends and with a diverse set of relatively unpredictable consequences, effects and outcomes” (Dean, 2010: 18).

Questa definizione delinea specifiche indicazioni teoriche ed ha implicazioni analitiche. Il governo è inteso come insieme di attività che agisce sulla condotta umana: processi di ‘conduct of conduct’ (Foucault, 1982), ovvero come l'insieme di pratiche attraverso cui siamo governati e governiamo noi stessi e gli altri in uno specifico ambito di attività o regime di pratica. Le pratiche governamentali sono concepite come assemblaggi che coinvolgono la mobilitazione di elementi multipli ed eterogenei, da forme di conoscenza esperta, teorie e programmi a tecniche, tecnologie, procedure e routine; implicando un governare tramite la produzione di conoscenza e verità e l'esercizio del potere tramite la stabilizzazione di norme e obiettivi (Grimaldi, 2019).

Questa concezione implica una co-costituzione del ‘technical aspect of government’, ovvero mezzi, meccanismi, procedure, strumenti, tattiche, tecniche, tecnologie e vocabolari tramite cui si governa e dell’ ‘episteme’ del governo, ovvero le forme di pensiero, conoscenza, competenza, strategie, mezzi di calcolo o razionalità che sono impiegate nelle pratiche di governo. In altre parole, implica il mettere a fuoco l'intreccio tra materialità e discorsi, concentrando la giusta attenzione su:

come il pensiero rende governabili particolari domini; come le idee sono incorporate nei programmi di direzione e riforma della condotta e come questo implica una dimensione teleologica e normativa nella misura in cui i programmi di governo incorporano fini e obiettivi da perseguire (Dean, 2010).

La fondamentale implicazione analitica di questo modo di pensare al governo è un'analisi materialista che si concentra sulla pratica e assume la co-costituzione del materiale e del discorsivo (Grimaldi, 2019). Una forma di analisi che inoltre pone enfasi sul governo come tentativo di dirigere la condotta umana vista come regolabile, controllabile, modellabile e indirizzabile verso fini specifici. Pur non considerando questo processo di direzione del soggetto come determinato e/o determinante, questa concezione del governo come condotta delle condotte ci invita a considerare come le sue pratiche definiscano un insieme di standard attraverso cui il comportamento può essere giudicato e che fungono da ideale verso cui i soggetti dovrebbero tendere (Dean 2010).

È possibile districare gli assemblaggi delle attività di governo isolando quattro livelli analitici:

- *Forme di razionalità*, ovvero “modi distintivi di pensare e interrogare” che mobilitano specifici ‘vocabolari e procedure per la produzione di verità’ (Dean 2010: 33) in un regime di governo. Il focus analitico qui è costituito da pensieri, forme di conoscenza, competenze, strategie, programmi e mezzi di calcolo che sono impiegati nelle pratiche di governo e le informano.
- *Campi di visibilità*, ovvero modi di vedere e percepire caratteristici di un regime di governo e necessari per il suo funzionamento. Il focus qui è su quelle pratiche governamentali attraverso cui si fa luce su certi oggetti, significati e comprensioni, mentre “l’oscurità ne offusca e ne nasconde altri” (Dean 2010: 41).
- *Le forme distintive di governo*, ovvero i suoi peculiari modi di “agire, intervenire e dirigere” che combinano razionalità pratiche, competenze e know-how distinti e si basano su meccanismi, tecniche e tecnologie definite (Dean 2010). L’attenzione qui è rivolta a quei modi di operare dei mezzi, meccanismi, tecnologie, procedure e vocabolari che definiscono e limitano la possibilità di agire, pensare ed essere.
- *Formazione dell’identità*, ovvero quei ‘modi caratteristici di formare soggetti, sé, persone, attori o agenti’ all’interno di un regime di governo (Dean 2010: 42). Nell’esame della formazione dell’identità, si presta particolare attenzione alle pratiche classificatorie e di raggruppamento che “sollecitano, promuovono, facilitano, favoriscono e attribuiscono varie capacità, qualità e status a particolari agenti” (Dean 2010: 43-44).

Se un'analisi del governo è un tipo di analisi discorsivo-materiale, questi quattro fuochi analitici non possono essere considerati come punti isolati, ma al contrario nel loro intrecciarsi e nelle loro dinamiche di co-costituzione (Grimaldi, 2019).

Questo tipo di interrogazione fondata sul post-strutturalismo permette un riposizionamento critico rispetto alla concezione del sapere come entità oggettiva e naturalmente visibile attraverso tecnologie e strumenti razionali, inaugurando una prospettiva che problematizza le forme di conoscenza come costruzioni discorsive e storicamente situate, rifiutando la figura del soggetto razionale come centro autonomo dell'agire. In questa cornice, la produzione di conoscenza è una pratica costruita all'interno di condizioni storiche, sociali e culturali specifiche, e sempre intrecciata con le dinamiche e relazioni di potere. E la soggettività viene concepita come il risultato di relazioni di potere e conoscenza, inscritta in pratiche discorsive e materiali che organizzano i modi di vedere, pensare e agire nel mondo. Da qui deriva un concetto cardine di questo tipo di analitica, il decentramento del soggetto (Popkewitz & Brennan, 1997), quale strategia per comprendere come il soggetto si costituisce all'interno di un campo che mette in relazione conoscenza e potere. Il decentramento del soggetto permette di analizzare e problematizzare come un sé autonomo sia storicamente costruito, concentrandosi sui sistemi di idee come pratiche storiche attraverso le quali gli oggetti del mondo sono costruiti e diventano sistemi di azione (Popkewitz, 1997). L'interesse analitico si sposta dunque verso i campi discorsivi attraverso i quali gli oggetti del mondo sono costruiti, o ancora, le storie attraverso cui la persona viene trasformata in soggetto attraverso norme particolari nei modelli istituzionali.

Questo approccio sottolinea dunque come il soggetto non esista mai al di fuori di configurazioni storiche, sociali e contestuali ma come debba essere sempre collocato al loro interno. E si presenta inoltre come una sensibilità che invita ad aprire l'indagine alla costituzione del soggetto all'interno della sua composizione in specifiche configurazioni spazio-temporali. Come suggerisce Popkewitz (1997), la scienza moderna ha trattato lo spazio come entità fissa e il tempo come dimensione lineare e controllabile capace di misurare e orientare il cambiamento in funzione di un'idea universale di progresso. Al contrario, le teorie post-strutturaliste decostruiscono questa visione concependo spazio e tempo come effetti di pratiche sociali, storiche e discorsive, oltre che come costrutti che organizzano l'esperienza e la produzione di soggettività.

Lo spazio e il tempo divengono, in questa lettura, campi discorsivi attraverso cui si producono le identità. Lo spazio non è un contenitore neutro, ma un dispositivo che regola la possibilità di vedere, conoscere e agire, stabilendo norme e standard attraverso cui i soggetti sono costruiti e valutati. Il tempo, analogamente, perde il carattere di linearità progressiva per essere concepito come molteplice, irregolare, segnato da interruzioni, discontinuità e rotture epistemologiche.

Gli studi della governmentality offrono dunque un'analitica composta dalla relazione tra tre assi:

- Le forme di spazializzazione rese possibili dagli assemblaggi emergenti e dalle forme di razionalità attraverso le quali l'individuo diviene soggetto.
- Le strutture temporali (sequenze, velocità, ritmi, interruzioni, rotture) che ri-ordinano la forma e la finalizzazione di tale esperienza e le sue caratteristiche teleologiche, ovvero gli obiettivi verso cui tale esperienze è diretta.
- I processi di costruzione dei soggetti, ovvero i processi attraverso i quali all'esperienza viene attribuito valore – le norme attraverso le quale le esperienze e i suoi soggetti sono classificati e attribuiti di valore.

Nel caso della robotica educativa, ciò significa chiedersi come le forme discorsivo materiali del pensiero e della conoscenza incorporate nei programmi di robotica educativa sono coinvolte nel rendere governabile il dominio dell'educazione attraverso la produzione di specifiche forme di norme educative. In altre parole, un approccio alla robotica educativa come modo di pensare, calcolare e produrre verità sulla realtà educativa e che mobilita uno specifico insieme di conoscenze, vocabolari, expertise e uno specifico set di significati per rendere visibile o per nascondere le entità che popolano la realtà educativa. In tal senso, la robotica educativa rappresenta uno spazio di convergenza per tecnologie, politiche, attori, interessi commerciali e cornici educative multiple ed eterogenee che giocano un ruolo culturale politico e normativo nella riscrittura dell'educazione del futuro così come uno spazio di sviluppo di configurazioni spazio-temporali e norme che regolano l'esperienza educativa.

Per ricapitolare, questo frame ci invita a riconoscere la robotica educativa come generata da e generatrice di assemblaggi di forze multipli. E se si vuole decostruire il carattere non-neutrale e dato-per-scontato, una di queste forze multiple è caratterizzate dalle idee, dai valori e dalle forme di pensiero, o ancora dagli immaginari che circondano, producono, dispiegano e mettono in atto la robotica educativa.

2.2. Governare l'educazione attraverso idee sul futuro: l'immaginario della robotica educativa

Il frame della governmentality (Foucault, 1991) invita ad osservare come la robotica educativa componga uno spazio di mobilitazione e convergenza di specifiche forme di conoscenza, vocabolari per la produzione di verità e valore sull'educazione che non solo conferiscono legittimità, ma al tempo

stesso creano le condizioni di possibilità affinché le istituzioni educative adottino e introducano la robotica nelle loro pratiche. In quest'ottica, la robotica educativa può essere concepita come un campo epistemico emergente, in cui si intrecciano, convergono e si scontrano differenti tipi di visioni rispetto a quali siano i fini dell'educazione, particolari miti sulle pratiche di insegnamento e apprendimento e plurali ma specifiche credenze sui soggetti educativi.

Le domande analitiche che orientano questa linea d'indagine riguardano, dunque, le modalità di pensiero sottese all'utilizzo della robotica in educazione, ovvero i modi di pensare che rendono possibili l'ingresso della robotica nei processi educativi e che ne modellano l'esperienza, le funzioni attribuite e le forme attraverso cui essa viene resa legittima e desiderabile. Esplorare l'ingresso della robotica in educazione implica dunque interrogarsi sulle possibilità che le vengono attribuite, sulle logiche che ne regolano la diffusione e l'intensificazione, oltre che sulle visioni normative che ne sostengono la legittimità.

Come discusso nel capitolo precedente, siamo immersi in potenti visioni e narrazioni promozionali che presentano la robotica educativa come una tecnologia desiderabile per la sua capacità di migliorare radicalmente i processi educativi. Queste narrazioni collocano la robotica all'interno di campi discorsivi che articolano la promessa di una 'rivoluzione educativa' espressa attraverso potenti parole quali efficienza, supporto, personalizzazione, inclusione, potenziamento. Tali visioni non solo veicolano promesse convincenti e possibilità desiderabili, ma operano come veicoli di potere (Beer, 2019), modellando le percezioni e creando i punti di ingresso per l'inserimento della robotica nelle istituzioni educative. In questo senso, la robotica educativa può essere intesa come una particolare forma di re-immaginazione del futuro dell'educazione.

Se la robotica educativa dispiega ed è dispiegata da particolari sistemi di pensiero, forme di conoscenza e vocabolari specifici sul modo in cui l'educazione dovrebbe essere organizzata, come comprendere questi sistemi di pensiero? Per renderli oggetto di indagine critica, si può fare riferimento ad una serie di concetti teorici come immaginario sociale (Taylor, 2004), immaginari sociotecnici (Jasanoff & Kim, 2019; Jasanoff, 2015) e immaginari educativi (Rahm, 2023), che mettono in luce la medesima attenzione per la dimensione sia normativa che fattuale delle potenti visioni sottese agli immaginari nell'organizzazione delle realtà sociali.

Charles Taylor (2004) definisce gli immaginari sociali come “the ways people imagine their social existence, how things go on between them and their fellows, the expectations that are normally met, and the deeper normative notions and images that underlie these expectations” (Taylor, 2004: 23). L'immaginario sociale incorpora sia una dimensione normativa che fattuale per cui rappresenta un tipo di comprensione comune che permette di portare avanti le pratiche collettive della vita sociale ed allo stesso modo è intrecciato con un'idea normativa di come queste cose dovrebbero andare.

Impregnato di scenari ideali e di idee su ciò che è valido nel mondo, l'immaginario si basa e rafforza un ordine morale.

Il concetto di immaginario è stato successivamente riformulato nel campo delle scienze e delle tecnologie attraverso la nozione di immaginari sociotecnici. Con questa nozione, Jasanoff (2015: 4) si riferisce a “collectively held, institutionally stabilized, and publicly performed visions of desirable futures, animated by shared understandings of forms of social life and social order attainable through, and supportive of, advances in science and technology”. Gli immaginari sociotecnici, in questa prospettiva, non rappresentano semplici fantasie speculative, quanto piuttosto valori e visioni del futuro che catalizzano la progettazione dei progetti tecnologici nel presente. I sogni del futuro che vengono prefigurati nei laboratori scientifici, nei dipartimenti di ricerca e sviluppo tecnico, nelle aziende di software e negli uffici degli imprenditori a volte, attraverso sforzi collettivi, diventano obiettivi stabili e condivisi che vengono utilizzati nella progettazione e nella produzione di tecnologie e di innovazioni scientifiche – sviluppi che poi producono o materializzano il futuro desiderato. Attraverso gli immaginari sociotecnici, le idee scientifiche trasformative, gli oggetti tecnologici e le norme sociali si fondono nella pratica e contribuiscono a sostenere gli assetti sociali o a creare nuovi riordinamenti nelle culture, nelle istituzioni e nelle abitudini. Gli immaginari sociotecnici sono quindi il prodotto di atti di immaginazione specificamente politici, perché agiscono come potenti visioni aspirazionali e normative di forme desiderabili di ordine sociale. La produzione di tali desiderabili futuri è sia sociale che tecnica, ed è per questo che vengono definiti sociotecnici. Vale a dire, tali futuri sono prodotti da particolari gruppi sociali all'interno di specifici contesti sociali, e sono anche proiettati attraverso la progettazione di particolari tipi di tecnologie – o esprimono una visione di particolari futuri in cui questi tipi di tecnologie sono immaginati come parti integranti e incorporate. Il processo di decostruzione degli immaginari sociotecnici richiede dunque un tipo di analisi che si concentri su “the means by which imaginaries frame and represent alternative futures, link past and future times, enable or restrict actions in space, and naturalize ways of thinking about possible worlds” (Jasanoff 2015: 24). In termini leggermente diversi, l'immaginario di un futuro digitale proietta una sorta di mitologia (un insieme di idee e ideali) che anima, motiva e spinge in avanti lo sviluppo tecnico, ma è sempre molto più contestato e realizzato in modo disordinato, e mai così semplice, diretto o idealizzato come si immagina (Dourish & Bell, 2011).

Gli immaginari in questo senso fungono da modelli o diagrammi ai quali alcuni attori sperano di conformare la realtà, fungendo da “distillations of practices” per la formazione di comportamenti e tecnologie per visualizzare e governare particolari modi di vita e forme di ordine sociale (Huxley 2007: 194).

Ulteriore rielaborazione nel quadro teorico dell'immaginario proviene dal concetto di immaginari educativi. Rahm (2023) sottolinea come l'educazione sia centrale all'interno degli immaginari e propone il concetto di educational imaginaries come strumento concettuale e analitico per esplorare il complesso intreccio tra tecnologia – in particolare quella basata sull'intelligenza artificiale – ed educazione. Questo strumento concettuale consente di decostruire la relazione data per scontata tra educazione e tecnologia, e di indagare “how the present [is] governed to convey and work towards a particular vision of the future” (Rahm & Rahm-Skageby, 2023: 1155). Sensibilità chiave che l'autrice dispiega nell'analisi su come determinati immaginari prendano forma è un'attenzione alla dimensione storica, politica e culturale delle tecnologie e dunque alla co-creazione tra sviluppi tecnologici e una molteplicità di trasformazioni politiche (Rahm, 2023).

Un elemento chiave degli immaginari educativi è la problematizzazione. La problematizzazione, nel modello di Rahm, si basa sulla proposta di analisi post-strutturalista di Bacchi (2012). Secondo Bacchi, siamo governati attraverso la problematizzazione, per cui si intende che i problemi e le loro soluzioni emergono durante i processi di formazione dell'innovazione, piuttosto che precederli. In questo senso, la problematizzazione non deriva da un problema ontologico preesistente, ma al contrario essa implica sempre interazioni tra domini epistemologici, ontologici ed etici – compresi quelli delle razionalità inventive, delle governamentalità strategiche e delle tecniche ingegnose (Rahm & Rahm-Skågeby, 2023: 1152).

Partendo da queste premesse, la problematizzazione si configura come un immaginario sociomateriale, che si materializza attraverso artefatti, sistemi e infrastrutture, ed è performativa nel modo in cui rappresenta la storia dei problemi e rende visibili forme di lavoro altrimenti invisibili. Attraverso la classificazione e la presentazione delle informazioni, tali pratiche creano e rinforzano distinzioni ontologiche (Foucault, 1984 in Rahm & Rahm-Skågeby, 2023). Questa dimensione è intrinsecamente legata al potere, inteso non come un elemento determinato, ma come un insieme di forze che comprendono resistenza, opposizione, paradossi, rotture e narrazioni alternative, come emergono da differenti fonti materiali (Rahm, 2023: 53).

A partire da queste premesse, l'immaginario della robotica educativa può essere inteso come un insieme emergente di comprensioni socio-materiali che rende possibili le pratiche di innovazione robotica in educazione e garantisce un diffuso senso di legittimità alle narrazioni, alle soluzioni e alle pratiche innovative promosse in questo ambito. L'impiego di questa nozione comporta alcune rilevanti implicazioni analitiche:

- mettere in luce tale immaginario significa focalizzarsi su come la robotica educativa viene concettualizzata e resa visibile, e quali scopi e potenzialità le vengono attribuiti nei suoi usi;

- le sue materializzazioni possono essere riconosciute attraverso molteplici atti di descrizione e immaginazione che inquadrano la robotica educativa come compatibile con norme sociali ed educative, aspettative, processi, trasformazioni e modalità di ordine sociale;
- un immaginario è sempre connesso a più ampi frame discorsivi ed è iscritto nella materialità. L'immaginario della robotica educativa deriva da, si connette a e perpetua specifici miti sulla scuola, l'insegnamento e l'apprendimento, informati da credenze plurali ma specifiche sull'educazione e sui suoi soggetti;
- le idee di "futuro" rappresentano un elemento centrale nell'analisi di un immaginario, in quanto strutturano le nostre assunzioni sulle possibilità e sugli scopi del presente (Facer, 2018).

In questo lavoro, il concetto di immaginario cattura dunque "le promesse, i futuri, le potenzialità e le possibilità associate [alla robotica in educazione]" (Beer, 2019: 9), ma anche la loro concretizzazione nella materialità della robotica educativa.

2.3. Problematizzare la robotica educativa come assemblaggio

Ulteriore dimensione della sociologia critica della robotica in educazione riguarda la sua sensibilità alla problematizzazione, che si traduce nel guardare alla complessità della robotica come processo sociotecnico, politico, economico e culturale.

La postura problematizzante della critica qui risulta essere un invito ad analizzare le entità eterogenee che costituiscono i processi della robotica educativa e comporta l'apertura della 'scatola nera' per tracciare il complesso intreccio di attività tecniche, discorsive, materiali e sociali che sottoscrivono il lavoro della robotica educativa. In altre parole, un'analisi che prende in considerazione le dimensioni multiple, intrecciate, 'aggrovigliate' che costituiscono la robotica educativa. Come mettere in atto un approccio che problematizzi la robotica in educazione? Per questo compito de-costruttivo possiamo fare riferimento alla teoria dell'assemblaggio, che ribalta le narrazioni deterministiche tradizionali in cui la comprensione lineare di causa ed effetto è centrale nelle teorizzazioni e nell'indagine empirica.

La teoria dell'assemblaggio, articolata da DeLanda (2016) trovando le sue radici nella nozione di agencement di Deleuze e Guattari (1987) è utilizzata per descrivere la natura multistrato dei fenomeni sociali, le dimensioni multiple e intrecciate dei fenomeni sociali e dunque l'eterogeneità di elementi umani e non-umani che costituiscono i fenomeni sociali e tecnologici.

Un assemblaggio è definito come:

“a multiplicity which is made up of many heterogeneous terms and which establishes liaisons, relations between them across ages, sexes and reigns – different natures. Thus, the assemblage's only unity is that of co-functioning: it is a symbiosis, a ‘sympathy’. It is never filiations which are important but alliances, alloys; these are not successions, lines of descent, but contagions, epidemics, the wind”.

Un assemblaggio può essere compreso in base alle sue proprietà così come descritte da DeLanda (2016):

- Gli assemblaggi sono relazionali. In altre parole, la teoria degli assemblaggi invita ad un’analisi della relazionalità: gli assemblaggi sono descritti e concepiti come entità puramente relazionali, disposizioni di entità diverse collegate tra loro per formare un nuovo tutto.
- Gli assemblaggi sono irriducibili e produttivi: al contrario di una concezione di totalità per cui le sue componenti sono riducibili formando nella relazione un mero aggregato le cui componenti coesistono senza generare nuove entità; gli assemblaggi generano nuove entità. In questo senso, generando nuove realtà, hanno un potere produttivo.
- Gli assemblaggi sono intrappolati in una dinamica di deterritorializzazione e riterritorializzazione, per cui stabiliscono territori mentre emergono e si tengono insieme, ma anche mutano, si trasformano e si disgregano costantemente (Deleuze e Guattari 1987), così come le sue componenti possono essere staccate da una totalità e inserite in un’altra, entrando in nuove composizioni.
- Gli assemblaggi hanno un’identità storica contingente ed immanente: le proprietà di un assemblaggio non sono né necessarie né trascendenti. Ciò implica che gli assemblaggi non sono essenze; al contrario, se le relazioni che generano le proprietà di un assemblaggio cessano di esistere, allora le proprietà cessano di esistere. Allo stesso modo, gli assemblaggi sono entità storicamente individuate quanto le sue componenti. Gli assemblaggi si trovano sullo stesso piano ontologico degli elementi che lo compongono così come lo status ontologico di tutti gli assemblaggi è lo stesso.
- Gli assemblaggi sono eterogenei. Non ci sono ipotesi su cosa possa essere associato – esseri umani, oggetti, cose e idee – né su quale sia l’entità dominante in un assemblaggio. In quanto tali, si può anche dire che sono socio-materiali, evitando la divisione natura-cultura (Bennett 2010).

La teoria dell'assemblaggio si concentra sui processi storico-materiali attraverso i quali sembrano essere raggiunte le universalizzazioni apparenti (DeLanda, 2006). In questo modo di pensare anti-essenzialista e antitotalitario, le relazioni tra le entità non sono necessarie come nelle totalità, ma sono solo contingentemente obbligatorie (Gorur, 2011). L'implicazione per la ricerca, quindi, è che non possiamo prevedere o teorizzare in anticipo il modo in cui le entità potrebbero relazionarsi, ma dobbiamo studiare gli assemblaggi caso per caso (DeLanda, 2006). In altre parole, significa concentrarsi sull'eterogeneità di elementi umani e non umani, sulle tensioni e su come concorrono all'elaborazione di specifiche costellazioni sociali.

Questa prospettiva parte quindi dall'assunto per cui i processi sociali, tecnologici, educativi non sono il risultato di cause, ma piuttosto il risultato di multiple influenze che operano all'interno di costellazioni di artefatti, pratiche, discorsi, che agiscono in modalità complesse ed eterogenee.

Cosa implica per la robotica in educazione? Implica, in primo luogo considerare la robotica educativa e le sue pratiche come assemblaggi sociotecnici, ovvero come costituzioni che attraversano l'unione di componenti e meccanismi. La teoria dell'assemblaggio, ribaltando la dicotomia convenzionale tra tecnico e sociale, mette in relazione tecnologia e società per far emergere le dinamiche relazionali che costituiscono gli insiemi che li attraversano. In secondo luogo, questo implica andare oltre analisi generalizzanti, privilegiando un approccio che permette di tracciare la politica ontologica delle interazioni socio-tecnologiche man mano che emergono (Gorur & Dey, 2021). Nel paragrafo successivo, definiamo cosa significa considerare la robotica educativa come un assemblaggio.

2.4. L'assemblaggio robotico

La robotica educativa è concettualizzata come un assemblaggio (DeLanda, 2016). Trattare la robotica educativa come assemblaggio significa guardare i suoi elementi sociotecnici di costruzione, ovvero la sua anatomia e i suoi meccanismi (Van Dijk et al., 2018).

2.4.1. Architettura ed elementi di costruzione

Dati

Primo elemento che costituisce l'architettura della robotica educativa è il dato. I robot educativi sono formati da infrastrutture dati che producono, collezionano e consumano automaticamente una grande quantità di dati. Dati che alimentano gli artefatti robotici e consentono il nutrimento

informativo necessario per il loro stesso sviluppo (Williamson, 2015). La collezione di dati educativi avviene attraverso un monitoraggio su vari livelli, da quello interno dei processi di insegnamento, apprendimento e governance della singola classe/istituzione educativa alla raccolta sistematica di dati a livello locale e statale (Pangrazio et al., 2022).

Ma cosa è un dato?

Kitchin (2014) esplora come il dato venga comunemente percepito come un'entità oggettiva, neutrale e preesistente, una risorsa apparentemente naturale che emerge senza influenze esterne. Questa concezione non è nuova e non deriva dalla cattura digitale del dato e dai nuovi sviluppi computazionali, ma ha delle radici genealogiche molto più lunghe. È dalla seconda metà dell'800 che la raccolta sistematica di dati su larga scala e l'analisi statistica iniziano ad acquisire rilevanza nel settore governativo. È attraverso quel processo che Hacking (1990) descrive come 'taming of chance' che i modelli statistici vengono utilizzati per comprendere e governare la popolazione in nuovi modi quali la misurazione e la comparazione che stabiliscono nozioni di normalità. In questa prima ondata di dati analogici, la popolazione, i gruppi e i soggetti divengono oggetto di quantificazione, sulla base di una credenza nella quantificazione oggettiva (Van Dijck, 2014), secondo cui il comportamento umano, sia concepito in termini individuali che collettivi, può essere estratto e analizzato in maniera oggettiva, attraverso le tracce di dati, tramite cui i soggetti sono resi visibili e conoscibili. La misurazione come processo prevede necessariamente la categorizzazione. Foucault in *Le parole e le cose* (2013), citando l'elenco di una categorizzazione degli animali in cui oggetti apparentemente incongrui vengono collegati insieme da un sistema di categorizzazione, delinea come la categorizzazione statistica non sia un semplice atto descrittivo, ma un atto che crea e stabilisce oggetti di conoscenza conferendo loro coerenza e realtà. Tali pratiche aprono la strada alla convinzione che gli oggetti esistano in una forma già misurabile e quantificabile, dove il dato sembra riflettere una realtà oggettiva e indiscutibile.

Se questa prima ondata di dati analogici il cui fine era conoscere e controllare la popolazione in un momento di grandi cambiamenti sociali è associata alle prime forme di statistica, oggi una seconda ondata di dati che sono digitali e sono definiti 'big data' è associata alle avanzate tecnologie digitali e tecniche computazionali. Questa seconda ondata è alimentata da avanzamenti tecnologici nel campo delle tecniche computazionali, che permettono la raccolta di una vasta gamma di dati, sia numerici che non numerici, e che sfruttano l'incremento esponenziale del flusso di informazioni, dei sistemi di archiviazioni insieme ad avanzate capacità computazionali e di calcolo per elaborare e interpretare tali dati. E la stessa fiducia nel dato che genealogicamente facciamo riferire all'800 oggi risuona ancora fortemente.

Tuttavia, concepire il dato in termini puramente tecnici, come un punto di partenza neutrale per la conoscenza, significa oscurare il suo processo di cattura, selezione e codifica tramite specifiche unità di misura quale processo che ontologicamente va a definire il dato. E come ogni forma di dato, anche i big data non sono mai grezzi, ma catturati, tradotti in caratteristiche codificabili, classificati e ordinati:

“How we conceive of data, how we measure them, and what we do with them actively frames the nature of data. For them data does not pre-exist their generation; they do not arise from nowhere. Data are produced through measuring, abstracting and generalising techniques that have been conceived to perform a task and are recorded into forms and measures that conform with standards invented by people (e.g., the metric system). They are epistemological units, made to have a representational form that enables epistemological work, and data about the same phenomena can be measured and recorded in numerous ways, each providing a different set of data that can be analysed and interpreted through varying means” (Kitchin, 2014: 3).

In altre parole, il dato è un prodotto sociotecnico, ovvero un prodotto di pratiche sociali, metodologiche e tecniche che si muovono tra attori umani, software e strutture istituzionali per cui la sua raccolta e il suo calcolo risulta governato da posizioni sociali, idee culturali specifiche, decisioni politiche come anche dai pregiudizi dei programmatori dei software di analisi. I dati, dunque, non esistono indipendentemente da idee, tecniche, tecnologie, sistemi, persone e contesti (Kitchin, 2014), ma sono sempre ontologicamente definiti e delimitati da visioni politiche, etiche e normative (Bowker & Star, 2000).

Negli ultimi anni sono state sviluppate nuove tecnologie di data analytics e data mining per individuare, classificare ed estrarre associazioni e modelli da grandi insiemi di dati, utilizzando i progressi nella gestione e nel trattamento dei dati, negli algoritmi di modellazione, nell'intelligenza artificiale e nei sistemi esperti. Algoritmi che comprendono il riconoscimento dei modelli, la modellazione statistica, gli alberi decisionali, le reti neurali, il machine learning e molte altre.

Algoritmi

Gli algoritmi costituiscono un altro importante ingrediente tecnologico che va a definire l'architettura connettiva della robotica educativa.

Leaton Gray (2020) offre una schematizzazione degli algoritmi utilizzati dai robot educativi sociali e dotati di IA per 'supplementary teaching and student support':

- Machine learning e deep learning per analisi predittive e valutazione della probabilità di successo dei risultati educativi applicato nella selezione e nel monitoraggio degli studenti.
- Deep learning, reti neurali e machine learning per riconoscere oggetti e persone applicato della sorveglianza degli studenti e nella creazione di curriculum educativi.
- Machine learning e deep learning per mappare trends e modelli da grandi set di dati, applicato nell'ispezione delle scuole.
- Reti neurali e deep learning per identificare modelli e comportamenti, applicato nella school discipline e nel monitoraggio degli studenti.

La letteratura che studia la scienza e la tecnologia focalizzandosi sui processi algoritmici (Kitchin, 2014; Amoore, 2009; Beer, 2009) li definisce come “set of automated instructions to transform input data into a desired output”, o come “a set of instructions for using information to achieve a task” (Gillespie, 2014; Pasquale, 2015) e mostra come questi siano sempre più coinvolti in varie forme di ordinamento sociale, governance e controllo. Mackenzie (2006), ad esempio, afferma che il punto centrale riguardo gli algoritmi è il modo in cui essi stabiliscono determinate forme di ordine, schema e coordinazione attraverso processi di classificazione, strutturazione e raggruppamento dei dati. In questo senso, gli algoritmi appaiono come nuove forme di regole sociali (Williamson, 2017a), con il potenziare di mantenere o riconfigurare visioni del mondo sociale e della conoscenza (Beer, 2019). Questo potere algoritmico deriva proprio dal modo in cui sono integrati con la modellazione statistica operando su dati e modelli ben definiti. Affinché un sistema algoritmico funzioni, il contesto che si ha lo scopo di organizzare deve essere modellato matematicamente in modo da poter essere incorporato nel mondo sociale del sistema algoritmico (Williamson, 2019). Un processo che dunque si riferisce sia all'organizzazione sociale e umana dei sistemi algoritmici come modelli del mondo, sia ai modi in cui questi sistemi algoritmici interagiscono successivamente nell'organizzazione sociale di quel mondo.

Questo duplice processo sociotecnico è suggerito dalla definizione di Kitchin e Dodge (2014) di algoritmi come prodotti del mondo e come produttori di conoscenza. In tal senso, la letteratura sostiene che gli algoritmi forniscono grammatiche d'azione (Agre, 1994) per nuove forme di ordinamento sociale e governance.

Oggi, avanzamenti nel design algoritmico hanno condotto ad algoritmi di IA che si basano sul machine learning e sul deep learning, che costituiscono componenti della robotica sociale ed educativa (Leaton Gray, 2020). Se il machine learning si basa su algoritmi adattivi e modelli statistici che possono essere alimentati con dati di addestramento; il deep learning applica queste tecniche a

reti neurali artificiali, ovvero reti modellate sulla complessa struttura a strati del cervello biologico. Gli algoritmi di machine e deep learning sono descritti da Mackenzie (2017) come pratiche sociali attraversate da tre processi di accumulazione: a) accumulazione di domini che volgono lo sguardo e affrontano discorsivamente il machine learning, b) accumulazione di dati o in altre parole accumulazione di ‘cose’ sotto forma di dati che diventano vettori in un dataset, a sua volta utilizzato per addestrare una rete neurale che classifica le immagini successive in maniera probabilistica, c) accumulazione di tecniche matematiche e statistiche, modelli predittivi, algoritmi computazionali, oltre che l’invenzione di tecniche computazionali ad alta potenza per l’archiviazione e l’elaborazione di questi dati, come il cloud computing. In altre parole, gli sviluppi dell’IA sono orientati a far sì che le macchine apprendano dai dati e sviluppino modelli che possano essere usati per scoprire, decidere, classificare, raggruppare, consigliare, etichettare e prevedere cosa accadrà (Mackenzie, 2015).

L’investimento del campo dell’IA è quello di sviluppare artefatti robotici identificabili come “systems that think like humans, systems that act like humans, systems that think rationally, systems that act rationally” (Russel & Norvig, 2021), ovvero come macchine in grado di svolgere funzioni quali interazione con l’ambiente, apprendimento e adattamento, ragionamento, predizione e pianificazione di decisioni sulla base di algoritmi predittivi.

Nel trattare la robotica educativa AI-based generano domande dunque sulla complessità, sull’opacità e la natura probabilistica degli algoritmi come componenti cruciali, oltre che sul modo in cui questi modelli di generalizzazione e predizione possono condurre a complesse forme di riduzionismo (Perrotta & Selwyn, 2019).

La scrittura e la messa in azione degli algoritmi riguardano processi che rendono operativi i software, altro elemento fondamentale dell’architettura connettiva della robotica educativa.

Software, codici e piattaforme

Ogni volta che parliamo di software, stiamo parlando di qualcosa che è costituito da un codice, scritto in specifici linguaggi di programmazione, e strutturato e reso operativo tramite algoritmi. Come substrato del software, il codice è significativo nel suo potere di ‘far accadere le cose’ in virtù della sua ‘eseguibilità’, ovvero la sua capacità di eseguire attività secondo istruzioni codificate (Mackenzie & Vurdubakis 2011). Il codice software dunque non è inerte, ma performativo.

Nel tentativo di comprendere l’interconnessione reciproca tra software e società, ricercatori dell’area nota come ‘studi sul software’ (Fuller, 2008) hanno iniziato a esaminarlo da una prospettiva sociotecnica come qualcosa che è inseparabile dai suoi processi di produzione e dai suoi effetti produttivi a livello sociale, culturale, politico ed economico. Questo tipo di letteratura intende il

software come un prodotto sociale che è istruito dal codice e dalle procedure socio-algoritmiche scritte dai programmatori per eseguire compiti, e come produttore di modi particolari di percepire il mondo, come modellato e rappresentato nel codice che lo istruisce, che a sua volta può influenzare e riconfigurare il modo in cui le persone agiscono in e su quel mondo. Come Kitchin e Dodge (2014: 26) sostengono, il codice informatico è:

“the manifestation of a system of thought — an expression of how the world can be captured, represented, processed, and modeled computationally with the outcome subsequently doing work in the world. Programming then fundamentally seeks to capture and enact knowledge about the world — practices, ideas, measurements, locations, equations, and images — in order to augment, mediate, and regulate people’s lives”.

Come sistema di pensiero, il software realizza e materializza particolari modi di percepire il mondo, ridistribuisce particolari forme di pensiero e azione, modi di percepire e conoscere il mondo, nelle attività e nelle pratiche di conoscenza e azione. Inoltre, gli studi sul software suggeriscono come le persone siano state persuase a vedere e comprendere il software attraverso l’impiego di regimi discorsivi che lo promuovono, giustificano e naturalizzano in un’ampia gamma di domini (Kitchin & Dodge 2014).

Particolare tipo di software è una piattaforma, architettura complessa che facilita l’interazione tra diversi utenti, servizi, o applicazioni. Una piattaforma viene intesa come ‘a programmable digital architecture designed to organize interactions between users – not just and users but also corporate entities and public bodies. It is geared toward the systematic collection, algorithmic processing, circulation, and monetization of user data (Van Dijk et al., 2018: 4). Le piattaforme organizzano le loro azioni attraverso interfacce. Un’interfaccia è definita come lo strato dell’architettura tecnologica che permette l’intermediazione tra utente – macchina/strumento tecnologico – corporation – sistema governativo strutturando la nostra esperienza del mondo tecnologico (Bratton, 2015).

Da un lato, le interfacce grafiche utente (GUI) rappresentano lo strato di mediazione e di interazione tra gli strumenti tecnologici e gli utenti, tramite ambienti di visualizzazione tra testo, immagini e funzioni (Van Dijk et al., 2018). Parallelamente, le interfacce di programmazione applicativa (API) non sono interfacce utente ma interfacce software che consentono alle piattaforme e ai moduli software di comunicare tra loro, permettendo interoperabilità e integrazione stessa all’interno della piattaforma con una moltitudine di servizi e moduli esterni (Van Dijk et al., 2018).

Una delle principali conseguenze di questa architettura compositiva è l’elevato livello di modularizzazione (Decuyper et al., 2021) per cui l’architettura di una piattaforma non va intesa come

entità unica ma come un insieme di moduli riconoscibili che si combinano tra loro e permettono, infine, l'interazione tra gli utenti (Bratton, 2015).

Le piattaforme, e le sue interfacce, sono un cruciale elemento di costruzione dell'architettura connettiva della robotica educativa.

2.4.2. Meccanismi a lavoro

Come abbiamo visto, la robotica educativa AI-based va intesa come un complesso assemblaggio sociotecnico. Per comprendere pienamente come un robot educativo non sia mai semplicemente uno strumento neutrale bisogna esplorare i meccanismi della robotica educativa, dove per meccanismi intendiamo il modo in cui la robotica educativa lavora nell'interazione tra componenti tecnologiche (dati, algoritmi, software, piattaforme, interfacce), i modelli economici e le pratiche degli utenti (Van Dijk et al., 2018). Meccanismi che possono lavorare diversamente in base a come le tecnologie, i modelli economici e le pratiche sono sviluppate e introdotte nei contesti educativi.

Datafication of education

Primo meccanismo a lavoro attraverso l'assemblaggio robotico è la datafication. Come discusso nel precedente paragrafo, il dato non può essere concepito come entità neutrale o preesistente, ma è intrecciato nei processi di cattura, costruzione, categorizzazione e analisi – è inseparabile, dunque, dal meccanismo della datafication. Allo stesso modo, la robotica educativa è inseparabile dalla “datafication of education” (Jarke & Breiter, 2019), processo di traduzione dei vari aspetti dell'educazione in dati digitali, attraverso pratiche di tracciamento, monitoraggio e analisi dei comportamenti educativi (Williamson, 2017b). La dataficazione dell'educazione si riferisce alla cattura di estese ‘tracce’ di dati generate attraverso l'uso quotidiano di software e dispositivi educativi e all'impiego di tali dati per supportare, informare e in alcuni casi automatizzare i processi decisionali nel campo educativo e al loro uso per sostenere il processo decisionale educativo. Si tratta, più nello specifico, di metodologie orientate a rendere misurabili e quantificabili le pratiche di apprendimento, i progressi scolastici, le competenze e i comportamenti degli studenti, traducendoli in caratteristiche codificabili e leggibili da macchine, che – mediante categorie predefinite, predittori standardizzati e modelli algoritmici – permettono la classificazione, l'ordinamento e la modellizzazione dei soggetti educativi (Knox et al., 2019; Mackenzie, 2015).

Il meccanismo della datafication in educazione è inestricabile dall'emergenza di un nuovo campo interdisciplinare: la scienza dei dati educativi (educational data science), campo metodologico volto

a tracciamento, monitoraggio e analisi in tempo reale delle attività, dei comportamenti e degli stati d'animo degli studenti all'interno dell'apparato pedagogico della classe (Williamson, 2017a). L'educational data science emerge come campo profondamente interdisciplinare, combinando pratiche della scienza dei dati e metodi provenienti dalle scienze psicologiche e cognitive dell'apprendimento. Quale campo indipendente, ha anche promosso tecniche specializzate di psicometria e misurazione educativa, neuroscienze cognitive, bioinformatica, statistica informatica e altri metodi computazionali (Williamson, 2017a). La scienza dei dati educativi è un campo tecnico di produzione di conoscenza emergente e allo stesso modo guidato da aspirazioni altamente normative in relazione al miglioramento dei risultati di apprendimento. L'educational data science, infatti, emerge non solo come nuovo campo di expertise metodologica ma anche come nuovo spazio epistemico, integrandosi in frame discorsivi che inquadrano la scienza dei dati in una veridicità intrinseca dei numeri (Kitchin, 2014) sia nei frame della scienza dell'apprendimento che trattano l'apprendimento come processi che possono essere misurati, migliorati e ottimizzati attraverso processi computabili, con promesse di calcolabilità e oggettività algoritmica. La datafication quindi riguarda molto più che tecnologie e capacità computazioni, ma anche processi sociali, assunti epistemologici precisi, credenze e convinzioni.

Una delle applicazioni principali della scienza dei dati educativi è l'analisi dell'apprendimento (learning analytics), portando ad un ulteriore meccanismo della robotica educativa AI-based, ovvero la personalizzazione dell'apprendimento.

Personalizzazione

Altro meccanismo della robotica educativa, profondamente intrecciato con la datafication, è la personalizzazione dell'apprendimento. La personalizzazione dell'apprendimento nasce allo scopo di promuovere una forma educativa per cui gli studenti possano sviluppare conoscenze e competenze in maniera adattiva, ovvero tramite un'offerta pedagogica che si adatta ai propri bisogni e necessità educative e ai propri tempi e ritmi dell'apprendere (Williamson, 2017a).

La personalizzazione riflette un'inversione della logica dell'offerta educativa (Selwyn, 2009) per cui, riconosciuti i bisogni personali e i desideri educativi di ogni singolo individuo, è l'infrastruttura dati, la pratica e il sistema digitale ad adattarsi all'individuo, nell'idea per cui lo studente deve essere ri-posizionato al centro delle reti di opportunità di apprendimento. Un apprendimento personalizzato è visto come un bisogno e come un cambiamento desiderabile da applicare alle istituzioni educative, inquadrandolo in principi etici quali trasparenza, flessibilità, affidabilità e responsabilità.

I sistemi di apprendimento personalizzato promettono di fornire un'analisi dettagliata delle prestazioni, dei progressi e dei comportamenti degli studenti a partire da tracce di big data, e di trasformare l'offerta di contenuti. Pre-requisito della personalizzazione è dunque l'avanzato meccanismo della datafication, ovvero la capacità di monitoraggio continuo ed automatico dei punteggi di competenza, dei livelli di prestazione, delle performance, così come del tempo di apprendimento, delle variazioni di velocità del singolo individuo. Se questi dati individuali sembrano offrire input, ovvero informazioni senza precedenti sul modo in cui i singoli studenti apprendono, sembrano fornire anche potenti indicazioni sul tipo di supporto di cui hanno bisogno.

A sua volta, prerequisito della personalizzazione è dunque la profilazione, per cui questa forma di apprendimento opera attraverso profili legati agli stili di apprendimento, ai tipi di conoscenze e/o ai talenti. La profilazione implica l'oggettivazione e la misurazione del sé in termini di talenti, interessi, aspirazioni, conoscenza, quali punto di partenza per la progettazione di traiettorie di apprendimento. Il processo di profilazione è ciò che Simons (2020: 5) descrive come il processo che dà vita al soggetto come 'independent learner':

“The personalizing pedagogy operates through profiles related to, for instance, learning styles, brain functioning, types of prior knowledge, talents or feelings of well-being. This profiling and staging construct the personalizing needs or wants to be taken into account, either by the learner herself as part of self-directed learning or by others in view of customization of service. The appearance of the person on stage recalls the original Latin word *persona* that referred to a mask, and more specifically, to the character or role of the actor on stage. For the learner to become a person, she must become a kind of actor or needs a public face in order to be recognized. And confronted by this audience – or by oneself as one's own audience – the 'inner life' turns into a performance. This operation is similar to creating profiles on social media, and the mechanism of making these profiles real through the (likes of an) audience, as long as there is an audience. These profiles, and the created stages, bring the person of the independent learner to life”.

Tramite la figura dell'independent learner, Simons descrive come il processo di oggettivazione del soggetto educativo tramite la personalizzazione include particolari tecniche di potere e modalità di assoggettamento tramite il feedback computazionale. Il feedback viene qui inteso come “la proprietà di essere in grado di regolare la condotta futura in base alle prestazioni passate” (Wiener 1950 in Simons 2020: 6). Questo modo di intendere il feedback apre ad un ulteriore meccanismo della robotica educativa: il meccanismo predittivo.

Predizione – automated governance

Un obiettivo centrale della scienza dei dati educativi è creare un modello dello studente. La modellazione dello studente, tramite tecniche di apprendimento automatico, promette di prevedere i probabili progressi futuri attraverso processi analitici predittivi e poi, sotto forma di analisi prescrittiva, di adattare l'accesso dello studente alla conoscenza attraverso connessioni modulari che l'algoritmo ha ritenuto opportuno (Williamson, 2017a).

Questo meccanismo duplice conduce a quella forma di governance educativa da molti autori definita come automated (Gulson et al., 2022), processo decisionale basato sull'evidenza e ad alta intensità di dati che ha come obiettivo avere una capacità predittiva e prescrittiva.

Questo meccanismo si riferisce ad algoritmi di machine learning che consentono di costruire modelli/pattern/profilo di comportamento osservando i dati sia per formulare ipotesi sul mondo sia come software di problem solving per mitigare i rischi orientati al futuro. In altre parole, una forma di data mining in cui le tracce dello sviluppo degli studenti vengono utilizzate per guidare il presente in base alle possibili immagini del futuro, attingendo alle lezioni del passato (Gedrimiene et al., 2020; Thompson & Cook, 2017). Oltre ad essere stati introdotti per identificare gli studenti a rischio e ad intervenire in modo computazionale, questi meccanismi sono stati utilizzati per accelerare il processo decisionale nei percorsi di apprendimento attuali, anticipando i risultati di apprendimento futuri. Tramite i dati ottenuti da studenti con profili simili, valutano e determinano la scelta che più probabilmente porterà al successo dello studente. Tramite apprendimento automatico in tempo reale tracciano i progressi del singolo studente, ne deducono le sue competenze e scelgono la sua esperienza successiva, ad esempio offrendo nuovi materiali didattici, nuovi esercizi pratici e/o nuove domande teoriche. Dunque, la riforma dell'apprendimento in questa direzione prevede: collezione di dati su come gli studenti apprendono da cui questi sistemi possono imparare per offrire feedback sull'insegnamento; risposta personalizzata del sistema intelligente che può adattare i materiali di apprendimento alle esigenze individuali di ogni studente attraverso un'analisi automatizzata in tempo reale; previsioni probabilistiche generate attraverso l'analisi dei dati e generare previsioni sulle probabili prestazioni future dei singoli studenti (Gulson et al., 2022).

Queste forme di calcolo e di previsione tentano di creare anticipazioni del futuro facendo affermazioni e intervenendo sul presente. L'anticipatory education implica dunque la creazione di una particolare connessione con il passato, il presente e il futuro, in cui si sperimenta una contrazione degli eventi passati in un presente vissuto orientato al futuro (Webb et al., 2020). Un'azione anticipatoria come processo paradossale in cui il futuro diviene causa e giustificazione di una qualche

forma di azione nel presente. Un paradosso che è alla base oggi della politica educativa secondo le logiche operative dell'IA.

Questo meccanismo anticipatorio e predittivo è incorporato nelle applicazioni dell'IA come nella robotica educativa. Gli algoritmi robotici sono infatti in grado di accedere a fogli di calcolo di dati degli studenti, calcolare probabilità e fare previsioni probabilistiche e automatizzare decisioni sull'intervento pedagogico in tempo reale.

Platformisation

Tutti questi meccanismi della robotica educativa sono profondamente intrecciati nella digitisation dell'educazione quale processo di traduzione di diverse pratiche educative in codice software (Williamson, 2017a). Se il meccanismo della datafication prevede trasformazione di informazioni sulle pratiche educative degli studenti in dati digitali, processo complementare è la proliferazione di software e piattaforme digitali in cui i diversi aspetti dell'educazione, dalla gestione e dall'amministrazione, alla pratica in classe, alla pedagogia e alla valutazione sono resi come prodotti e soluzioni digitali.

In particolare, la robotica educativa vede come ulteriore meccanismo della sua architettura connettiva la platformisation (Van Dijk et al., 2018) dell'educazione. Il meccanismo della piattaformaizzazione si riferisce alla crescente centralità delle piattaforme digitali quale componente infrastrutturale della robotica educativa, che non solo facilitano la raccolta, l'archiviazione e l'analisi dei dati educativi su larga scala, ma strutturano anche le interazioni educative, sociali, tecnologiche ed economiche attraverso le loro architetture digitali (Perrotta, 2021; Van Dijk et al., 2018).

Le piattaforme educative sono definite come architetture digitali programmabili, progettate per organizzare l'esperienza educativa in nuovi e specifici modi, agendo dunque come 'spatiotemporal constellations in which user activities become possible and unfold' (Decuyper et al., 2021: 2). La letteratura che studia le piattaforme educative digitali tramite uno sguardo critico mette in evidenza gli investimenti in forme:

"digital education platforms do not only generally guide users' decision-making processes and cognition; they equally contribute to structure particular forms of education and make specific forms of education visible, knowable, thinkable, and, ultimately, actionable, in ways that reformat, redo, restructure, and reconceive what education is or could be about" (Decuyper et al., 2021).

In altre parole, una piattaforma non è sfondo neutrale delle attività educative ma piuttosto il prodotto di agende politiche e commerciali, intrise con una specifica visione dei loro progettisti su

come l'educazione potrebbe e dovrebbe essere e su ciò che conta per una 'buona' educazione (Williamson, 2017b). Visione che, incorporata nelle linee di codice, influisce sulle pratiche educative vissute dagli utenti (Gillispie, 2014). Esempi di come i particolari modi di concepire l'educazione sono iscritti nella materialità delle piattaforme sono i tipi di movimenti e azioni che permettono agli user/studenti attraverso determinati contenuti di apprendimento, dal tipo di competenze e abilità su cui si concentrano, dal tipo di indicatori che utilizzano per determinare le competenze di determinati gruppi, dai tipi di feedback e abilità successiva che scelgono di far acquisire, e in molte altre azioni (Decuypere et al., 2021); avendo dunque delle conseguenze ontologiche (Gorur & Dey, 2021).

Quali complessi che agiscono in e attraverso l'educazione, le piattaforme sono ecologicamente incorporate e creano diversi tipi di mondi, avendo inscritta una particolare visione su ciò che significa apprendimento, e sulle forme ritenute valide, e inoltre riconfigurando attivamente particolari tipi di utenti/studenti definendo le loro azioni (non) possibili (Decuypere, 2019).

Commodification

Ulteriore meccanismo dell'architettura della robotica educativa riguarda la *commodification*, dipendente dallo specifico modello di business e dalle strutture di governance delle infrastrutture digitali (Van Dijk et al., 2018).

Se pensiamo alla dimensione economica e di mercato, oggi molte aziende dell'Educational Technology stanno compiendo impegni significativi nello sviluppo di robot educativi dotati di IA, con il sostegno finanziario degli investitori, così come molte aziende high-tech stanno sviluppando robot educativi o costruendo specifici programmi per l'espansione dei loro servizi robotici nel campo dell'educazione. Ingenti investimenti che mostrano come l'educazione stia divenendo un campo d'applicazione redditizio.

Molto spesso il modello di business operato è incorporato tramite una partnership pubblico-privato / governi-aziende attraverso appalti pubblici o collaborazioni che mirano ad introdurre soluzioni digitali a livello istituzionale (Williamson, 2021). In altri casi, le diverse corporation che offrono servizi di robotica educativa operano verso un processo di commercializzazione dell'apprendimento offrendo servizi online tramite abbonamenti.

Parallelamente, il modello di business della robotica AI-based nell'educazione si basa solitamente sulle logiche della platformisation e della datafication, che implicano una monetizzazione dei flussi di contenuti e dati (Van Dijk et al., 2018). La monetizzazione ha due funzioni. In primo luogo, nel processo, i software o/e le piattaforme educative raccolgono grandi quantità di dati, che promettono di generare ulteriore valore perché possono essere utilizzati per creare nuovi tipi di servizi basati sui

dati, come gli aggiornamenti IA, per i quali i clienti potrebbero pagare tariffe aggiuntive (Komljenovic, 2021). In secondo luogo, la monetizzazione nel contesto dell'IA e della robotica educativa, spesso comporta il trasferimento e l'elaborazione dei dati sull'apprendimento a grandi centri di calcolo, rendendo i flussi di big data educativi molto redditizi. Gli elementi di connessione cruciali in questi accordi sono le interfacce di programmazione delle applicazioni (API), che consentono lo scambio di dati e funzionalità tra i sistemi software. Il trasferimento e l'elaborazione ai grandi data hub sono state dimensioni cruciali dell'espansione dell'industria dell'EdTech che ha beneficiato di una stretta integrazione nelle infrastrutture fornite dagli operatori delle Big Tech (Williamson et al., 2022). I proprietari di infrastrutture cloud, tra cui Amazon Web Services, Google e Microsoft, forniscono i servizi cloud di back-end su cui le architetture delle tecnologie educative possono essere costruite e operare, rendendo così possibile l'esecuzione di servizi più potenti di elaborazione dati e basati sull'intelligenza artificiale. Queste integrazioni e interoperabilità con le infrastrutture Big Tech hanno trasformato l'industria dell'EdTech, consentendole di accumulare, analizzare e valorizzare enormi quantità di dati educativi (Komljenovic, 2021). Allo stesso tempo, questo processo di trasferimento e di elaborazione dei dati educativi ai grandi data hub ha portato ad una concentrazione di potere in poche grandi aziende di dati che, oltre a fornire servizi cloud di back-end sono diventate a tutti gli effetti fornitori di tecnologie educative, espandendo continuamente i servizi hardware e di piattaforma nelle scuole e nelle università (Perrotta et al., 2021). In questo senso, l'introduzione della robotica in educazione in corso aumenta in misura significativa la dipendenza dalle aziende tecnologiche globali, estendendo il loro controllo infrastrutturale e i loro interessi commerciali espansivi alle routine pedagogiche e amministrative delle istituzioni educative (Williamson, 2023).

Tuttavia, data la specificità del settore, il processo di monetizzazione non può essere ricondotto alle generali operazioni del capitalismo digitale. In generale, questo meccanismo mostra come la robotica educativa AI-based rappresenti un ecosistema ibrido, coinvolgendo attori diversificati, dal settore pubblico a quello privato. L'introduzione di robotica, IA e sistemi automatizzati contribuisce infatti alla definizione dell'istituzione educativa come uno spazio in cui la sua natura pubblica è sempre più riconfigurata attraverso la partecipazione eterogenea di attori statali e non statali, quali aziende EdTech, aziende fornitrici di infrastrutture tecnologiche, organizzazione filantropiche, brokers digitali e tanti altri.

2.5. Analizzare l'assemblaggio nel suo farsi: l'enactment della robotica educativa

Nel paragrafo precedente sono stati spaccettati gli elementi di costruzione e i meccanismi degli assemblaggi robotici. Tuttavia, quando si parla di assemblaggi, DeLanda (2018) mette in evidenza la necessità di studi degli assemblaggi caso per caso, nelle loro particolari configurazioni.

Gli studi della Science and Technology Studies così come quelli del post-strutturalismo ci invitano a guardare la composizione contingente e particolare dei fenomeni sociotecnici, ciò significa che la forma stessa della robotica educativa, così come i suoi effetti, non può essere compresa come universale, ma al contrario come configurazioni di pratiche e processi che vengono in essere in maniera situata. Questa prospettiva ci conduce ad un'ulteriore mossa analitica: il 'taking context seriously' (Braun et al., 2011). Nel quadro di una sociologia critica della robotica educativa, questo costruito ha un duplice significato: da un lato, esorta ad osservare ciò che la tecnologia 'fa' nelle scuole quale processo situato; dall'altro a comprendere come la tecnologia 'viene prodotta' nelle scuole – come viene configurata in differenti contesti scolastici. Taking context seriously significa riconoscere come l'introduzione della tecnologia nelle scuole, quale la robotica educativa, è intimamente influenzata, nei suoi modi di introduzione e nei suoi modi di utilizzo, dalle ecologie di riferimento. La robotica educativa, in altre parole, non opera nel vuoto, non è un'entità uniforme, statica o universale, ma è strettamente intrecciata nei complessi contesti scolastici, nelle specificità e nelle particolari relazioni educative. Significa sostenere che ogni scuola 'fa' la robotica educativa in differenti modalità in base a dimensioni situate, materiali, professionali ed esterne. Ad essere preso in considerazione devono essere le diverse variabili e i fattori (the what) così come le dinamiche dei contesti (the how) che modellano i processi e quindi mettere in relazione e teorizzare le varie dimensioni (Ball et al., 2012).

Nel tentativo di teorizzare e analizzare la complessità, così come la contingenza, dell'introduzione della robotica nei contesti scolastici, si fa riferimento alla nozione di enactment.

La nozione dell'enactment è stata sviluppata nell'ambito dello studio delle policy educative e ribalta le scuole di pensiero secondo cui una policy educativa venga semplicemente implementata in maniera lineare nella pratica, per mettere a fuoco come al contrario una policy viene diversamente 'enacted' nella pratica. Questo approccio ci permette di superare la visione tradizionale delle politiche educative, così come di qualsiasi altra forma di innovazione, come qualcosa di fisso e unidirezionale, riconoscendo che ogni scuola mette in pratica i diversi processi di innovazione in modi specifici che possono essere analizzati soltanto comprendendo la relazionalità tra le varie contingenti variabili. In questo contesto, una tecnologia diviene un processo che si manifesta in modi diversi, diversamente 'enacted', nella pratica – un processo di becoming (Ball et al., 2012).

Alla base del quadro concettuale dell'enactment, vi sono varie tensioni e dualità che riflettono il processo che si vuole andare a spiegare.

Definendo la policy come processo, Ball (1993) fa riferimento ad una duplicità processuale: policy as text e policy as discourse. Prendendo spunto dai lavori archeologici di Foucault (1971), il concetto di discorso viene in questo approccio ripreso per associare la policy a "what can be said, and thought, but also about who can speak, when, where and with what authority" (Ball, 2015). Così come i discorsi sono "pratiche che formano sistematicamente gli oggetti di cui parlano" (Foucault 1977), le politiche come strategie discorsive esercitano il potere attraverso una produzione di verità e conoscenza. In altre parole, una policy as discourse spiega il modo in cui le politiche parlano e stabiliscono verità sui processi educativi, come lo scopo della scuola e intervengono nei processi di fabbricazione dei soggetti, come la produzione dello studente e la costruzione dell'insegnante. Tuttavia, sfuggendo ad una dinamica per cui la policy possa essere intesa come un qualcosa di determinante e strutturale, il concetto di policy viene raddoppiato come 'policy as text'. Per policy as text si intende quel processo per cui le policies sono "representations which are encoded [decoded and recoded] in complex ways" (Ball et al., 2012). La policy as text diviene un campo di contestualità e interpretazioni multiple.

Da questa duplice concezione ontologica di una policy proviene una seconda tensione che riguarda il destinatario di una policy, qualificato come 'policy subject' e 'policy actor'. Se da un lato il concetto di policy subject esplora i modi attraverso cui le policy 'make up and make possible particular sorts of teacher subjects as producers and consumers of policy' (Ball et al., 2011); il concetto di policy actor concettualizza i modi attraverso cui le policy sono soggette a complessi processi di interpretazione e traduzione.

È da queste basi teoriche che viene sviluppato il concetto di enactment quale processo complesso, ibrido, creativo, relazionale e collaborativo attraverso cui le policy educative vengono messe in atto nella pratica; nel tentativo di sfuggire a quelle interpretazioni che al contrario guardano all'introduzione di una policy dematerializzando il modo in cui si inseriscono nelle trame complesse di un'istituzione scolastica. Per enactment si intende infatti un processo tramite cui differenti policy 'become interpreted and translated and reconstructed and remade in different but similar settings, where local resources, material and human, and diffuse sets of discourses and values are deployed'. (Ball et al., 2012: 6).

Nel testo in cui mettono insieme i pezzetti del puzzle ontologico dell'enactment, Ball e colleghi (2012) esplorano proprio i modi in cui differenti tipi di policy sono interpretate, tradotte, ricostruite e rifatte in differenti contesti, dove le risorse locali, materiali e umani e i set di discorsi e valoriali sono

messi insieme in un complesso e ibrido processo di enactment, quale aspetto dinamico e non lineare del complesso processo politico, dove la policy nella scuola è solo una parte.

Se le policy creano i contesti, infiltrandosi nei valori educativi e nelle esperienze, le policy sono allo stesso modo precedute dai contesti. Le scuole non possono essere infatti ridotte alle policy, ma sono posizionate in maniera differente rispetto ad una stessa policy. Il quadro concettuale dell'enactment quale processo complesso e situato dona un'attenzione particolare ai contesti, per cui prerequisito per una sua analisi è integrare gli aspetti materiali, gli aspetti infrastrutturali, i contesti esterni e le culture professionali che si intersecano nel relazionale processo dell'enactment di una policy. Questi aspetti contestuali non possono essere infatti separati dai modi in cui le policy vengono dotate di significato, interpretate e tradotte dagli attori educativi.

Al centro del processo di enactment ci sono interpretazioni e traduzioni. L'interpretazione è intesa come “an institutional political process, a strategy” (Ball et al., 2012), che include un “decoding” razionale con cui la policy posiziona i soggetti. Il decoding riguarda un impegno con i linguaggi della politica, una lettura e comprensione iniziale delle sue pratiche discorsive, in relazione alla cultura, alla storia dell'istituzione e alle biografie politiche degli attori e dove avviene la creazione di un'agenzia istituzionale. La traduzione è invece un impegno con i linguaggi della pratica, una sorta di terzo spazio tra politica e pratica. È un processo iterativo di creazione di testi istituzionali e di messa in azione. Nella traduzione, il linguaggio della politica è tradotto nel linguaggio della pratica, le parole in azione, le astrazioni in processi interattivi (Ball et al., 2012).

Andando oltre una prospettiva per cui una politica, un tipo di innovazione o una tecnologia, viene semplicemente ‘implementata’ nei contesti educativi, questo framework ci invita a guardare il making della robotica educativa nelle scuole, “as diversely and repeatedly contested and/or subject to different interpretations as it is enacted (rather than implemented) in original and creative ways within institutions and classroom but in ways that are limited by the possibilities of discourse” (Ball et al., 2012: 2).

La robotica in educazione deve dunque essere inquadrata nella relazionalità degli assemblaggi educativi e nelle pratiche che contribuisce a creare. Si va oltre una concezione precostituita di reale/realtà, ma al contrario convergenze di elementi che definiscono le nostre condizioni di possibilità (Rabinow, 1984), per cui le pratiche stesse emergono nelle loro particolari versioni, in quanto fatte, disfatte e rifatte attraverso assemblaggi tra umani e non umani. Diviene dunque una questione di ontologia, per cui gli assemblaggi operano verso specifiche ontological politics, per cui si intende:

“Ontological politics is a composite term. It talks of ontology – which in standard philosophical parlance defines what belongs to the real, the conditions of possibility we live with. If the term ‘ontology’ is combined with that of ‘politics’ then this suggests that the conditions of possibility are not given. That reality does not precede the mundane practices in which we interact with it, but is rather shaped within these practices. So the term politics works to underline this active mode, this process of shaping, and the fact that its character is both open and contested” (Mol, 1999: 74–75).

Guardare agli assemblaggi molteplici nel modo in cui producono realtà/politiche ontologiche particolari significa per la robotica educativa guardare a come vengono in essere pratiche educative particolari come ‘creaky social assemblage, that is continually re-validated and underpinned and moved on by the various efforts of networks of social actors with disparate but more or less focused interests and commitments’ (Ball et al., 2012: 70).

2.6. Il making della robotica educativa attraverso le translations

La nozione di enactment invita a guardare i processi di translations della robotica educativa, che emerge attraverso complesse relazioni/composizioni socio-materiali. Altro concetto principale nell’ottica di una sociologia digitale critica della robotica in educazione è quello di traduzione, che trova le sue radici nel vocabolario sviluppato dall’Actor Network Theory (ANT).

L’ANT si propone come una sensibilità verso le pratiche disordinate e contingenti della relazionalità e della materialità del mondo. E si distingue per il suo approccio descrittivo e non fondativo, nei termini in cui mira a raccontare la messa in atto di relazioni eterogenee, sia materiali che discorsive, che producono e rimescolano ogni tipo di attori, inclusi oggetti, soggetti, macchine, natura, idee (Law, 2009). Tutte le entità, in questo senso, non sono predefinite, ma composizioni provvisorie lungo processi di assemblaggio.

La relazionalità concettualizzata da questo tipo di approccio è semiotica, nella misura in cui gli elementi di un assemblaggio si ri-definiscono e ri-configurano mutualmente. La relazionalità è inoltre eterogenea, oltre che precaria, mai data una volta per tutte. Per affrontare empiricamente questo tipo di relazionalità, Latour propone un principio metodologico chiave che consiste nel “seguire le sinuosità dell’azione collettiva che, attraverso deviazioni e composizioni, mescoleranno elementi di origine diversissima” (Latour, 2013: 39). In altri termini, propone di analizzare come vengono in essere tutte le entità attraverso intricati e complessi processi di traduzione, che si snodano attraverso deviazioni e composizioni.

Il termine traduzione qui assume un significato preciso: tradurre significa trascrivere ma anche trasporre, spostare, trasferire e dunque trasportare trasformando (Latour, 2013). La traduzione, in altre parole, è un movimento continuo di deviazione e composizione, in cui le identità degli attori, insieme ai loro ruoli, interessi, scopi, vengono ri-formulate. In questo contesto, la deviazione rappresenta un movimento, uno spostamento che un'idea, un dato, un oggetto o qualsiasi tipo di entità subisce nel passare da un attore all'altro, da un contesto all'altro, da un linguaggio all'altro; parallelamente, la composizione guarda al risultato provvisorio delle deviazioni. E in questo senso l'azione risulta come attraversata da deviazioni e composizioni mescolando elementi eterogenei. Come scrive Latour: "Un corso d'azione è sempre composto da una serie di deviazioni la cui interpretazione successiva definisce, in seguito, uno spostamento che dà la misura della traduzione. E una traduzione genera sempre ambiguità" (Latour, 2013: 34). Da queste definizioni, l'ANT vuole portare alla luce come quando ci confrontiamo con un qualsiasi tipo di innovazione abbiamo a che fare con una lunga serie di traduzioni. L'azione diventa composita e il sociale viene composto da deviazioni e composizioni. È proprio in queste deviazioni che si costruiscono le identità e si definiscono i ruoli: nulla è stabile, tutto è potenzialmente negoziabile.

La preoccupazione intellettuale dell'ANT è dunque per le relazioni precarie, per la costruzione dei frammenti e degli elementi che compongono tali relazioni, per le logiche di traduzione, e per il come tutto riesce a stare insieme, se effettivamente ci riesce.

Proponendo un vocabolario per comprendere la natura fluida, instabile e contestata del sociale, Law (2009) riconosce una sensibilità post-strutturalista, per cui L'ANT può essere vista come una versione in scala ridotta dei discorsi o delle epistémè di Foucault. Così come Foucault ci invita a prestare attenzione al carattere produttivo, strategico e relazionale delle epistémè, L'ANT ci invita a esplorare il carattere strategico, relazionale e produttivo di reti di attori particolari, su scala ridotta ed eterogenea (Law, 2009).

In questo contesto, la sociology of translation, che si sviluppa a partire dai lavori di Callon (1986), nasce dall'esigenza di descrivere questi processi, analizzando come attori, interessi e configurazioni materiali siano costantemente negoziati e tradotti. L'analitica della sociology of translation si fonda su una serie di principi che derivano direttamente dalla prospettiva dell'ANT.

In primo luogo, un anti-fondazionalismo della scienza e della tecnologia nel suo farsi e un rifiuto ad ogni visione essenzialista o determinista. Esaminando il lavoro degli scienziati e degli ingegneri in azione nei laboratori, gli studi ANT mostrano come i fatti scientifici e gli oggetti non preesistano, ma emergano come un risultato di complesse associazioni tra elementi sociali, tecnici, fisici ed economici. È solo quando queste associazioni si stabilizzano temporaneamente che un'entità – un oggetto tecnico, un concetto, un attore – può essere considerata reale. La società, in questa visione,

diviene una composizione ibrida di attori umani e non umani intrecciati in relazioni complesse. In base a questo principio, quello che viene proposto è una descrizione del sociale come assemblaggi di umani e non umani, associazioni eterogenee e temporanee di persone, tecnologie e cose (Latour, 2006). E una delle implicazioni centrali di questa ontologia relazionale è che potere e agency non sono qualità intrinseche degli attori, ma effetti delle relazioni tra attori-rete.

Da qui deriva un secondo principio fondativo, l'agnosticismo, per cui il compito del ricercatore diviene allora quello di esplorare come il potere e l'agency si distribuiscono tra gli attori, come vengono resi stabili o destabilizzati, estesi o limitati, trasformati o rinegoziati. In altre parole, in una ricerca, nessun punto di vista è privilegiato e nessuna interpretazione è censurata. Il ricercatore non fissa le identità degli attori se queste identità sono ancora in fase di negoziazione.

Il terzo principio è la simmetria generalizzata. Nell'ANT, il termine attore (o attante) si applica a qualsiasi entità capace di produrre effetti, siano essi persone, artefatti tecnologici, organismi viventi, testi o istituzioni. Come scrive Latour: "Un attore, nella definizione semiotica può letteralmente essere qualsiasi cosa, a patto che venga riconosciuto come fonte di azione" (Latour, 1996). Il principio della simmetria generalizzata invita dunque all'analisi delle relazioni tra umani e non umano in modo simmetrico, senza attribuire a priori ruoli attivi o passivi né assegnare agli umani uno status privilegiato sulla base di una visione antropocentrica del sociale (Latour, 2005). Il vocabolario dell'ANT invita al decentrarsi degli esseri umani e al considerare la materialità della pratica, per spostare l'attenzione su come umani, oggetti, tecnologie e cose fanno il sociale. In questo quadro, l'ANT propone di abbandonare le distinzioni ontologiche preesistenti tra natura e società, umano e non umano, soggetto e oggetto.

Ultimo principio fondativo è infatti la libera associazione, per cui piuttosto che imporre una griglia prestabilita, l'analisi deve lasciare che siano gli attori stessi a definire le categorie, le connessioni e le separazioni rilevanti. In questo senso, il ricercatore segue gli attori per identificare le modalità attraverso cui le entità si definiscono, si associano e dunque le modalità attraverso cui producono il sociale. Questa sospensione dei dualismi consente al ricercatore di descrivere in modo più accurato e fine come le relazioni si formano, si stabilizzano, vengono contestate o si trasformano nel tempo.

Sulla base di questi principi, la sociology of translation offre un framework teorico ed analitico per esplorare le complesse e disordinate modalità attraverso cui le forme di innovazione, le conoscenze scientifiche, le entità si fabbricano attraverso le relazioni.

Nello studio proposto da Callon (1986), l'oggetto in esame è la costruzione di una nuova conoscenza scientifica e in particolare lo scopo è mostrare come questa venga prodotta attraverso le relazioni tra attori eterogenei. E mostra inoltre come il porre questioni sui fatti della società significa porre questioni anche sugli attori, sul come vengono definite le loro identità, i loro ruoli, margini di

manovra, e le scelte che gli si aprono di fronte. La storia analizzata da Callon inizia con una controversia. Una controversia rappresenta proprio quella frattura che permette di vedere come le entità divengono sociotecniche (Latour, 2013), un momento di rottura o instabilità in cui le relazioni devono essere riassemblate e un punto di ingresso analitico per studiare la costruzione degli attori e le relazioni di potere. Le controversie sono le ferite nella realtà apparente da cui l'analisi può penetrare e descrivere il lavoro invisibile della traduzione. Callon (1986) infatti mostra come da una controversia si attivino dinamiche chiave nei processi di traduzione.

Nell'articolo che apre la strada alla *sociology of translation*, l'autore descrive una situazione nella Baia di Saint-Brieuc, in cui un gruppo di ricercatori intende collaborare con i pescatori locali per coltivare in modo sostenibile le capesante *Pecten maximus*. Il problema da cui nasce il desiderio di questa alleanza proposta dai ricercatori è che il fondale marino regolarmente dragato rallenta la ricostituzione delle popolazioni di capesante. I ricercatori si propongono di collaborare con i pescatori locali per studiare il mollusco e riuscire a far sì che le capesante si attacchino con successo ai collettori. Le relazioni tra gli attori sono descritte in termini di momenti della traduzione, che sono quattro, problematizzazione, interessement, enrolment e mobilitazione degli alleati:

“This endeavour consists of four moments which can in reality overlap. These moments constitute the different phases of a general process called translation, during which the identity of actors, the possibility of interaction and the margins of manoeuvre are negotiated and delimited” (Callon 1986: 6).

La prima fase riguarda la problematizzazione dei fenomeni che richiedono l'attenzione e il coinvolgimento di diversi attori. Questi attori – insieme ai loro interessi e desideri – vengono identificati e definiti in relazione gli uni agli altri e rispetto alla problematizzazione stessa. In quanto primo stadio dell'assemblaggio degli attori, la problematizzazione stabilisce l'attenzione su determinati obiettivi e/o problemi da risolvere, mentre gli attori vengono individuati, determinando così le loro identità, i loro desideri e i loro scopi.

Attraverso il processo di problematizzazione, si definisce un insieme di attori come punto di passaggio obbligato (Obligatory Passage Point). Un OPP è un nodo centrale all'interno della rete che agisce come una sorta di imbuto attraverso il quale devono passare la maggior parte delle traduzioni. L'istituzione di un OPP segnala il processo tramite cui le traduzioni sono effettuate con successo, sia mediante cooperazione sia attraverso forme di coercizione. A seconda del tipo di analisi adottata, l'OPP può essere una questione centrale, un oggetto, o qualsiasi altro tipo di entità, seguendo il principio di simmetria generalizzata.

Nello studio di Callon, il problema è il declino della popolazione di capesante. Nel definire questo problema, i tre ricercatori che l'autore segue non si limitano a formulare questa domanda, ma determinano un insieme di attori e definiscono le loro identità. Inoltre, i ricercatori si pongono come OPP, posizionandosi come indispensabili per la risoluzione del problema o, meglio, per la risoluzione tecnica. Dunque, questi attori strutturano l'actor network in modo che gli attori abbiano bisogno di loro o, meglio, di passare attraverso di loro per tutte le azioni possibili.

La fase della problematizzazione dunque possiede cruciali dinamiche. In primo luogo, indica i movimenti e le deviazioni che gli attori devono accettare. In secondo luogo, indica che le alleanze deve essere forgiate, ovvero che l'actor network deve essere (momentaneamente) stabilito in quanto tutti gli attori sono vincolati agli altri attori perché non possono raggiungere i loro scopi da soli. Nello studio di Callon, i pescatori rischiano di non avere più profitti, i colleghi che vogliono sviluppare conoscenza scientifica hanno poca conoscenza sul tema; le capesante vogliono continuare a sopravvivere. Tuttavia, gli attori non possono raggiungere i loro scopi singolarmente. L'alleanza deve essere quindi stabilizzata.

Durante la fase di interessement, si compiono sforzi per stabilizzare le identità emerse dalla fase di problematizzazione. Gli attori possono accettare tali identità, oppure opporsi e rifiutarle. Il processo di traduzione diventa dunque uno spazio in cui vengono creati e introdotti vari dispositivi di interessement, che dimostrano come le alleanze possano essere allineate con gli obiettivi propri degli attori. Un dispositivo di interessement è ciò che si frappone tra due cose; si può essere interessati a seconda dell'attitudine a legarsi con altri corsi d'azione, a far accettare le deviazioni necessarie, a mantenere ciò che viene promesso (Latour, 2013). Questi dispositivi, dunque, servono ad interessare gli altri attori nella negoziazione di obiettivi e desideri: "essere interessati significa essere nel mezzo, essere interposti" (Callon, 1986: 208). I dispositivi di interessement possono includere strumenti tecnici, testi, argomentazioni o meccanismi di coercizione. L'interessement si basa dunque su una determinata comprensione di ciò che sono gli attori e di cosa cercano.

Nella storia di Callon, nel processo di interessement avviene una momentanea stabilizzazione delle alleanze e un'accettazione delle identità da parte di tutti gli attori perché tutti i loro interessi sono allineati. Se analizziamo prima le capesante, il loro obiettivo è continuare a vivere e l'ostacolo a questo obiettivo sono i predatori. Un dispositivo di interessement che i ricercatori interpongono è la costruzione di linee di traino per evitare che vengano attaccate prima che si ancorino. I pescatori hanno l'obiettivo di ottenere profitti a lungo termine. Ai pescatori vengono proposti incontri che offrono spiegazioni riguardo a come una riproduzione controllata possa garantire una pesca sostenibile in futuro. Alla comunità scientifica, i ricercatori interpongono le loro ipotesi scientifiche come legittime.

L'esito di questa fase può portare tanto alla disgregazione delle alleanze quanto alla loro stabilizzazione in un sistema di associazioni duraturo. L'obiettivo di questa fase è arruolare (enrol) gli attori in ruoli specifici all'interno della rete. Descrivere l'enrolment implica quindi il racconto di negoziazioni multilaterali, prove di forza e manovre strategiche che rendono possibile la mobilitazione degli attori.

Nello studio di Callon, se pensiamo agli attori-capesante, se le capesante devono essere arruolate, devono essere disposte ad ancorarsi. Ma questo ancoraggio non è facile da raggiungere. I tre ricercatori devono affrontare negoziazioni. Ci sono molte forze nemiche che tentano di ostacolare il progetto dei ricercatori e deviare le capesante prima che si ancorino e vengano catturate. Forze nemiche sono le correnti e i parassiti. Parallelamente, i ricercatori trattano con la comunità scientifica – che deve riconoscere la legittimità dei risultati – e con i pescatori, che devono sospendere la pesca per consentire la riproduzione delle capesante. Quando gli esperimenti sembrano riuscire, e tutti sembrano rispettare il proprio ruolo, l'enrolment appare compiuto: le capesante cooperano ancorandosi, i pescatori aderiscono al progetto interrompendo la pesca, i colleghi approvano i risultati scientifici. Ma questo equilibrio è fragile, l'enrolment non è mai definitivo, perché ogni attore può cambiare posizione, rifiutare il ruolo assegnato o reinterpretarlo.

Infine, nello studio di Callon (1986), il momento della mobilitazione si realizza quando i vari attori sono stati arruolati e “follow their representatives” (214). In questa fase finale, la traduzione comporta la costituzione di un portavoce che articola gli interessi di tutti gli attori, unificandoli in uno specifico spazio-tempo.

Nella fase di mobilisation, Callon analizza il momento in cui gli scienziati assumono il ruolo di portavoce di tutti gli attori coinvolti nella rete: parlano a nome delle capesante, dei pescatori e della comunità scientifica. Dopo aver costruito alleanze nella fase di enrolment, i tre ricercatori cominciano a rappresentare gli altri, traducendo i loro interessi, azioni e comportamenti in un linguaggio scientifico legittimo. Il comportamento biologico delle capesante (l'ancoraggio) diventa un numero che i ricercatori contano, trasformando la biologia in dati e grafici. I numeri raccolti, tradotti in tabelle e comunicazioni, diventano la base della legittimità del loro progetto scientifico. La mobilitazione è quindi il momento in cui la molteplicità degli attori viene resa stabile e visibile attraverso i portavoce. Tuttavia, le catene di traduzione non sono mai definitivamente stabili. Gli attori possono ribellarsi, disallinearsi o rifiutare di riconoscere i portavoce che parlano in loro nome.

La tabella 2.1 sintetizza il processo della traduzione:

Tabella 2.1: *L'analitica della sociology of translation*

	Momenti	Composizioni e spostamenti	Focus
L'analitica della sociology of translation Un'analisi che tiene conto delle modalità attraverso cui le forme di innovazione, le conoscenze scientifiche e le entità (umane, tecnologiche, discorsive) emergono come effetto delle relazioni.	Problematisation	Viene stabilita l'attenzione su obiettivi specifici e/o problemi da risolvere, mentre gli attori vengono individuati, determinando così le loro identità, i loro desideri e i loro scopi.	Qual è la strategia per stabilizzare la rete? Quale problema viene definito come centrale? Attraverso quale entità (OPP) tutti gli attori devono passare? Come sono definiti gli attori? Da quali obiettivi sono legati?
	Interessement	Uno spazio in cui vengono creati e introdotti vari dispositivi, che servono ad allineare gli interessi degli attori, stabilizzando temporaneamente le relazioni.	Gli attori accettano o resistono alle identità emerse in fase di problematizzazione? Quali entità – discorsive, coercitive, umani, cose – vengono interposte nella rete per interessare gli attori?
	Enrolment	Uno spazio di negoziazioni multilateri, prove di forza e manovre strategiche che rendono possibile la mobilitazione degli attori.	Quali sono le forze che ostacolano l'enrolment? Quali sono le strategie di negoziazione? Come vengono riconfigurati ruoli e identità degli attori?
	Mobilisation	Viene stabilito un portavoce che articola gli interessi di tutti gli attori, unificandoli in uno specifico spazio-tempo.	In quali spazi avviene la mobilitazione (se avviene)? Chi assume il potere di parlare al posto degli altri? Come vengono unificati gli interessi degli attori?

Seguire le fasi della traduzione significa dunque mettere in evidenza la continuità degli spostamenti e delle trasformazioni – spostamenti di obiettivi e interessi, così come spostamenti di

dispositivi, esseri umani e oggetti – cogliendo le controversie, le incertezze e le negoziazioni che rendono possibile qualsiasi processo di riconfigurazione sociale ed educativa: “Gli strati si moltiplicano; ognuno corrisponde ad un diverso corso d’azione, preceduto e seguito da numerose deviazioni. Ogni deviazione modifica lo scopo iniziale e compone un’azione collettiva che tiene conto del cambiamento” (Latour, 2013: 37-38).

Inoltre, la sociology of translation mette in luce come analizzare le catene di traduzioni sia un punto di ingresso per un’analisi delle relazioni di potere, dove il potere non è mai un qualcosa di fisso o preesistente, ma un esito temporaneo di specifiche affiliazioni e alleanze tra attori (Latour, 1986). Un primo passo per esaminare queste relazioni è ad esempio chiedersi come gli attori vengono definiti e come alcuni attori ottengono il potere di rappresentare altri attori silenziosi.

La sociologia digitale critica della robotica in educazione considera, in base a questo vocabolario, la produzione e l’emergenza della robotica educativa come assemblaggi continuamente ri-definiti e negoziati. Analizzare la robotica educativa come processo di traduzione significa dunque osservare le deviazioni, i passaggi obbligati, i passi di lato, le deviazioni, le mediazioni e le controversie che ne permettono la costruzione socio-materiale.

In conclusione, la prospettiva della sociology of translation consente di affrontare i processi di innovazione tecnologica in educazione non come traiettorie lineari, ma come campi dinamici di relazioni e trasformazioni, che sono sempre anche atti politici.

Conclusion

In questo capitolo è stato tracciato il quadro teorico e concettuale entro cui si inserisce questo lavoro, proponendo una sociologia digitale critica della robotica in educazione. Muovendosi tra frame post-strutturalisti e degli studi della scienza e della tecnologia (STS e/o ANT), il capitolo ha articolato un percorso concettuale in cui ogni sezione costituisce un nodo fondamentale per comprendere le modalità attraverso cui la robotica viene immaginata, prodotta e messa in atto in educazione.

‘Governare l’educazione attraverso la robotica’ è un titolo che rappresenta il primo passo di ciò che rappresenta la sociologia digitale critica della robotica in educazione, ovvero guardare come la robotica si inserisce negli assemblaggi di governo che operano sulla condotta delle identità.

Come modo per scomporre i sistemi di idee che mobilita – e da cui è mobilitata – la robotica in educazione, la sociologia digitale critica della robotica in educazione propone la nozione di immaginari. Analizzare gli immaginari significa analizzare come la robotica educativa produce – e sia prodotta da – visioni desiderabili del futuro. Queste visioni del futuro hanno degli effetti nei nostri

presenti, contribuendo a ri-definirli, orientando progettazioni, investimenti, pratiche pedagogiche e forme di aspettative collettive. Analizzare l'immaginario della robotica significa quindi esplorare come la robotica educativa viene prefigurata, quali promesse e miti la circondano, come viene legittimata, narrata e resa desiderabile.

Quale campo che mobilita e attraverso cui convergono entità eterogenee, la robotica è stata concettualizzata come un assemblaggio.

Analizzare la robotica educativa in termini di assemblaggio significa anche dare rilevanza al loro farsi in pratica. La robotica educativa non è un mero strumento tecnico che emerge in modo universale e allora stesso modo non è semplicemente introdotta nei contesti scolastici. Al contrario, la robotica educativa è messa in atto, ri-configurata e negoziata nelle pratiche quotidiane. L'enactment della robotica educativa è un processo sempre situato, attraverso cui la robotica educativa stessa prende forma in relazione alle entità che l'attraversano, la compongono e a seconda di cosa contribuisce a co-creare.

L'enactment è un processo in cui si snodano catene di traduzioni. L'ultima dimensione teorico analitica che propone la sociologia digitale critica della robotica in educazione è, in questo senso, la *sociology of translation*. Offrendo uno strumento analitico per tracciare il processo attraverso cui attori, interessi, ruoli e obiettivi vengono costruiti e negoziati nel tempo, la translation ci permette di leggere la robotica educativa come risultato provvisorio di catene di deviazioni, trasformazioni, negoziazioni e controversie.

Nel prossimo capitolo, la sociologia digitale critica della robotica in educazione viene operazionalizzata, offrendo i contorni di una toolbox metodologica che può essere impiegata quando studiamo questi processi.

Capitolo 3.

Un assemblaggio robotico: analizzare le forme educative tra immaginari, infrastrutture e traduzioni

3.1. Analizzare la produzione e l'emergenza della robotica educativa tramite un caso studio

Alla luce del percorso teorico e concettuale tracciato nel capitolo precedente, questo lavoro focalizza le sue analisi empiriche attraverso un caso studio specifico, che rappresenta un punto di accesso alla problematizzazione della robotica educativa e alle sue dinamiche di produzione, emergenza e messa in atto nei contesti educativi. L'analisi di questo caso studio si inserisce all'interno di una prospettiva che concepisce la robotica educativa come un assemblaggio sociotecnico (DeLanda, 2006) per il quale ogni assemblaggio va analizzato nella sua singolarità e come storicamente situato attraverso composizioni contingenti e temporanee di elementi eterogenei, evitando schematismi o generalizzazioni astratte. Rifiutando essenzialismi, analizzare la robotica educativa tramite un caso studio è un modo per analizzare le relazioni tramite cui le entità convergono e si costituiscono, considerandole come prodotto di traduzioni multiple che coinvolgono attori umani, tecnologici e discorsivi differenti, interessi eterogenei e valori specifici (Law, 2009).

Il caso studio oggetto d'indagine si focalizza su un progetto che ha visto coinvolti un'azienda italiana dell'Educational Technology, alcune istituzioni scolastiche secondarie italiane e un gruppo di ricercatori nel campo della sociologia dell'educazione. Tale collaborazione è stata finalizzata alla co-progettazione, sviluppo e sperimentazione di un robotico educativo sociale di tipo Classmate, che include un artefatto fisico e una piattaforma digitale per la sua funzionalizzazione educativa nei contesti scolastici.

Il progetto è stato lanciato nel 2021 come iniziativa sperimentale promossa dall'azienda, con l'obiettivo di progettare e testare una soluzione tecnologica in grado di innovare le pratiche didattiche e i modelli di apprendimento propri del sistema scolastico italiano contemporaneo. L'assunto che ispirava l'iniziativa era che la robotica educativa potesse essere posta al centro di una rivoluzione della didattica, che avrebbe aumentato l'efficacia dell'insegnamento, rendendolo anche più inclusivo, e favorito un apprendimento continuo e costante da parte degli studenti. Parallelamente a queste visioni e promesse, il dispositivo è stato concepito fin dall'inizio non come un prodotto finito da

introdurre in una modalità top-down nelle classi scelte, ma come un dispositivo da co-costruire in maniera partecipata con attori educativi locali. Coerentemente con questo approccio, il piano progettuale si è articolato in tre fasi principali.

La prima fase ha avuto un carattere esplorativo, esplicandosi nell'immaginazione di possibili usi educativi di un robot sociale in classe. Per circa un anno, sono stati organizzati e condotti focus group tematici a cui hanno preso parte, in forma più o meno stabile e continuativa, ricercatori e sociologi dell'educazione, in funzione di moderazione, e un gruppo eterogeneo di docenti provenienti da 5 istituti scolastici secondari selezionati dall'azienda con alle spalle esperienze di innovazione didattica con la robotica. La modalità di selezione dell'azienda ha riguardato istituti scolastici che già avevano in precedenza acquistato delle loro soluzioni tecnologiche, in quanto azienda impegnata nell'offerta educativa di vari strumenti digitali a supporto della didattica. Durante questa fase, l'azienda ha decentrato la propria posizione tecnica, aprendo uno spazio di riflessione partecipata in cui gli insegnanti sono stati chiamati a ripensare le proprie pratiche educative attraverso la tecnologia robotica e parallelamente i ricercatori sono stati invitati alla co-produzione dell'artefatto robotico con un ruolo di moderatori e di facilitatori dell'immaginazione dei docenti. Il dispositivo robotico è stato dunque proposto dall'azienda come una sorta di pagina bianca, in cui ogni insegnante poteva – e in un certo senso doveva – provare ad immaginare possibili modalità d'uso di un robot educativo in base ai bisogni specifici della propria classe, affinché il dispositivo robotico seguisse delle grammatiche dell'azione che rispecchiassero i criteri e i contributi immaginati dalle scuole. In questo modo, l'azienda ha strategicamente messo in scena gli insegnanti rappresentandoli come attori cruciali di una trasformazione scolastica desiderabile quanto necessaria. Attori cruciali in un processo di co-creazione di un'innovazione scolastica che nasce dall'incontro tra saperi pedagogici contestuali.

La seconda fase ha segnato un passaggio dall'immaginazione all'operazionalizzazione. In parallelo allo sviluppo del software e della piattaforma robotica da parte dell'azienda, sono stati organizzati focus group mirati alla co-costruzione di un frame educativo condiviso per la robotica in classe. In questa fase, sociologi e insegnanti hanno lavorato alla definizione di casi d'uso educativi, elaborando attività didattiche strutturate attorno al robot, e formalizzando un quadro di competenze chiave ed obiettivi educativi a cui la tecnologia doveva rispondere.

La terza fase ha costituito il momento della sperimentazione in classe, ossia l'enactment del robot Classmate nelle classi scolastiche. In quattro classi di scuola secondaria, tra quelle già partecipanti alla sperimentazione, il social robot è stato introdotto e messo in uso entro un percorso didattico predefinito e prestabilito.

Nel complesso, questo caso studio offre una finestra empirica densa attraverso cui osservare la robotica educativa come un processo relazionale, situato e negoziato, un assemblaggio che si costituisce nel tempo attraverso catene di traduzioni e dispositivi di mediazione (Latour, 2005).

3.1.1. Il progetto Classmate Robot: riflessività e posizionalità nel processo di ricerca

Nella ricerca qualitativa, la soggettività e la posizionalità del ricercatore possono influenzare le interazioni con i partecipanti e la lente interpretativa adottata (Fenge et al., 2019). Per questo motivo, nel caso studio presentato, risulta essenziale esplicitare il ruolo del gruppo dei ricercatori di cui ho fatto parte all'interno del più ampio progetto di robotica educativa di cui il presente lavoro costituisce un'analisi empirica critica.

Il progetto Classmate Robot, avviato nel 2021 da un'azienda campana attiva nel settore dell'Educational Technology, ha previsto il coinvolgimento del Dipartimento di Scienze Sociali dell'Università Federico II in un duplice ruolo. Da un lato, il gruppo di ricerca è stato incaricato di esplorare il dominio educativo e di co-progettare i requisiti dell'infrastruttura software di funzionalizzazione educativa del device robotico, facilitando e co-costruendo, in collaborazione con 5 istituti scolastici italiani, il frame educativo necessario alla sperimentazione in contesti reali. Dall'altro lato, al gruppo di ricercatori è stata affidata la progettazione e l'attuazione di un processo di valutazione di impatto della sperimentazione. Ho fatto dunque parte del gruppo di ricerca impegnato nella consulenza scientifica, partecipando alle diverse fasi del progetto.

Le scuole coinvolte sono state interamente selezionate dall'azienda, che ha scelto cinque istituti con cui aveva già collaborato in precedenza: un istituto tecnico di Napoli, un liceo scientifico di Verona, un liceo scientifico di Roma, un istituto comprensivo di Carrù e un istituto tecnico di Dalmine. Tale selezione ha agevolato l'accesso al campo dei ricercatori, poiché gli istituti, avendo già aderito al progetto aziendale, hanno implicitamente accettato anche il ruolo del Dipartimento di Scienze Sociali. Al contempo, le classi partecipanti (una per istituto) sono state selezionate autonomamente dai docenti referenti di ciascun istituto, in base alla disponibilità, all'interesse degli insegnanti coinvolti e alla compatibilità con il programma scolastico.

Nella prima fase, dedicata all'esplorazione preliminare, io, insieme al gruppo di ricercatori, ho contribuito alla costruzione delle tracce dei primi cinque focus group, finalizzati a stimolare l'immaginazione progettuale degli insegnanti coinvolti. Durante questi incontri (svolti nei giorni 31 maggio, 17 giugno, 7 luglio, 16 luglio e 28 luglio 2021), ho ricoperto il ruolo di osservatrice, prendendo nota delle interazioni e supportando il lavoro interpretativo.

La seconda fase, dedicata alla definizione dei casi d'uso educativi, ha previsto 23 incontri tra ricercatori e docenti, svolti tra settembre 2021 e giugno 2022, cui ho preso parte attiva.

Nella terza fase, relativa alla valutazione della sperimentazione, ho condotto osservazioni partecipanti nelle scuole coinvolte ed interviste agli insegnanti partecipanti, insieme al resto del team di ricerca. Le osservazioni sono state condotte in quattro scuole nei seguenti periodi: Verona (5-7 dicembre 2022), Roma (16-17 marzo 2023), Dalmine (18-19 aprile 2023) e Carrù (2-3 marzo 2023).

La mia posizione risulta quindi caratterizzata da una duplice dimensione: da un lato, il coinvolgimento diretto nella consulenza scientifica per l'azienda promotrice; dall'altro, l'analisi critica ed autonoma del materiale empirico ai fini di questa ricerca dottorale, orientata da obiettivi teorici e analitici specifici. Tale duplicità implica una riflessione continua sul mio ruolo, sui possibili bias e sulle dinamiche relazionali instaurate con i partecipanti, dimensioni che costituiscono parte integrante della trasparenza e dell'affidabilità del processo di ricerca qualitativa. Questo duplice ruolo ha avuto infatti implicazioni rilevanti nel lavoro sul campo, contribuendo a definire in modo significativo la costruzione delle relazioni di campo e influenzando ciò che è stato possibile osservare e documentare. Una riflessione critica sulla posizionalità risulta dunque cruciale per comprendere pienamente le dinamiche emerse. L'essere percepita da insegnanti, dirigenti e studenti come parte del team progettuale ha favorito un accesso privilegiato ai contesti scolastici, una più rapida costruzione di rapporti di fiducia e interazioni generalmente più fluide durante le diverse attività. Tale condizione ha agevolato la gestione operativa del fieldwork, favorito la disponibilità dei partecipanti e consentito la raccolta di materiali ricchi e diversificati. Tuttavia, proprio questa posizione ibrida ha anche generato implicazioni meno visibili ma metodologicamente rivelanti. La percezione da parte dei soggetti educativi di una vicinanza dei ricercatori agli obiettivi del progetto aziendale o, in alcuni casi, l'idea che i ricercatori potessero rappresentare indirettamente le aspettative dell'azienda, può aver prodotto forme sottili di conformità, autocensura o orientamento strategico dei discorsi dei partecipanti. In altre parole, docenti e dirigenti potrebbero aver modulato il proprio comportamento per risultare collaborativi o allineati, temendo che una posizione critica potesse compromettere il buon andamento della sperimentazione o la relazione con il partner progettuale. Questi elementi sono emersi con particolare evidenza durante le osservazioni partecipanti in classe. Ad esempio, in più occasioni, la mia figura, insieme a quella degli altri membri del gruppo di ricerca, è stata percepita come una figura di supporto tecnico e come una figura di valutatore qualitativo delle pratiche didattiche messe in atto dagli insegnanti. Tale attribuzione di ruolo può aver alterato il setting naturale delle interazioni, spingendo i docenti ad enfatizzare alcune strategie didattiche ritenute più coerenti con il progetto aziendale, o a minimizzare difficoltà, criticità e resistenze che, in un contesto meno carico di aspettative, avrebbero potuto emergere in forma più trasparente.

Dunque, questa posizione ibrida tra consulenza e ricerca ha richiesto un costante esercizio di riflessività, volto a riconoscere le possibili sovrapposizioni dei ruoli, le implicazioni delle modalità di presenza nel campo e le influenze reciproche tra osservatore e osservati. Tale consapevolezza è fondamentale per interpretare correttamente i materiali raccolti e per collocare i risultati entro una cornice metodologica che non rivendica neutralità, ma riconosce la natura situata, relazionale e co-costruita dei dati qualitativi.

3.2. Il following dell'assemblaggio della robotica educativa

Il quadro teorico e concettuale delineato nel capitolo precedente mette in evidenza la natura relazionale e interconnessa della robotica – destabilizzando l'idea comune per cui il suo ingresso nei contesti educativi sia una questione meramente tecnica ma piuttosto come sia una questione di complessi assemblaggi (Bratton, 2015). In questa sezione, la sociologia digitale critica della robotica in educazione viene operazionalizzata, definendo i contorni di una toolbox metodologica che può essere impiegata quando studiamo la robotica in educazione. La cassetta degli attrezzi metodologica proposta in questo lavoro non mira a smascherare, demistificare o screditare le operazioni che hanno luogo nelle pratiche legate alla robotica educativa, ma intende interrompere positivamente un rapporto poco riflessivo con tali pratiche e contribuire a problematizzare i nostri attuali modi di relazionarci con la robotica educativa, rendendo necessaria un'adeguata indagine metodologica, un'interruzione critica e un suo ripensamento (Decuypere, 2021).

Questa toolbox metodologica ha lo scopo di esplorare 'gli investimenti in forme' (Decuypere et al., 2021) della robotica educativa. Considerando gli investimenti in forme nei termini di investimenti in modi attraverso i quali il mondo viene reso divisibile, intellegibile, conoscibile ed attivabile (Bowker et al., 2019 in Decuypere et al., 2021); possiamo sostenere come la robotica educativa stia investendo sempre più in nuove forme educative digitali rendendo le pratiche educative divisibili, intellegibili, conoscibili e attivabili in modi specifici. Tali investimenti in forme sono attivati nei modi in cui indirizzano la percezione e l'esperienza in forme altamente specifiche e differenziate di spazi e tempi educativi (Decuypere & Vanden Broeck, 2020). La robotica educativa incorpora norme, valori, ideologie, modelli didattici, idee sull'apprendimento nella sua architettura e nei suoi codici (Van Dijk et al., 2018), attivando specifiche forme educative in modi che ri-concepiscono e ri-configurazione ciò che l'educazione è o dovrebbe/potrebbe essere (Decuypere, 2019).

Tuttavia, questo non deve essere inteso in senso deterministico o universalizzante. In primo luogo, la robotica educativa non opera nel vuoto, ma si inserisce in forme educative esistenti e in forme

emergenti. Allo stesso modo, la robotica educativa non viene mai concepita ed adottata allo stesso modo in ogni contesto educativo e la sua messa in atto è particolare e contingente. Gli ambienti educativi devono essere sempre considerati come assemblaggi di studenti, educatori, tecnologie ed altre entità sociali e culturali che utilizzeranno le tecnologie in modi sempre diversi, adattandole, modificandole e/o resistendo. La robotica educativa non è dunque una struttura determinante, ma insieme di forze in movimento che mettono in atto forme educative altamente specifiche nello spazio e nel tempo.

Allo scopo di analizzare gli investimenti in forme della robotica educativa, in questo lavoro viene adottata la topologia come lente metodologica (Decuypere, 2021; Lury et al., 2018). La topologia, in questo contesto, è citata come sensibilità metodologica che orienta l'impiego di metodi e tecniche concrete, che saranno descritti nelle sezioni successive. La topologia offre un punto di vista privilegiato per indagare la robotica educativa come assemblaggi relazionali e si riferisce allo studio delle forme – intese come insieme di relazioni mutevoli tra attori/entità di diversa natura. La topologia considera in particolare le forme dello spazio e del tempo come attivamente prodotte in maniera relazionale. O in altre parole, permette di mettere in luce come spazio e tempo siano effetti produttivi sottoponendo a scrutinio le loro formazioni (Lury et al., 2018). Adottare questa lente permette di considerare come la robotica educativa ri-configuri specifici spazi e tempi educativi e come al contempo li organizzi, tenendo in considerazione come queste due forme si costituiscano reciprocamente e siano sempre implicati l'una nell'altra (Decuypere, 2019). Facendo un passo successivo, analizzando le forme educative dello spazio e del tempo, questo lavoro si propone di indagare anche le configurazioni di specifiche soggettività, considerando come spazi e tempi organizzino l'esperienza e la produzione di soggettività (Popkewitz, 1997). E considerando come l'emergenza di spazi e tempi non sia un qualcosa di neutro, ma sempre un lavoro etico oltre che ontologico, che implica uno specifico soggetto che viene posto al centro di queste ri-configurazioni. Nello specifico, spazi e tempi educativi implicano un lavoro etico nella misura in cui pongono un determinato soggetto al centro del processo di apprendimento tramite una specifica comprensione di cosa sia l'apprendimento e quali siano i suoi fini.

Proponendosi di esplorare gli investimenti in forme della robotica educativa, questo lavoro vuole analizzare la produzione di specifiche forme di spazialità, temporalità e soggettività educative mediate dalla robotica educativa. In altre parole:

- La costruzione di forme specifiche di spazializzazione dell'esperienza educativa rese possibili dall'integrazione del dispositivo robotico negli assemblaggi educativi e i modi di pensare e

gli specifici vocabolari che la robotica educativa rende operativi e procedure per la produzione del valore dell'esperienza dell'apprendimento.

- La produzione di specifiche strutture temporali, ovvero le modalità di organizzazione dei ritmi, delle sequenze e delle velocità e la direzione in termini di obiettivi e scopi dell'esperienza educativa che si incarnano nella materialità della robotica educativa.
- I modi di formazione delle identità, ovvero l'applicazione di specifiche pratiche educative agli individui per trasformarli in soggetto di un certo tipo.

Allo scopo di analizzare queste dimensioni, di seguito sono proposti tre punti di ingresso metodologici, tradotti in tre processi di following, dove per following si intende un dispositivo analitico che implica 'la mappatura, la visita e l'interrogazione [...] seguendo le persone, le cose, storie, vite e conflitti' (Ball, 2016).

Il following della robotica educativa – e dunque i punti di ingresso metodologici per analizzare questa quale assemblaggio – si traduce in questo lavoro nel seguire gli immaginari, seguire l'infrastruttura sociotecnica e seguire i processi di traduzione della robotica educativa.

La figura 3.1 sintetizza il disegno di ricerca per l'analisi di un assemblaggio della robotica educativa:

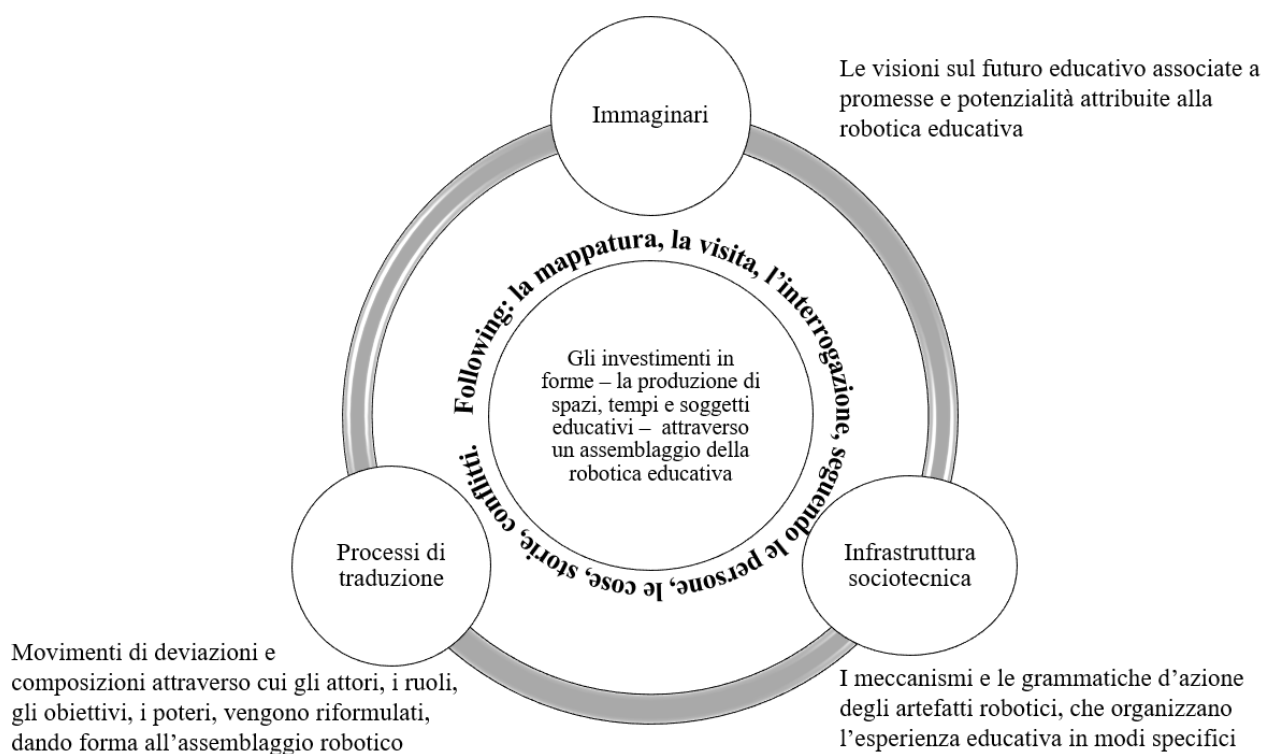


Figura 3.1: Il dispositivo analitico del following adattato ad un'analisi di un assemblaggio della robotica educativa. I tre punti di ingresso per un'analisi della produzione di spazi, tempi e soggetti educativi

È importante sottolineare come sebbene i processi di immaginazione, produzione e messa in atto della robotica educativa configurino assemblaggi temporanei, precari ed aperti, essi tendano comunque a stabilizzarsi e convergere in dati momenti. Vale a dire che le pratiche tramite cui è mobilitata – e che mobilitano – la robotica educativa costituiscono insiemi coerenti e interdipendenti, co-costituiti attraverso molteplici assemblaggi sociotecnici che a loro volta producono effetti molteplici e incongruenti (Bratton, 2015). In questo quadro, ogni punto di ingresso proposto – immaginari, infrastruttura, traduzioni – non è separato, ma si sovrappone, si avvolge e si piega sugli altri. Questo ha profonde implicazioni in quanto ognuno di questi punti di ingresso genera i propri spazi, tempi e soggetti, che si sovrappongono e si avvolgono (Decuyper, 2019). Per esempio, gli immaginari della robotica educativa generano i propri spazi e tempi e inquadrano un determinato soggetto educativo con specifiche caratteristiche e bisogni. Spazi, tempi e soggetti che non necessariamente coincidono con quelli che si configurano una volta che studenti o insegnanti si interfacciano con la sua infrastruttura materiale (Thompson & Cook, 2015).

3.3. Following degli immaginari

Il primo punto di ingresso metodologico è rappresentato dagli immaginari della robotica educativa. Come prima dimensione analitica, la sociologia digitale critica della robotica in educazione si propone di prestare attenzione alle visioni normative che circondano la robotica educativa, in quanto prodotto di specifici sistemi di pensiero, specifiche idee su futuri desiderabili e specifici obiettivi che sono incorporati nel codice e che contribuiscono a fabbricare gli spazi e i tempi abitati dai soggetti educativi. Gli immaginari della robotica educativa hanno conseguenze significative su come le esperienze educative vengono percepite, vissute e governate. Gli immaginari diventano qualcosa di più che semplici modelli o diagrammi di futuri immaginati, ma attraverso la loro materializzazione diventano spazi da abitare nel presente e contenitori di un futuro desiderabile e di idee rispetto al come l'educazione potrebbe – e dovrebbe – essere.

Questo lavoro di ricerca propone di analizzare gli immaginari della robotica educativa attraverso due percorsi analitici distinti ma interconnessi. Il primo percorso si concentra sull'analisi degli immaginari della robotica educativa che emergono attraverso le aziende globali dell'Educational Technology (EdTech) impegnate nella progettazione di soluzioni robotiche. Il secondo si focalizza sugli immaginari che emergono attraverso un processo di co-design di un robot educativo di tipo Classmate, parte del caso studio descritto all'inizio di questo capitolo. Sebbene il focus principale della tesi sia situato sul caso specifico italiano delineato sopra, al fine di problematizzare la produzione e l'emergenza della robotica educativa, l'analisi delle visioni aziendali globali si rende necessaria per comprendere le condizioni di possibilità discorsive e materiali entro cui questo caso si configura. La letteratura critica che studia le relazioni tra educazione e tecnologie digitali mostra come le aziende dell'EdTech non si stiano limitando a produrre tecnologiche, ma come siano attivamente impegnate in un potente lavoro di immaginazione e anticipazione dei futuri educativi attraverso l'impiego di strumenti predittivi e retoriche che promettono la realizzazione di futuri immaginati e desiderabili e nuove forme di expertise (Williamson & Knomljenovic, 2022). In questo quadro, il concetto di futuring (Williamson et al., 2024) descrive quelle modalità attraverso cui il settore commerciale sia in grado di mobilitare discorsi e aspettative potenti per giustificare e legittimare forme di trasformazione digitale attraverso la costruzione di tecnologie educative. Se da un lato, le tecniche di futuring si basano su previsioni di mercato circa il valore economico potenziale derivante dagli investimenti nell'EdTech; dall'altro lato, questo investimento non è esclusivamente economico e monetario in quanto, tramite queste speculazioni, le aziende costruiscono aspettative potenti sul futuro dell'educazione. In questo senso, l'attività di futuring è una pratica performativa capace di dare forma alle aspettative e ai modi in cui l'educazione può – o deve – essere trasformata.

Le tecniche di futuring operano dunque come tecnologie sociali e politiche, volte a stimolare azioni concrete verso la realizzazione di futuri selezionati o maggiormente desiderabili che hanno impatti rilevanti su quali futuri educativi vengono effettivamente messi in azione. In altre parole, ogni atto di investimento è un lavoro verso una specifica idea del futuro (Muniesa & Doganova, 2020) per cui questi futuri immaginati dalle aziende dell'EdTech sembrano divenire dominanti, normalizzati e messi in atto.

Per questa ragione, prima di focalizzarsi sul caso studio, questo lavoro sceglie di esplorare anche gli immaginari delle aziende globali dell'EdTech che fungono da condizioni di possibilità e orizzonte di aspettative per gli immaginari che emergono nei processi di co-design di artefatti robotici educativi. Questi ultimi infatti si interfacciano, rispondono a, o si pongono in tensione con queste visioni che convergono a livello globale, che sembrano apparire dominanti e che sembrano contribuire a normalizzare una certa idea di innovazione educativa. Questa scelta riflette una concezione relazionale dell'analisi, secondo cui ogni configurazione è sempre situata e composta attraverso assemblaggi più ampi, per cui la produzione di un robot educativo specifico non può essere compresa senza considerare le forze e i movimenti che la orientano e l'attraversano.

Nei prossimi sotto-paragrafi andiamo nello specifico delle tecniche di analisi scelte per le due analisi proposte.

3.3.1. Immaginari del settore commerciale dell'EdTech

La prima analisi di questa tesi ha lo scopo di esplorare l'immaginario della robotica educativa mobilitato dalle aziende globali impegnate nel campo dell'EdTech e di problematizzare come questo immaginario prefiguri una riconfigurazione delle dimensioni spazio-temporali in educazione, oltre che una proiezione di un particolare tipo di soggetto al centro dell'apprendimento.

Le aziende impegnate nell'EdTech e le aziende di robotica stanno svolgendo un potente lavoro nell'immaginare un futuro educativo co-abitato da artefatti robotici basati sull'IA. E questo lavoro di immaginazione implica la produzione discorsiva di specifiche configurazioni spazio-temporali educative, in grado di influenzare il modo in cui insegnanti e studenti pensano e vivono l'educazione, nonché il ruolo educativo della robotica.

Nel campo della letteratura scientifica critica che esplora il rapporto tra educazione e tecnologia, numerosi studiosi si sono concentrati sugli investimenti compiuti dall'industria EdTech nell'immaginare futuri educativi digitali (Williamson & Knomljenovic, 2022) e, all'interno di questo quadro, sulla produzione sociale dello spazio e del tempo (Decuyper & Simons, 2021; Decuyper & Vanden Broeck, 2020).

Parallelamente, la letteratura critica che esplora la relazione tra educazione e tecnologia mette in evidenza le complessità del rapporto tra tecnologia e immaginari sociotecnici e la contingenza della costruzione delle forme spaziali e temporali nel modo in cui forme specifiche di innovazione tecnologica in educazione possano essere collegate a riconfigurazioni nell'esperienza e nella comprensione del tempo e dello spazio.

In linea con i più ampi dibattiti sulla relazione tra tecnologia e temporalità (Kitchin, 2023), velocità, accelerazione, tempo reale, personalizzazione ed efficienza sono identificati come aspetti chiave (Rosa, 2003; Beer, 2019) per comprendere tratti fondamentali in una riconfigurazione dei ritmi educativi. Allo stesso modo, è ampiamente discusso l'intreccio tra tre diversi regimi temporali: immediato, archivistico e predittivo (Barassi, 2020). All'interno di questi dibattiti, che riguardano principalmente i meccanismi della datafication e della platformisation, si pone l'attenzione sull'anticipazione in educazione, ovvero quel paradigma per cui il futuro è prefigurato non come una risorsa verso cui progredire, ma come una risorsa da richiamare nel presente (Webb et al., 2020) utilizzando i risultati attesi per ripensare le pratiche attuali e identificare futuri desiderabili (Amsler & Facer, 2017).

Parallelamente, ampi dibattiti possono essere riscontrati sulla relazione tra tecnologia e spazio (Kitchin & Dodge, 2014), per cui gli spazi educativi sono sempre più prefigurati come assemblaggi materiali intrecciati con codici digitali. In questo quadro, gli spazi educativi sono sempre più immaginati come contesti flessibili e programmabili per modellare il comportamento dei soggetti tramite misurazioni, monitoraggio e regolazioni. Nella visione di un calcolo computazionale sempre più intrinsecamente intrecciato con le esperienze quotidiane delle istituzioni educative, vengono sollevate domande sulle possibilità che questi spazio non siano più in grado di svolgere le proprie funzioni previste nel caso di un guasto del software istituzionale (Selwyn et al., 2021). Se la tecnologia è sempre più intrecciata con una ri-produzione dello spazio, queste nuove forme spaziali educative sono profondamente intrecciate nelle nuove forme temporali, in cui decisioni in tempo reale, automazione, predizione e anticipazione mutano il modo in cui gli spazi vengono vissuti, organizzati e controllati (Kitchin & Dodge, 2014).

L'analisi proposta si inserisce in questo dibattito e ha lo scopo di rispondere alle seguenti domande di ricerca:

- Quali sono le caratteristiche dell'immaginario della robotica educativa delineato dal settore aziendale dell'EdTech?
- Quali sono le forme spazio-temporali che vengono attivate attraverso l'immaginario della robotica educativa?

- Quali relazioni di potere ed etiche vengono immaginate in queste forme spazio-temporali?

Per rispondere a queste domande di ricerca, vengono mobilitati le nozioni teoriche di immaginario sociale (Taylor, 2004), così come rielaborato da Beer (2019) e la nozione di timescape (Adam, 2008) così come riformulata nel concetto di digital timescape (Kitchin, 2023).

Seguendo Beer (2019) e la sua interpretazione della nozione di immaginario sociale di Taylor (2004: 23), un immaginario può essere definito come un insieme di comprensioni che rende possibili pratiche comuni e un diffuso senso di legittimità. In questa prospettiva, un immaginario è intrinsecamente produttivo, poiché consente lo svolgimento di pratiche collettive in specifici ambiti della vita sociale, materializzandosi attraverso “concrete practices in ways that weave the underlying vision into the fabric of society” (Williamson 2017a: 17). Partendo da ciò, l’Immaginario della Robotica Educativa è definito come un insieme emergente di comprensioni socio-materiali che rendono possibili pratiche di innovazione robotica in ambito educativo e conferiscono un ampio senso di legittimità alle narrazioni, soluzioni e pratiche d’innovazione promosse nel settore.

Quest’argomentazione rappresenta il punto di ingresso per il secondo focus teorico, le forme spazio-temporali. Così come l’immaginario è iscritto nella materialità, allo stesso modo si intende la temporalità, ovvero come ‘something being enacted’ (Decuyper & Simons, 2020), come multipla, contingente e fabbricata in modo relazionale. La temporalità è concepita dunque come l’insieme diversificato di relazioni, processi e forme temporali incarnate, materializzate ed esperienziali. Se la tecnologia è sempre più intrecciata con una ri-produzione del tempo, queste forme temporali educative sono profondamente intrecciate nelle nuove forme spaziali, anch’esse concepite come multiple, eterogenee e fabbricate. Ad essere mobilitata è la nozione di timescape, per cui:

“At the structural level of understanding, time involves a number of irreducible elements, the combination of which I have called ‘timescape’ The ‘scape’ part of the concept acknowledges that we cannot embrace time without simultaneously encompassing space and matter, that is, without embodiment in a specific and unique context. Thus, a timescapes perspective acknowledges this spatiality, materiality and contextuality but foregrounds the temporal side of the interdependency” (Adam, 2008: 1).

Seppur con un focus apparentemente più concentrato sulle caratteristiche temporali, la nozione di timescape pone l’attenzione sull’intreccio indistricabile tra spazio e tempo. Un timescape può essere concepito come un insieme di caratteristiche temporali legato ad uno specifico insieme di eventi, processi sociali e configurazioni spaziali. L’analisi dei timescapes si concentra su ciò che facciamo

con il tempo e su come il tempo entra in un sistema distintivo di pratiche e valori (Adam, 2000), cercando una comprensione qualitativa di come le temporalità siano collettivamente create, utilizzate e interpretate, e di come queste si intreccino in specifiche forme spaziali. Adottare questa prospettiva significa quindi andare oltre una concezione del tempo e dello spazio come un qualcosa a priori, ma cercare di esplorare come varie forme temporali e spaziali sono create, utilizzate ed interpretate.

In questo quadro, Kitchin (2023) ha discusso l'intima relazione tra tecnologie digitali e temporalità e allo stesso modo la profonda relazione tra tecnologie digitali e spazi (Kitchin & Dodge, 2011), evidenziando come le tecnologie digitali svolgano un ruolo chiave nella riconfigurazione delle qualità spaziali e temporali della nostra vita individuale e collettiva, ciò che definisce digital timescapes. Parallelamente, ha proposto una griglia analitica per esplorare i modi in cui le tecnologie digitali, in molteplici manifestazioni, stanno riconfigurando le temporalità quotidiane e la nostra percezione ed esperienza del tempo (Kitchin 2023: 6):

- Logiche temporali, orientamenti generali al tempo e forme di disciplina temporale che connettono ritmi, forme di calcolo del tempo, relazioni e modalità temporali, e che configurano il modo in cui determinate pratiche sono organizzate e funzionano;
- Ritmi temporali, i modi in cui il tempo è concepito e organizzato socialmente e tecnicamente in ritmi, cicli e sincronie;
- Forme di calcolo del tempo, i modi in cui il tempo viene misurato;
- Relazioni temporali, concepite come molteplici, non lineari e sfaccettate; questa molteplicità può essere mappata analizzando pace e tempo, le modalità di pianificazione, le concezioni di efficienza e le compressioni spazio-temporali;
- Modalità temporali, i diversi modi in cui le relazioni tra passato, presente e futuro vengono organizzate e rese visibili.

In questo lavoro, tale griglia analitica proposta da Kitchin viene usata per mostrare come l'immaginario emergente della robotica educativa metta in atto una significativa riconfigurazione del paesaggio spazio-temporale educativo contemporaneo. In tal modo, scopo è esplorare come l'immaginario robotico incorpori visioni distintive su come ordinare e governare le pratiche educative e i loro tempi, ritmi, relazioni e modi di concepire le connessioni tra passato, presente e futuro.

Per analizzare l'immaginario emergente della Robotica Educativa e indagare i timescapes educativi attivati attraverso di esso, è stata adottata una metodologia mista (Clark & Creswell, 2011). È stato combinato l'uso della Network Text Analysis (NTA) per estrarre reti/galassie semantiche (Hunter, 2014) e identificare i percorsi influenti nella produzione di significato all'interno dei testi

(Paranyushkin, 2011), con un'interpretazione qualitativa di queste reti attraverso una griglia concettuale-temporale ispirata al lavoro di Kitchin sui digital timescapes.

Il percorso di ricerca ha seguito quattro fasi.

Il primo passo è stato selezionare un campione di aziende EdTech che offrono prodotti servizi di robotica basati sull'Intelligenza Artificiale e che si sono dimostrate particolarmente attive nell'immaginare il ruolo della robotica nell'educazione su scala globale. Il campione è stato costruito effettuando ricerche sul motore di ricerca Google con tre combinazioni di termini: *Artificial Intelligence and Educational Robotics companies*, *Artificial Intelligence and Robotics solutions for education*, e *Artificial Intelligence and Robotics for schooling*. Il campione è stato costruito analizzando ciascun sito web restituito dal motore di ricerca. In linea con una concettualizzazione della robotica come assemblaggio, il campione include aziende che producono soluzioni robotiche, piattaforme correlate, curricula e servizi. Un criterio fondamentale di inclusione è stata la capacità dell'azienda di operare a livello globale. La ricerca e la selezione hanno portato a un campione di 23 organizzazioni, che spaziano da fornitori tecnologici a società di consulenza.

Successivamente, sono stati esaminati i materiali testuali presenti sui siti web e sui blog di ciascuna azienda. In particolare, i materiali includevano testi di marketing, promozionali e tecnici, che evidenziavano le caratteristiche, i benefici e le applicazioni dei prodotti e servizi legati alla robotica educativa (ad esempio pagine promozionali, descrizioni di prodotti e servizi, post/blog o casi studio). Per rispettare gli obiettivi della ricerca, sono stati selezionati solo quei materiali che facevano riferimento esplicito alla robotica educativa o a prodotti e servizi connessi. Questa selezione si è inoltre centrata su due aspetti. In primo luogo, sui tipi di servizi e soluzioni offerti, per esplorare le diverse tipologie di soluzioni di robotica basata su IA presentate per l'educazione e i tipi di problemi o opportunità che queste soluzioni affermavano di affrontare. In secondo luogo, la selezione si è focalizzata sulle promesse, speranze e aspettative legate all'introduzione di artefatti di robotica basati su IA nelle classi scolastiche. Questa selezione ha portato alla creazione di un corpus testuale fatto da 139 documenti.

Il terzo passo ha riguardato l'estrazione, da questo corpus testuale, di reti semantiche rappresentanti tratti chiave dell'immaginario emergente della robotica educativa. I dati sono stati inizialmente analizzati utilizzando il software T-LAB. Il materiale testuale è stato normalizzato e il dizionario è stato costruito tramite lemmatizzazione e disambiguazione delle parole. La disambiguazione consiste nel risolvere i casi in cui sono presenti omografi – parole con la stessa grafia ma significati diversi. La lemmatizzazione invece standardizza le parole convertendo i verbi alla forma base (infinito), i nomi e gli aggettivi al singolare e le preposizioni articolate alle loro forme base senza articoli. È stata poi selezionata una soglia di co-occorrenza, considerando per l'analisi solo

i lemmi con una frequenza pari o superiore a 10. Il corpus testuale ha prodotto 422 termini unici ed è stato importato nel software Gephi, che organizza i lemmi in una matrice di adiacenza. La struttura di rete dei lemmi è stata formalizzata come una rete 1-mode, dove i nodi rappresentano i singoli lemmi e gli archi rappresentano i legami, ovvero le co-occorrenze che li collegano. Questo ha portato all'identificazione di 9467 archi (relazioni) tra i 422 nodi (lemmi). L'NTA, e in particolare l'algoritmo di community detection basato sul metodo Louvain, ha permesso di mappare cluster distinti (Fortunato, 2010). Questo algoritmo si basa sull'ottimizzazione della modularità, una funzione che misura la forza/bontà della suddivisione di un grafo in più cluster/comunità (Newman 2006). Tramite questo algoritmo, è stato creato un valore di Modularity per ciascun nodo, ovvero i nodi sono stati raggruppati in cluster sulla base della maggiore probabilità di essere connessi tra loro all'interno dello stesso cluster rispetto a quelli di altri cluster (Fortunato 2010). Per ciascuna classe, sono stati utilizzati indici di centralità per identificare i concetti cruciali e le associazioni tra concetti. Questi indici hanno permesso di individuare nodi profondamente connessi e strategicamente posizionati all'interno delle reti. In primo luogo, la degree centrality ha indicato le parole usate con maggiore frequenza in relazione ad altre parole. Inoltre, la betweenness centrality ha misurato quanto un nodo fosse posizionato tra altri nodi, permettendo collegamenti tra insiemi diversi di reti e creando percorsi specifici di significato (Felaco 2019). Attraverso questa procedura, sono stati esaminati i valori più alti di centralità, identificate le connessioni più forti ed influenti tra le caratteristiche dell'immaginario della robotica educativa e la centralità di specifici nuclei concettuali legati al tempo. Inoltre, aspetto centrale per l'analisi è stato anche la visualizzazione delle reti – ovvero la spazializzazione delle parole – che ha permesso di osservare le relazioni significative tra i temi d'indagine.

Seguendo un disegno metodologico esplicativo sequenziale (sequential explanatory design, Clark & Creswell, 2011), le reti semantiche e i nuclei concettuali-temporali hanno fornito la base per il quarto passo di questa metodologia mixed: un approfondimento qualitativo delle reti estratte. Per costruire il campione qualitativo, sono stati selezionati i contesti elementari delle parole centrali nelle reti semantiche. Le reti semantiche sono state analizzate qualitativamente per ottenere una comprensione completa e approfondita delle logiche spazio-temporali. Se l'NTA ha permesso di costruire i paesaggi discorsivi, l'analisi qualitativa ha consentito di approfondire le dimensioni spazio-temporali incorporate ed attivate attraverso la mobilitazione di questo immaginario.

3.3.2. *Immaginari in translation*

Seguendo gli immaginari, il secondo segmento di analisi proposto ha lo scopo di analizzare un immaginario della robotica educativa che emerge in un caso di co-design di un robot educativo di tipo Classmate.

L'analisi precedente ricostruisce gli immaginari del campo aziendale dell'EdTech, in linea con un dibattito che problematizza una colonizzazione del futuro dell'educazione da parte di visioni tecnocratiche e tecnosoluzioniste, in cui l'intelligenza artificiale e la datafication sono descritte come soluzioni tecnologiche per affrontare complessi problemi sociali ed educativi (Facer & Selwyn, 2021), basandosi su una completa calcolabilità scientifica e oggettività tecnica associate alle pratiche algoritmiche (Selwyn, 2023). Secondo questo dibattito, il futuro dell'educazione è immaginato dalle aziende del campo dell'EdTech attraverso narrazioni che danno priorità all'efficienza, alla personalizzazione, all'accesso continuo all'apprendimento, alla velocità, all'ottimizzazione e alla misurazione e al feedback in tempo reale. L'educazione viene prefigurata in relazione all'analisi dell'apprendimento, alla scienza dei dati educativi, ad analisi biometriche e comportamentali e alle infrastrutture necessarie per supportarla (Williamson, 2017), nonché in relazione agli strumenti robotici intelligenti come mezzo per migliorare l'apprendimento e come garanzia per una futura società guidata dalla tecnologia (Tafdrup, 2020). Questi imperativi digitali e commerciali diventano molto spesso normalizzati e messi in atto. Un argomento correlato è, infatti, l'emarginazione di prospettive e pratiche educative diverse, data la priorità che le narrazioni dominanti promosse dalle aziende nel campo dell'EdTech attribuiscono all'efficienza rispetto alla rilevanza contestuale, e la mancanza di democratizzazione nella costruzione prevalentemente top-down delle forme di educazione futura (e presente) (Facer, 2016).

Questa seconda analisi vuole presentare invece una storia differente, in cui la prefigurazione dei futuri dell'educazione non è dominata dalle visioni aziendali speculative, narrando la complessità e la contingenza del making di un immaginario della robotica educativa. Lo scopo dell'analisi è esplorare come un immaginario della robotica educativa venga ri-costruito e ri-fatto – translated in pratiche scolastiche, portando alla luce gli intrecci sociali, materiali e tecnici in gioco.

Per raggiungere tali scopi, quest'analisi propone un approccio teorico che combina la nozione di educational imaginaries (Rahm, 2023) con l'analitica sviluppata da Callon (1986) attraverso la sociology of translation (vedi capitolo 2).

Integrando i quadri teorici di Rahm e Callon, questo lavoro ha l'obiettivo di analizzare come gli immaginari legati alla robotica educativa siano intrecciati in processi di problematizzazione, costituendo spazi di negoziazione e traduzione delle visioni di futuri educativi guidati dalla robotica.

Un approccio che permette di cogliere le complessità del cambiamento educativo riconoscendo gli intrecci tra attori umani e non umani, diversi domini e formazioni discorsive, e come questa molteplicità di identità venga ‘put into effect’ (Callon, 1986).

Per analizzare la produzione, l’emergenza e la traduzione di un immaginario della robotica educativa, quest’analisi si basa sull’analisi del processo di co-design del caso studio oggetto d’indagine. Come precedentemente descritto, il caso descrive un’esperienza di co-progettazione di un artefatto robotico di tipo classmate, in cui cinque scuole italiane, un gruppo di ingegneri di un’azienda dell’EdTech e ricercatori universitari nel campo della sociologia dell’educazione sono mutualmente enroled, attivando un processo d’innovazione. Questo caso risulta particolarmente significativo in quanto l’azienda ha invitato scuole e insegnanti, supportati da sociologi, a re-immaginare e riprogettare le proprie pratiche educative attraverso dispositivi robotici, includendo un artefatto robotico fisico e la relativa piattaforma digitale. Ciò ha portato all’emergere di uno spazio di traduzione che ha coinvolto diversi attori, partecipando attivamente a negoziazioni sull’introduzione della robotica nelle aule, in un processo di co-costruzione attraverso domini epistemologici ed etici differenti e specifici.

Metodologicamente, l’analisi dell’immaginario emerso avviene tramite un’esplorazione qualitativa del processo di co-design. Il processo di co-design si è svolto nell’arco di un anno attraverso una serie di incontri e focus group, consentendo ai diversi attori di negoziare e definire il ruolo della robotica in ambito educativo. Il processo può essere delineato in una serie di incontri tematici distinti, ciascuno dei quali ha contribuito alla traduzione dell’immaginario della robotica educativa in pratiche scolastiche.

Un primo incontro tra il gruppo di ingegneri e quello degli insegnanti ha avuto lo scopo di delineare l’idea e la missione generale del progetto. Da questa fase sono emersi documenti argomentativi che categorizzavano le possibili applicazioni dei dispositivi robotici in diverse dimensioni educative.

Di seguito, due focus group hanno visto il coinvolgimento di ricercatori e insegnanti per immaginare i requisiti del software e i possibili usi del robot sociale in classe. A partire dai documenti prodotti nella fase precedente dagli ingegneri, gli insegnanti sono stati chiamati ad articolare e condividere desideri, bisogni della classe e aspirazioni per l’introduzione del robot classmate in contesti educativi. La discussione, facilitata dai moderatori (ricercatori), si è svolta attraverso domande aperte per garantire un dialogo inclusivo e partecipativo, rispettoso dei punti di vista, delle agende e del linguaggio dei partecipanti (Cardano, 2011). L’obiettivo principale di questi focus group era chiarire le aspirazioni future degli insegnanti riguardo alle attività sperimentali che il robot classmate avrebbe potuto/dovuto svolgere.

Tre ulteriori focus group sono stati dedicati a immaginare e progettare attività pedagogiche specifiche con e attraverso il robot classmate. Questo lavoro di immaginazione è stato stimolato da input, suggerimenti e indicazioni forniti dai ricercatori. In ciascun focus group, i ricercatori hanno infatti presentato uno scenario educativo specifico e un framework con delle guide per la progettazione delle attività. Lo scenario ha avuto la funzione di stimolo immaginativo per guidare gli insegnanti nella prefigurazione delle pratiche educative. Così come lo scenario veniva articolato in visione pedagogica, attività, setting, strumentazione, destinatari e obiettivi educativi, allo stesso modo l'esercizio immaginativo doveva portare alla definizione di queste dimensioni.

Incontri successivi tra ingegneri, ricercatori e insegnanti sono stati dedicati alla presentazione dell'hardware robotico progettato e della relativa infrastruttura, delle funzionalità e dei vincoli tecnici dei componenti robotici, nonché dei casi d'uso educativi integrati nella componente software, a cura degli ingegneri.

Infine, si sono svolti incontri in cui insegnanti e ricercatori si sono impegnati nella co-costruzione della funzionalizzazione educativa dei dispositivi robotici e nella co-progettazione di percorsi didattici, quadri pedagogici e attività per l'uso in classe.

Il corpus di dati che supporta l'analisi comprende le tracce e le trascrizioni dei focus group e degli incontri, i documenti argomentativi e i materiali prodotti durante il progetto, nonché l'esperienza diretta dell'autrice nel ruolo di osservatrice durante i focus group.

Questo materiale è stato analizzato attraverso un processo di codifica ispirato al quadro interpretativo della translation (Callon, 1986), de-costruendo eventi, azioni e interazioni, così come gli spostamenti di obiettivi, identità e strategie.

3.4. Following delle infrastrutture sociotecniche

Secondo punto di ingresso metodologico per la sociologia digitale critica della robotica educativa è rappresentato dalla sua infrastruttura materiale.

In questo lavoro, le infrastrutture non sono viste solo come strutture costruite o substrati fisici che formano uno sfondo neutro che consente un insieme di attività. Al contrario, l'infrastruttura appare come un assemblaggio eterogeneo di oggetti tecnologici, standard, valori, procedure amministrative e lavoro organizzativo (Kitchin & Lauriault, 2014). In altre parole, le infrastrutture sono viste come configurazioni sociotecniche che emergono come risultato di pratiche, accordi e politiche e allo stesso tempo configurazioni che vengono integrate attraverso processi sociali e tecnici e che influenzano il modo in cui altri sistemi possono operare (Bowker & Star, 1999). Analizzare l'infrastruttura della

robotica educativa significa quindi guardare come le sue componenti infrastrutturali materiali mettono in atto meccanismi e grammatiche d'azione che organizzano l'esperienza educativa in modi specifici.

A porsi come componente infrastrutturale chiave della robotica educativa sono le piattaforme, viste a loro volta come parte infrastrutturale chiave nel settore educativo con profonde implicazioni per l'insegnamento e l'apprendimento (Perrotta & Pangrazio, 2023). Il processo di crescita e interconnessione delle piattaforme ha portato all' "infrastructuralization of platforms" (Plantin et al., 2018: 9) che fa sì che le piattaforme possano essere esaminate attraverso i concetti teorici e le tecniche analitiche degli studi infrastrutturali. Perrotta e Pangrazio (2023) infatti sottolineano come le piattaforme si stiano sviluppando non solo come applicazioni software ma anche come infrastrutture digitali essenziali per la società, avvicinandosi alle infrastrutture per la loro ubiquità e per il ruolo di supporto ad altre applicazioni e servizi. Sottolineano inoltre come le piattaforme operano come mediatori attivi, regolando le interazioni. Gli autori, dunque, propongono di studiare e analizzare 'the platform as infrastructure' nell'idea per cui similmente sono prodotte e ri-producono specifici meccanismi nell'educazione.

Parallelamente, le piattaforme sono definite in questo modo:

"An online 'platform' is a programmable digital architecture designed to organize interactions between users – not just end users but also corporate entities and public bodies. It is geared toward the systematic collection, algorithmic processing, circulation, and monetization of user data" (Van Dijk et al., 2018).

In altre parole, le piattaforme digitali non sono neutrali ma agiscono come costellazioni spaziotemporali (Decuypere et al., 2021) organizzando in specifici modi e meccanismi le interazioni con gli utenti e le attività possibili e agiscono come terreno in cui i dati vengono generati e circolano.

Le piattaforme infatti possiedono potere ontologico, visibile nei modi in cui configurano (abilitano, vincolano e definiscono) i propri utenti, le azioni e le interazioni, ovvero intervenendo in ciò che rendono (in)visibile attraverso la loro interfaccia e, così facendo, in ciò che rendono gli utenti (non) in grado di fare (Decuypere et al., 2021). Tali affordances digitali, tuttavia, rispecchiano anche il modo in cui le piattaforme sono artefatti culturali. Esse infatti possiedono norme, valori, ideologie, idee sull'apprendimento iscritti nel loro design contribuendo a rendere praticabili specifiche forme spazio-temporali di educazione (Decuypere, 2019; Van Dijck et al., 2018).

Secondo punto di ingresso metodologico che la sociologia digitale critica della robotica in educazione propone è una specifica infrastruttura della robotica educativa, in particolare la

piattaforma di funzionalizzazione del robot classmate. Come metodo specifico, quest'analisi propone il walkthrough, quale metodo per decostruire criticamente i meccanismi tecnologici e le visioni culturali ed etiche incorporate nella piattaforma classmate.

3.4.1. Analisi della piattaforma robotica

La terza analisi di questo lavoro propone riguarda l'esplorazione qualitativa della piattaforma Classmate Robot.

Autori che hanno analizzato la relazione tra piattaforme digitali ed educazione si sono concentrati sulla politica ontologica delle piattaforme digitali (Gorur & Dey, 2021), sui tipi di pedagogie che sono intricate nelle piattaforme digitali attraverso le pratiche sociomateriali che mettono in atto (Decuyper, 2019), o ancora sui modi in cui le piattaforme creano le condizioni di possibilità per specifici tipi di esperienze di apprendimento e per la produzione di particolari soggetti educativi (Grimaldi & Ball, 2021).

Inserendosi in questo dibattito, l'analisi ha lo scopo di rispondere alle seguenti domande di ricerca:

- Qual è la visione dell'educazione incarnata nella piattaforma Classmate?
- Qual è la rappresentazione della conoscenza e l'idea di apprendimento che mette in atto?
- Che tipo di identità educativa la piattaforma configura?

Per rispondere a questi interrogativi, l'analisi si avvale del metodo del walkthrough.

Il walkthrough, sviluppato da Light e colleghi (2018), è un metodo che consente di esplorare criticamente l'interfaccia grafica (GUI) di un'applicazione, partendo dalla considerazione che le GUI siano artefatti culturali, incorporando relazioni, visioni, pratiche e modelli di governance. Ispirato ai Critical Studies e ai Science & Technology Studies, il walkthrough si propone di ricostruire l'"ambiente di uso atteso" di un'interfaccia, esaminandone i "technological mechanisms and embedded cultural references to understand how it guides users and shapes their experiences" (Light et al., 2018: 882). Il metodo walkthrough prevede un'interazione ravvicinata con l'interfaccia al fine di raccogliere dati qualitativi (come note di campo e screenshot) che mettano in luce gli elementi materiali e culturali che la compongono. Pur essendo stato concepito per analizzare le app, il metodo può essere esteso anche ad altri tipi di GUI, come le interfacce delle piattaforme digitali educative. Le GUI rendono visibile il backend della piattaforma e supportano/abilitano l'esecuzione di attività e interazioni (Decuyper et al., 2021). In questo senso, le GUI rappresentano la parte più visibile di una piattaforma

e, allo stesso tempo, un artefatto attraverso cui può essere descritto e organizzato un certo ordine delle cose.

Sebbene appaiano neutre, le GUI intervengono nelle relazioni tra utenti, rendendo possibili alcune pratiche, interazioni e attività, ma anche proponendo e rendendo (in)visibili specifiche concezioni e immaginari legati all'apprendimento e all'educazione. In questo senso, le GUI (così come le app e le piattaforme di cui fanno parte) non si limitano a facilitare o mediare la condivisione di contenuti o l'esecuzione di attività, ma costituiscono nuove forme di organizzazione (Decuyper et al., 2021). In questo modo, esse configurano – cioè, definiscono, abilitano e vincolano – gli utenti (Woolgar, 1990) e le loro (inter)azioni possibili, delineando i ruoli e i copioni ai quali questi devono aderire (Akrich, 1992).

Le visioni e le assunzioni dei designer giocano un ruolo cruciale in questo intreccio, poiché immaginano e definiscono diversi gruppi di utenti e le loro relazioni con la piattaforma (e tra loro). In altre parole, si tratta del potere ontologico delle piattaforme educative nel configurare (abilitare, vincolare, definire) i loro utenti (Gorur e Dey, 2021).

Allo scopo di analizzare l'ambiente d'uso atteso di un'app o di una piattaforma, il metodo del walkthrough propone di analizzare tre aspetti: vision, operating model e governance (Light et al., 2008).

La vision di una piattaforma riguarda i suoi scopi, i presupposti e le visioni del mondo implicite nella progettazione di una piattaforma digitale, le norme e i valori che ne hanno guidato il design, e conseguentemente i suoi usi e utenti ideali. Le piattaforme disseminano la loro vision attraverso numerosi canali. Fonti per comprenderla sono descrizioni interne dell'interfaccia (inclusi anche i tutorial) o della pagina sull'app store, blog aziendali, materiali pubblicitari, comunicati stampa e dichiarazioni pubbliche rilasciate da rappresentanti dell'organizzazione che ha sviluppato l'app/piattaforma.

Il modello operativo di una piattaforma comprende sua strategia commerciale e le fonti di ricavo, che indicano interessi economici e politici sottostanti. Questo include, il costo della piattaforma stessa, il pagamento interno alla piattaforma per l'accesso a funzioni extra o a livelli estesi di utilizzo e le collaborazioni con organizzazioni/app/piattaforme esterne.

La governance di una piattaforma riguarda invece il modo in cui l'organizzazione che sviluppa la piattaforma intende gestire e regolare le attività degli utenti al fine di sostenere il proprio modello operativo e mettere in atto la propria vision. La governance può andare da una semplice gestione dell'attività degli utenti fino all'imposizione di determinate norme o valori (ad esempio, censura di alcuni contenuti o creazione di asimmetrie informative). Include anche forme di sorveglianza e valutazione, a volte coinvolgendo direttamente gli utenti stessi, ad esempio attraverso il pulsante

segnala, le recensioni o i sistemi di valutazione. Fonti per analizzare la governance sono i termini e le condizioni d'uso, gli standard della community, le FAQ ecc...

Come indagare queste dimensioni? Light e colleghi propongono vari punti di ingresso per decostruire e ricostruire l'ambiente d'uso atteso di una piattaforma, la visione e l'utente ideale sottesi alle norme, ai valori e alle logiche di una piattaforma in quello che definiscono technical walkthrough. Il technical walkthrough propone vari passaggi per analizzare le interfacce di una piattaforma.

Il primo step è esplorare la “user interface composition”, ovvero il modo in cui l'interfaccia guida gli utenti nello svolgimento delle azioni attraverso il posizionamento di pulsanti e menù. Ad esempio, alcuni pulsanti come segnala o condividi possono essere più piccoli o difficili da trovare rispetto ad altri. Il secondo step riguarda “tone and textual content”, ovvero il potere discorsivo dei testi incorporati nell'interfaccia utente nel modellare gli scenari d'uso negli utenti. Il terzo step riguarda la “symbolic representation”, ovvero un approccio semiotico all'analisi dell'estetica e dell'aspetto delle interfacce e il legame dell'estetica con connotazioni e associazioni culturali legate agli utenti attesi e agli scenari d'uso ideali. Questo include elementi come branding, colori, immagini/video e scelte tipografiche. Ultimo step è l'analisi di “functions, tools and features”, ovvero i raggruppamenti di elementi compositivi che organizzano o rendono possibili attività e procedure specifiche.

Il metodo del walkthrough costituisce quindi un modo per descrivere criticamente i meccanismi tecnologici e le visioni culturali ed etiche incorporate nella piattaforma Classmate, esaminando le sue GUI, disassemblandone e problematizzandone l'apparente neutralità.

3.5. Following delle translations

La sociologia digitale critica della robotica in educazione propone, come ulteriore punto di ingresso metodologico, i processi di translation che si verificano nell'enactment di un dispositivo robotico in varie classi scolastiche.

Accanto alle analisi critiche dei modi in cui gli ecosistemi dell'industria EdTech stanno riconfigurando le materialità educative, accanto ad analisi degli immaginari che circondano la progettazione di una tecnologia, e, ancora, accanto ad analisi che esplorano i meccanismi e le logiche delle piattaforme, è altrettanto cruciale indagare l'enactment della robotica in specifici contesti scolastici.

Le scuole e i soggetti educativi non implementano o adottano semplicemente le tecnologie in modo passivo; al contrario, negoziano gli usi, li adattano, vi resistono o li rifiutano attivamente in “context-specific ways” (Williamson et al., 2024). In questo senso, è urgente esplorare l'eterogeneità degli

elementi umani, tecnologici e discorsivi, le loro interazioni e le loro controversie che danno forma a specifici assemblaggi sociotecnici.

In questo quadro, diversi studiosi hanno analizzato come l'adozione delle tecnologie digitali nelle scuole sia soggetta a negoziazioni e riconfigurazioni, studiando la domestication delle tecnologie basate sui dati all'interno delle scuole (Selwyn & Cumbo, 2024), o mostrando come le scuole partecipino sia ad azioni di allineamento che di resistenza nell'enactment delle politiche di governance scolastica basate sui dati (Landri, 2021). All'interno di questo dibattito, autori hanno inoltre esplorato le ri-configurazioni delle forme spazio-temporali cui l'introduzione di una tecnologia digitale contribuisce (Alirezabeigi et al., 2022; Hassan, 2017).

Sulla base di questo, l'enactment della robotica nelle classi scolastiche deve essere analizzato come qualcosa di emergente, creato e prodotto in modi diversi nei diversi contesti, e in particolare come qualcosa che prende forma attraverso tattiche di translations multiple e situate (Callon, 1986) e che, attraverso le translations, fabbrica specifiche forme spazio-temporali.

Un metodo etnografico è proposto per analizzare le pratiche di translation della robotica nelle classi scolastiche, come spiegato nella prossima sezione.

3.5.1. Analisi delle translations e del making della robotica educativa

Ulteriore dimensione d'indagine di questo lavoro riguarda l'enactment del robot Classmate all'interno di quattro classi scolastiche coinvolte nella sperimentazione.

L'obiettivo dell'analisi è esplorare la produzione della robotica educativa, evidenziando le dinamiche socio-materiali che la compongono e focalizzandosi sui modi in cui essa prende forma attraverso complessi e intricati processi di traduzione, ovvero attraverso negoziazioni, adattamenti, resistenze e ri-configurazioni che attivano nelle pratiche quotidiane. In altre parole, l'analisi mira ad esplorare la robotica educativa come configurazione eterogenea, che si fabbrica nell'interazione tra attori umani e non, i cui ruoli non sono fissi, ma tradotti e ri-definiti attraverso processi di problematizzazione, interessement, enrolment e mobilitazione (Callon, 1986).

La metodologia adottata è di tipo qualitativo, in linea con una tradizione di ricerca che privilegia l'osservazione e l'immersione ravvicinata e situata dei fenomeni studiati:

“[...] un'osservazione ravvicinata, tesa più a mettere a fuoco i dettagli, le sfumature proprie di un contesto sociale la spinge verso il mondo delle piccole cose, evocato da Antonio Carlos Jobim. La ricerca qualitativa si occupa degli aspetti, talvolta i più minuti, della vita quotidiana nella convinzione che, come dice un motto zen: «una cosa piccola non è una piccola cosa»” (Cardano, 2018).

Nello specifico, la costruzione del corpus empirico si è basata su un approccio etnografico che ha visto la combinazione di tre tecniche di raccolta dati: osservazione partecipante, interviste e diari di bordo.

In primo luogo, è stata condotta un'osservazione partecipante nelle quattro classi coinvolte nella sperimentazione. Le osservazioni rappresentano una tecnica qualitativa significativa in quanto permettono al ricercatore di registrare in prima persona le attività in cui sono coinvolti i partecipanti alla ricerca, all'interno dei contesti in cui tali attività prendono forma (Ravitch & Carl, 2019). E più nello specifico, l'osservazione partecipante è una forma di osservazione in cui il ricercatore assume una presenza o un ruolo attivo all'interno del contesto che viene negoziato e rinegoziato continuamente, sia attraverso le figure chiave – gatekeepers – sia in relazione agli altri partecipanti. Inoltre, “unlike passive observation where there is a minimum interaction between the researcher and the object of study, participant observation means establishing rapport and learning to act so that people go about their business as usual when you show up” (Bernard & Ryan, 2010: 41). Parte cruciale delle osservazioni partecipanti è la stesura delle note di campo. In questo contesto, la scrittura delle note di campo ha seguito un approccio sequenziale (Emerson et al., 2011) che è partito dagli appunti sul campo, ovvero da brevi note prese in tempo reale su un taccuino durante l'osservazione sul sito di ricerca e successivamente la loro trasformazione in resoconti scritti più ampi e coerenti di ciò che è stato osservato, subito dopo aver lasciato il campo in modo da mantenere vicinanza temporale e mnemonica con l'osservazione. Le note di campo sono inoltre state descrittive (Ravitch & Carl, 2019), ovvero senza inferenze, ma esclusivamente con l'obiettivo di descrivere ciò che è stato visto. In base agli obiettivi di ricerca, prima della stesura delle note di campo, sono stati redatti dei protocolli osservativi.

In questo quadro, le osservazioni nelle classi scolastiche sono state condotte in base alle disponibilità dei docenti a far partecipare i ricercatori ad una parte del loro percorso didattico con e attraverso il robot educativo. Sono state osservate due giornate scolastiche in tre classi e tre giornate in una classe, per un totale di 9 giorni di osservazioni sul campo.

Successivamente, sono state realizzate interviste con gli insegnanti coinvolti nel progetto, al fine di approfondire le loro esperienze, percezioni e riflessioni in merito all'introduzione del robot educativo nello specifico contesto scolastico. L'intervista rappresenta un'altra delle principali tecniche di raccolta dati nella ricerca qualitativa, in quanto fornisce dati approfonditi, individualizzati e contestualizzati (Ravitch & Carl, 2019). In questo contesto, le interviste non hanno mirato all'uniformità delle domande, ma hanno seguito una logica definita replicazione personalizzata (Ravitch & Carl, 2019), ovvero pur condividendo domande chiave, ogni intervista è stata adattata all'interlocutore tramite domande di approfondimento individualizzate. Le interviste sono state infatti

semi-strutturate. La traccia dell'intervista è stata utilizzata come strumento per organizzare e guidare la conversazione ma l'ordine delle domande, così come la formulazione di domande di approfondimento specifiche e personalizzate, oltre che di sotto-domande, ha seguito un percorso conversazionale unico per ciascun interlocutore (Ravitch & Carl, 2019). Così come le note di campo hanno accompagnato le osservazioni partecipanti, le trascrizioni hanno successivamente accompagnato le interviste. In questo contesto, ad essere intervistati sono stati i docenti partecipanti alla sperimentazione con il robot Classmate e i dirigenti scolastici, ove possibile. In totale, sono state condotte 10 interviste.

Infine, i dati sono stati raccolti attraverso diari di bordo compilati dagli insegnanti. Ai docenti partecipanti è stato chiesto di redigere, al termine di ogni lezione in cui veniva utilizzato il robot, un diario di bordo. In totale, sono stati raccolti 46 diari di bordo (per 46 giorni di sperimentazione totali nelle 4 classi scolastiche). I diari seguivano una struttura predefinita che invitava gli insegnanti a descrivere il gruppo classe coinvolto, i percorsi di apprendimento pianificati per l'uso del robot e, su base quotidiana, il setting educativo, l'organizzazione delle attività, le interazioni tra insegnanti, studenti e i diversi dispositivi educativi utilizzati, nonché eventuali criticità o imprevisti emersi.

Il corpus dell'analisi comprende le note di campo dell'osservazione partecipante, le trascrizioni delle interviste e i diari di bordo compilati dagli insegnanti. Questi dati sono stati analizzati in maniera qualitativa in modo da far emergere, le relazioni e le strategie di traduzione che hanno condotto al making della robotica educativa.

Conclusione

In questo capitolo, è stato tracciato un research project per la sociologia digitale critica della robotica in educazione.

Il toolbox metodologico delineato adotta una sensibilità topologica al fine di esplorare gli investimenti in forme della robotica educativa. Considerando come la robotica educativa incorpora norme, valori, ideologie e particolari idee sull'apprendimento, indirizza l'esperienza attivando specifiche forme educative in modi che ri-concepiscono e ri-configurano l'educazione. Una sensibilità topologica considera in particolare le forme dello spazio e del tempo come effetti produttivi delle relazioni mutevoli tra entità di diversa natura (Lury et al., 2012; Decuypere, 2021). Adottare questa lente permette di considerare come la robotica in educazione ri-configuri specifici spazi e tempi educativi e come queste forme organizzino la produzione di specifici tipi di soggetti educativi.

Al fine di analizzare il contributo della robotica educativa nella costruzione di forme specifiche di spazializzazione educativa, nella produzione di specifiche strutture temporali e nelle formazioni dei soggetti, sono stati proposti tre punti di ingresso metodologici. La sociologia digitale critica della robotica in educazione presenta questi tre punti di ingresso come tre processi di following: following degli immaginari, following dell'infrastruttura tecnologica e following delle translation. Per ognuno di questi tre processi di following – o punti di ingresso metodologici – questo capitolo ha proposto delle tecniche di ricerca specifiche.

Nei capitoli successivi, questi dispositivi analitici vengono messi in atto, per esplorare empiricamente come la robotica educativa si materializzi in configurazioni situate, e come, attraverso tali configurazioni, contribuisca a produrre specifiche forme educative.

Capitolo 4.

Seguire gli immaginari: robotica educativa, industria EdTech e timescape educativi⁸

Introduzione

Questo capitolo risponde al primo processo di following proposto in questo lavoro. Ha lo scopo di esplorare l'immaginario emergente della robotica educativa sviluppatosi a partire dal lavoro di envisioning delle principali aziende dell'Educational Technology (EdTech) impegnate nel campo della robotica.

Se questo settore industriale sta svolgendo un potente lavoro nell'immaginare un futuro educativo co-abitato da artefatti robotici basati sull'IA (Williamson & Komljenovic, 2022), quest'analisi si concentra su come questo lavoro implichi la produzione discorsiva di specifiche forme spazio-temporali educative, in grado di ri-configurare il modo in cui i soggetti percepiscono e vivono l'educazione.

L'analisi proposta ha lo scopo di rispondere alle seguenti domande di ricerca:

- Quali sono le caratteristiche dell'immaginario della robotica educativa delineato dal settore industriale dell'EdTech?
- Quali sono le forme spazio-temporali che vengono attivate attraverso l'immaginario della robotica educativa?
- Quali relazioni di potere ed etiche vengono immaginate in queste forme spazio-temporali?

Sulla base della letteratura presentata nei capitoli precedenti, lo scopo dell'analisi è comprendere le diverse logiche spazio-temporali che vengono messe in atto attraverso l'immaginario della robotica educativa, e dunque esplorare come l'industria dell'EdTech e della robotica concepisce l'innovazione

⁸ Questo capitolo è la versione tradotta ed ampliata, sul piano empirico ed interpretativo, dell'articolo: Parola J., & Grimaldi E. (2025). The educational robotics imaginary. EdTech industry, educational timescapes and the tyranny of connectivity. *Learning, Media and Technology*, 1-18.

robotica e come questo lavoro di immaginazione comporta la produzione sociale di un insieme distinto di forme spazio-temporali educative mediate dalla tecnologia robotica.

Per raggiungere tali scopi è stata adottata una metodologia mista (Clark & Creswell, 2011) combinando l'uso della Network Text Analysis (NTA) per estrarre reti/galassie semantiche (Hunter 2014) e identificare i percorsi influenti nella produzione di significato all'interno dei testi (Paranyushkin 2011), con un'interpretazione qualitativa di queste reti attraverso una griglia concettuale ispirata al lavoro di Kitchin sui digital timescapes (vedi paragrafo 3.3.1).

In questo modo, l'analisi mostra come l'immaginario emergente della robotica educativa mette in atto una significativa riconfigurazione del paesaggio spazio-temporale educativo contemporaneo, grazie alla comprensione di come l'immaginario robotico incorpori visioni distintive su come ordinare e governare le pratiche educative e i loro tempi, ritmi, relazioni e modi di concepire le connessioni tra passato, presente e futuro.

4.1. Logiche spazio-temporali: 'tech-driven instruction' e 'connectivity'

Analizzando l'immaginario emergente della robotica educativa così come delineato dal campione di aziende dell'EdTech e della robotica, è possibile individuare un primo insieme distintivo di logiche spazio-temporali, che possono essere definite 'tech-driven instruction' e 'connectivity'. Le loro caratteristiche emergono in due reti semantiche interconnesse rilevate tramite la NTA.

Nella Figura 1, i termini "support", "personalized learning", "instruction" e "adaptive learning" presentano i valori più elevati di degree centrality e betweenness centrality, evidenziando un elemento chiave dell'emergente immaginario della robotica educativa: la promessa di ottimizzare l'apprendimento attraverso il monitoraggio continuo e l'intervento immediato. Questa visione emerge anche nella spazializzazione della rete, dove è osservabile una forte connessione tra parole come "robotic-assisted", "recommendation", "instruction", così come "immediate", "appropriate" e "feedback to students".

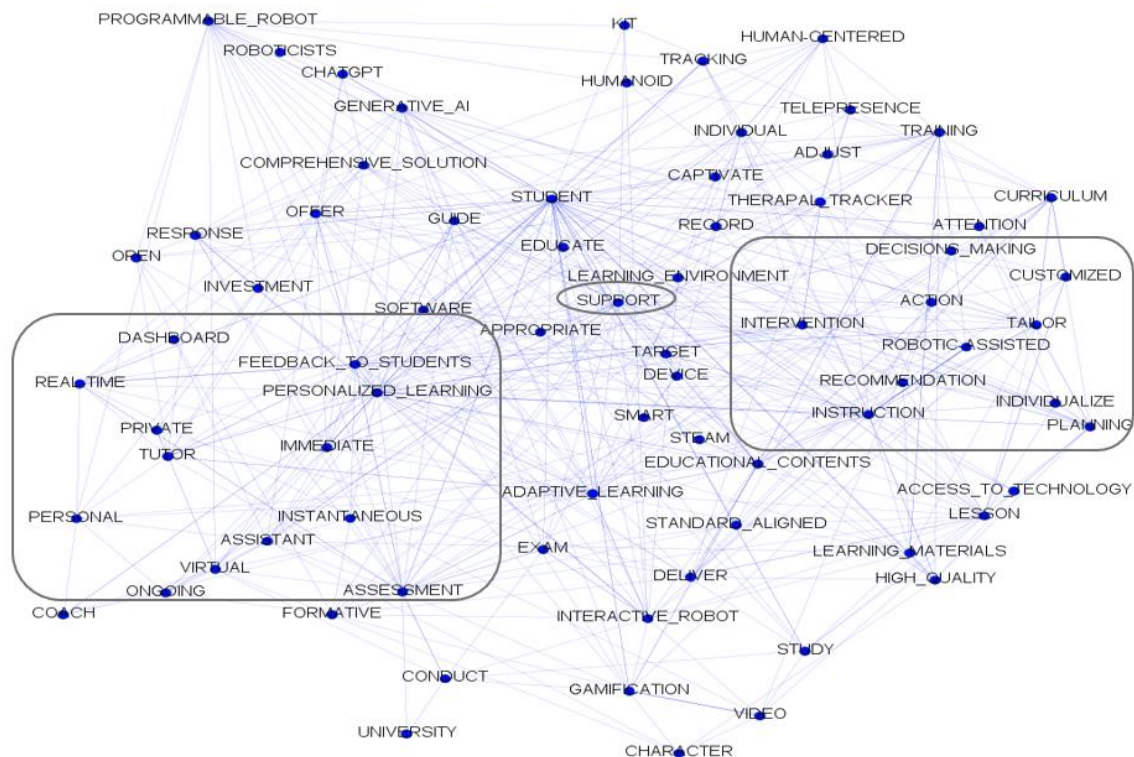


Figura 4.1: Rete semantica 1: Logica spazio-temporale: ‘tech-driven instruction’

Nella Figura 2, i termini con un altro grado di degree centrality e betweenness centrality includono “classroom”, “activity”, “connect” e “accessible”. Inoltre, la prossimità tra parole come “break”, “barriers”, così come “classroom”, “modern” e “home”, mostra come un ulteriore tratto cruciale di questo immaginario sia l’associazione tra la robotica educativa e la possibilità di riconfigurare le esperienze educative attraverso pratiche connettive e costantemente accessibili.

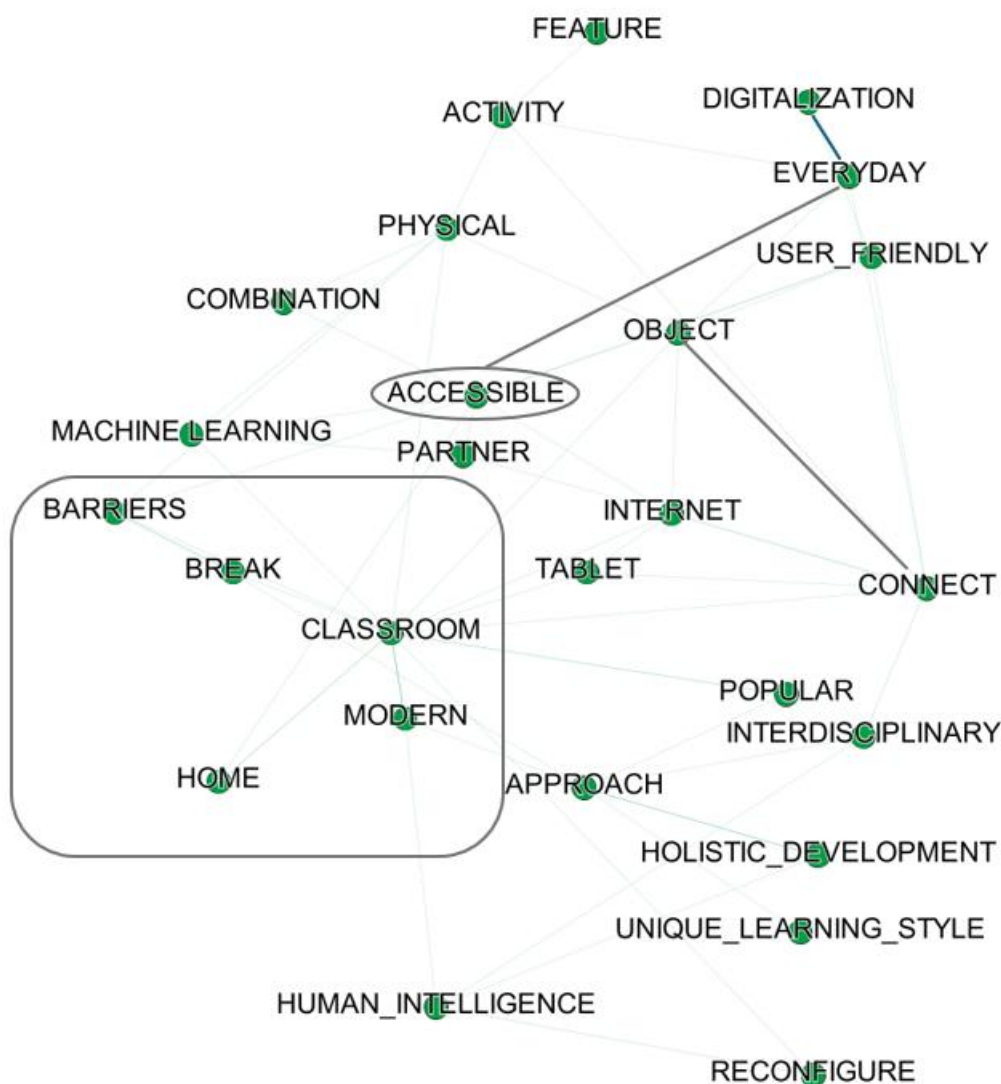


Figura 4.2: Rete semantica 2: Logica spazio-temporale: ‘connectivity’

Queste due reti illustrano le galassie semantiche all’interno delle quali si articolano molteplici affermazioni sulle caratteristiche rivoluzionarie della robotica educativa. Un esempio è offerto da una citazione di Whalesbot.ai, simile a molte altre presenti nel corpus testuale, in cui il lavoro spazio-temporale che le aziende dell’EdTech stanno svolgendo emerge in modo evidente:

“Picture a classroom where intelligent machines work alongside human teachers, offering personalized instruction tailored to each student's unique learning style. This isn't a scene from a futuristic movie—it's the cutting-edge reality of education in the 21st century. As technology continues to reshape our world at an unprecedented pace, its impact on education is nothing short of revolutionary.

Imagine a robot patiently helping a child grasp complex mathematical concepts, or a humanoid assistant teaching perfect pronunciation in multiple languages. These scenarios are no longer confined to the realm of science fiction; they're unfolding in classrooms around the globe right now.

From enhancing engagement and providing personalized learning paths to supporting students with special needs and revolutionizing STEM education, robots are proving to be powerful allies in the quest for educational excellence. [...] these sophisticated machines are transforming the learning experience, bridging gaps in traditional education methods, and preparing students for a future where human-robot collaboration is the norm”.

<https://www.whalesbot.ai/blog/revolutionizing-education-how-robots-can-help-students-learn>

Un’attenta analisi dei valori di centralità dei lemmi all’interno dei Network 1 e 2 insieme ad un’analisi qualitativa delle affermazioni contenute nel corpus testuale fa emergere come l’immaginario della robotica educativa si sviluppi attraverso un insieme distintivo di relazioni discorsive secondo cui:

- l’educazione viene rappresentata come un insieme di interventi tecnologicamente permessi e guidati, ovvero come un’educazione supportata/mediata/assistita dalla robotica, che opera secondo un ciclo cibernetico di feedback continuo (feedback-loop), finalizzato all’ottimizzazione dell’apprendimento e alla modernizzazione dell’educazione;
- l’educazione, concepita come apprendimento, è prefigurata come un’esperienza connettiva, che si sviluppa attraverso la convergenza di frame spazio-temporali dispersi e simultanei, dove l’apprendimento assume un carattere continuo e ininterrotto, immediato e istantaneo, adattivo ed in tempo reale;
- lo studente, concepito come assemblaggio uomo-macchina, è individualizzato ma al tempo stesso persistentemente connesso.

Queste relazioni discorsive prefigurano una riconfigurazione e re-immaginazione dei tratti spazio-temporali dell’esperienza di apprendimento, che vengono sintetizzati nella Tabella 1:

Tabella 4.2: Le logiche di Tech-driven instruction a Connectivity

	Configurazioni spazio-temporali prefigurate/immaginate attraverso la robotica	
<i>Logiche spazio-temporali</i>	<i>Tech-driven instruction</i>	<i>Connectivity</i>
<i>Ritmi</i>	Ciclo (feedback-loop) dell’apprendimento	Convergenza di frame dispersi, simultanei e continui

<i>Forme di calcolo del tempo</i>	Tempo macchinico (tecnico) vs tempo dell'apprendimento (esperienziale)	Tempo della potenzialità
<i>Relazioni temporali</i>	Accelerazione	Network time
<i>Modalità temporali (relazione tra passato, presente e futuro)</i>	Presente-presente (Tempo reale)	Presente-futuro

4.1.1. Tech-driven instruction: cicli, tempo macchinico e accelerazione

All'interno delle relazioni discorsive emerse dal Network 1 e dal corpus testuale, si osserva una variazione di ciò che Biesta (2005) ha definito come “learnification of education”. L'educazione viene prefigurata come un processo di apprendimento in cui lo studente presenta bisogni da soddisfare e la robotica diventa il fornitore/abilitatore che permette di rispondere a tali bisogni tramite personalizzazione, apprendimento adattivo, monitoraggio, rinforzi, immediatezza, interventi, feedback e assistenza. Questa logica di descrizione del processo educativo in termini di un servizio o scambio economico, fa sì che lo spazio educativo venga discorsivamente ri-configurato come uno spazio necessariamente flessibile ed adattivo, orientato alla massimizzazione dell'efficienza dell'apprendimento individuale. In altre parole, in questa narrazione, lo spazio educativo si configura come uno spazio di ottimizzazione in cui la tecnologia robotica è chiamata immediatamente a rispondere ai bisogni del discente, riducendo la relazione educativa ad una dinamica di servizio personalizzato. Il robot Buddy di Bluefrog, ad esempio, è descritto così:

“Buddy plays emotions and asks the child to recognize them. This application is part of a positive pedagogy dynamic, so that the child can never find himself in a situation of failure. When the child gives a correct answer by voice or touch, Buddy congratulates him. If the user gives a wrong answer, or Buddy detects no voice command answer at the end of the allotted time, the robot displays answer options in the form of buttons. If the child selects a wrong answer (by voice or touch), Buddy deletes the selected answer in favor of 2 others, and so on until the child finds the right answer. At the end of the exercise, Buddy asks the user how he expresses this emotion and displays a camera feedback. Buddy then displays the results table”.

https://www.bluefrogrobotics.com/wp-content/resources/guides/Userguide-Buddy_EN.pdf

Questo immaginario inquadra l'apprendimento adattivo e la capacità di aumentare la densità temporale come caratteristiche cruciali e ricorrenti di un'educazione guidata/assistita dalla robotica:

“Lights. Camera. Action. With so many sensory and adaptive learning opportunities there's never a dull moment with KIBO coding robotics kits”.

<https://kinderlabrobotics.com/kibo/why/>

Emergono configurazioni interessanti di un “human-machine assemblage” (Knox et al., 2019), cioè un intreccio distintivo tra automazione, datafication e una riformulazione tech-driven dell'agency umana, articolato attorno a relazioni chiave tra istruzione, feedback, valutazione e intervento:

“Educational robots [are] designed to interact with students, provide customized instruction, and facilitate hands-on learning experiences in ways that even the most advanced software applications cannot match. Educational robots [are meant] to augment human instruction. They can tirelessly repeat lessons, adjust their teaching pace to individual students, and provide consistent, objective feedback”.

<https://www.whalesbot.ai/blog/revolutionizing-education-how-robots-can-help-students-learn>

Anche Abii è presentato come un tutor e molto altro:

“Abiii is a Tutor. Abii tutors K-5 students in math, reading and social-emotional learning to significantly improve academic performance.

[Abi is a] Friend. ABii provides wholistic and personalized learning. Students love learning with ABii and stay more engaged when subjects are tedious or challenging. ABii adaptively guides students through every lesson - scaffolding instruction when necessary and redirecting students.

[Abii is a] Supporter. ABii increases confidence, and heightens engagement through fun, supportive social interactions.

[Abii is an] essential classroom technology. Every student can benefit from differentiated instruction in math, reading and social-emotional learning”.

<https://www.smartrobottutor.com/about-abii>

In molte affermazioni simili del corpus testuale, si prefigura un ruolo centrale per le tecnologie digitali, parzialmente automatizzate e basate e guidate dai dati. Lo spazio educativo è riconfigurato come uno spazio flessibile, di monitoraggio continuo ed in tempo reale, e come uno spazio adattivo. In questo immaginario, la robotica offre nuove possibilità per monitorare le condizioni

dell'apprendimento, valutarne i risultati e fornire istruzioni in tempo reale, per ricalibrare le performance e rendere l'apprendimento controllabile in modo dinamico, adattivo e reattivo.

I ritmi di tale spazio dell'apprendimento abilitato dalla macchina robotica sono ciclici ed euritmici, dove lo studente compie le scelte decisive, mentre i sistemi automatizzati identificano obiettivi, assistono, supportano, motivano e riducono la complessità. Il tempo di questi processi ricorsivi è dato dalla convergenza tra il tempo della macchina (machine time) – tempo tecnico di produzione dati e feedback – ed il tempo esperienziale dello studente, con tutta la sua imprevedibilità. Questa convergenza diventa oggetto di nuove forme di calcolo del tempo.

Se è riconoscibile un'enfasi discorsiva sulla necessità di adattare le modalità di apprendimento al tempo, tre tratti dell'immaginario emergente stabiliscono la preminenza del tempo-macchina sul tempo esperienziale:

- la convergenza tra il tempo macchina e il tempo esperienziale è rappresentata come una soluzione ottimale;
- il tempo macchina, basato su regole algoritmiche, viene descritto come un tempo in cui l'assistenza, la facilitazione e il supporto all'apprendimento si attuano ad un ritmo più veloce e con un grado di efficienza significativamente più elevato rispetto al tempo impiegato dagli insegnanti umani e rispetto al tempo dell'auto-monitoraggio e dell'auto-controllo del singolo studente, implicitamente inquadrati come fattori di rallentamento;
- i robot educativi sono inquadrati come attori esterni che aiutano lo studente a calcolare e pianificare meglio il suo tempo dell'apprendimento, intervenendo sulla sua ottimizzazione.

All'interno di questo ethos dell'ottimizzazione e dell'immediatezza dell'apprendimento, il tempo macchina diventa il fattore abilitante di una desiderabile compressione temporale, accelerando il ritmo del ciclo cibernetico dell'apprendimento feedback-intervento (Rosa, 2003). Questo elemento è centrale nelle affermazioni di, ad esempio, Movia Robotics:

“Our Robot-Assisted Instruction revolutionizes the way children learn by accelerating their learning trajectory and shortening the timeline of progress”.

<https://moviarobotics.com/>

Un altro elemento chiave in questa logica temporale è l'intervallo, ovvero il tempo in cui un attore può ancora fare la differenza e gli eventi possono essere portati nel dominio del controllo introducendo il controllo attraverso adattamenti ciclici o lineari (Anderson et al., 2020).

Inoltre, all'interno di questa logica temporale, è possibile identificare un particolare tipo di relazione tra passato, presente e futuro. L'importanza e il dominio del tempo macchina traducono l'apprendimento in un'attività che si svolge in un perpetuo presente (de Lange, 2018), dove la volontà di velocità e l'ideale etico della gestione dell'apprendimento nel tempo del qui-ed-ora invitano lo studente a vivere in un paradosso: concentrarsi sulla serie di eventi-reazioni in tempo reale (piuttosto che sulla narrazione di un prima, durante e dopo), ma anche di trarre vantaggio dall'assemblaggio robotico abbracciando un'etica di continua ricalibrazione e anticipazione del presente.

4.1.2. Connective learning experience: network time e presente-futuro

All'interno dell'immaginario della robotica educativa, così come raffigurato nella Figura 2, l'assemblaggio uomo-macchina emerge e vive attraverso una logica della connettività. Questa è una proprietà chiave anche di Pepper di Softbank, che “brings learning to life” e apre possibilità nel presente e per il futuro:

“Pepper connects with students [...], providing hands-on, interactive experiences that bring learning to life. Sparking curiosity [...], Pepper helps prepare today's students for tomorrow's technologies”.

<https://us.softbankrobotics.com/pepper>

La connettività implica sia la connessione tra umano e dispositivo, sia l'immersione dei soggetti educativi in un flusso continuo di informazioni dataficate, oggetti, risorse ed attività che si muovono e interagiscono in diversi spazi-tempi interconnessi, quali il robot fisico, la sua piattaforma, l'infrastruttura dati che costantemente traccia movimenti e comportamenti per consigliare/generare nuove attività in base al livello di competenza dello studente:

“NAO gathers knowledge as well as shares it. NAO can conduct interactive experiments, collect data, and help researchers test new theories and find new answers”.

<https://us.softbankrobotics.com/nao>

Nella logica della connettività, lo spazio dell'educazione si articola attraverso una convergenza di cornici disperse e sovrapposte (accelerazione, sperimentazione, raccolta dati, testing) e la pratica educativa viene riconfigurata in ritmi macchinici non più sequenziali ma simultanei e istantanei, continui e ininterrotti. L'accessibilità è una caratteristica centrale dell'immaginario della robotica educativa ed elemento cruciale dei ritmi educativi. All'interno dello spazio-tempo della connettività, lo studente può accedere in qualsiasi momento e in qualsiasi luogo ad una serie potenzialmente

infinita di possibilità educative. L'accessibilità diviene un elemento che sfida l'idea dello spazio educativo come luogo delimitato e crea confini sempre più porosi tra educazione formale ed informale. Di conseguenza, la robotica e l'ubiquitous computing diventano modalità di governo dei processi educativi, creando spazi ibridi ma interconnessi e ritmi consistenti per ingaggiare gli studenti e prolungare indefinitamente il tempo dell'apprendimento. In altre parole, i ritmi dell'educazione si dispiegano in una convergenza di cornici disperse e sovrapposte, e la pratica educativa viene riconfigurata in una combinazione di azioni e ritmi meccanici che non sono più sequenziali o duraturi, ma "simultaneamente presenti" (Castells, 1996) e istantanei nel momento presente.

Il tempo di questi ritmi è costruito attraverso una forma di calcolo del tempo orientata alla potenzialità, ovvero il focus temporale è diretto all'opportunità di adottare la robotica per aumentare e massimizzare le attività educative. Lo spazio-tempo della connettività abilita possibilità infinite, rendendo l'esperienza educativa più efficiente grazie all'accesso continuo ad un insieme di attività robotiche potenzialmente illimitato, in uno spazio flessibile, in un tempo reale e preciso.

Nelle relazioni discorsive del corpus testuale analizzato, ciò che viene prefigurata è una modalità temporale che può essere espressa con il concetto di presente-futuro (Adam & Groves, 2007), dove il futuro dell'educazione è qualcosa da fabbricare. Questo modo di calcolare il tempo sulla base delle potenzialità, unito alla natura always-on della didattica, conduce gli studenti a vivere un paradosso: mentre i ritmi continui dell'apprendimento portano gli studenti ad aspettarsi una presenza persistente nel tempo presente e a concentrarsi sulle attività nel presente, è proprio questa presenza nel presente ad abilitare la costruzione di un futuro migliore attraverso lo sfruttamento delle potenzialità attuali della robotica.

4.1.3. Personalizzato ma connettivo. Densità, frammentazione e lo studente come assemblaggio uomo-macchina

Ciò che emerge dall'analisi delle due reti semantiche è un'educazione rappresentata sotto forma di interventi/istruzioni guidati dalla tecnologia che presuppone un soggetto supportato/guidato/assistito dalla robotica e potenziato dalla tecnologia come soggetto dell'apprendimento, oltre che la connettività come razionalità pedagogica fondamentale. L'assemblaggio uomo-macchina vive un "network time" (Hassan 2003) caratterizzato da densità e frammentazione temporale. Si immagina che l'assemblaggio uomo-macchina sperimenti diverse temporalità simultaneamente, causate dalla sovrapposizione dei ritmi, dalla frammentazione del tempo, dalla moltiplicazione dei compiti e dalle pressioni sociali a rispondere o conformarsi, e che sia costretto ad un "persistent engagement" (Kitchin 2023: 43; Hassan 2007) per sfruttare le opportunità ed evitare perdite e sprechi di tempo. Nel frattempo, il suo tempo è frammentato e le sue

attività sono continuamente e sempre più suddivise in piccoli moduli, unità e compiti, che richiedono la capacità di lavorare simultaneamente su di essi o di passare continuamente da uno all'altro. In termini di ritmo e velocità, le tecnologie di rete stanno creando un mondo educativo più frenetico, consentendo un'esecuzione più efficiente dei compiti e uno stato di iperconnettività (Kitchin 2023).

L'apprendimento diventa individualizzato ma dipendente dalla tecnologia, basato su regole algoritmiche, oltre che connettivo, con una gestione che avviene attraverso dati e procedure formalizzate, piuttosto che attraverso la discrezionalità e il giudizio dello studente. È importante sottolineare che in questo immaginario lo studente non viene smantellato, ma piuttosto la sua ontologia viene radicalmente riconfigurata in una modalità di governamentalità tecnocratica e guidata dalla tecnologia, in cui la tecnologia diventa un mezzo per tracciare l'apprendimento e, di conseguenza, regolare più da vicino il lavoro di apprendimento (e il suo tempo dell'apprendere).

4.2. Logiche temporali: 'Skill development' e 'Educating to and for the Future'

La temporalità educativa mediata dalla robotica può essere ulteriormente compresa esaminando altre due logiche temporali emergenti distintive, che possono essere definite come "Skill development" ed "Educating to and for the Future", rappresentate da due reti semantiche interconnesse (Figura 3).

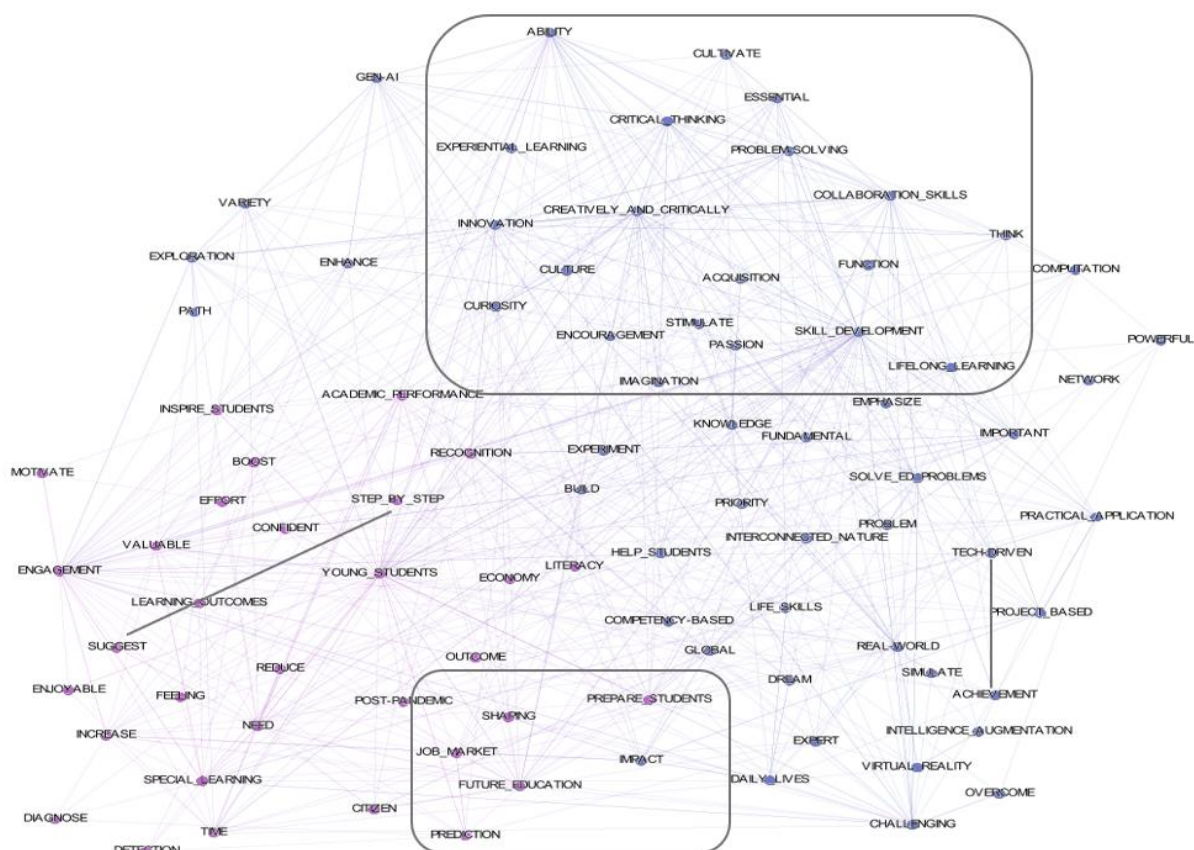


Figura 4.3: Rete semantica 3: Logiche temporali: ‘Skill Development’ e ‘Educating to and for the Future’

Nel network 3 (viola), i lemmi “skill development”, “innovation” e “creatively and critically” presentano i valori più alti in termini di betweenness e degree centrality. Come già emerso nella discussione sulla Network 1, anche qui un ciclo di apprendimento mediato dalla robotica e regolato da ritmi cibernetici feedback-loop è descritto come funzionale allo sviluppo di competenze chiave per le società future (problem solving, critical thinking, life skills) o alla formazione di comportamenti ottimali del discente (curiosity, passion, independency, will to innovate, achieve).

Parallelamente, nel Network 4 (porpora), si osservano valori di degree e betweenness centrality elevati per i termini “young student”, “prepare student” e “future education”. Qui, il futuro dell’educazione è immaginato attraverso un desiderabile e necessario adattamento alle richieste dell’economia. Come nel caso precedente, queste due reti descrivono le galassie semantiche entro cui emergono ulteriori affermazioni sull’utilità della robotica educativa.

Ad esempio, Softbank, insieme ad Aldebaran, presenta NAO con questa affermazione:

“Make the new generations ready for the challenges of tomorrow with NAO”.

<https://aldebaran.com/nao6/>

E aggiunge:

“Teachers around the world are using NAO to inspire students, and increase both interest and knowledge of skills for the future”.

<https://www.softbankrobotics.com/>

Sulla stessa linea, EZ Robot motiva la necessità della robotica e di una AI literacy per tutti gli studenti:

“Robotics and Artificial Intelligence are transforming the workplace. These technologies will impact all industries and a broad range of careers. Robotics education isn't just about creating "roboticists" and "programmers". It's critical that all our students gain literacy in these areas. This [is] something that every educator needs to understand”.

<https://www.ez-robot.com/educational-robotics.html>

Parallelamente, per BirdBrain Technologies, non ci sono limiti a ciò che la robotica può fare:

“We know how fast students can learn and grow. [...] we offer advanced tutorials and activities to help you incorporate higher level challenges [...]. Explore artificial intelligence, draw fractals, or even create your own app with computer vision and machine learning. No matter where you want to go, the Finch Robot can take you there”.

<https://www.birdbraintechnologies.com/finch-start-teaching/>

Come questi esempi suggeriscono:

- l’educazione è (ri)configurata come developmental learning in una cornice temporale lifelong e lifewide;
- l’obiettivo dell’apprendimento è una preparazione al/orientata al futuro;
- il soggetto dell’apprendimento diventa un discente produttivo, chiamato ad un continuo sviluppo, entro una razionalità pedagogica finalizzata all’ottimizzazione del tempo dell’apprendimento e al raggiungimento di risultati efficienti.

Queste relazioni discorsive prefigurano una riconfigurazione e re-immaginazione dei tratti spazio-temporali dell’esperienza di apprendimento, che vengono sintetizzati nella Tabella 2:

Tabella 4.3: Le logiche di Skill Development e Educating to and for the Future

Temporalità	Temporalità educativa prefigurata/immaginata attraverso la robotica	
<i>Logiche temporali</i>	<i>Skill Development</i>	<i>Educating to and for the Future</i>
<i>Ritmi</i>	Lifelong time	Lifelong time
<i>Forme di calcolo del tempo</i>	Tempo del raggiungimento / dell'acquisizione	Tempo del raggiungimento / dell'acquisizione
<i>Relazioni temporali</i>	Sviluppo	Produttività (Efficienza)
<i>Modalità temporali (relazioni tra passato, presente e futuro)</i>	Futuro-presente (Preparazione)	Futuro-presente (Anticipazione)

4.2.1. Developmental learning: achievement time e preparedness

Nelle relazioni discorsive del network 3 (viola), si osserva un'altra sfumatura della 'learnification of education'. Qui l'apprendimento coincide con lo sviluppo di competenze in un tempo e in un percorso che dura tutta la vita e abbraccia tutti gli ambiti della vita (lifelong e lifewide), abilitato da un'etica dell'innovazione guidata dalla tecnologia. Ciò che emerge è una razionalità educativa fortemente funzionalista in cui l'apprendimento è descritto come un'attività orientata allo sviluppo e al miglioramento (developmental) ed orientata al raggiungimento di risultati e competenze (Grimaldi, 2019). Lo studente viene riposizionato in un tempo lineare ed evolutivo, cumulativo e continuo, ma anche di coltivazione di sé stesso. Ad esempio, Stemrobo afferma:

“Robotics offer practical skills, cultivate problem-solving abilities, and promote creativity in a tech-driven world. This education nurtures curiosity, prepares [students] for future careers, and equips them with essential 21st-century skills, ensuring they can thrive in an increasingly complex and technology-centric society”.

<https://www.stemrobo.com/stem-robo-lab/>

Se lo studente è invitato a trarre vantaggio dall'assemblaggio uomo-macchina per lavorare sul proprio carattere e sulle proprie capacità (passione, motivazione, immaginazione, capacità di pensare e agire), alla macchina vengono attribuite capacità uniche per coltivare, stimolare ed aiutare lo studente in questo lavoro di soggettivazione che dura tutta la vita e attraverso il quale può realizzare il proprio potenziale. Pertanto, il ritmo di sviluppo e di acquisizione dell'apprendimento è abbinato ad una forma di calcolo del tempo orientata al raggiungimento dei risultati.

In questa logica temporale, emerge una modalità temporale distintiva e paradossale, che ha a che fare con la relazione tra pianificazione e sviluppo. Nel suo abbinamento con lo sviluppo, la pianificazione assume un impegno che guarda al futuro e cerca di modellare esplicitamente il presente nelle sue forme, nella sua struttura e nelle sue operazioni, attraverso il senso di un percorso di apprendimento, sviluppo e raggiungimento delle competenze (Kitchin, 2023). Il futuro è contingente e prodotto, e lo studente è invitato ad ambire, con una visione a lungo termine, a raggiungere una serie di risultati, ovvero ad immaginare e ricostruire un futuro anticipato nel presente, e a coltivare sé stesso per prepararsi a qualsiasi evento imprevisto che possa ostacolare tale risultato. Ciò può avvenire, secondo questo immaginario, grazie ai poteri delle tecnologie robotiche e al loro potenziale di gestione automatizzata (Andrejevic, 2019).

4.2.2. Educating to and for the Future: produttività e anticipazione

Nel Network 4 (porpora), il futuro è ancora centrale e l'apprendimento focalizzato e diretto allo sviluppo delle competenze è immerso in una forma di educazione orientata al futuro. Un futuro incerto e una società guidata dalla tecnologia, con un'economia basata su competenze tecnologiche avanzate, vengono mobilitati come garanzia e giustificazione per ripensare l'educazione. La robotica educativa, in questo contesto, è proposta come metodo per ottimizzare le esperienze di apprendimento nel presente, consentendo allo studente di prepararsi ad un modo di essere necessario per sopravvivere in questi futuri incerti e per sviluppare le competenze necessarie per raggiungere il successo economico.

Lo studente è collocato in un tempo imprenditoriale, dove è invitato a sviluppare competenze digitali e a diventare flessibile, adattivo, un risolutore di problemi, un pensatore critico:

“Programming facilitates the iterative process of analyzing what has gone wrong and looking for other alternatives, stimulating creativity, critical thinking and problem solving”.

<https://edu.irobot.com/>

I ritmi dell'educazione sono dettati dall'urgenza di acquisire conoscenza per il futuro e il raggiungimento di questa conoscenza diventa l'unità di misura del tempo, abilitato da un'etica della predizione e della programmazione efficiente, grazie ad interventi/feedback tecnologici step-by-step. In altre parole, la robotica educativa, in questo immaginario, fornisce un metodo per coordinare, pianificare e costruire piani educativi, creando un meccanismo di governance anticipatoria che affronta le speculazioni future. In questo panorama educativo, le relazioni temporali si svolgono in una sequenza futuro-presente in cui la visione del futuro sembra essere messa in atto nelle pratiche educative presenti, in cui l'anticipazione (del futuro nel presente) assume le forme di preparazione, precauzione e prevenzione (Webb et al., 2020). Questa logica temporale si innesta in un assemblaggio uomo-macchina che si fonda su pianificazione strategica, strumenti basati sui dati e preparazione calcolata, con l'obiettivo di raggiungere risultati in modo efficiente.

4.2.3. Apprendimento efficiente, ottimizzato ma frammentato

Ciò che emerge è uno spazio epistemico in cui la preparazione funzionalista e lo sviluppo delle competenze produttive vengono riconfigurati in un assemblaggio uomo-macchina. Questo assemblaggio ha un carattere ottimale: è calcolatore, strategico, orientato alla pianificazione, interventista ed orientato alle priorità grazie all'uso di strumenti di pianificazione basati sui dati che guidano e monitorano tale processo decisionale imprenditoriale e speculativo di pianificazione strategica.

Le relazioni temporali dominanti sono quelle di produttività ed efficienza, dove l'obiettivo finale è un uso efficace e produttivo del tempo per raggiungere le tappe fondamentali (e le relative aspettative) in modo sempre più rapido. La tecnologia è ciò che consente allo studente di coltivare il proprio potenziale e di diventare veloce ed efficace nel farlo, eliminando o aggirando le inerzie e le inefficienze individuali, con la velocità che agisce come “a deliberate achievement and driver through the setting of timing targets” (Kitchin, 2023: 122).

Questo assemblaggio vive anche nella densità temporale e nella frammentazione prima/dopo il raggiungimento delle competenze. La densità temporale e la frammentazione richiedono preparazione ed adattabilità, ovvero la preparazione a qualsiasi eventualità in modo proattivo e preventivo piuttosto che reattivo, esercitando un certo livello di controllo sul futuro agendo nel presente (Adams et al., 2009) e mettendo in atto “a governance apparatus that responds adequately to all such events” (Kitchin, 2023: 94). È qui che la guida tecnologica diviene cruciale. Negli assemblaggi uomo-macchina, la preparazione implica l'uso di tecnologie per anticipare le crisi emergenti, identificare gli approcci più efficaci per i diversi scenari, documentarli nei piani di

risposta/intervento e garantire che le risorse necessarie siano prontamente disponibili. In altre parole, l'interazione tra queste due logiche temporali produce l'effetto paradossale di potenziare, mediare ed integrare le forme pre-digitali di governance dell'apprendimento (sorveglianza, monitoraggio e gestione delle prestazioni), ma anche di introdurre forme di temporalità distintive dal punto di vista digitale e robotico che riconfigurano la natura della governamentalità, consentendo regimi disciplinari potenziati e nuove forme di controllo educativo attraverso cui "the exercise of regulation is baked into how an activity is performed" (Kitchin, 2023: 99). Gli studenti sono dotati dell'autonomia di agire entro certi limiti, con un'educazione guidata dalla robotica che controlla i confini dell'azione di apprendimento e dello sviluppo delle competenze attraverso la guida, la spinta e la coercizione. Si prevede un'economia biopolitica del tempo di apprendimento, in cui varie forme/modalità di arbitraggio temporale e il potere di stabilire le priorità sono distribuiti attraverso l'insieme uomo-macchina (Sriprakash et al., 2024).

4.3. Riconfigurare lo studente produttivo. O, la tirannia della connettività

Queste temporalità non sono neutre: al contrario, sono costruzioni ontologiche ed etiche. Ciò che sembra emergere sul piano della rappresentazione è la produzione di un nuovo soggetto dell'apprendimento e attraverso di esso una nuova visione di cosa significhi apprendere. In primo luogo, lo studente è rappresentato come un assemblaggio umano-robotico (Savat, 2013) immerso in cicli di istruzioni-feedback-valutazione-intervento, che si autogoverna secondo i principi di connettività, velocità, persistenza e istantaneità.

L'assemblaggio umano-robotico vive in/attraverso un network time (Hassan, 2003). Le esperienze educative sono frammentate e il soggetto è tenuto ad impegnarsi con perseveranza, invitato a cambiare continuamente e a gestire ritmi sovrapposti per non sprecare il proprio tempo. L'apprendimento diventa individualizzato, dipendente dalla tecnologia, guidato da regole algoritmiche, governato dai dati e da procedure formalizzate. Le modalità di governance sono funzionaliste, razionali, orientate all'ottimizzazione, con l'educazione intesa come acquisizione di competenze per affrontare futuri incerti (Biesta, 2016).

Tutto già visto? In parte sì. Ma qui si costruisce un nuovo soggetto: lo studente produttivo connesso. Ciò che emerge è una tirannia della connettività (van Dijck, 2013), in cui le tecnologie robotiche connettive sono concepite come l'infrastruttura spazio-temporale che consente all'apprendimento di manifestarsi come un incontro acquisitivo, personalizzato, in continua espansione e cumulativo.

La connettività può essere intesa nell'alveo di un duplice universo semantico (van Dijk, 2013). Da un lato, si riferisce alla connettività perpetua delle tecnologie digitali e delle opportunità di apprendimento, ovvero alla loro natura sempre attiva. Dall'altro, rimanda ad una ipotetica disponibilità continua dei discenti, in quanto soggetti performanti, sempre e ovunque. Questa connettività perpetua è concepita come ciò che consente all'apprendimento di diventare flessibile, svincolato dal tempo cronologico e dagli orari prestabiliti, e organizzato secondo le dinamiche del network time. Una seconda sfumatura della connettività riguarda la fusione tra la connessione umana/conoscitiva e la connettività automatizzata, dove "essere all'interno del circuito mediato dalla robotica" diventa una risorsa preziosa affinché l'apprendimento possa avvenire: una forma di capitale tecnologico che costituisce le condizioni affinché il discente possa trasformare la potenziale connessione umana/conoscitiva in un processo di accumulazione di competenze e conoscenze (come capitale educativo).

Lo studente produttivo è chiamato ad un impegno senza fine verso la connettività, condizione e mezzo per l'accumulazione del capitale educativo. Lo studente produttivo è chiamato ad impegnarsi costantemente nell'accumulo di capitale educativo, sempre nel presente perpetuo, ad un ritmo e in un modo imposti dalla robotica. Il tempo libero deve diventare un tempo produttivo. Ciò che emerge è una modalità di governo dell'esperienza dell'apprendimento in cui la natura "sempre attiva" delle tecnologie robotiche in rete impone che ogni tempo libero o morto venga trasformato in tempo produttivo. In tale riconfigurazione etica del discente come soggetto, osserviamo una particolare forma educativa di ciò che Rosa (2017) definisce il paradosso della connettività, dove domande ambivalenti insistono sulla gestione e sull'esperienza del tempo: una gestione del tempo flessibile e frammentata è resa possibile, ma al tempo stesso si creano maggiori esigenze di densità temporale ed ottimizzazione. Seguendo Kitchin (2023) si può infatti sostenere come il lavoro di prefigurazione spazio-temporale incorporato nell'immaginario della robotica educativa e la riconfigurazione della figura dello studente produttivo abbiano, nel complesso, l'effetto di sospendere studenti (come insegnanti) in un insieme di paradossi temporali.

In primo luogo, l'invio paradossale a sperimentare densità temporale, frammentazione e cicli ininterrotti di tempi-macchinici colloca i soggetti educativi in una temporalità schizofrenica, in cui le richieste di diventare pianificatori del proprio tempo produttivo e del proprio apprendimento coesistono potenzialmente con sentimenti di ansia e pressione temporale, derivanti da una percezione di mancanza di controllo sul tempo e sulla velocità, e dal rischio di una diminuzione della produttività (Grimaldi & Ball, 2021). Il tempo dell'apprendimento diventa così scarso, rapido e denso, regolato da autorità ibride e mutevoli. Al discente viene chiesto, allo stesso tempo, di essere padrone del proprio tempo di apprendimento e di delegarne il controllo alle logiche opache del network time.

In secondo luogo, un paradosso simile emerge in relazione alla memoria e alle tracce del passato. Mentre il discente ideale è incoraggiato “to operate in the moment with little reflection on the past, its relevance to the present, or historical continuities, or on the future and long-term ambitions and planning” (Kitchin 2023, 156), la robotica educativa e le analitiche infrastrutturali sono intese come i depositary delle memorie educative codificate. Si delinea così uno scenario in cui le pratiche di robotica educativa etichettano continuamente i soggetti in base a prestazioni, efficacia o efficienza. Tali pratiche hanno un effetto performativo che impone standard educativi, ritmi e regole indipendentemente dal contesto situato dell’educazione e dalle specificità dei contesti formativi. Molti aspetti critici, infatti, qui emergono: la persistenza e/o la (im)possibilità di dimenticare tali memorie ha implicazioni significative sui processi di etichettamento in ambito educativo e per la costituzione di soggettività ‘deficitarie’. Inoltre, ciò implica una delega della progettazione del futuro-presente, della capacità di pianificare o anticipare, ad un assemblaggio macchinico basato su regole e modalità di gestione automatizzate. È inoltre ampiamente riconosciuto come stress e pressioni temporali e l’(im)possibilità di dimenticare influenzino in modo diverso individui e gruppi a seconda delle circostanze e della sovranità temporale. In questo scenario, dunque, la sovranità temporale diventa un elemento chiave nel modellare relazioni ed esperienze educative disuguale ed asimmetriche, e quindi un terreno di lotta epistemica, politica ed educativa.

Infine, la concezione della robotica educativa come desiderabile perché consente al discente/insegnante di prefigurare lo svolgimento dell’apprendimento quotidiano attraverso risposte e cicli di feedback pre-programmati apre un terzo spazio paradossale. Infatti, l’apprendimento produttivo viene immaginato come radicato in una serie costante di presenti educativi ‘plastici’, plasmati da una proiezione algoritmica del futuro che produce attivamente le storie e i futuri desiderabili dei soggetti codificati. In altre parole, l’apprendimento produttivo calcola diverse temporalità di apprendimento e predice traiettorie educative future, influenzando il presente per prefigurare o trasformare quei futuri immaginati (Facer, 2018). Il rischio paradossale è quello di limitare la possibilità di futuri emergenti alternativi attraverso una narrazione che seduce il discente come il principale artefice del proprio futuro, ma occulta (tramite una black-box) le norme e i valori incorporati in questo lavoro macchinico di costruzione del futuro. Ogni riflessione approfondita su questo insieme di paradossi e dilemmi temporali invita chiaramente a domandarsi se essi comportino il rischio di ampliare piuttosto che ridurre le disuguaglianze e le divisioni sociali, alimentando preoccupazioni su se e come i futuri “sociodigitali e mediati dalla robotica” immaginati in ambito educativo possano intensificare disuguaglianze, superficialità, negligenza nelle relazioni, chiusura ed estrazione (Sriprakash et al. 2024).

Conclusione

Quest'analisi ha discusso alcune delle caratteristiche distintive dell'emergente immaginario contemporaneo della robotica educativa. L'analisi si è concentrata sulla visione del futuro dell'educazione elaborata da alcuni potenti attori globali nel settore dell'EdTech, sottolineando come ciò comporti la costruzione di forme spazio-temporali educative distintive (Adam, 2008). In particolare, è emerso come queste forme siano regolate dalle logiche dell'educazione guidata dalla tecnologia, della connettività, dell'apprendimento orientato allo sviluppo e al raggiungimento di competenze e dell'educazione al e per il futuro.

In questi frame, i robot educativi sono concepiti come strumenti che consentono il miglioramento dell'apprendimento attraverso un'educazione basata sulla tecnologia che funziona secondo un ciclo di feedback cibernetico. In quanto tali, l'apprendimento è ri-definito come una serie di esperienze connettive continue, ininterrotte, disperse e simultanee. Allo stesso tempo, il miglioramento dell'apprendimento reso possibile da una connettività in continua espansione è descritto come funzionale alle traiettorie di un apprendimento *developmental* in un quadro temporale che abbraccia tutta la vita e tutti gli aspetti della vita, in cui l'obiettivo dell'apprendimento è concepito come una preparazione orientata al futuro. Attingendo ai materiali empirici, l'analisi ha discusso come queste temporalità emergenti siano multiple e come ri-strutturino discorsivamente i ritmi, i calcoli, le modalità e le relazioni nelle/delle pratiche educative. Infine, l'analisi ha discusso criticamente come tali temporalità posizionino al centro dell'esperienza educativa un nuovo tipo di studente produttivo, uno studente che è catturato dalla tirannia della connettività e dai suoi paradossi.

Nel capitolo successivo verrà affrontata l'emergenza di un immaginario della robotica educativa in e attraverso un processo di co-design di un robot *Classmate*. Queste due analisi sull'immaginario non sono slegate tra di loro. In linea con una concezione relazionale, gli immaginari non vengono qui trattati come rappresentazioni fisse o autonome, ma come configurazioni relazionali, storicamente e materialmente situate. Questo lavoro riconosce che nessun immaginario emerge nel vuoto, ma è sempre inscritto in una dinamica di tensioni tra forze di stabilizzazione e normalizzazione, così come di trasformazione e discontinuità, ovvero in un continuo movimento di deterritorializzazione e riteritorializzazione (DeLanda, 2016). Così, gli immaginari non sono né puramente locali né puramente globali, ma emergono come effetti di assemblaggi che connettono attori, discorsi, materiali e visioni in modo eterogeneo e produttivo.

Capitolo 5.

Seguire gli immaginari attraverso il co-design di un artefatto robotico per l'educazione: l'immaginario della robotica educativa in Translation⁹

Introduzione

Il capitolo precedente si è concentrato sull'analisi dell'immaginario della robotica educativa che emerge attraverso il lavoro di envisioning che stanno compiendo le aziende globali impegnate nella progettazione di soluzioni robotiche per l'educazione. L'analisi che segue ha lo scopo di esplorare come, nel caso dell'esperienza progettuale descritta nei capitoli precedenti, l'immaginario della robotica educativa possa essere ri-costruito, ri-fatto, *tradotto* nel corso di – ed attraverso un – processo di co-design di un robot Classmate. L'obiettivo è quello di portare alla luce gli intrecci sociali, materiali e tecnici in gioco nel processo di traduzione situata dell'immaginario della robotica educativa.

Per raggiungere tali scopi, quest'analisi propone un approccio teorico che combina la nozione di educational imaginaries (Rahm, 2023) con l'analitica sviluppata da Callon (1986) nella sua sociology of translation (vedi capitolo 2).

Dal punto di vista metodologico, l'analisi di questo immaginario è avvenuta tramite un'esplorazione qualitativa del processo di co-design, parte del caso studio presentato (vedi paragrafo 3.3.2).

5.1. Futuri guidati dalla robotica per innovare l'educazione: immaginari e problematizzazioni

Il processo di traduzione di un immaginario della robotica educativa in pratiche scolastiche ha inizio quando un gruppo di ingegneri di un'azienda italiana dell'EdTech decide di coinvolgere cinque scuole ed un gruppo di ricercatori in un progetto di innovazione educativa basata su robotica e IA. La fase iniziale di tale processo di innovazione robotica si configura come una problematizzazione delle

⁹ Questo capitolo è la versione tradotta ed ampliata, sul piano empirico ed interpretativo, dell'articolo: Parola J. (2025). The Imaginary of Educational Robotics in Translation. The Co-design of a Robotic Artefact for Education, *Scuola democratica, Learning for Democracy*, 2/2025, 289-313.

pratiche educative esistenti. Per assicurare l'efficacia della problematizzazione, gli ingegneri devono risultare persuasivi e attrarre gli attori all'interno della rete che desiderano costruire (Callon, 1986). Per innovare le pratiche di insegnamento e apprendimento, i sistemi esistenti devono essere rappresentati come inadeguati o carenti in modo tale da necessitare una modernizzazione. Il successo della fase di problematizzazione dipende dal fatto che gli ingegneri riescano a definire il problema in una maniera tale da far accettare agli altri attori la loro definizione del problema e la soluzione proposta.

La strategia persuasiva messa in atto si incentra sull'associazione tra la robotica educativa e parole potenti quali 'efficacia, supporto, efficienza, sistema aumentato'. Si costruisce così uno spazio discorsivo che inizia ad organizzare l'etica di una potenziale e continua innovazione/rivoluzione robotica in ambito educativo. La problematizzazione dei sistemi educativi esistenti riguarda, secondo il gruppo di ingegneri, l'inefficienza della scuola tradizionale, dei suoi contenuti educativi (in termini di qualità e focalizzazione), la mancanza di accesso continuo all'apprendimento, l'inefficienza nel coinvolgimento degli studenti e la mancanza – o la resistenza – all'innovazione tecnologica all'interno delle scuole italiane.

La soluzione proposta dagli ingegneri, che inquadrano il valore di un robot educativo, varia in base agli stakeholder a cui sono rivolte. Per gli insegnanti, il robot è presentato come uno strumento per migliorare l'efficacia dell'insegnamento attraverso l'aumento della disponibilità, del continuo accesso, della qualità e della persistenza dei contenuti educativi. Per gli studenti, gli ingegneri promettono un apprendimento continuo grazie al supporto costante e all'accessibilità continua – in qualsiasi tempo e in qualsiasi luogo – dei contenuti e degli spazi educativi, oltre ad opportunità di telepresenza. Per i dirigenti scolastici, il robot è prefigurato come un mezzo per potenziare il profilo tecnologico della scuola. Si attiva, cioè, una visione deterministica in cui si investe sul 'fascino carismatico della soluzione tecnologica', ovvero sull'idea secondo cui i problemi educativi presenti e futuri possano essere facilmente risolti tramite i poteri della tecnologia (Facer & Selwyn, 2021).

Gli ingegneri non si limitano a definire l'obiettivo principale del progetto – innovare i processi di insegnamento, apprendimento e gestione all'interno del sistema scolastico italiano mediante l'uso di un robot sociale – e ad identificare alcuni attori. Piuttosto, loro delineano i ruoli necessari all'interno dell'actor network e illustrano come e perché sia necessario costruire alleanze per realizzare un'innovazione robotica in ambito educativo (Callon, 1986). Questa definizione dei ruoli e delle alleanze rappresenta la strategia chiave utilizzata dagli ingegneri per coinvolgere ed enrol/arruolare efficacemente gli attori. L'argomentazione che sviluppano viene costantemente ripetuta: affinché l'innovazione abbia luogo, scuole e docenti devono condividere e co-partecipare alla costruzione del quadro educativo all'interno del quale il dispositivo robotico sarà utilizzato. In altre parole, il robot

Classmate è presentato come una pagina bianca che ogni docente può e deve personalizzare in funzione dei bisogni specifici della propria classe, affinché le componenti dell'assemblaggio robotico da costruire seguano grammatiche d'azione conformi ai criteri e agli input prefigurati dalle scuole. Parallelamente, il gruppo di ricercatori viene chiamato a svolgere un ruolo cruciale: facilitare il design del funzionamento educativo dei dispositivi robotici.

In relazione all'obiettivo principale definito dagli ingegneri, emergono interrogativi fondamentali: Come possono un artefatto robotico fisico e la sua piattaforma essere introdotto in un contesto scolastico? A quali scopi educativi possono rispondere? Qual è il valore pedagogico di un robot educativo, e quali obiettivi di apprendimento supporta?

In questo modo, l'azienda intende ispirare gli attori rappresentandoli come soggetti fondamentali per una trasformazione scolastica necessaria, attuata attraverso una combinazione strategica tra progresso tecnologico e sforzi innovativi degli insegnanti. Questa strategia persuasiva fa sì che gli attori accettino il loro ruolo nell'actor network senza tensioni.

Questa definizione delle identità all'interno della rete segna una fase intensa della problematizzazione. In questa fase, la translation degli immaginari della robotica educativa in pratiche scolastiche è articolata attorno ad un Punto di Passaggio Obbligato (OPP) – ovvero la co-creazione e la personalizzazione dei dispositivi robotici da parte dei docenti. Come conseguenza, le aspirazioni, i desideri e gli immaginari dei docenti – e le dinamiche problema-soluzione in essi contenute – vengono identificati come attori indispensabili.

La translation della robotica educativa si intreccia dunque profondamente con gli immaginari dei docenti riguardo al futuro dell'educazione, generando diversi scenari futuri che prefigurano i possibili ruoli della robotica nella trasformazione delle dinamiche scolastiche. Questi scenari emergono da un'interpretazione delle conversazioni e delle interazioni tra insegnanti durante i primi due focus groups. Piuttosto che seguire un quadro prestabilito, le problematizzazioni emergono in modo dinamico, attraverso interazioni e riflessioni continue (Rahm & Rahm-Skågeby, 2023).

#Scenario 1: la robotica come prompt per la misurazione e per l'intervento sui comportamenti e sulle performance educative

In questo scenario, i docenti immaginano il robot Classmate come incorporato all'interno di una razionalità tecno-scientifica. In tale visione, il principale valore della robotica risiede nella sua capacità di automatizzare e trasformare le pratiche educative in dati digitali, attraverso cui adottare forme di quantificazione e misurazione oggettive per ottimizzare l'apprendimento e l'ambiente in cui esso ha luogo. La robotica viene così inquadrata nella promessa di un'oggettività tecno-scientifica

assoluta, priva di pregiudizi umani o teorie dell'apprendimento predefinite, proiettando un futuro fatto di soluzioni educative precise ed affidabili (Selwyn et al., 2021) e costruendo uno spazio-tempo basato su anticipazione, monitoraggio continuo, misurazione costante e feedback in tempo reale (Webb et al., 2020). Come gli insegnanti partecipanti affermano:

“Il robot può osservare tutti gli eventi che accadono in aula, indipendentemente dalle condizioni. È in grado di comprendere, analizzare, misurare in qualsiasi contesto come gli studenti interagiscono, arrivando a una valutazione comportamentale basata sui dati” (Insegnante A.).

All'interno dell'immaginario dei docenti, il robot agisce come un database dinamico di informazioni, fungendo da valutatore all'interno della classe. È in grado di monitorare ed analizzare le performance individuali degli studenti, il livello complessivo della classe e lo stato di avanzamento del programma curricolare. In base a tali parametri, il robot può valutare conoscenze, abilità e competenze degli studenti, individuare bisogni e fornire feedback basati sui dati in tempo reale. Inoltre, il robot può estendere il proprio ruolo valutativo alle competenze sociali. Ad esempio, in contesti di apprendimento cooperativo, può rilevare i livelli di partecipazione e identificare quali studenti contribuiscono maggiormente o meno alle attività di gruppo, valutando la capacità di interazione, articolazione del pensiero e ascolto.

Come un insegnante prefigura:

“Il robot dovrebbe fungere da motivatore. Se fa parte di un gruppo di lavoro e nota che uno studente non parla, dovrebbe incoraggiarlo dicendo: ‘Ora tocca a te provare’. Dovrebbe anche ricordare questa interazione, così che nella prossima sessione di apprendimento cooperativo, se il gruppo è lo stesso, possa dire: ‘Adesso guidi tu perché la volta scorsa hai parlato meno’. Questo tipo di memoria è qualcosa che noi insegnanti non possiamo sempre mantenere. Avere un'entità terza – neutrale, imparziale e non giudicante – potrebbe essere un valido alleato per aiutare gli studenti a comprendere i loro ruoli e a lavorare in modo più efficace” (Insegnante S.).

#Scenario 2: la robotica come prompt per ridurre e migliorare il carico lavorativo degli insegnanti

Questo scenario futuro inquadra la robotica come una soluzione ai problemi legati ai carichi burocratici e alle mansioni ripetitive che spesso gravano sugli insegnanti, permettendo loro di dedicarsi maggiormente alle attività pedagogiche. Secondo l'immaginario dei docenti, il robot può automatizzare attività amministrative di routine, alleggerendo il carico cognitivo legato a compiti quali la rilevazione delle presenze, la comunicazione con le famiglie e la compilazione delle relazioni. Inoltre, il robot può agire come “controllore del tempo”, ricordando agli insegnanti lo stato di

avanzamento, la sequenza e il tempo rimanente per le lezioni programmate, ottimizzando così la gestione dell'aula.

Tale scenario si fonda sull'assunto secondo cui l'IA completerà l'expertise umana, amplificandone e prolungandone le capacità, con l'obiettivo finale di un'ottimizzazione educativa; come questa citazione mostra:

“Poiché tutta la burocrazia eccessiva a cui sono sottoposti gli insegnanti è molto impegnativa, il robot potrebbe sicuramente essere un supporto” (Insegnante Y).

Questa visione, che considera l'IA come strumento per alleviare le fatiche del lavoro ripetitivo e burocratico, alimenta l'entusiasmo verso il suo potenziale ruolo in ambito scolastico, promettendo di liberare tempo da destinare ad attività educative centrali e orientate agli studenti (Selwyn, 2019).

#Scenario 3: la robotica come prompt per un'educazione continua e sempre connessa

Questo scenario immagina la robotica come una risposta a un sistema educativo “antico” e come un mezzo per costruire un'idea di scuola intesa come assemblaggio di spazi materiali intrecciati con codice digitale – ciò che Kitchen e Dodge (2014) definiscono smart code/space. Questo spazio educativo intelligente diventa uno spazio connettivo, dove il robot si integra perfettamente con gli altri dispositivi presenti in aula, come software, piattaforme e lavagne interattive. Il robot agisce da hub, collegando le diverse tecnologie e creando un ecosistema interconnesso di strumenti per l'apprendimento:

“Il robot, oltre a essere un elemento fisico presente in aula, deve interagire con un mondo che è nel cloud, un mondo con cui si può interagire da altri spazi, in momenti diversi. Quindi, il robot avrà una parte residente – non so dove – con cui si può interagire in modo empatico, tramite l'interfaccia, il volto, gli altoparlanti, ma ci deve assolutamente essere una parte nel cloud con cui si può interagire in modo diverso, anche al di fuori dell'orario scolastico” (Insegnante S.).

L'ottimizzazione educativa in questo caso si basa sull'idea di consentire l'accesso 24 ore su 24, 7 giorni su 7, ai contenuti e alle pratiche didattiche, permettendo agli studenti di seguire le lezioni e di accedere ed utilizzare le risorse al di fuori dell'orario scolastico tradizionale. Secondo l'immaginario degli insegnanti, facilitando un apprendimento costantemente accessibile, connettivo e continuo, la robotica contribuisce a trasformare l'aula in uno spazio dinamico e flessibile dove l'apprendimento

può avvenire in qualsiasi momento, da qualsiasi luogo e con qualsiasi dispositivo connesso alla rete, abbattendo i confini tradizionali di tempo e spazio nel processo di apprendimento.

#Scenario 4: la robotica come un prompt ‘mio’

In questo scenario, gli insegnanti concepiscono un robot educativo come una risposta a una criticità specifica del contesto italiano, ovvero l'utilizzo di dispositivi 'senza contesto'. I software e le piattaforme offerte alle scuole sono percepiti dagli insegnanti come strumenti che offrono contenuti standardizzati, non adattivi e disallineati rispetto ai bisogni concreti delle singole classi e pratiche educative. In questa visione, il valore aggiunto della robotica risiede nella possibilità di personalizzazione da parte degli insegnanti, i quali possono curare e immettere contenuti coerenti con i bisogni dei propri studenti e con gli obiettivi educativi da loro individuati come necessari, così come mostra questa citazione:

“Se parliamo di chimica, la funzione formule non dovrebbe funzionare come una semplice ricerca delle formule. Il robot non deve sostituire Google. Invece, in classe, man mano che affrontiamo i temi, siamo noi a costruire la scheda delle formule in base ai bisogni della classe. Quindi, il robot recupera informazioni da ciò che ha vissuto in aula. Altrimenti, se ci serve una risposta rapida, andiamo su Google e basta. O, in relazione a ciò che faccio quotidianamente, andiamo in laboratorio e il robot viene con noi. Lo portiamo fisicamente perché credo sia possibile. In laboratorio, segue ciò che facciamo. Inoltre, ho notato che gli studenti dimenticano spesso ciò che abbiamo fatto – a volte anche i risultati degli esperimenti. Il robot potrebbe ricordare le esperienze fatte e collegarle alla teoria in classe. Questo approccio dovrebbe essere sviluppato materia per materia” (Insegnante Y.).

Attraverso queste problematizzazioni, si delinea il riconoscimento da parte degli attori che la rete di alleanze deve essere costruita (Callon, 1986), come illustrato nella Figura 1.

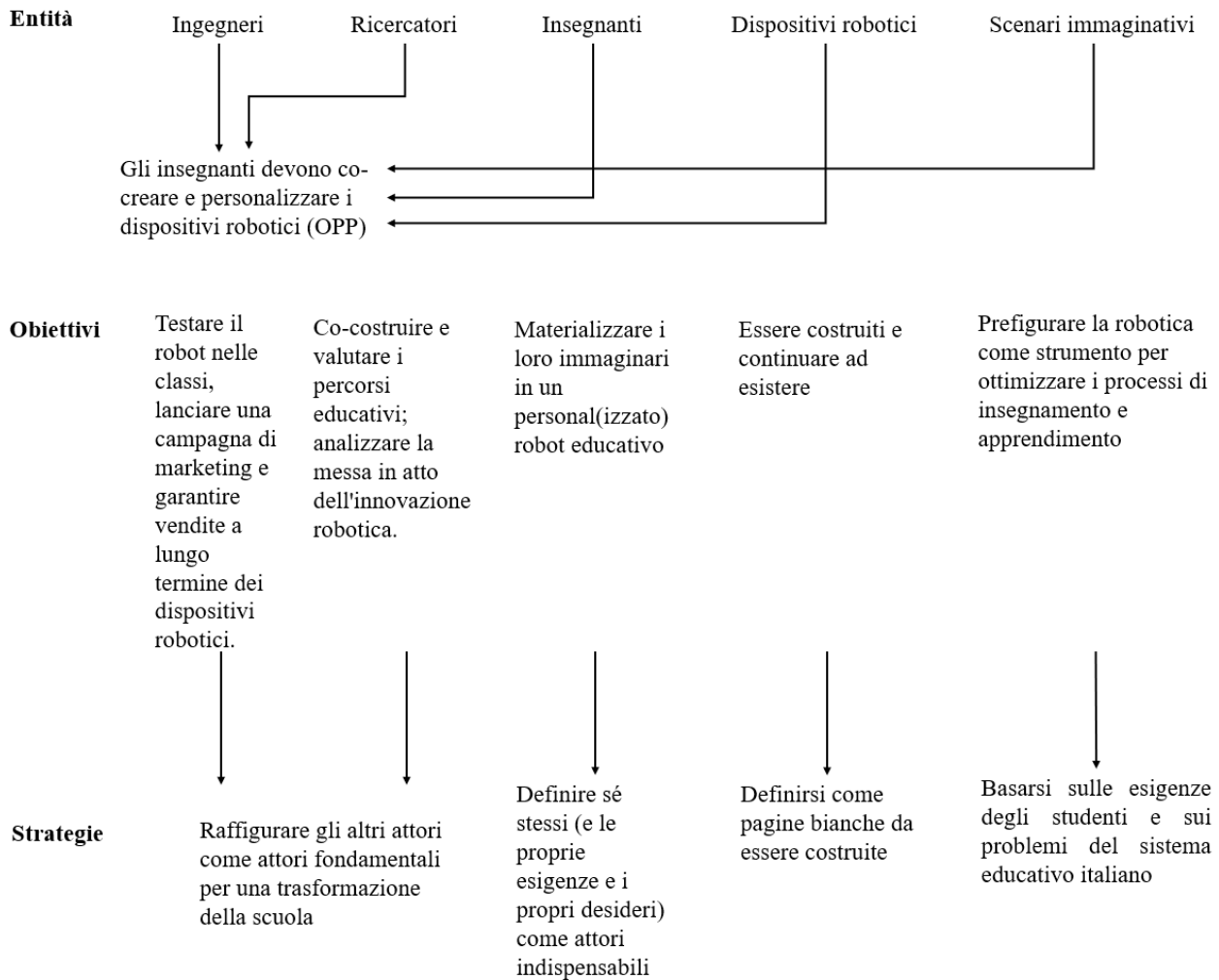


Figura 5.1: Fase della problematizzazione

L'actor network deve essere costruito. Il gruppo degli ingegneri necessita tanto degli insegnanti quanto dei ricercatori per assicurare il successo della loro strategia di marketing. Hanno bisogno di testare il robot nei contesti scolastici quotidiani e si affidano all'alleanza con esperti di campo (i ricercatori), così come alle testimonianze degli insegnanti sul valore di un robot nella pratica didattica. Tale collaborazione è cruciale per il successo della campagna di marketing e per garantire le vendite a lungo termine.

In parallelo, insegnanti e dirigenti scolastici necessitano degli ingegneri per materializzare i propri immaginari e visioni educative in un artefatto sociotecnico personale e personalizzato. A loro volta, si affidano alla mediazione dei ricercatori, che portano conoscenze sulle pratiche didattiche supportate dalla robotica. I ricercatori, infine, hanno bisogno della conoscenza situata degli insegnanti per facilitare ed esaminare la messa in atto della robotica educativa, essendo quello che sono pagati per

fare dagli ingegneri. In aggiunta, intendono osservare, raccogliere dati e analizzare l'enactment dell'innovazione robotica per scopi scientifici e accademici.

Le componenti robotiche, quali l'artefatto fisico e la sua piattaforma, concepiti come pagine bianche da ri-modellare, necessitano di questa alleanza per essere progettati, sviluppati e mantenuti nel tempo.

Gli obiettivi degli attori sono dunque interdipendenti, rendendo indispensabile una rete fondata su interessi comuni e obiettivi condivisi. Questo momento segna una prima definizione delle identità, delle alleanze e delle strategie attivate dagli attori mobilitati in questa fase della translation, all'interno di una rete che resta sempre fluida, instabile e soggetta a continui ri-allineamenti.

5.2. La fase di interessement: dispositivi di mediazione e consolidamento della rete

Nel corso di un processo di interessement reciproco, vengono introdotte nuove entità all'interno della rete, con lo scopo di sostenere l'innovazione robotica in ambito educativo. Le prefigurazioni degli scenari educativi futuri attraverso l'introduzione della robotica nelle classi scolastiche risultano infatti non sufficientemente validate dall'intera rete di attori, aprendo una fase di prove di forza e negoziazioni. In questa fase, nuove entità vengono strategicamente (inter)poste come dispositivi di interessement, finalizzati a stabilizzare le alleanze e assicurare l'enrolment degli attori. Le identità degli attori restano fluide – “never clear cut”, ma piuttosto “formate e riformate solo durante l'azione” (Callon, 1986: 206).

Un esempio significativo è rappresentato dal ruolo dei ricercatori e dal loro spostamento strategico, il cui scopo è quello di facilitare una re-immaginazione dei possibili ruoli della robotica educativa. Questo gruppo costruisce un nuovo meccanismo per tradurre gli immaginari in attività educative, introducendo nel processo i seguenti attori:

- Politiche pubbliche, da un lato quelle nazionali, emanate dal MIUR¹⁰ (oggi MIM), che identificano la robotica educativa come strumento per rafforzare approcci pedagogici come il learning by doing, il problem-based learning e la media education; dall'altro, le raccomandazioni OCSE¹¹, che promuovono la robotica educativa come mezzo per sviluppare il pensiero computazionale, la capacità di risoluzione dei problemi e l'apprendimento socio-emotivo;

¹⁰ <https://www.mim.gov.it/documents/20182/0/Indicazioni+nazionali+e+nuovi+scenari/>

¹¹ https://www.oecd.org/en/publications/oecd-digital-education-outlook-2021_589b283f-en.html

- Tre scenari immaginativi elaborati a partire dalla letteratura scientifica sul tema;
- Linee guida per la costruzione di percorsi educativi, che specificano quando e come il robot dovrebbe – o non dovrebbe – essere utilizzato, in relazione ai quadri pedagogici, agli obiettivi formativi, ai setting, ai profili degli studenti e alle tecnologie e risorse complementari previste.

I ricercatori, basandosi su questi nuovi attori che inseriscono nella rete, invitano gli insegnanti a designare attività con e attraverso la robotica educativa. Elemento cruciale di questa strategia elaborata dai ricercatori è una precisa argomentazione: per costruire un artefatto robotico orientato all'educazione (e non meramente alla tecnologia), è necessario che gli esercizi immaginativi e la modellazione delle attività didattiche siano radicati in dimensioni educative.

Tuttavia, per realizzare dispositivi di interesse efficaci, è necessario comprendere in profondità gli attori della rete, i loro obiettivi e le loro aspettative. Di conseguenza, e rispettando l'OPP, scenari e linee guida restano volutamente aperti, lasciando spazio agli insegnanti per adattarli ai propri contesti specifici, ai risultati di apprendimento desiderati e alle dinamiche scolastiche locali. Come i ricercatori invitando alla co-partecipazione:

“Proviamo a immaginare attività simili adattate alle vostre discipline specifiche e ai vostri contesti scolastici, concentrandoci sugli obiettivi educativi, il setting, il target di riferimento, gli strumenti necessari e il tipo di attività che si potrebbero realizzare” (Ricercatore D.).

In sintesi, i tre scenari introdotti dai ricercatori possono essere analizzati come: 1) la robotica come prompt per il problem solving; 2) la robotica come prompt per il learning by doing; 3) la robotica come prompt per il learning by errors.

Questi scenari configurano una nuova narrazione, in cui la robotica educativa viene (ri)definita attorno a obiettivi di apprendimento significativi: ottimizzare la costruzione della conoscenza attraverso la materialità dell'artefatto robotico e l'atto della programmazione; consentire agli studenti di esplorare, sperimentare e manipolare concetti in modo concreto; fornire una rappresentazione tangibile di concetti astratti; favorire un apprendimento evolutivo e dinamico.

Durante questa fase, gli esercizi immaginativi degli insegnanti delineati nella fase precedente entrano in una negoziazione, subendo molteplici spostamenti, mentre i nuovi attori contribuiscono a rimodellare le visioni originarie. Le visioni dei ricercatori, i quadri educativi emergenti, le politiche pubbliche e i casi d'uso internazionali diventano il terreno di de-costruzione degli immaginari docenti. Le successive note possono essere analizzate come uno spostamento delle visioni iniziali degli insegnanti:

“Il robot può stimolare la creatività, e la creatività favorisce la flessibilità” (Insegnante L.).

“Il robot può facilitare un ambiente di apprendimento dinamico e realistico” (Insegnante S.).

“Ci sarebbero altre possibilità di utilizzo del robot e di interazione con esso, programmandolo in quella fusione tra elettronica e antropologia che, in fondo, è il tema generale dell’approccio filosofico alle macchine automatiche” (Dirigente S.).

In particolare, framework educativi come il problem solving e il learning by doing emergono come attori centrali nella ridefinizione delle funzionalità del robot, determinando uno spostamento rispetto alle aspettative iniziali degli insegnanti. Questi ultimi, a loro volta, posizionano la propria conoscenza dei bisogni di apprendimento degli studenti come dispositivi chiave di interesse per i ricercatori, affermando tale conoscenza come fondamento essenziale per la progettazione di applicazioni robotiche significative e contestualmente rilevanti.

Questa dinamica reciproca favorisce una rete di interdipendenze, in cui entrambi i gruppi contribuiscono attivamente a modellare il ruolo del robot in ambito educativo, come mostra questo scambio tra ricercatori e insegnanti:

“Volevo fornire uno stimolo. Le attività di problem solving possono essere attività puntuali, realizzabili in un’ora o due, oppure attività più complesse, strutturate in fasi codificate (problem finding, problem setting, brainstorming e decision making, attuazione della decisione, monitoraggio e valutazione). Su questo, immaginate che i gruppi possano lavorare in tempi diversi, distribuiti su più giorni, affrontando queste fasi con l’aiuto del robot?” (Ricercatore E.).

“Il lavoro è più strutturato, con ciascun sottogruppo che si concentra su una parte specifica del problema, contribuendo a un obiettivo comune. Ad esempio, se il robot vuole viaggiare verso la Luna, diversi sottogruppi si occupano di compiti distinti: alcuni lavorano sul sistema di terra, altri sulla termodinamica della fase di lancio, altri ancora sul computer di bordo – finché tutti i gruppi devono unire i risultati per garantire il raggiungimento dell’obiettivo. Un altro approccio è il lavoro di tipo laboratoriale: un gruppo progetta l’esperimento fisico, un altro si occupa dell’analisi dei dati, un terzo cura gli aspetti estetici e comunicativi, come la presentazione finale. In questo modo, tutti gli studenti possono essere coinvolti in compiti diversi ma interconnessi” (Insegnante S.).

Questa fase si conclude con la co-creazione di un dispositivo di interesse per gli ingegneri: un documento argomentativo intitolato ‘casi d’uso’, frutto dell’interdipendenza tra i due gruppi. Da

questo momento, gli ingegneri si impegnano nella progettazione e programmazione dell'hardware robotico prototipale e della relativa infrastruttura software, mentre insegnanti e ricercatori partecipano alla costruzione di percorsi di robotica educativa da testare all'interno delle classi una volta introdotti i dispositivi robotici.

5.3. L'enrolment nell'innovazione educativa robotica: uno spazio di resistenze, tradimenti e innovatori

Tre momenti possono essere individuati nella fase di enrolment: a) in un primo tentativo, gli attori si impegnano nella collaborazione per lo sviluppo di percorsi educativi con il classmate robot, basandosi sui casi d'uso delineati durante la fase di interesse. Gli insegnanti non solo si impegnano nella co-progettazione dei percorsi, ma accettano di introdurre nelle loro classi un nuovo dispositivo basato su IA ancor prima dell'arrivo del robot che stanno co-progettando; b) in seguito all'enactment di questo nuovo dispositivo, emergono momenti di tensioni e resistenza; c) la translation continua a dispiegarsi, generando due spazi distinti: quello degli innovatori e quello della resistenza.

Nel primo stadio dell'enrolment, la translation si configura come un tradimento. Gli attori sono enroled nella co-costruzione (e quindi personalizzazione) dei percorsi didattici per il classmate robot. Inoltre, gli insegnanti si impegnano ad introdurre un nuovo dispositivo basato su IA nelle loro classi, su richiesta degli ingegneri, prima dell'introduzione del robot. L'introduzione di questo nuovo dispositivo di IA non ha obiettivi definiti se non quello esplorativo. Ingegneri e ricercatori si dichiarano aperti all'osservazione dei cosiddetti usi naturali della tecnologia in contesti educativi come l'aula scolastica.

Tuttavia, l'introduzione del dispositivo viene percepita dagli insegnanti come un tradimento della promessa fatta dagli ingegneri, secondo cui gli artefatti tecnologici introdotti nelle loro classi sarebbero stati altamente personalizzabili. Il dispositivo, nella sua forma attuale, non riflette il processo di co-design e customizzazione precedentemente immaginato. Come forma di resistenza, i docenti rifiutano il suo utilizzo, ad eccezione per i primi giorni, quando lo testano brevemente per curiosità.

Il dispositivo, come simbolo del tradimento, apre una controversia. Questa controversia segna l'inizio di una nuova fase di problematizzazione, in cui il focus si sposta sull'intelligenza artificiale e sulla robotica educativa stessa. La domanda centrale diventa: "La robotica basata su AI è davvero utile per l'educazione?". L'assemblaggio robotico, inizialmente concepito come soluzione, viene ora

problematizzato come oggetto di scetticismo, riattivando negoziazioni, riflessioni e tensioni all'interno della rete.

Nel nuovo intreccio tra problematizzazioni e immaginari, durante i meeting con i ricercatori emergono ulteriori scenari futuri.

#Scenario 1: la robotica come prompt personale

Questo scenario prende le mosse dall'inutilità educativa che si manifesta quando un dispositivo basato su IA è decontestualizzato dai bisogni specifici della classe dove viene introdotto. Per i docenti, un robot deve essere personale in molteplici sensi. In primo luogo, deve poter essere integrato nell'assemblaggio scolastico, ovvero deve accedere ed interagire con contenuti, risorse, materiali didattici e linguaggi disciplinari personalizzati per la specifica classe in cui viene introdotto. Tale connettività è vista come condizione necessaria per potenziare l'interattività, come spiega questa insegnante:

“C'è assolutamente bisogno di più interattività. Con i libri, l'interazione è limitata. Posso proiettare un libro digitale sullo schermo per mostrare come lo uso, ma gli studenti non possono interagire davvero con me e con il libro. La tecnologia dovrebbe entrare nella scuola per abilitare un'interazione multidirezionale. Questo li coinvolgerebbe molto di più” (Insegnante K.).

La robotica come dispositivo personale viene immaginata anche nella capacità che il dispositivo tecnologia possa possedere ed accedere alle informazioni della comunità-classe, diventando un'entità incorporata all'interno dell'ecologia scolastica. Tale integrazione è considerata essenziale per la costruzione di relazioni significative, come mostra questa citazione:

“Deve sapere chi c'è in classe, ricordare i nomi degli studenti con cui interagisce. Se riuscisse a ricordare i nomi, si creerebbe un senso maggiore di familiarità” (Insegnante Y.).

Oltre all'interattività, questa integrazione viene vista come mezzo per ridurre le frizioni (Gillard, 2018), ovvero la difficoltà che alcuni studenti incontrano nell'interagire con adulti o coetanei, soprattutto in contesti comunicativi emotivamente esposti:

“Non ci sarebbe più l'imbarazzo di parlare direttamente con l'insegnante. Gli studenti non sempre si aprono alle nostre domande, soprattutto quelle personali, ma parlare con una macchina può facilitare questo aspetto,

perché si sentono più sicuri e non giudicati. Senza contare i potenziali benefici per studenti a rischio o con disabilità, che potrebbero trarre molto da questo tipo di interazione” (Insegnante S.).

#Scenario 2: la robotica come prompt per la costruzione di soggetti maker

Questo scenario si sviluppa a partire dalla natura problematica dell’IA come tecnologia black-boxed, progettata in modalità top-down dalle aziende, con scarsa trasparenza o adattabilità. In risposta, emerge una prefigurazione della robotica come centrata sulla possibilità che gli studenti programmino il robot: “Gli studenti dovrebbero essere chiamati a programmare il robot” (Insegnanti K.). In questa visione, il soggetto educativo non è più solo utente della tecnologia, ma diventa un soggetto maker, che sviluppa non solo competenze di coding, ma anche creatività, immaginazione e pensiero progettuale – attivando, così, un processo di soggettivazione che va oltre il semplice utilizzo passivo del dispositivo (Macgilchrist, 2018).

#Scenario 3: la robotica come prompt per una macchina educativa moderna

Questo scenario può essere introdotto con una riflessione fatta da un docente:

“Vedendo cosa succede nelle scuole, qualcosa che già si sapeva è diventato assolutamente innegabile... la scuola è obsoleta. Non è solo l’infrastruttura fisica – è anche il quadro normativo, il modo in cui insegniamo rispetto agli studenti di oggi e anche rispetto alle loro famiglie. Siamo completamente fuori fase rispetto al mondo intorno a noi. Per colmare questo divario serve un cambiamento radicale nel modo di insegnare, nel modo in cui si vive il tempo in aula. Forse l’AI ci aiuterà a recuperare – anzi, a recuperare velocemente. In quarant’anni è cambiato pochissimo. Forse con l’AI possiamo rimetterci in pari” (Insegnante S.).

In questo scenario, l’IA e la robotica sono viste come garanzie per (ri)allinearsi ad una società tecnologicamente accelerata, promuovendo pratiche educative flessibili, adattive e soprattutto veloci. Si configura una macchina educativa moderna, capace di trasformare le temporalità educative accelerando i ritmi dell’apprendimento, ridefinendo gli spazi scolastici e sfumando i confini spaziotemporali tradizionali.

La traduzione della robotica educativa e dei suoi immaginari in pratiche didattiche prosegue, evolvendo attraverso nuove fasi di negoziazione. Per raggiungere la mobilitazione degli insegnanti, vengono interposte presentazioni ufficiali del Classmate robot e della sua piattaforma, e delle funzionalità didattiche incorporate nel software robotico così come programmate e immaginate dagli

ingegneri. Tuttavia, emerge una tensione: le funzionalità didattiche incorporate nel software robotico dagli ingegneri appaiono divergenti rispetto a quelli precedentemente negoziati e co-progettati tra ricercatori e insegnanti.

Le visioni educative, orientate alla dimensione pedagogica, co-progettate da ricercatori e insegnanti, hanno esercitato pressione sull'azienda durante la fase di programmazione hardware e software del robot sociale. Molte delle prefigurazioni e richieste, infatti, risultano non traducibili nelle funzionalità concrete dell'artefatto, anche per motivi legati ai vincoli tecnologici e di budget. Ciò porta alla ri-emersione del carattere black-boxed dei dispositivi sociotecnici.

Tuttavia, le funzionalità del robot vengono definite a un livello di astrazione elevato, per consentirne una maggiore flessibilità e adattabilità ai diversi contesti educativi. In particolare, gli ingegneri sviluppano casi d'uso educativi standardizzati, a cui gli altri attori della rete devono ora allinearsi. Tali casi si articolano generalmente in due fasi: a) programmazione, in cui il robot viene istruito a rispondere a domande specifiche e b) performance, durante la quale il robot interpreta le domande e fornisce le risposte appropriate così come programmato nella fase precedente.

La traduzione continua a dispiegarsi. Mentre i ricercatori sono enroled senza particolari tensioni, all'interno del gruppo degli insegnanti si cominciano a delineare due spazi d'azione distinti: quello degli innovatori e quello dei soggetti della resistenza, sottolineando come l'innovazione tecnologica non sia mai un processo lineare, ma piuttosto un campo di immaginari in continua tensione, in cui allineamento e disallineamento coesistono.

Lo spazio discorsivo della resistenza diventa un attore rilevante, capace di enrol un numero crescente di docenti e dare vita a una coalizione resistente. Le forze nemiche (Callon, 1986) che contribuiscono a stabilizzare questo spazio possono essere così identificate:

- La materialità della scuola

La materialità dell'artefatto robotico si scontra con quella dell'ambiente scolastico. L'innovazione non riguarda solo l'introduzione di nuove tecnologie, ma è profondamente legata a una serie di elementi materiali concreti – come è costruita la scuola, come sono disposte le aule, e soprattutto chi ha la responsabilità della tecnologia. Innovare significa tener conto di tutti questi aspetti e ri-configurare l'intero assemblaggio scolastico. Il robot pesa 3 kg, è alto 60 cm, non ha ruote e necessita di connessione Wi-Fi costante. Ciò solleva interrogativi pratici: “Chi lo sposta? Chi riconnette tutto? Chi ne è responsabile?” (Insegnante A.).

- I tempi scolastici

Il dispositivo robotico entra in conflitto anche con la temporalità scolastica. Ogni scuola segue un programma definito all'inizio dell'anno, con obiettivi e contenuti da trattare. Gli insegnanti manifestano preoccupazioni in merito alla gestione del tempo e temono che le sperimentazioni con il robot possano sottrarre ore ai contenuti curricolari.

- “Sono solo un insegnante”

Alcuni docenti percepiscono l'introduzione della tecnologia come una costrizione, più che un'opportunità. Tale sentimento nasce spesso da una insicurezza nei confronti dei dispositivi digitali:

“Forse non sono la persona più adatta per questo, anche perché non sono proprio giovane. Con le cose digitali non me la cavo benissimo. Le uso perché devo, ormai è necessario, ma non sono il mio pane quotidiano” (Insegnante C.)

- La visione in sé della robotica educativa

I casi d'uso integrati nel robot dagli ingegneri risultano non condivisi da alcune componenti del corpo docente. Una parte della coalizione resistente – in particolare insegnanti dell'area STEM – non riconosce valore educativo alla robotica, ritenendola più adatta a contesti umanistici dove le interazioni in linguaggio naturale sembrano più congruenti con le pratiche didattiche previste.

Questo primo momento dell'enrolment può essere rappresentato nella Figura 2:

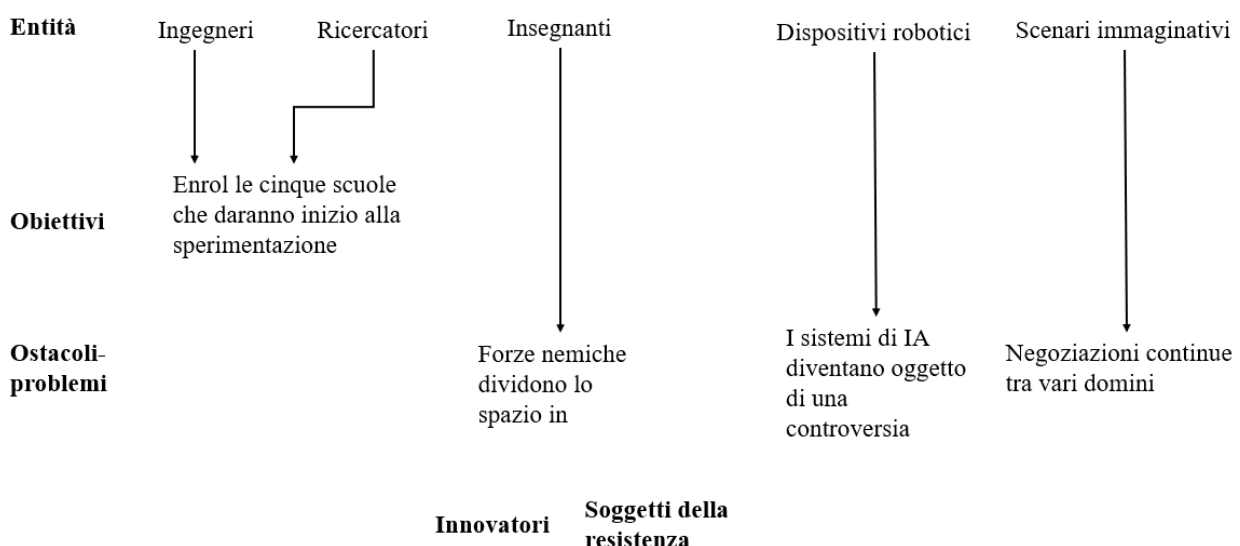


Figura 5.2: Prima fase dell'enrolment

All'interno di questo spazio di tensioni, emergono nuove voci e attori materiali per garantire la mobilitazione degli insegnanti nel processo di innovazione educativa. Uno degli elementi chiave è l'orientamento centrato sullo studente, che funge da principio guida del progetto:

“Questo sogno di un'AI capace di accedere a ogni informazione è un sogno, è una promessa. A oggi non è una realtà. La realtà è portare in classe una tecnologia robotica con cui lo studente interagisce e con cui costruisce conoscenza. Lo studente è il protagonista” (Ricercatore E.).

Un attore materiale particolarmente rilevante in queste negoziazioni è l'atto del programmare il robot con contenuti didattici, compiuto direttamente dagli studenti. Questo atto incarna una tensione fondamentale tra visioni diverse del ruolo del robot nella classe. Da una parte, alcuni docenti immaginano il robot come un contenitore di conoscenze illimitate, in grado di compensare le lacune degli studenti e persino le difficoltà degli insegnanti. Dall'altra, l'atto di programmazione è visto come una pratica capace di attivare etiche pedagogiche significative, già centrali in molte progettazioni curriculari.

Parallelamente, gli ingegneri sottolineano come l'atto di programmare il robot sia una scelta deliberata per evitare che venga percepito come un sostituto dell'insegnante:

“Il robot deve essere uno stimolo per attività che già facciamo come esseri umani. Serve a sviluppare capacità cognitive e sociali – tutto quello di cui abbiamo parlato. È uno strumento: non ci sostituisce, e non può farlo. Deve diventare un elemento d'attrazione, di coinvolgimento, per creare attività creative, per far capire cosa significa sostenere una conversazione scientifica, letteraria o filosofica. Questo è il nostro obiettivo, questa è la nostra visione” (Ingegnere C.).

Questa visione cristallizza lo spazio degli innovatori, composto da quegli attori che co-progettano percorsi didattici integrati nell'assemblaggio robotico e li allineano nei loro programmi curriculari. Per facilitare l'enrolment del gruppo degli insegnanti, si rivelano fondamentali vari elementi, quali momenti di formazione e familiarizzazione con la piattaforma robotica, l'estensione delle scadenze per la costruzione dei percorsi didattici da sperimentare e infine uno slittamento anche del momento di introduzione dei dispositivi robotici nelle classi.

Nella fase finale dell'enrolment, il gruppo degli insegnanti si divide in due coalizioni: i soggetti della resistenza e gli innovatori. Questa tensione viene messa in atto durante un evento, in cui solo gli insegnanti enrolled vengono invitati a intervenire e presentare ufficialmente i percorsi didattici co-progettati con tutti gli attori coinvolti.

L'enrolment si conclude con successo, come mostrato nella Figura 3:

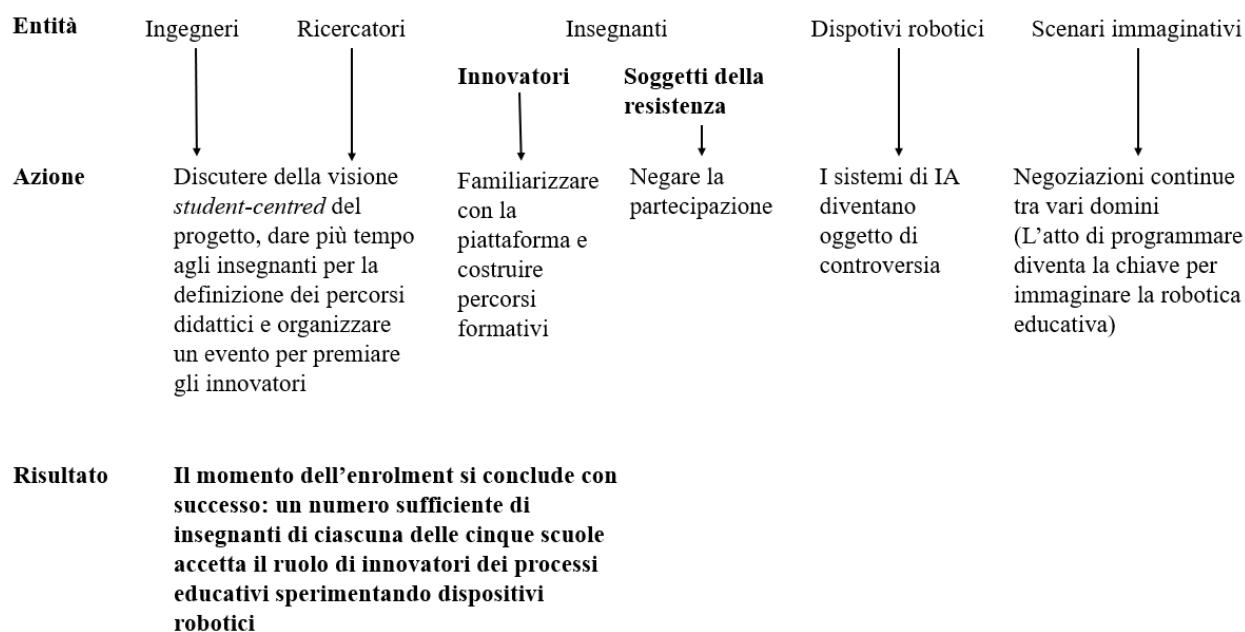


Figura 5.3: Fase finale dell'enrolment

5.4. Subjectivities into effects: mobilitare la robotica per innovare le pratiche educative

Il momento finale della translation si verifica quando la rete costruita si rivela sufficientemente solida, i ruoli negoziati durante l'enrolment vengono messi in atto, e la mobilitazione si compie (Callon, 1986). In questa fase, diventano visibili i portavoce (spokespersons) che rappresentano i diversi attori coinvolti nella rete.

Nel caso analizzato, la translation dell'immaginario della robotica educativa culmina in una pluralità di spazi di mobilitazione.

Il primo e più cruciale spazio di mobilitazione sono le classi scolastiche, dove i dispositivi robotici vengono finalmente introdotti. Oltre al Classmate robot, in classe entrano una molteplicità di soggettività: ricercatori, ingegneri, nuove tecnologie, nuovi immaginari sociotecnici e assistenti tecnici, dando forma a uno spazio eterarchico (Perruzzo et al., 2022) dal punto di vista epistemologico, organizzativo e pratico. Questi attori mettono in atto il proprio ruolo come soggetti educativi attraverso un'alleanza inscindibile, finalizzata a proseguire la translation delle pratiche didattiche progettate con e attraverso la robotica. In questo spazio, l'assemblaggio umano-robotico rappresenta e incarna la materialità dell'immaginario negoziato.

Parallelamente, la classe si trasforma in uno spazio orientato al mercato. Il gruppo di insegnanti partecipanti assumono il ruolo di portavoce dell'innovazione robotica "necessaria" per la scuola

italiana. Si descrivono come “pionieri”, incoraggiando attivamente gli studenti a partecipare alle attività con il robot e a continuare a usare queste tecnologie anche in altre ore scolastiche.

In quanto voce legittimante di un’innovazione utile, questi insegnanti mobilitati escono anche al di fuori delle mura scolastiche. Un caso particolarmente significativo riguarda una scuola, il suo dirigente scolastico e un’insegnante mobilitata, coinvolti nella produzione di un report televisivo che mostra e documenta l’uso del robot in classe. In questo report, la robotica viene narrata come leva strategica per l’innovazione didattica, l’engagement degli studenti e la modernizzazione dell’istituzione scolastica.

Coerentemente, il secondo spazio di mobilitazione coinvolge i settori pubblici e commerciali. Gli ingegneri, già progettisti, si trasformano ora in portavoce dell’innovazione educativa nelle campagne di marketing, nei materiali promozionali e nelle fiere nazionali dedicate all’educazione e alla tecnologia. Il loro ruolo si sposta dal design alla promozione attiva, presentando il robot come uno strumento didattico innovativo e garantendo la sua adozione oltre le scuole pilota.

Attraverso questa narrazione di successo, assicurano la sostenibilità commerciale del robot educativo e attraggono stakeholder strategici – dirigenti scolastici, insegnanti, educatori, enti locali e investitori privati. La robotica educativa si istituzionalizza così come tecnologia desiderabile, portatrice di modernizzazione e di risposte ai bisogni del sistema scolastico italiano.

5.5. Relazioni di potere e participatory future-making

Concludendo l’analisi, questo capitolo intende porre l’attenzione su due dimensioni trasversali alla translation dell’innovazione robotica in ambito educativo. La prima riguarda le relazioni di potere. All’interno del paradigma relazionale proposto dalla sociology of translation e dall’Actor Network Theory, i poteri non sono un qualcosa di fisso o preesistente, ma esiti temporanei di specifiche affiliazioni e alleanze tra attori (Latour, 1986). Il potere si costituisce attraverso le relazioni e le dipendenze reciproche, emergendo nei meccanismi che legano gli attori tra loro e che ne definiscono identità e ruoli (Piattoeva, 2014).

Il caso analizzato mostra come le relazioni di potere non siano statiche, ma seguano diversi spostamenti (Callon, 1986). L’identità dei ricercatori ha talvolta ridefinito il ruolo degli insegnanti, indebolendo la centralità dei loro desideri, ad esempio attraverso l’elaborazione di linee guida precostituite per la progettazione dei percorsi didattici. Tuttavia, in un processo di mutual shaping, gli insegnanti – in quanto utenti finali dei robot – ri-acquisiscono centralità, facendo valere le

discipline insegnante e la conoscenza situata come elementi imprescindibili per ogni innovazione educativa.

Nel momento dell'enrolment, il gruppo degli ingegneri assume una posizione di potere significativa, essendo responsabile della realizzazione dell'hardware e del software del robot-compagno, e imponendo in parte i propri desideri, limiti economici e competenze tecniche. Tuttavia, anche in questo caso, il potere degli insegnanti ri-emerge: la loro mobilitazione o il loro rifiuto dell'innovazione robotica determinano il successo o il fallimento dell'intera translation, avendo effetti direttamente sia sulla strategia di mercato dell'azienda, sia sulla legittimità del lavoro dei ricercatori.

Il potere, dunque, non è stabile, e questa sua natura instabile costituisce l'elemento di apertura verso il secondo nodo cruciale: quello del participatory future-making.

Questo caso non intende proporre un modello perfetto o superiore (ammesso che esista), ma piuttosto si offre come un luogo di sperimentazione, dove la collaborazione, il reciproco shaping di visioni e desideri, e il continuo enrolment di attori provenienti da diversi domini, contribuiscono a una riflessione più ampia sulla produzione del futuro (e del presente) dell'educazione.

Come è noto, il paesaggio educativo è attraversato da razionalità di tipo tecnico, più che educativo. L'ingresso di aziende (Ed)Tech, attori del business educativo, centri privati e broker dell'innovazione tecnologico-educativa (Saltman, 2020), sta giocando un ruolo sempre più decisivo nella definizione di cosa significhi educare e cosa significhi essere educati. Questi nuovi attori sono impegnati in un potente lavoro di immaginazione e costruzione dei futuri dell'educazione, influenzando sia le politiche che le pratiche, come visto anche dall'analisi del capitolo precedente.

Tuttavia, la normalizzazione delle narrazioni promosse dalle aziende EdTech non è inevitabile: l'educazione può (e dovrebbe) essere uno spazio in cui gli immaginari dominanti della digitalizzazione vengono interrotti, rifiutati, o rimodellati attraverso pratiche di defuturing e refuturing (Williamson et al., 2024).

Le fratture e gli attriti che attraversano il caso analizzato rappresentano un processo in corso di negoziazione, (ri)costruzione e (re)immaginazione dei futuri educativi, mettendo in discussione l'egemonia delle visioni commerciali e proponendo una ri-focalizzazione sulla pedagogia, i bisogni educativi e gli obiettivi didattici – da porre come attori di interesse, al centro della traduzione.

Le pratiche sociodigitali ed educative non possono essere semplicemente accolte o accettate in modo acritico: esse devono essere attivamente progettate, incarnate e ri-trasformate dai soggetti educativi, come forma di impegno e responsabilizzazione nei processi di refuturing, capaci di superare visioni tecnocratiche e tecnosoluzioniste.

Se le visioni del futuro sono elementi cruciali per l'immaginario che guida la progettazione degli spazi educativi, allora è necessario rivendicare il potenziale di una costruzione aperta e partecipata

dei futuri come un “mezzo per realizzare un approccio più inclusivo all’immaginazione e alla pianificazione di come il futuro potrebbe dispiegarsi” (Kitchin, 2023: 186), aprendo alla possibilità di costruire pratiche educative alternative, capaci di resistere al determinismo commerciale, ma senza rifiutare le tecnologie digitali (Facer, 2018).

Conclusione

Questo capitolo ha analizzato la traduzione della robotica nelle pratiche scolastiche, mostrando come gli immaginari si configurino come attori materiali centrali nella costruzione quotidiana dei futuri educativi. Attraverso una lenta teorica che intreccia la nozione di educational imaginaries con la sociology of translation, l’analisi ha ricostruito come un immaginario della robotica educativa emerga attraverso processi di convergenza, negoziazione, tensione e (dis)allineamento tra attori umani e non umani.

Dall’analisi è emersa una dinamica paradossale nelle prime fasi del co-design, in cui i docenti hanno prefigurato un robot educativo attraverso una razionalità tecnico-scientifica, evidenziando il fascino diffuso dell’oggettività algoritmica. Tuttavia, questa visione non è rimasta stabile. Diversi attori si sono posizionati come mediatori in between, determinando spostamenti significativi nelle traiettorie della translation. Le priorità pedagogiche, inizialmente marginalizzate, hanno attraversato gli spazi della traduzione, contribuendo a ridefinire il ruolo del robot oltre una visione deterministica e tecnologicamente orientata. Al contempo, l’introduzione di soluzioni tecniche black-boxed da parte degli ingegneri ha prodotto riorganizzazioni profonde nella configurazione dell’actor network, segnando nuovi equilibri di potere.

Nel complesso, il processo di traduzione della robotica educativa non può essere inteso come una semplice implementazione lineare di una tecnologia, ma come uno spazio contestato e plurale, in cui il futuro dell’educazione viene continuamente (ri)negoziato attraverso pratiche, visioni e dispositivi. È proprio in queste tensioni che si apre la possibilità di un’educazione come spazio di futuring partecipato, capace di mettere in discussione l’egemonia delle narrazioni tecnocratiche e di rimettere al centro la dimensione pedagogica come attore da inter-porre.

Nel prossimo capitolo, verrà analizzata la piattaforma robotica Classmate, progettata dagli ingegneri nel corso di questo processo di co-design, con l’obiettivo di indagare come le sue logiche operative incorporino e veicolino una specifica visione dell’educazione e dei suoi processi, contribuendo alla costruzione di particolari rappresentazioni della conoscenza, configurazioni dell’apprendimento e alla fabbricazione di specifici soggetti educativi.

Capitolo 6.

Seguire l'infrastruttura sociotecnica: piattaforme robotiche, scenari d'uso e soggetti educativi ideali

Introduzione

Questo capitolo si concentra sulla terza fase del percorso di ricerca presentato in questo lavoro di tesi, che esemplifica una delle direttrici di ricerca distintive di una sociologia digitale critica della robotica educativa: il following dell'infrastruttura materiale della robotica educativa. In questo capitolo verrà analizzata, in chiave, esemplificativa, la piattaforma Classmate Robot, oggetto di studio di questo lavoro. In continuità con il capitolo precedente, che ha seguito i processi attraverso cui gli immaginari della robotica educativa vengono tradotti in prefigurazioni di pratiche in classe, l'attenzione si sposta ora sul modo in cui tali immaginari tentano di stabilizzarsi lungo le catene di traduzioni tecnoscientifiche, incarnandosi in artefatti materiali e configurazioni infrastrutturali.

Se la letteratura critica sulla relazione tra tecnologie e processi educativi ha messo in luce come stiamo assistendo a una colonizzazione dei futuri educativi da parte delle grandi aziende e delle loro visioni tecnocratiche e tecnosoluzioniste (Facer & Selwyn, 2021; Selwyn, 2023), il capitolo precedente ha restituito una narrazione differente. In esso, sono stati infatti analizzati i processi attraverso cui gli immaginari della robotica educativa prendono forma attraverso le reti di attori umani e non-umani, mostrando come il design di un classmate robot e la prefigurazione delle sue attività in classe emergano dalle intricate relazioni tra diverse forme di expertise e visioni plurali sui futuri educativi. Relazioni in cui la robotica educativa è continuamente ri-modellata, coinvolta in controversie e ri-definita attraverso le interazioni tra i diversi domini. In altre parole, l'analisi ha ricostruito come un immaginario della robotica educativa venga costantemente rifatto e tradotto, evidenziando gli intrecci sociali, materiali e tecnici in gioco. Seguendo la sociology of translation elaborata da Callon (1986), sono stati individuati i quattro momenti della translation coinvolti nel processo di traduzione degli immaginari della robotica educativa nelle pratiche scolastiche. Nello specifico:

- nella fase di problematizzazione, gli ingegneri hanno definito un problema-soluzione (Rahm & Rahm-Skågeby, 2023), identificando le identità coinvolte e i rispettivi ruoli necessari all'interno dell'actor-network, facendo emergere diverse componenti dell'immaginario della robotica educativa;
- nella fase di interessement, si sono attivate negoziazioni e trasformazioni dell'immaginario stesso, attraverso una ridefinizione delle identità da parte degli attori coinvolti;
- nella fase di enrolment, la traduzione è diventata tradimento, con la tecnologia AI divenuta oggetto di una significativa controversia, portando alla formazione di due spazi: quello degli innovatori e quello della resistenza;
- infine, nella fase di mobilitazione, ingegneri, ricercatori e tecnologie hanno cristallizzato i propri ruoli come soggetti educativi, attraverso differenti spazi di mobilitazione.

Nello spazio di traduzione che è stato presentato, fabbricato da processi di convergenza e tensione tra attori umani e non-umani, si colloca lo sviluppo della piattaforma robotica che viene analizzata in questo capitolo, progettata dal gruppo di ingegneri nel corso dei quattro momenti sopra descritti. Il processo di costruzione della piattaforma si configura come un nodo strategico nelle catene di traduzione: un tentativo di stabilizzare e materializzare una specifica visione della robotica educativa, attraverso la progettazione di un'infrastruttura che possa mediare – e possibilmente orientare – l'eterogeneità delle aspettative in gioco.

Fin dalla fase iniziale di problematizzazione, gli ingegneri hanno cercato di costruire alleanze e attrarre gli altri attori nella rete sociotecnica da loro prefigurata. Il successo di questo tentativo è dipeso dalla loro capacità di proporre una definizione del problema – il bisogno di innovazione robotica dell'apprendimento e dell'insegnamento – che fosse riconosciuta e accettata dagli altri attori coinvolti (Callon, 1986). Nel fare ciò, gli ingegneri hanno definito le identità, gli obiettivi e le aspettative dei loro potenziali alleati, prefigurando i loro ruoli all'interno dell'actor-network, e legittimando l'urgenza di un'alleanza per realizzare la rivoluzione robotica desiderata. Tuttavia, tale problematizzazione si è scontrata con visioni educative concorrenti e immaginari alternativi. Ad esempio, il gruppo di insegnanti ha prefigurato scenari di un futuro educativo basato su quantificazione, misurazione e controllo di studenti e comportamenti dataficati attraverso la tecnologia robotica. Parallelamente, il gruppo di ricercatori ha portato a riconfigurazioni in questi immaginari introducendo nuovi attori: casi studio sulla robotica, politiche nazionali e globali e una griglia per costruzione delle funzionalità robotiche basate su varie dimensioni educative. O ancora, la mutua iscrizione tra questi due gruppi di attori ha condotto alla definizione di casi d'uso per il classmate robot che si sono prefigurati attraverso la negoziazione dei loro immaginari. Queste

dinamiche hanno generato spazi di tensione per l'affermazione di una specifica configurazione della realtà educativa e delle modalità tramite cui dovrebbe essere normativamente organizzata, con negoziazioni che riflettono equilibri di potere mai fissi ma temporaneamente stabilizzati (Callon, 1980). L'analisi ha fatto emergere come le relazioni di potere sono centrali in questi processi. Nella misura in cui il potere corrisponde ad un raggiungimento temporaneo di specifiche relazioni ed affiliazioni al fine di interessare e mobilitare gli altri attori, gli ingegneri hanno assunto una posizione di centralità proprio attraverso la costruzione materiale dell'hardware e del software robotico, facendo prevalere i propri immaginari e aspettative. Tuttavia, per raggiungere effettivamente la fase di mobilitazione ed assicurare il coinvolgimento degli altri attori nella loro visione dell'innovazione robotica, è stato necessario passare attraverso un nuovo momento dell'interessement. In tale quadro, la piattaforma Classmate si configura come un device di interessement, dispositivo volto a legare attori alleati e a respingere identità e visioni concorrenti – in questo caso, gli immaginari alternativi della robotica educativa.

In altre parole, il design della piattaforma robotica da parte degli ingegneri assume un ruolo strategico rappresentando un tentativo materiale di consolidare la loro visione e di indirizzare le alleanze verso quella specifica interpretazione del problema educativo e la relativa soluzione robotica. Il design della piattaforma incarna le visioni degli immaginari della robotica educativa degli ingegneri, della loro prefigurazione del ruolo di un robot in educazione. Questo processo implica un indebolimento o un'eliminazione di tutte le altre visioni divergenti (Callon, 1986). La piattaforma, dunque, si configura come una materializzazione degli immaginari ingegneristici, veicolando una specifica concezione del ruolo della robotica in educazione e contribuendo, attraverso l'esclusione progressiva delle visioni concorrenti, alla stabilizzazione provvisoria di un ordine sociotecnico condiviso.

Se questo capitolo ha l'obiettivo di tracciare il following dell'infrastruttura robotica, parte dunque dal presupposto che una piattaforma digitale educativa non sia mai un complesso neutro, ma sempre inscritto in relazioni di potere e strategie di allineamento che ne determinano la forma e le funzionalità. Un complesso che a sua volta è performativo nei modi attraverso cui contribuisce a riconfigurazioni nei processi educativi.

Autori che hanno analizzato la relazione tra piattaforme digitali ed educazione si sono concentrati sulla politica ontologica delle piattaforme digitali (Gorur & Dey, 2021), sui tipi di pedagogie che sono iscritte in e veicolate da piattaforme digitali attraverso le pratiche sociomateriali che queste mettono in atto (Decuyper, 2019), o ancora sui modi in cui le piattaforme creano le condizioni di possibilità per specifici tipi di esperienze di apprendimento e per la formazione di tipi particolari di soggetti educativi (Grimaldi & Ball, 2021).

In questo dibattito, la proliferazione e la pervasività delle piattaforme digitali educative sollevano interrogativi cruciali. Accanto a questioni cruciali quali la privatizzazione dell'educazione (Kerssen & Van Dijk, 2022) e le forme di sorveglianza basata sull'estrazione dei dati da cui dipende la nuova platform economy (Pasquale, 2015), una fondamentale agenda di ricerca si concentra sui modi in cui gli studenti agiscono e apprendono attraverso le piattaforme digitali. Un'agenda di ricerca che mette in evidenza come forme di razionalità tecnologiche, guidate da paradigmi educativi che si basano su efficienza, misurazioni, controllo e sorveglianza quantitativa sembrano essere diventate dominanti.

Questo capitolo vuole dare un contributo a questo dibattito descrivendo e analizzando la piattaforma Classmate e i modi in cui questa si presenta come un mediatore attivo nella riconfigurazione dei valori educativi, dei processi di apprendimento e nei modi in cui le soggettività educative sono fabbricate.

A tale scopo, questo capitolo attinge ai Science and Technology Studies come lente per disassemblare un device sociotecnico, come una piattaforma, come artefatto che è prodotto e allo stesso modo mette in atto le sue specifiche realtà materiali (Law, 2009). Al fine di decostruire l'apparente neutralità delle piattaforme educative digitali, questo capitolo attinge inoltre agli studi sulla platformisation (Van Dijk et al., 2018) ed in particolare ai critical studies of digital education platforms (Decuyper et al., 2021; Perrotta & Pangrazio, 2023). Questi studi concepiscono le piattaforme come forme attive nel riconfigurare identità e culture. Ed in particolare, considerano come le piattaforme possiedono specifiche norme, valori e ideologie incarnate nelle loro linee di codice, nelle loro architetture e nel loro design organizzativo che attivamente modellano le pratiche educative che possono essere messe in atto dagli users (Gillespie, 2010), determinando cosa (non) è reso (in)visibile attraverso le loro interfacce e cosa gli utenti (non) possono fare (Decuyper et al., 2021). In questo, le piattaforme educative possiedono un potere ontologico, creando 'ways of being in the world' (Larkin, 2013: 330) e configurando (nelle modalità attraverso cui permettono, limitano, impediscono e definiscono) gli utenti e le loro azioni e interazioni (Gorur & Dey, 2021).

È precisamente in questo spazio di tensione che si inserisce il capitolo: analizzando la piattaforma Classmate, si intende mostrare in che modo le piattaforme digitali agiscano come mediatori attivi nella riconfigurazione dei processi educativi e nella fabbricazione delle identità dei soggetti educativi.

La piattaforma oggetto di quest'analisi è una componente dell'assemblaggio robotico Classmate Robot. Nel particolare, questa è una piattaforma di funzionalizzazione della componente robotica fisica, utile all'addestramento e alla programmazione delle interazioni educative del dispositivo in classe. Per analizzare la piattaforma, dunque, e le sue norme e valori incorporati, è necessario abbandonare l'idea che la piattaforma digitale sia un elemento isolato ed analizzare la piattaforma

come componente di un assemblaggio robotico che nella sua complessità incarna una certa idea di come l'educazione possa essere organizzata e quale debba essere il suo scopo.

Il capitolo risponde alle seguenti domande di ricerca:

- Qual è la visione dell'educazione incarnata nella piattaforma Classmate?
- Qual è la rappresentazione della conoscenza e l'idea di apprendimento che mette in atto?
- Che tipo di identità educative la piattaforma configura?

Per rispondere a questi interrogativi, il capitolo si avvale del metodo del walkthrough (Light et al., 2008), che costituisce un modo per descrivere criticamente i meccanismi tecnologici e le visioni culturali ed etiche incorporate nella piattaforma Classmate, esaminando le sue GUI, disassemblandone e problematizzandone l'apparente neutralità (vedi paragrafo 3.4.1).

6.1. L'ecosistema Scuolab come dispositivo di persuasione: attirare le scuole del futuro abitate da studenti flessibili

Il punto di partenza per il walkthrough comprende la descrizione e l'analisi del processo di registrazione e accesso ad una piattaforma. Nel caso di Classmate, l'utente deve necessariamente navigare attraverso il più ampio ecosistema Scuolab, dove per ecosistema si intende l'assemblaggio di piattaforme e servizi governati da un particolare set di meccanismi che contribuiscono alla ridefinizione delle pratiche educative quotidiane (Van Dijk et al., 2018). Scuolab è pensata come un'infrastruttura per coordinare l'intera offerta tecnologico-educativa sviluppata dall'azienda. Una scelta commerciale che permette di centralizzare l'accesso mantenendo un controllo unitario sull'esperienza utente, sulle licenze e sui dati, oltre che di fidelizzare le scuole clienti.

Allo stesso modo, l'ecosistema Scuolab rappresenta il primo punto di attenzione per l'analisi della visione educativa veicolata attraverso la piattaforma Classmate. La visione di una piattaforma digitale non si manifesta in un'unica forma o luogo, ma è disseminata attraverso una pluralità di elementi comunicativi e mediali, spesso dispersi e frammentati, che concorrono alla costruzione di una narrativa sull'identità e gli intenti del progetto tecnologico (Light et al., 2018). In questo contesto, le interfacce digitali di Scuolab costituiscono uno dei principali vettori di comunicazione del profilo aziendale, della missione educativa e delle visioni pedagogiche che l'azienda intende promuovere attraverso le soluzioni tecnologiche proposte. Le interfacce, infatti, non sono da intendersi come semplici superfici funzionali, ma come ambienti discorsivi altamente estetici, accuratamente

realizzati e visivamente accattivanti per attirare al massimo l'attenzione degli utenti, attraverso scelte visuali e simboliche mirate (Bratton, 2015). Le interfacce Scuolab agiscono come visualizzazioni normative e valutative, veicolando una rappresentazione di cosa la scuola è – o come dovrebbe essere – e dei suoi obiettivi e delle caratteristiche ideali dei soggetti che la abitano.

L'analisi delle interfacce di Scuolab mostra come queste si configurino come dispositivi di persuasione, attraverso l'impiego di una strategia comunicativa fondata su pratiche promozionali che combinano l'uso di slogan incisivi, lessico evocativo e un'estetica visuali fortemente simbolica. Tale strategia è orientata a incentivare l'adozione della piattaforma Classmate – così come delle altre soluzioni EdTech sviluppate – da parte delle istituzioni scolastiche, facendo leva su una triade di assunti ideologici:

- un'ideologia fortemente orientata alla costruzione di una scuola del futuro fondata sull'urgenza di un rinnovamento tecnologico;
- una concezione dell'apprendimento come processo che deve essere flessibile e supportato da contenuti e dispositivi accessibili e coinvolgenti;
- un'idea di studente come soggetto allo stesso modo flessibile e nativamente competente nell'uso delle tecnologie.

In altre parole, Scuolab promuove un modello educativo fondato sull'innovazione tecnologica. Quest'etica non solo ridefinisce l'identità della scuola come spazio da riformare tramite l'adozione di soluzioni tecnologiche avanzate, ma al tempo stesso mobilita una figura dello studente come soggetto moderno, flessibile, adattabile, performante e costantemente orientato all'autosviluppo attraverso l'interazione con ambienti digitali potenziati.

A partire dalla Homepage, dal contenuto testuale alla rappresentazione simbolica, rappresentata nella Figura 1, possono essere trattate le prime tracce delle interfacce come dispositivo di persuasione:

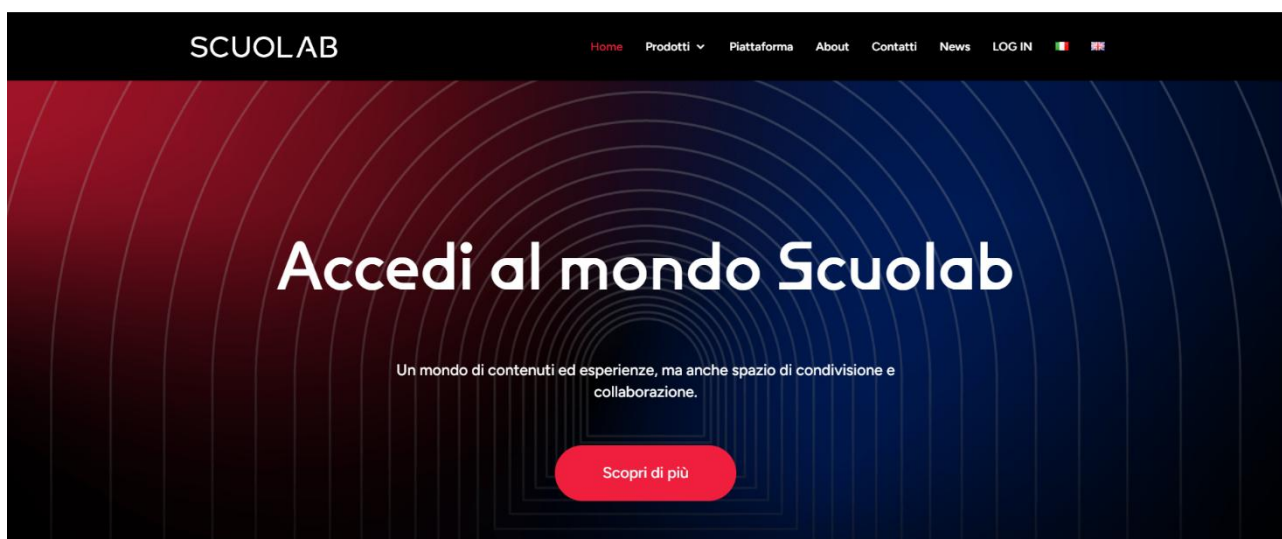


Figura 6.1: Homepage di Scuolab

L'interfaccia principale del sito web si presenta con uno sfondo visivamente distintivo, caratterizzato da archi concentrici che evocano simbolicamente l'idea di un accesso progressivo a un nuovo mondo educativo. Questo elemento grafico non si limita a una funzione estetica, ma contribuisce attivamente alla costruzione di un immaginario scolastico alternativo. L'utente non è invitato semplicemente a entrare in uno spazio digitale neutro, ma piuttosto ad aderire a una specifica visione della scuola, intesa come ambiente che può essere radicalmente trasformato tramite una cultura educativa tecnologicamente orientata. Tale cultura si fonda sulla costruzione discorsiva di un problema: l'inadeguatezza delle pratiche scolastiche attuali di fronte alle trasformazioni tecnologiche in atto. In questo senso, Scuolab si configura come un attore che articola uno spazio discorsivo in cui la scuola viene rappresentata come obsoleta rispetto alle esigenze del presente e, soprattutto, del futuro che si sta prefigurando.

La strategia comunicativa dell'azienda muove dalla problematizzazione della scuola come istituzione non sufficientemente allineata ai paradigmi della quotidianità digitale, posizionandosi così come promotrice di un'ideologia pedagogica fortemente proiettata verso il futuro, come rappresenta la Figura 2:



Figura 6.2: Homepage di Scuolab

Attraverso questa retorica dell'innovazione, Scuolab si propone come interprete e risolutore di un bisogno presunto e generalizzato delle istituzioni scolastiche – quello di una trasformazione sistemica, attuata progressivamente e tecnicamente ‘un software alla volta’ (<https://www.scuolab.com/about/>).

‘La scuola del futuro è già qui’ esemplifica una narrazione ricorrente nell’ambito dell’industria EdTech, i cui progetti sono promossi dalla retorica di un continuo progresso verso un nuovo mondo tecnologicamente ricco e globale (Facer, 2021). In questa narrativa, così come la tecnologia è ambiziosamente posta come catalizzatore di un mondo che diventerà profondamente migliore, modernizzato e globalmente condiviso; così la scuola è inquadrata come dispositivo istituzionale attraverso cui il futuro viene progettato, o, in altre parole, come vettore principale su cui puntare per creare il mondo del futuro. Una retorica che si inserisce all’interno del paradigma neoliberale, nel quale il futuro tecnologico normalizza l’investimento pubblico e privato in nuove soluzioni digitali e razionalizza l’introduzione pervasiva della tecnologia nella quotidianità scolastica. In questa cornice, l’apprendimento tecnologicamente potenziato viene presentato come base imprescindibile per la modernizzazione dell’educazione, come prefigurato attraverso la Figura 3:

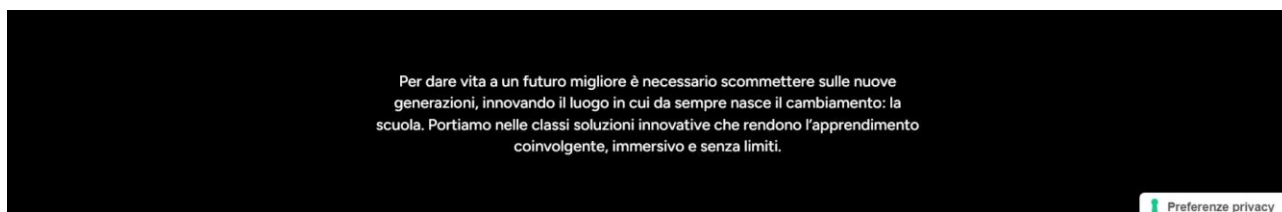


Figura 6.3: Sezione 'About' di Scuolab

Ma in che modo viene immaginata la 'scuola del futuro'? L'immaginario educativo veicolato da Scuolab non viene prefigurato attraverso pratiche scolastiche esplicitamente definite, ma si articola sotto forma di promesse ed aspirazioni che si affidano a parole chiave fortemente evocative, capaci di racchiudere e proiettare il sogno di un futuro scolastico tecnologicamente riformato. Le promesse che guidano questo spazio discorsivo organizzano la potenziale rivoluzione tecnologica in educazione tramite parole quali flessibilità, accessibilità e coinvolgimento.

La scuola del futuro è fabbricata da componenti e meccanismi tecnologici che dichiarano e promettono di creare nuovi 'nuovi standard per coloro che stabiliscono le lezioni', secondo una logica tecnocratica che prescinde dai contesti educativi specifici e dalle pratiche quotidiane contestuali. La tecnologia è rappresentata come attore trasformativo in grado di ridefinire integralmente i paradigmi educativi, offrendo un apprendimento che si promette più dinamico ed interattivo. Questa narrazione è rafforzata da un'estetica visiva altamente simbolica, come illustrato nella Figura 4, che impiega icone dal tratto minimalista ed essenziale per trasmettere valori pedagogici e ideologici: un computer stilizzato che richiama l'ideologia dell'innovazione tramite la tecnologia; un cuore che ingloba più entità umane che simboleggia inclusività e accessibilità; una mano alzata, potenzialmente attribuita a uno studente, che rappresenta l'engagement attivo promesso dalle soluzioni digitali proposte; ed infine l'immagine di una stretta di mano che incarna il principio della co-creazione e dell'alleanza tra l'azienda e la comunità dei docenti.



Figura 6.4: Homepage di Scuolab

Inoltre, nella sezione About della homepage, Scuolab sceglie di porre in primo piano un'immagine che mostra una pratica di interazione tra studenti e il Classmate Robot, evidentemente dispositivo di punta dell'ecosistema. Lo sfondo della sezione About, come rappresentato nella Figura 5, è caratterizzato da gradienti cromatici che sfumano dal viola al verde su base nera, una scelta cromatica densa di significati simbolici. Tali tonalità, spesso associate a mondi futuri, all'intelligenza artificiale e alla tecnologia digitale, contribuiscono a rinforzare l'estetica del 'futuro dell'educazione'. L'immagine centrale è allo stesso modo significativa. La scena raffigura un piccolo gruppo di studenti, raccolto intorno al robot, intento a toccarne il monitor:



Figura 6.5: Sezione 'About' di Scuolab

Questo scenario riveste un'importanza significativa in quanto mette in scena una forma di apprendimento dove la relazione educativa si ridefinisce attraverso l'interazione tra studente e macchina. La figura dell'insegnante, tradizionalmente centrale nell'assemblaggio scolastico, viene qui decentrata o, addirittura, resa invisibile. Il device robotico sembra diventare l'interlocutore privilegiato nel processo di apprendimento, articolando una precisa visione pedagogica in cui i contenuti educativi non sono più trasmessi in maniera verticale dall'insegnante, ma al contrario sono costruiti insieme alla – o addirittura tramite la – tecnologia. Il testo che accompagna l'immagine rafforza questa visione: "Contenuti flessibili, accessibili da chiunque, ovunque, in grado di rendere interattivo l'insegnamento e l'apprendimento. Questa la ricetta con cui intendiamo aiutare gli insegnanti a portare nel presente la scuola del futuro". La tecnologia, qui, non è semplicemente uno

strumento, ma si configura come condizione abilitante di una trasformazione epistemologica e metodologica dell'educazione.

Ma in particolare, è attraverso questi dispositivi discorsivi e visuali che viene fabbricata anche una specifica concezione dello studente. Scuolab articola un'idea di studente come una figura priva di caratteristiche contestuali, come dotato di flessibilità, presumendo che lui possieda le capacità di apprendere indipendentemente da dove si trovi nel tempo e nello spazio. Il corollario di questa flessibilità offerta ed attesa dagli studenti è che i prodotti dell'azienda operino in una profonda tensione tra contestualità ed a-contestualità. Per poter operare ovunque, in qualsiasi momento, i servizi tecnologici sono caratterizzati da un'accessibilità attraverso la completa assenza di caratteristiche contestuali. Ma mentre questi servizi sono privati di caratteri contestuali, allo stesso modo sono permeati di contestualità: sono creati insieme alle istituzioni specifiche educative e sono talmente 'vuoti' da poter essere modellati contestualmente.

Se prima erano invisibili, gli insegnanti ritornano ora visibili in un ruolo di designer in un'ulteriore dimensione significativa della narrazione identitaria di Scuolab. Lo slogan "Creiamo insieme a chi insegna" vuole introdurre un elemento di discontinuità rispetto alle logiche produttive dominanti che riguardano la relazione tra educazione e tecnologie, spesso caratterizzate da razionalità tecnologiche e non educative. L'azienda enfatizza un approccio collaborativo, presentandosi come soggetto co-creativo, impegnato nella costruzione di soluzioni in stretta connessione con i docenti. Questi ultimi, gli attori che si confrontano quotidianamente con la pratica didattica, non sono infatti presentati come semplici utenti finali, ma al contrario come attori epistemici attivi, coinvolti nella definizione stessa delle tecnologie educative. Scuolab presenta sé stessa, dunque, come un'azienda che non produce tecnologie fisse e opache, ma come portatore di un nuovo paradigma nella costruzione delle tecnologie educative, e questa narrazione focalizzata su diversità e collaborazione è il punto di forza della sua strategia marketing per il Classmate Robot, come vedremo nel prossimo paragrafo.

6.2. La piattaforma Classmate e la sua visione educativa: apprendimento come costruzione della conoscenza

Nella sezione 'Prodotti' del sito web Scuolab viene presentato il Classmate Robot. Navigando tra queste interfacce, emergono due dimensioni analitiche significative. In primo luogo, emerge la strategia comunicativa adottata dall'azienda nel promuovere il Classmate Robot attraverso due principali operazioni discorsive: la prima riguarda una riformulazione nei processi di costruzione

della tecnologia e la seconda riguarda invece una ri-concettualizzazione del ruolo della tecnologia nei processi educativi.

Seconda dimensione analitica è la visione dell'apprendimento che il Classmate Robot prefigura. Questo dispositivo robotico viene configurato come catalizzatore di una visione pedagogica orientata alla costruzione individuale e personalizzata del sapere, incentrata su studenti attivi e creativi, ispirati da un'etica maker.

In primo luogo, l'interfaccia come dispositivo di persuasione, tramite la narrazione proposta per il dispositivo Classmate Robot, qui si rafforza, come rappresentato nelle Figure 6 e 7, dove l'azienda prefigura questo device come 'non il solito robot':

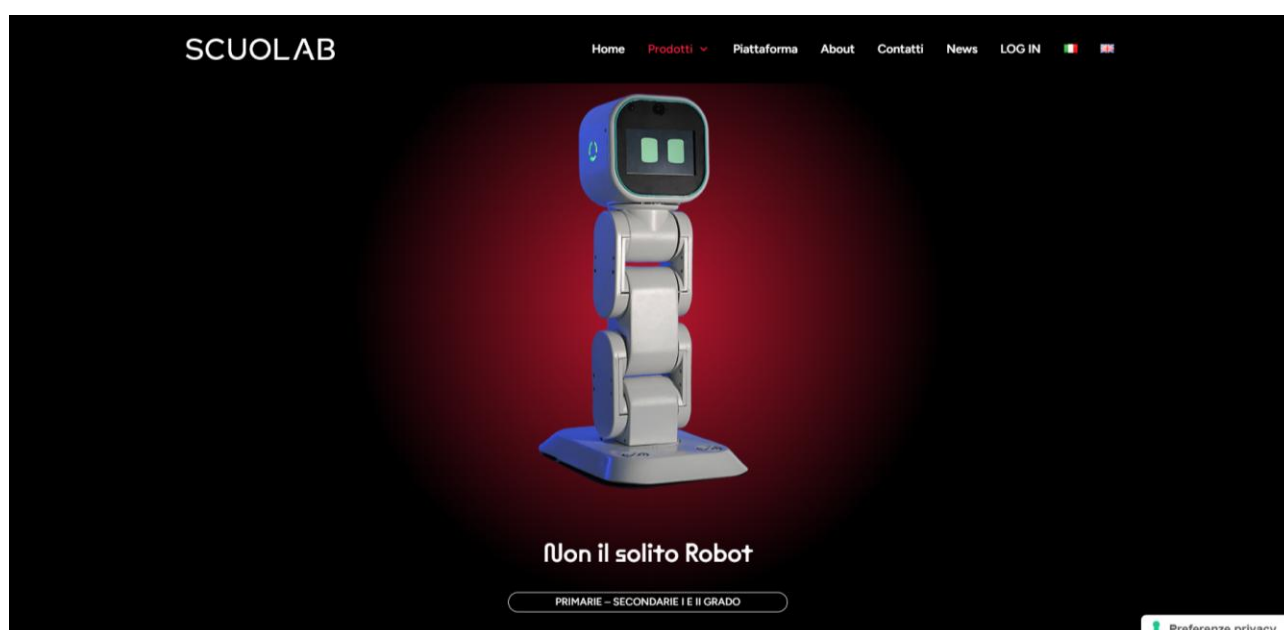


Figura 6.6: Presentazione del prodotto Classmate Robot



Figura 6.7: Presentazione del prodotto Classmate Robot

Perché il Classmate non è il solito robot?

L'azienda attribuisce valore alla sua idea di 'rivoluzione robotica' passando attraverso due tipi di problematizzazioni e differenziazioni rispetto al paesaggio contemporaneo delle aziende private che costruiscono tecnologie educative.

Il primo elemento di differenziazione risiede nell'approccio partecipativo alla progettazione del dispositivo. Come discusso nel capitolo precedente, lo sviluppo del Classmate ha seguito dinamiche di traduzione complesse coinvolgendo insegnanti, ricercatori nelle scienze sociali e ingegneri, ognuno portatore di obiettivi e grammatiche d'azione desiderate differenti. Questo ha portato l'azienda a costruire una narrazione in cui il dispositivo robotico non è descritto come una tecnologia opaca e predefinita, ma piuttosto come una tecnologia aperta, flessibile e adattabile ai contesti d'uso specifici.

Il secondo elemento riguarda la visione epistemologica e metodologica dell'educazione sottesa all'assemblaggio robotico. L'azienda inquadra il Classmate attraverso un'idea di ribaltamento del modello di apprendimento spesso razionalizzato attraverso la tecnologia, per cui la conoscenza educativa non è trasmessa tradizionalmente e in maniera verticale dal dispositivo tecnologico, ma è programmata e resa operativa dagli utenti stessi. In questo caso, sono le entità umane ad addestrare la macchina. Il processo dell'apprendimento viene qui scomposto in due momenti distinti. Il primo è la fase di addestramento tramite la piattaforma digitale. Qui, studenti e insegnanti creano contenuti didattici, insegnando al robot come interagire rispetto a specifici argomenti didattici. Il secondo momento è quello dell'interazione utente-artefatto robotico fisico, in cui tramite stimoli dall'entità umana, il robot performa la conoscenza didattica insegnatagli dall'utente in piattaforma. Il robot, dunque, restituisce risposte secondo i pattern stabiliti nella fase precedente.

L'assenza di contenuti educativi precostituiti è sottolineata nei materiali promozionali e giornalistici disponibili sul sito dell'azienda: il Classmate deve essere 'nutrito' dalla conoscenza degli utenti. Il messaggio veicolato, come diretta conseguenza, è che il robot possa assumere qualunque funzione educativa, in base alle conoscenze tramite cui gli utenti decidono di programmarlo. In questo senso, il Classmate è rappresentato come un dispositivo dotato di potenzialità illimitate o, meglio, come un artefatto vuoto che acquisisce senso e funzionalità educative solo attraverso l'interazione e l'addestramento.

Qui l'azienda adotta una strategia precisa, problematizzando le visioni educative sottese ai prodotti tecnologici delle grandi EdTech company che propongono sistemi di intelligenza artificiale pronti all'uso, veicolando al contrario una visione dell'apprendimento come processo che ha nell'umano il suo protagonista ed è finalizzato alla costruzione di conoscenza.

In questa visione, oltre che come soggetti flessibili, gli studenti sono immaginati come costruttori attivi della loro conoscenza e del loro percorso educativo, responsabili della formazione del robot stesso. L'innovazione didattica risiede, per l'azienda, nel promuovere un'inversione nella logica

dell'offerta educativa per cui è l'infrastruttura digitale ad adattarsi al singolo soggetto e una cultura educativa che invita l'utente ad essere una figura indipendente, autonoma (Simons, 2020) oltre che guidato da un'etica maker volta alla costruzione del suo sapere per l'addestramento di un robot educativo. Lo studente è invitato a beneficiare da questa etica maker lavorando sui suoi processi creativi e di immaginazione (Macgilchrist, 2018). La visione educativa che ne consegue è quella dell'apprendimento come processo di costruzione attiva da parte degli studenti, in cui l'autonomia e la creatività sono messe in primo piano come caratteristiche del soggetto.

Questa visione dell'apprendimento è rafforzata una volta effettuato il log-in alla piattaforma Classmate. La dashboard di Classmate invita l'utente ad accedere all'Orchestrator, il mondo operativo della piattaforma. La denominazione stessa ne veicola la funzione così come ideata dai suoi sviluppatori – orchestrare l'apprendimento del robot attraverso un processo di addestramento guidato. Orchestrator consente agli utenti – docenti e studenti – di creare e modellare le conoscenze e competenze educative del Classmate robot. Particolarmente significativa, da un punto di vista simbolico, è l'icona che identifica la piattaforma – un direttore d'orchestra. Scelta visiva che rafforza la visione sottesa al progetto, in cui insegnanti e studenti sono chiamati a dirigere, coordinare e nutrire la conoscenza – e dunque le performances educative – del robot. Orchestrator (rappresentato nella Figura 8) è lo spazio discorsivo in cui si materializza la visione adattabile, personalizzabile, autonoma e creativa dell'apprendimento potenziato dalla tecnologia così come promesso dall'azienda:

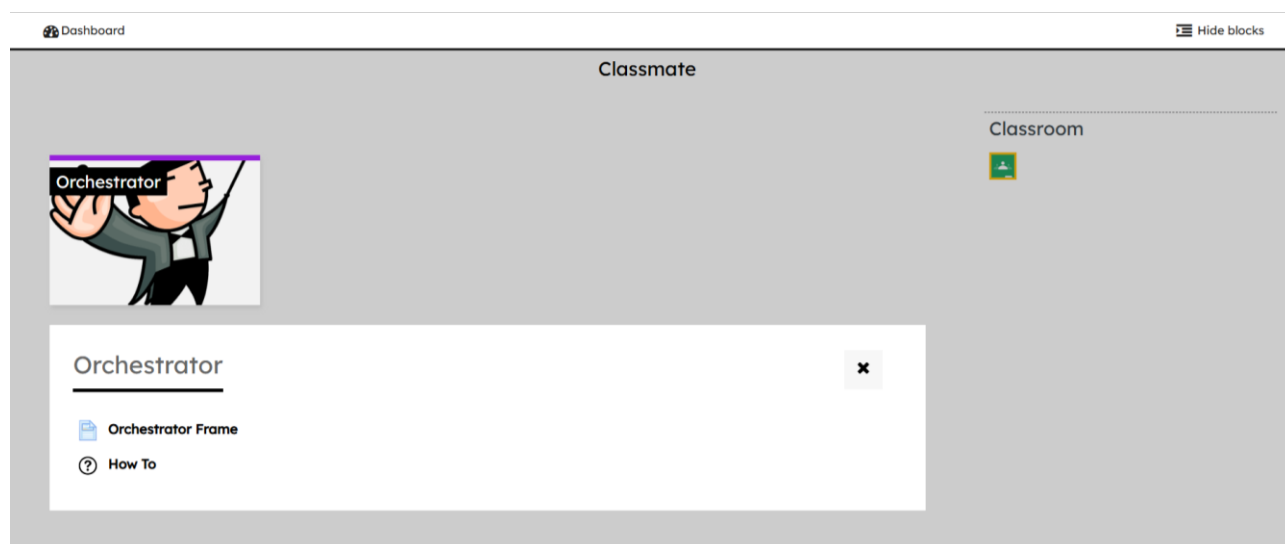


Figure 6.8: Dashboard di Orchestrator

Orchestrator è lo spazio di accesso alle funzionalità didattiche offerte dal Classmate robot, denominate come: Roleplay Spiega con me, Roleplay Studia e Ripassa, Logica Deduttiva, Fantastoria e Rassegna Stampa.

Prima di esplorare questi meccanismi, ulteriori tracce della visione educativa promossa dall'azienda possono essere riscontrate accedendo al manuale tramite la sezione 'How to'. Queste tracce sono visibili nel modo in cui vengono descritte le funzionalità e le attività del Classmate.

Classmate si propone come uno strumento di innovazione nelle modalità di apprendimento così come in quelle di insegnamento, operando una netta distinzione tra i profili utente di docenti e studenti. Non si tratta solo di una divisione operativa, ma di una separazione che incide profondamente sulle possibilità e sui vincoli dell'esperienza educativa. Lo studente è invitato a costruire la sua conoscenza, in un modo individuale, personalizzato, creativo, unico, coinvolgente e divertente. Parallelamente, il docente è invitato ad accedere ad uno spazio in cui la sua autonomia è redistribuita in un'alleanza umano-macchinica. Un nuovo assistente per il docente è prefigurato tramite la funzionalità di Roleplay Spiega con me. Grazie alla tecnologia, secondo l'azienda, la spiegazione non è più canonica, percepita come non interattiva e non coinvolgente. L'azienda promette di superare le barriere della mera trasmissione. Parallelamente, la rassegna stampa riproduce le notizie di attualità affidandosi alle fonti selezionate dal docente. La tecnologia si pone come alleata, ma mai sostituendo l'autorità docente e mai mettendo in discussione il suo ruolo epistemico. La tecnologia, ci dice l'azienda, potenzia, creando una nuova alleanza umana-macchinica in cui l'autonomia si redistribuisce. Al contrario, lo studente accede a strumenti pensati per costruire la sua conoscenza e addestrare il robot a performarla. In questi processi, scomposizione e frammentazione della complessità della conoscenza in tracce computazionali sono i primi segni della rappresentazione della conoscenza e dell'idea del processo di apprendimento dei progettisti del Classmate, come vedremo nel prossimo paragrafo.

6.3.Tecnologie: apprendimento come frammentazione e ricombinazione di unità conoscitive

Navigando tra le interfacce ed esplorando le logiche operative e i meccanismi della piattaforma Classmate, emerge una riconfigurazione dell'esperienza educativa, della sua rappresentazione della conoscenza così come della stessa architettura dell'apprendimento.

Nel caso delle prime tre attività di Roleplay, è possibile identificare specifiche modalità attraverso cui la conoscenza è rappresentata e l'apprendimento è riconfigurato: conoscenza come assemblaggio di unità frammentate, autosufficienti e aggregabili; e apprendimento come processo di scomposizione e ricomposizione, aggregazione e ricombinazione per la costruzione di una conoscenza che si fa modulare e manipolabile.

Il fulcro di questa architettura educativa è la costruzione di intenzioni di dialogo (intent), che definiscono la base dell'addestramento del robot. Questo tipo di addestramento si struttura attorno a una logica domanda-risposta. Il robot è progettato per reagire a determinati input verbali, ovvero alle domande formulate dagli utenti. Per cui, gli utenti così come sono invitati a fornire le risposte e a prefigurare le forme con cui il robot dovrà interagire, sono inoltre chiamati ad immaginare i diversi modi in cui argomento didattico potrebbe essere interrogato. L'utente è in questo modo coinvolto in un processo di addestramento fondato sulla creazione di piccole unità di conoscenza, che egli stesso deve scegliere. In altre parole, l'utente è chiamato a selezionare la sua conoscenza didattica, frammentarla e ricomporla nello spazio della progettazione didattica.

Le regole imposte dall'interfaccia supportano e al tempo stesso condizionano questa frammentazione e ricomposizione della conoscenza. Nella fase di definizione delle domande, l'interfaccia impone all'utente di indicare almeno quattro varianti di interrogazione e ne suggerisce dieci o più per un addestramento considerato efficace. Al contrario, nessun vincolo minimo è previsto per le risposte, purché ciascuna di esse mantenga un carattere di autosufficienza. L'autosufficienza della risposta rappresenta un criterio fondamentale per una buona costruzione e performance della conoscenza. La piattaforma, invita a unità di conoscenza indipendenti, ma al tempo stesso aggregabili in un percorso coerente che restituisce la complessità del sapere. Questi piccole unità di conoscenza autosufficienti ma aggregabili inoltre possono essere modificate, combinate e ricombinate attraverso convergenze tra testi, video e immagini.

Quest'architettura dell'apprendimento è rappresentata nella Figura 9:

The screenshot shows a web interface for configuring dialog intentions. At the top, there's a 'Dashboard' header and a 'Hide blocks' button. The main title is 'Configurazione intenzioni di dialogo'. Below it, there's a sidebar with a list of 'Intenzioni di dialogo' containing 'item_1'. The main content area shows the configuration for 'item_1', which was created by 'docente_ospite1 docente_ospite1' on '12/03/2025 10:46'. It includes a 'Tag' field, a 'Frase di addestramento' field with a note '(min. 4, best >= 10)', a 'Testo' field, and a 'Risposte' section. The 'Risposte' section has a 'Nome' field and a 'Risposta' field. There are buttons for 'Inserimento nuovo elemento' and 'Aggiungi (+)'.

Figura 6.9: Interfaccia per la creazione delle intenzioni di dialogo

L'esperienza dell'apprendimento è resa una pratica compositiva, attraverso cui lo studente è libero di auto-definire i contenuti della propria conoscenza e le modalità con cui vengono ordinati e

aggregati. La conoscenza educativa viene così trasformata in un insieme frammentato ma integrabile di elementi indipendenti che possono essere diversamente costruiti e diversamente assemblati, per formare un assemblaggio di elementi orientato alla costruzione di una performance didattica efficace.

Una funzione particolarmente rilevante presente in quest'architettura dell'apprendimento è Duplica, che dissemina il cuore della logica didattica di questa modalità di programmazione così come pensata dai designer della piattaforma. Questa funzione incoraggia l'utente a duplicare gli intent costruiti mantenendone costante il contenuto ma impegnandosi nella variazione lessicale delle risposte. Pratica che rafforza l'etica dell'apprendimento come basato su un processo attraverso cui l'utente si confronta con blocchi di conoscenza da costruire, assemblare, ordinare e ri-organizzare.

Una logica che si riflette in un'ulteriore funzione offerta dall'interfaccia, la Lista Attività, attraverso cui l'utente può immergersi in uno spazio di visualizzazione e condivisione di tutte le attività create dagli altri utenti, come rappresentato in Figura 10:

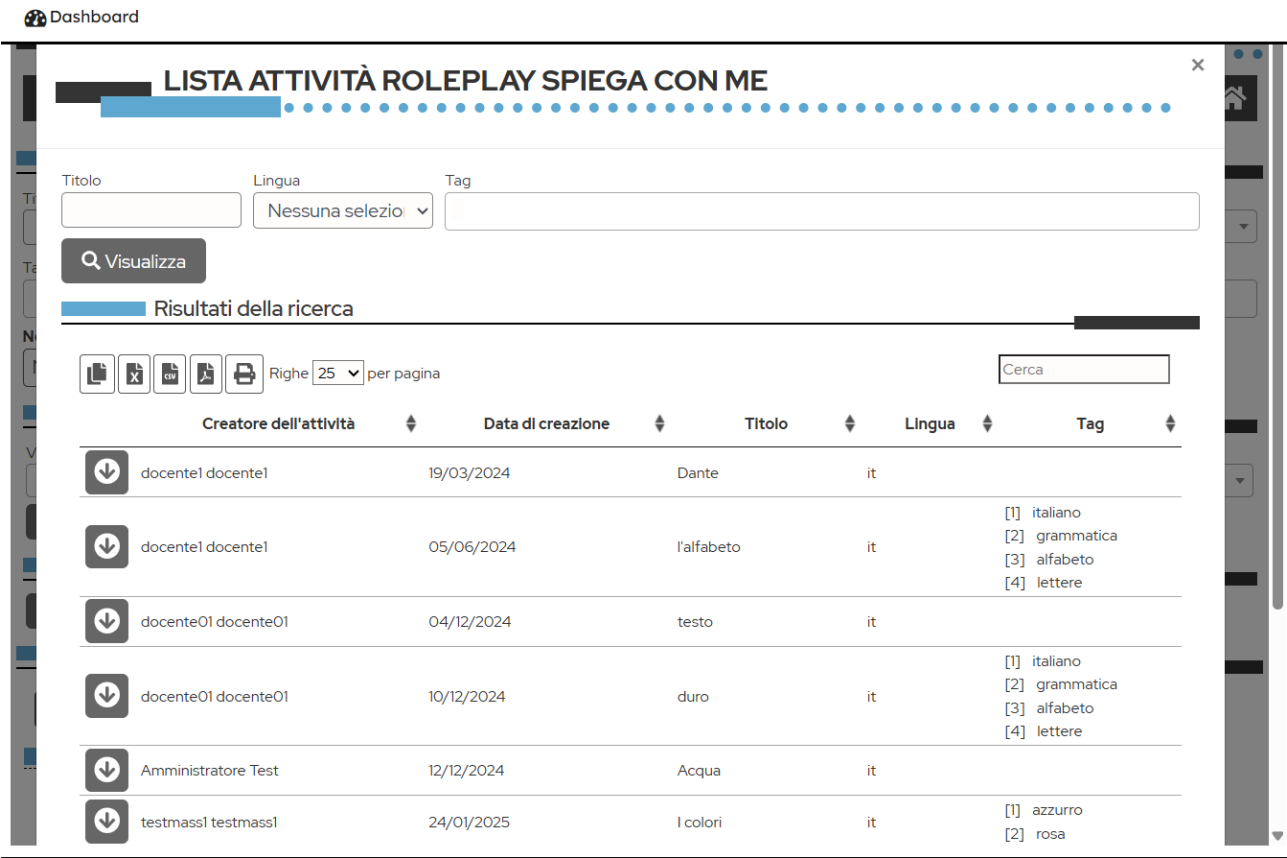


Figura 6.10: Visualizzazione della Lista attività

Questo spazio consente di esplorare tutte le attività create dagli altri componenti della classe, docenti e studenti. Le attività altrui sono consultabili ma non modificabili. Tuttavia, le varie intenzioni

di dialogo possono essere scaricate e poi successivamente importate in una nuova attività creata dall'utente, facilitando un processo di ri-uso e ri-elaborazione delle unità di conoscenza.

Come illustrato nella Figura 11, l'utente può scaricare esclusivamente le singole intenzioni di dialogo, e dunque le singole unità della conoscenza, ma non l'intera attività didattica. Una logica che rinforza una rappresentazione della conoscenza come composizione di moduli autonomi, isolabili, indipendenti pronti ad essere estratti, copiati, incollati e riassemblati in nuove configurazioni.

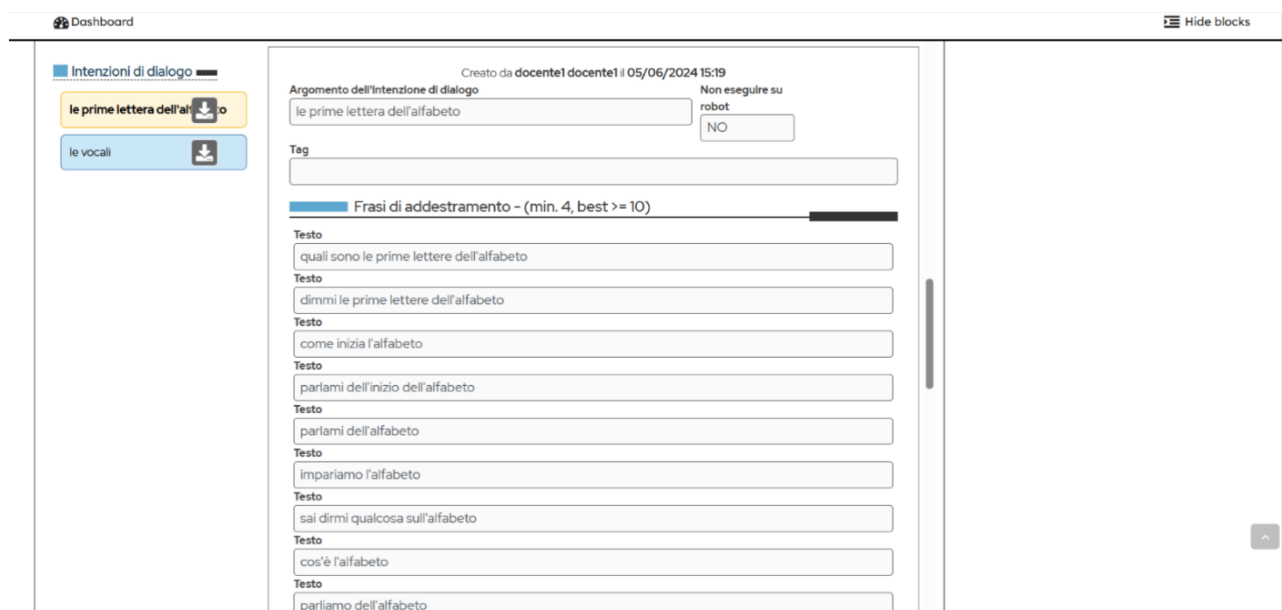


Figura 6.11: Interfaccia di visualizzazione di un'attività didattica

Ciò che emerge è un valore educativo che proviene dalla capacità dell'utente di frammentare (o immaginare variazioni di possibili frammentazioni), manipolare, riordinare unità di conoscenza, con l'obiettivo di una costruzione della conoscenza in una modalità autonoma, unica e personalizzata.

L'attività Roleplay Studia e Ripassa aggiunge un'ulteriore dimensione in questa riconfigurazione dell'apprendimento – l'accumulazione. La piattaforma costruisce uno spazio in cui l'esperienza educativa è costruita come un processo di accumulazione modulare di frammenti conoscitivi in cui l'autonomia della costruzione è distribuita attraverso le entità umane e quelle algoritmiche.

Come mostrato nella Figura 12, lo studente è posizionato all'interno di uno spazio di scelte rispetto a come accumulare la sua conoscenza: inserendo un argomento didattico tramite testo o parole chiave, selezionando tra le attività che la piattaforma offre, oppure affidandosi a criteri di autorevolezza, filtrando i contenuti in base all'autore e scegliendo di visualizzare esclusivamente quelli creati da un utente specifico.

Figura 6.12: Funzionalità Studia e Ripassa

Una volta effettuate queste scelte, la piattaforma restituisce una serie di contenuti che corrispondono alle modalità di selezione e filtraggio indicate. Un elemento particolarmente significativo è che anche in questo caso la categorizzazione avviene a livello delle singole intenzioni di dialogo e mai di intere attività, rafforzando un'idea di impostazione didattica basata su micro-contenuti tematici. Lo spazio del ripasso diventa così un luogo di accumulazione attraverso un'operazione selettiva in cui la conoscenza viene scomposta e successivamente ricomposta attraverso un gioco di autonomie tra utente umano e logiche algoritmiche. Un'architettura didattica che spinge verso un'idea di apprendimento personalizzato, dinamico, modulare, oltre che fortemente guidato da logiche di categorizzazione proprie della piattaforma.

Fonte	Risposta	Contenuto
Tipo servizio: Roleplay Spiega con me Servizio: Dante Intenzione di dialogo: Divina_Commedia	risposta 1	La Divina Commedia è la mia opera più famosa. è un poema epico che narra il mio viaggio attraverso l'aldilà, guidato da Beatrice verso la salvezza.
Tipo servizio: Roleplay Spiega con me Servizio: Dante Intenzione di dialogo: Morte	risposta 1	Lasciai questo mondo terreno il 13 o il 14 settembre del 1321, a Ravenna, dove trascorsi gli ultimi anni della mia vita. Pur lontano dalla mia amata Firenze, il mio spirito è rimasto intessuto nei versi della mia Divina Commedia.
Tipo servizio: Roleplay Spiega con me Servizio: Dante Intenzione di dialogo: Beatrice_chi	Risposta	Beatrice, splendida musa e amore supremo della mia vita, è stata la fonte d'ispirazione per la mia opera più grande, la "Divina Commedia", guidandomi verso la redenzione spirituale.
Tipo servizio: Roleplay Spiega con me Servizio: Dante Intenzione di dialogo: Beatrice_amore	risposta 1	Il mio cuore era legato a Beatrice Portinari, una giovane donna di straordinaria bellezza e virtù, che illuminava la mia vita con la sua presenza e ispirazione divina.
Tipo servizio: Roleplay Spiega con me Servizio: Dante Intenzione di dialogo: Virgilio	risposta 1	Virgilio è la mia guida nel viaggio attraverso Inferno e Purgatorio, offrendo saggezza, protezione e istruzione. Rappresenta la ragione umana, la virtù e il cammino verso la redenzione.
Tipo servizio: Roleplay Spiega con me Servizio: Dante Intenzione di dialogo: Virgilio	risposta 1	Virgilio è la mia guida nel viaggio attraverso Inferno e Purgatorio, offrendo saggezza, protezione e istruzione.

Figura 6.13: Interfaccia di visualizzazione dei risultati della ricerca effettuata dall'utente-studente

Come si nota nella Figura 13, nella fase finale di questo gioco compositivo, l'utente si trova in uno spazio di intenzioni di dialogo proposte in cui è invitato a scegliere e selezionare i contenuti che ritiene più utili, che la piattaforma ricompone in un documento PDF, in cui i frammenti didattici possono essere scaricati e visualizzati dallo studente come ricomposti insieme.

La concezione dell'apprendimento come processo di scomposizione e ricomposizione si articola ulteriormente nelle attività di Logica Deduttiva e Fantastoria. In entrambi i casi, l'esperienza educativa si fonda su una costruzione ramificata del sapere, organizzato in micro-unità – indizi, snodi narrativi, alternative di risposta – che l'utente deve combinare per costruire strutture logiche o narrative.

Nel caso della Logica Deduttiva, l'apprendimento assume una forma ludica basata sulla costruzione di un gioco a indizi. Qui l'utente immagina un compagno di classe o il docente come interlocutore del robot e progetta il gioco in modo che il robot fornisca, progressivamente, piccoli frammenti di conoscenza che conducano alla scoperta finale.

Questi meccanismi sono riportati nella Figura 14:

The screenshot displays the 'Logica Deduttiva' interface. On the left, a 'Dashboard' sidebar shows 'attività' with a list of 'Intenzioni di dialogo' (dialogue intentions) including 'studente Ospite1', 'studente Ospite1', 'indizio 1', 'indizio 2', and 'risposta'. The main area is titled 'Argomento dell'intenzione di dialogo' and contains a 'Tag' field, a 'Risposte' (Responses) section with a text input and a 'Crea da docente Ospite1 docente Ospite1 il 14/03/2025 11:44' timestamp, and an 'Instradamenti' (Directions) section with a 'Direzione' dropdown and a 'Risposta' input. The 'Risposta' input is filled with 'Sono un personaggio storico dell'ottocento'. The 'Instradamenti' section includes a 'Risposta' input with a 'Direzione' dropdown set to 'risposta'. The interface also features a 'Hide blocks' button in the top right corner.

Figura 6.14: Interfaccia della funzionalità Logica Deduttiva

Allo stesso modo, nella funzionalità Fantastorie, l'utente costruisce un percorso narrativo a bivi, articolando il sapere educativo attraverso blocchi di racconto che si moltiplicano in base alle scelte dell'interlocutore. Ogni snodo narrativo apre nuove possibilità e costringe l'utente a prevedere i molteplici scenari che potranno essere attivati in classe. Anche qui la conoscenza non è unitaria, ma frazionata in segmenti narrativi che devono essere ordinati e articolati in modo coerente, ma aperto. L'apprendimento si configura così come un sistema ramificato di micro-decisioni, in cui il contenuto

didattico è disseminato lungo un tracciato che l'utente deve costruire immaginando alternative, esiti, deviazioni.

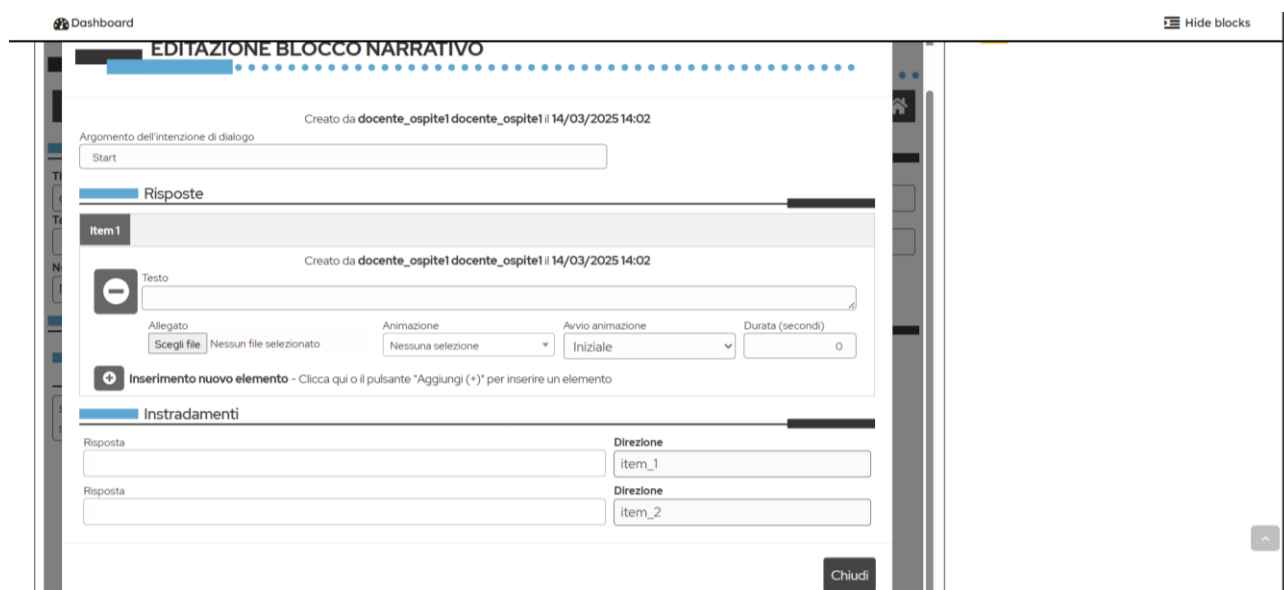


Figura 6.15: Interfaccia della funzionalità Fantastoria

6.4.L'ambiente d'uso previsto e le sue tensioni. O, il paradosso delle logiche operative con la visione educativa promossa da Classmate

Accedere alla piattaforma Classmate implica una registrazione come docente o come studente. Distinzione che si traduce in una differenziazione delle (im)possibilità operative imposte agli utenti. Ciò che emerge dall'ambiente d'uso atteso è l'immersione dell'utente-studente in una significativa tensione tra controllo e libertà.

Secondo la visione educativa veicolata attraverso la piattaforma, lo studente sembra configurarsi come un soggetto libero di autodeterminare il proprio percorso formativo e di autodefinire la propria conoscenza, di scomporla e di ricombinarla secondo percorsi personalizzati e manipolabili. E sulla base di questo, si può sostenere come la piattaforma ritenga lo studente una figura in grado, e responsabile, di (saper) tracciare i percorsi più indicati per poter progredire. Allo stesso tempo, queste libertà sono incanalate in una struttura educativa fortemente regolata, in cui l'autonomia dello studente è continuamente modellata dalle logiche algoritmiche e dal design della piattaforma, che impongono un'architettura dove queste responsabilità personali sono definite e controllate dal docente fin dall'inizio del suo processo di apprendimento.

Questa tensione libertà-controllo è visibile a partire dalle configurazioni della dashboard centrale dell'Orchestrator frame. Accedendo come docente, l'utente si trova di fronte a due spazi distinti, di personalizzazione dialogo robot e di attività didattiche. Diversamente, accedendo come studente, l'interfaccia principale dell'orchestrator non presenta queste due possibilità, ma al contrario l'utente ha accesso esclusivamente all'ambiente delle attività didattiche, venendo così escluso da ogni forma di personalizzazione dell'interazione con il robot.

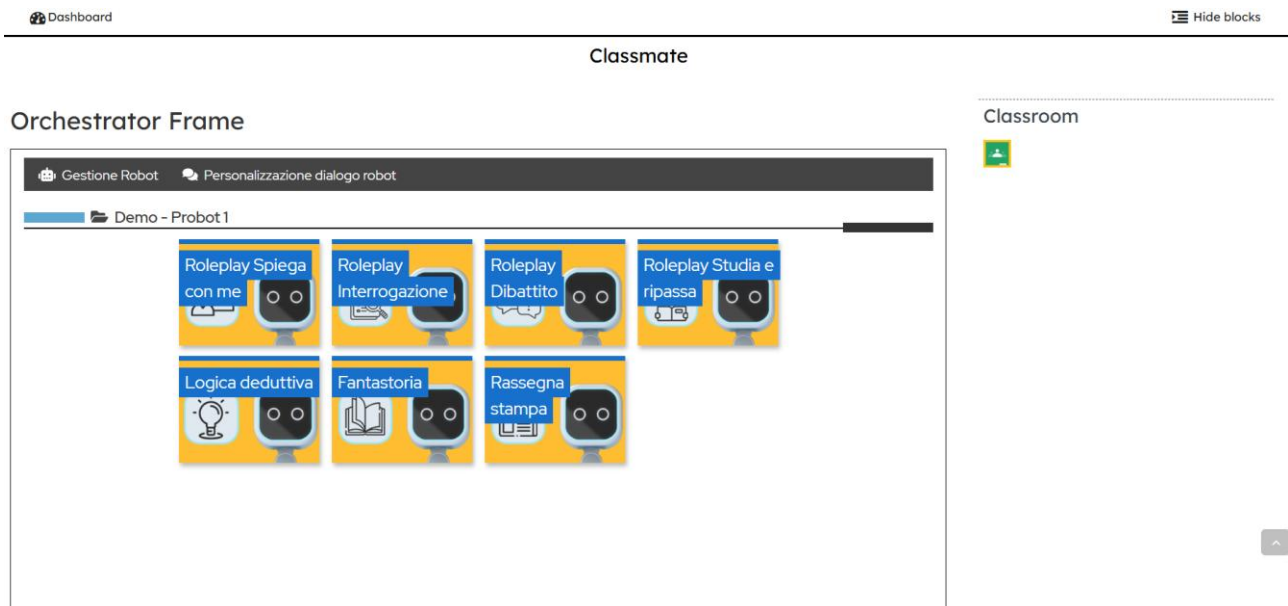


Figura 6.16: Interfaccia principale di Orchestrator Frame dal profilo docente

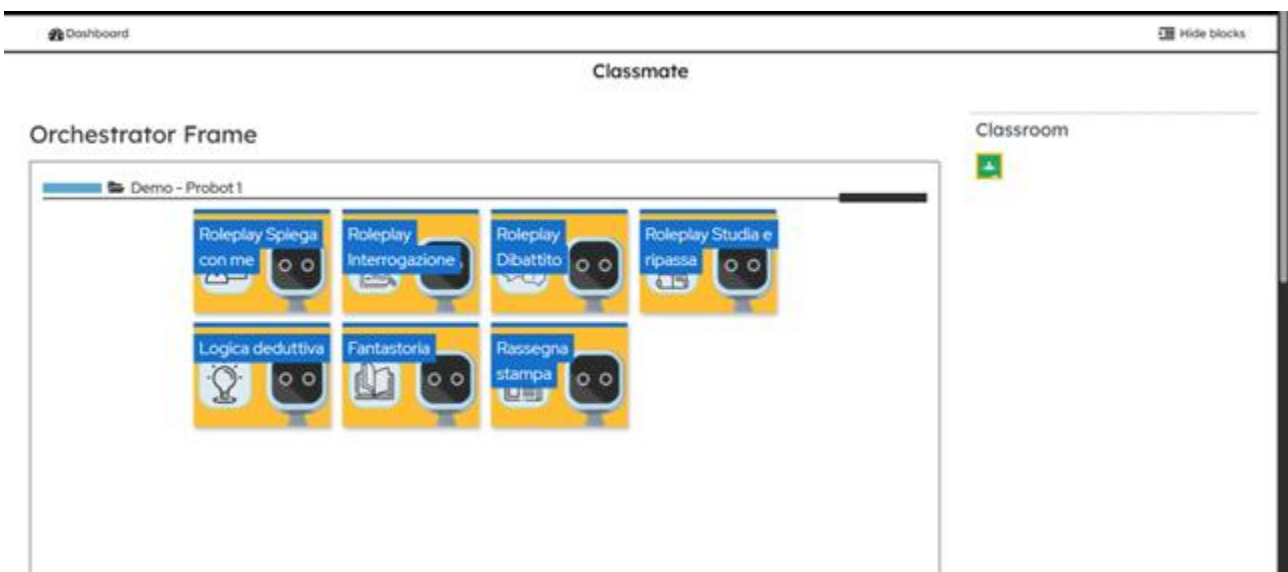


Figura 6.17: Interfaccia principale di Orchestrator Frame dal profilo studente

Nonostante la funzione “personalizzazione del dialogo” non consenta nella pratica una effettiva personalizzazione – dal momento che non è possibile intervenire direttamente sulle capacità conversazionali del robot, che si presenta come costruito attraverso un algoritmo di intelligenza artificiale chiuso – gli studenti non hanno la possibilità di interagire con il robot in questa modalità di simulazione.

Questo implica che, anche se gli sviluppatori avessero inizialmente previsto un’apertura dell’algoritmo conversazionale per permettere una certa personalizzazione, tale apertura era pensata unicamente per i docenti, escludendo gli studenti da questo processo. Ma se guardiamo alla modalità tramite cui queste funzionalità sono presentate e poi operativizzate possiamo estendere l’argomentazione. Seppur la piattaforma presenti l’intera comunità scolastica come bisognosa di dispositivi personalizzati e presenti la propria missione come portatrice di nuovi paradigmi nella costruzione dei servizi tecnologici educativi, questa libertà è in netto contrasto con le (im)possibili operazioni dell’utente.

Navigando tra le attività strettamente didattiche, questa lente del controllo diviene più imponente per lo studente. In primo luogo, la piattaforma impone una struttura di controllo nello stesso accesso dello studente alla creazione di nuovi percorsi didattici di conoscenza. Una funzionalità chiave, in questo senso, è l’assegnazione attività. Navigando la piattaforma come studente, infatti, ci si trova un ambiente d’uso carico di limitazioni: ciò che potrebbe essere fatto non dipende dall’autonomia dell’utente, ma è dipendente dall’autorizzazione del docente. Sebbene le intenzioni dichiarate dagli sviluppatori siano quelle di favorire l’interazione attiva degli studenti, una volta aperte queste sezioni tramite Orchestrator Frame, l’interfaccia comunica chiaramente i limiti imposti, come mostrati nelle Figure 18 e 19:

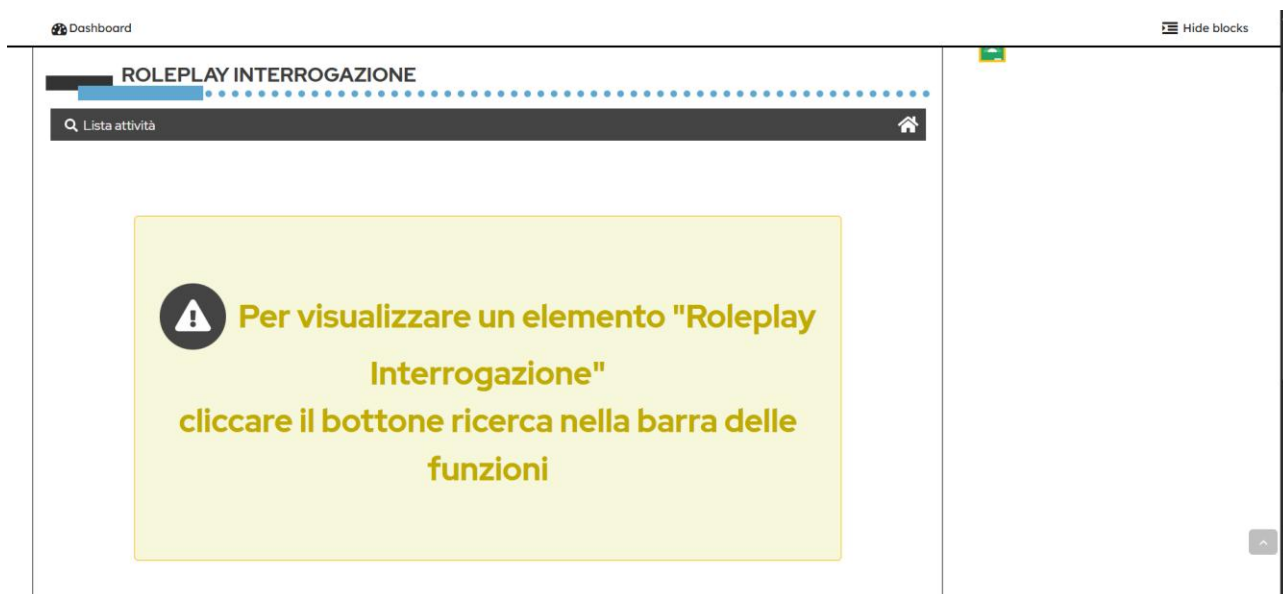


Figura 6.18: Roleplay Interrogazione dal profilo studente

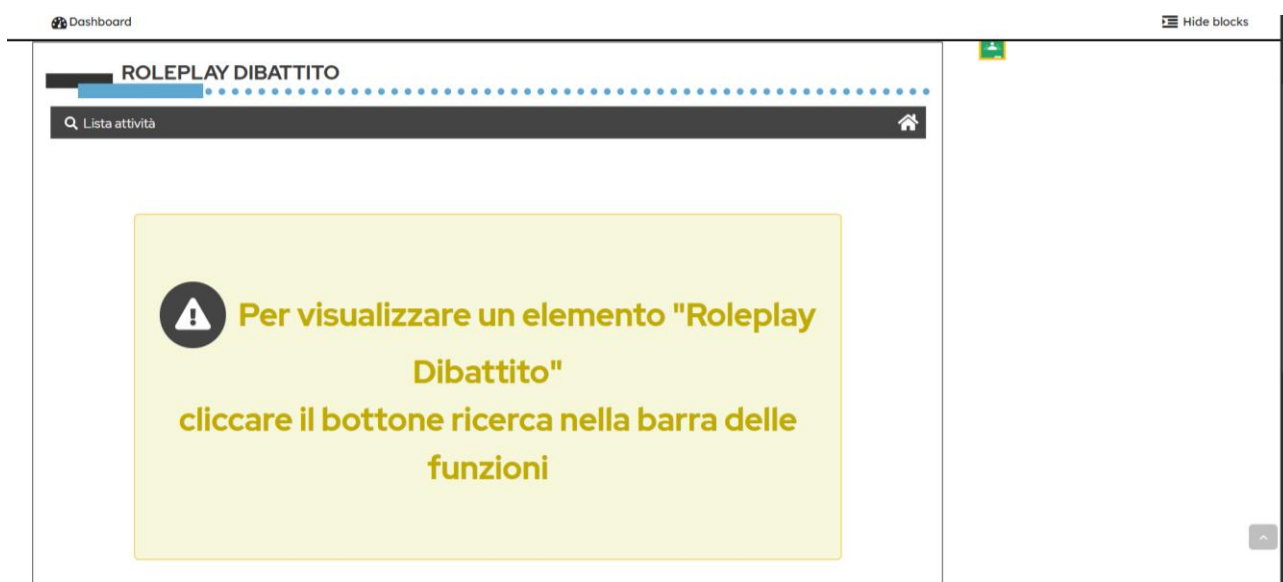


Figure 6.19: Roleplay Dibattito dal profilo studente

La piattaforma invita lo studente a consultare la lista attività in quanto impossibilitato a creare una nuova attività. L'intero processo di attivazione dell'apprendimento è così condizionato da una sequenza di autorizzazioni ed azioni che il docente è obbligato a svolgere. È il docente, infatti, che dal suo profilo utente deve creare una nuova attività, darle un titolo identificativo e assegnarla a uno o più studenti. Meccanismo raffigurato nella Figura 20:



Figura 6.20: Assegnazione attività dal profilo docente

Accanto alla propensione organizzativa e pianificatrice della piattaforma, un secondo insieme di operazioni che mirano a controllare lo studente riguarda le misure di strutturazione della sua attività. La procedura di assegnazione attività infatti non è sufficiente a consentire allo studente di poter intraprendere il suo processo di apprendimento. La piattaforma, infatti, impedisce il salvataggio dell'attività al docente se non vengono preventivamente definiti l'avvio, la chiusura e almeno due intent iniziali di dialogo, come illustrato dalle Figure 21, 22 e 23:

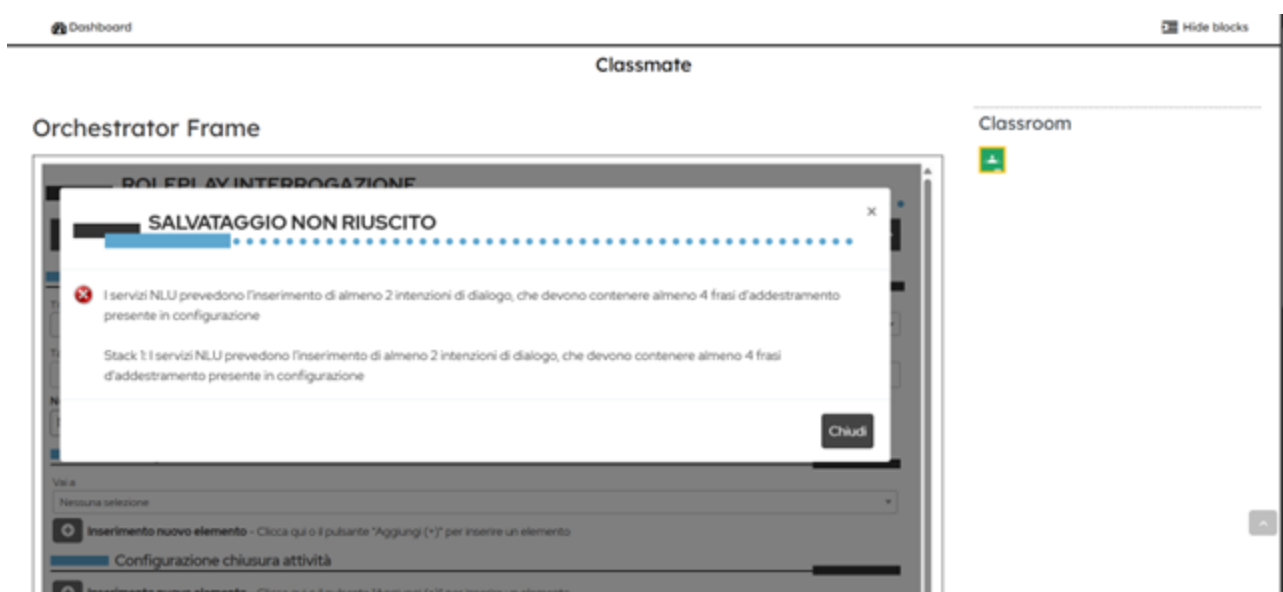


Figura 6.21: Salvataggio dell'attività non riuscito dal profilo docente

Dashboard

Hide blocks

Classmate

Orchestrator Frame

Classroom

Modifica attività

Titolo

IA a scuola

Lingua

it

Voce

Carlo (IT)

Tag

Nessuna autorizzazione all'avvio

SI

Non eseguire su robot

NO

Configurazione avvio attività

Val a

Configurazione chiusura attività

Configurazione intenzioni di dialogo

Assegnazione attività A

studente Ospite1

studente Ospite1

Creato da docente_Ospite1 docente_Ospite1 il 14/03/2025 12:07

Argomento dell'intenzione di dialogo

Introduzione alla squadra Pro

Non eseguire su robot

Figura 6.22: Vincolo di configurare l'avvio e la chiusura attività

Dashboard

Hide blocks

Assegnazione attività A

studente Ospite1

studente Ospite1

Intenzioni di dialogo

Introduzione alla squadra Pro

Riferimenti sul topic

item_1

Assegnazione attività B

Intenzioni di dialogo

Creato da docente_Ospite1 docente_Ospite1 il 14/03/2025 12:07

Argomento dell'intenzione di dialogo

Introduzione alla squadra Pro

Non eseguire su robot

Tag

Frasi di addestramento - (min. 4, best >= 10)

Testo

Testo

Testo

Testo

Introduci i benefici dell'introduzione dell'Intelligenza Artificiale a scuola?

Introduci i benefici dell'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale a scuola

Inserimento nuovo elemento - Clicca qui o il pulsante "Aggiungi (+)" per inserire un elemento

Risposte

Primo intervento squadra Pro

Creato da docente_Ospite1 docente_Ospite1 il 14/03/2025 12:07

Nome

Primo intervento squadra Pro

Figura 6.23: Vincolo di creare i primi due intent di dialogo

Solo dopo il completamento di questi passaggi, lo studente può accedere all'attività attraverso la lista attività, con la possibilità di modificare e aggiungere intent, ma non di intervenire sulle sezioni di apertura e chiusura del dialogo del robot, che implicano le possibili interazioni del robot 'libere' da interrogazioni, restando prerogativa esclusiva del docente.

Man mano che l'articolazione delle attività si fa più complessa, la piattaforma ne rafforza i meccanismi del controllo. Nell'attività Logica Deduttiva, al docente è affidato il vincolo non solo di

impostare i parametri generali, ma di determinare anche il numero esatto di indizi che lo studente deve inserire, parametro non modificabile successivamente.

In maniera analoga, nella funzione Fantastoria, la possibilità di generare nodi figli – ovvero le diramazioni narrative – è riservata esclusivamente al docente. Lo studente può solo compilare le diramazioni già predisposte, senza possibilità di crearne nuove. Le due immagini seguenti rappresentano questa differenziazione in base al profilo utente. Nella prima (Figura 24), navigando con il profilo docente, appare la funzionalità ‘aggiungi nodi figli’. La seconda figura (25), invece, rappresenta l’interfaccia dell’utente studente, al quale non è permessa questa funzionalità.

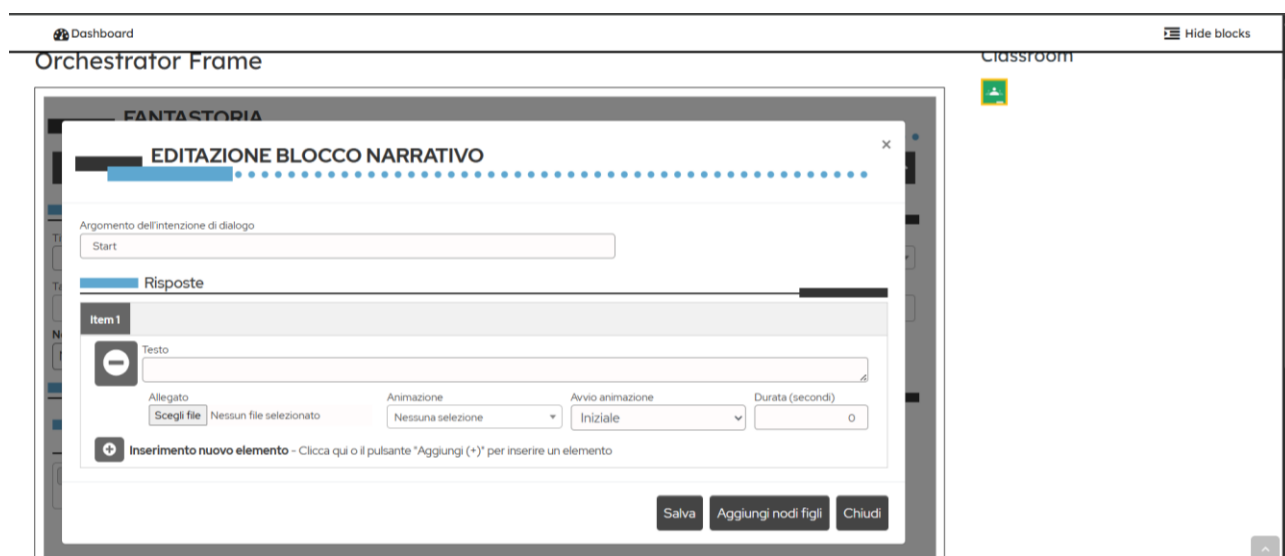


Figura 6.24: Fantastoria dal profilo docente



Figura 6.25: Fantastoria dal profilo studente

Attraverso tale posizionamento, la piattaforma opera come dispositivo che permette allo studente di apprendere esclusivamente entro un tracciato predefinito. Ne deriva una tensione fondamentale con l'ideologia educativa veicolata dalla piattaforma. Nonostante la sua visione educativa esalti l'autonomia dello studente, le sue logiche operative orientano rigidamente i suoi corsi d'azione, delegando al docente la responsabilità esclusiva di modellarne i percorsi. Questa tensione si riflette in un'esperienza dell'apprendimento fortemente vincolata da e in un sistema di controllo dispiegato attraverso una sorveglianza quotidiana su ciò che lo studente può effettivamente fare. Lo studente è una figura che viene incitata a navigare nel proprio percorso di apprendimento all'interno di un campo di azioni autorizzato e predefinito, controllato da parametri e meccanismi di modellamento della sua 'libera' esperienza di apprendimento e costruzione 'autonoma' della conoscenza.

6.5. La piattaforma Classmate e la fabbricazione dei soggetti educativi ideali

Ulteriore asse analitico che la letteratura critica delle piattaforme digitali educative, supportata dal metodo walkthrough, invita ad esaminare è l'utente ideale che la piattaforma Classmate configura attraverso il suo ambiente d'uso atteso. La piattaforma non solo definisce pratiche specifiche per docenti e studenti, ma fabbrica le loro identità in relazione con la tecnologia, con sé stessi e con gli altri attori educativi.

Concentrandosi sulla figura dello studente, risulta particolarmente rilevante analizzare le norme attraverso cui l'esperienza educativa e i suoi soggetti vengono classificati e valorizzati, e dunque le modalità attraverso cui viene prodotto valore educativo. In base alle logiche incorporate nella piattaforma, l'obiettivo dell'apprendimento consiste nell'organizzare e pianificare il proprio sapere. In questo quadro, le possibilità che la piattaforma dispiega creano le condizioni per la formazione di un valore educativo come performance. Sebbene lo studente venga in parte decentrato dalla performance in classe, la piattaforma presuppone una serie di pratiche che mirano alla produzione di un'interazione robotica performativa 'efficace'. Gli utenti sono invitati a rappresentare, tramite performance macchiniche, il loro apprendimento come attività autonoma e proattiva di creazione di senso.

Il valore dell'esperienza educativa per i suoi soggetti è stabilito secondo un insieme specifico di dimensioni: creatività, autonomia, unicità, e capacità di creare un percorso che sia complesso ma allo stesso modo strutturato in blocchi autosufficienti ed esplicativi. Secondo queste norme, una certa identità di studente viene configurata.

Lo studente è in primo luogo un soggetto creativo. La piattaforma ribadisce costantemente un messaggio centrale rivolto agli studenti: il robot non possiede conoscenze proprie, ma deve essere addestrato attraverso le singolari conoscenze educative. Al centro di questo approccio all'apprendimento si trova un'etica maker basata sulla creatività individuale dello studente. L'enfasi sulla dimensione creativa si riflette nel modo in cui il robot è progettato per essere addestrato. Nelle attività di Roleplay, lo studente deve inserire sia interrogazioni che risposte, immaginando come la conoscenza può essere frammentata. Sebbene non sia obbligatorio fornire più di una risposta per ogni domanda, gli studenti hanno la possibilità di farlo, modellando così i diversi modi in cui il robot potrà spiegare un contenuto. Allo stesso modo, nelle attività di Logica Deduttiva e Fantastoria lo studente è chiamato ad essere creativo nella formulazione di diramazioni, bivi e ordinamento di un argomento didattico.

Tuttavia, vari script vincolano la libertà di modellare il percorso dell'apprendimento che si esercita esclusivamente entro formati predefiniti. L'unico modo per addestrare il robot è attraverso l'organizzazione della conoscenza in un formato standardizzato di domande e risposte, in un caso, e di diramazioni e bivi, in un altro caso. Questo vincolo riduce la possibilità di esprimere la creatività attraverso forme alternative o approcci non pienamente codificabili. Mentre la piattaforma promette flessibilità e libertà nella costruzione del sapere educativa, questa creatività è limitata dalle (im)possibilità che la piattaforma dispiega e risulta fortemente canalizzata entro cornici di standardizzazione, riducendo la creatività a una serie di scelte predefinite e dataficabili (Williamson, 2017b). In altre parole, la creatività è quantificata e valutata tramite una serie di scelte standardizzate. Inoltre, impossibilito nella scelta di varie funzioni didattiche, come la creazione di un suo personale argomento didattico da scomporre, o come la quantità di diramazioni e bivi da creare, la sua creatività è diretta attraverso decisioni predefinite.

Parallelamente, la figura dello studente è quello di un soggetto responsabile, o responsabilizzato. La piattaforma insiste fortemente sull'idea che l'apprendimento sia intrinsecamente contestuale. La possibilità di addestrare il robot sulla base delle conoscenze di uno studente singolo o di un'intera classe rappresenta una caratteristica fondamentale che l'azienda valorizza come nucleo della propria strategia comunicativa. A differenza di altri strumenti educativi basati sull'intelligenza artificiale, il robot non è pre-programmato dagli ingegneri, ma è, piuttosto, un assemblaggio modellato dall'ecologia specifica di ciascun contesto scolastico. Presentato come un dispositivo personale, il robot può essere interamente personalizzato secondo le esigenze e la creatività sia degli studenti che degli insegnanti.

Tuttavia, questo approccio introduce una tensione significativa: la personalizzazione e l'addestramento individuale trasferiscono completamente la responsabilità degli esiti

dell'apprendimento allo studente. Poiché le conoscenze del robot dipendono interamente da come gli studenti inseriscono, strutturano e comunicano i contenuti educativi, il successo – o l'eventuale insuccesso – ricade esclusivamente su di loro (Decuyper, 2019). Con il trasferimento del controllo sull'apprendimento al discente (Simons, 2020), nessun attore esterno può essere ritenuto responsabile dell'efficacia con cui il sapere viene presentato, scritto o discusso, rafforzando così un modello individualizzato di responsabilità formativa.

L'analisi condotta attraverso il walkthrough mostra come la piattaforma Classmate non si limiti a delineare pratiche didattiche, ma contribuisca attivamente alla costruzione di una specifica identità dei suoi utenti, modellata dalle logiche tecnologiche, pedagogiche e commerciali che ne informano il design. Attraverso l'esplorazione delle interfacce, delle funzionalità e delle narrative promozionali, emergono tratti distintivi della figura docente così come configurata dalla piattaforma, in particolare nelle modalità relazionali che essa istituisce con lo studente.

In primo luogo, la piattaforma costruisce discorsivamente l'immagine di un docente co-designer, investito di autonomia e responsabilità nella personalizzazione dei contenuti e nella progettazione situata di esperienze formative. Tuttavia, questa autonomia risulta fortemente circoscritta. Il docente non ha accesso agli algoritmi che regolano l'interazione tra macchina e utente, né può intervenire sulle logiche che ne regolano il funzionamento. Inoltre, la progettazione didattica deve essere adattata a una grammatica algoritmica leggibile dalla piattaforma – ad esempio attraverso strutture rigidamente organizzate in domande e risposte – comprimendo la complessità pedagogica in un formato computabile. Il lavoro del docente, in questo quadro, si riconfigura come un insieme di compiti tecnici frammentati e standardizzati, funzionali alle logiche di monitoraggio, controllo e 'manutenzione' (Selwyn et al., 2023) della macchina dell'apprendimento.

In secondo luogo, la sua identità è costruita come quella di un soggetto pianificatore, incaricato di compilare campi, impostare limiti e configurare attività in standard predeterminati per il lavoro dello studente. Si delinea in questo modo una tensione fondamentale: da un lato, la piattaforma attribuisce simbolicamente al docente un ruolo centrale, carico di significati e responsabilità; dall'altro, le logiche algoritmiche che ne informano l'operatività lo marginalizzano, riducendone l'autonomia a una funzione esecutiva e tecnicamente vincolata da logiche prestabilite e non negoziabili.

Conclusione

Questo capitolo ha offerto una descrizione e un'analisi critica della piattaforma Classmate, con l'obiettivo di indagare come le sue logiche operative incorporino e veicolino una specifica visione

dell'educazione e dei suoi processi, contribuendo alla costruzione di particolari rappresentazioni della conoscenza, configurazioni dell'apprendimento e alla fabbricazione di specifici soggetti educativi. Attraverso la combinazione delle prospettive analitiche fornite dagli Science and Technology Studies e della ricerca critica sulle piattaforme educative digitali, insieme all'applicazione del metodo del walkthrough, l'analisi ha ricostruito l'ambiente d'uso atteso di Classmate, evidenziandone i meccanismi tecnologici, le logiche progettuali e i riferimenti culturali ed etici che ne orientano il funzionamento.

Un primo elemento significativo emerso riguarda il ruolo di dispositivi persuasivi e normativi delle interfacce del sito web Scuolab, che si configurano come veicolo di una ideologia tecnocratica dell'innovazione educativa. In questa visione, l'innovazione scolastica è rappresentata come inevitabilmente legata all'adozione di tecnologie digitali, offuscando la complessità e la particolarità dei contesti scolastici. All'interno di tale ecosistema, Classmate prefigura il futuro dell'apprendimento come un processo individualizzato, personalizzato e creativo, modellato sull'etica del making e sull'idea di uno studente attivo e autonomo.

L'analisi ha messo inoltre in luce come l'architettura sociotecnica proposta dalla piattaforma Classmate profondamente riconfiguri l'esperienza dell'apprendimento, la rappresentazione della conoscenza educativa, veicolando una specifica idea di soggetto ideale. Un aspetto centrale è la rappresentazione della conoscenza come entità frammentata e ricomponibile, adattata alle esigenze della computabilità. In questo quadro, l'apprendimento è concepito come un processo tecnico di scomposizione, accumulazione e riassettaggio, funzionale alla manipolazione di contenuti in micro-unità autosufficienti e aggregabili.

Quel che sembra emergere è un processo di learnification dell'esperienza educativa (Biesta, 2005), incentrato su una lettura individualista dell'apprendimento, che attribuisce una forma di autonomia radicale al discente e che rinforza una concezione funzionalista dell'educazione. In questa concezione dell'educativo, lo studente diviene un soggetto proattivo e autonomo mentre il docente si configura nei suoi ruoli di facilitazione, supporto e guida in servizio di uno studente che crea la sua conoscenza.

In continuità, il capitolo ha analizzato come le soggettività degli utenti vengano iscritte e configurate nell'ambiente d'uso di una piattaforma. Funzionando come mediatore attivo e come dispositivo normativo, la piattaforma instilla caratteristiche 'ideali' nei soggetti educativi. Ma in particolare, la fabbricazione dei soggetti educativi da parte della piattaforma conduce ad un paradosso significativo: nonostante l'idea di un discente autonomo, creativo e responsabile del suo stesso sviluppo educativo sia una caratteristica centrale nello spazio discorsivo educativo, ciò che viene oscurato in questo spazio è come lo studente sia incanalato in un ambiente altamente strutturato in cui la sua autonomia è supposta ad operare (Biesta, 2015).

Per concludere, questo capitolo vuole porre l'accento su una questione cruciale quando si parla di una svolta verso una platformisation dell'educazione (Van Dijk et al., 2018) e allo stesso modo verso una learnification dell'educazione (Biesta, 2005), ovvero la progressiva riconfigurazione dei valori pubblici nei contesti scolastici. Come mostrato dall'analisi, le piattaforme si configurano sempre più come infrastrutture pedagogiche (Williamson & Hogan, 2021) attraverso cui oltre ad una ridefinizione di relazioni, pratiche e soggettività educative, riscontriamo confini sempre più sfumati tra pubblico e privato, tra obiettivi educativi e logiche di mercato.

Al cuore di queste trasformazioni si trovano i valori, o i meccanismi, della individualizzazione e autonomia attraverso un apprendimento personalizzato e/o personalizzabile, risultati centrali anche nella visione educativa della piattaforma Classmate. Se da un lato questi valori si pongono come svolta di una forma di educazione centrata sullo studente e su una forma di apprendimento come costruzione attiva del sapere basata sull'esperienza individuale, dall'altro questi presupposti di autonomia e auto direzione dell'individuo si intrecciano in un immaginario dello studente come 'consumatore-autonomo' in un sistema educativo mercificato (Biesta, 2005).

Tali visioni si materializzano attraverso pratiche sociotecniche fondate su una pervasiva datafication dell'esperienza scolastica. La conoscenza e l'apprendimento vengono scomposti in micro-unità tracciabili, computabili e ricombinabili, dando forma a modelli di data extraction e commodification, meccanismo di monetizzazione dei contenuti e dei flussi di dati incorporata nel modello di business e nella governance di una piattaforma (Van Dijk et al., 2018).

Un ruolo cruciale in questi meccanismi è giocato dalle Application Programming Interface (API), insieme formale di convenzioni tecniche che consente l'interoperabilità tra sistemi e che, al tempo stesso, struttura le modalità con cui gli utenti possono interagire all'interno della piattaforma.

Esempio emblematico di questa logica è rappresentazione dall'integrazione di Google Classroom tramite API nella piattaforma Classmate, come mostrato nella Figura 26.

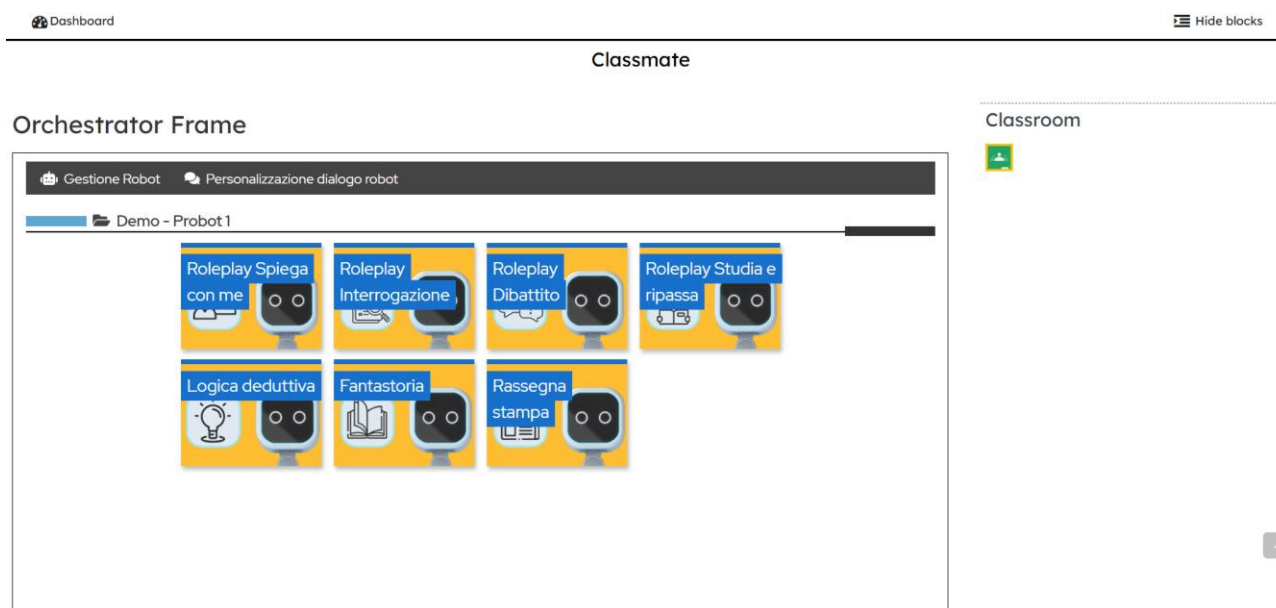


Figura 6.26: API Google incorporate nella piattaforma Classmate

Tale architettura consente la connessione diretta ai servizi Google e l'utilizzo delle sue capacità analitiche. Attraverso quest'architettura, Classmate viene coinvolto dalla pedagogia Google come fonte di innovazione, mentre gli "utenti finali" e le loro interazioni diventano oggetti di estrazione dei dati (Gulson et al., 2021).

Comprendere questi processi è cruciale per attivare una riflessione critica sulle piattaforme educative digitali e per intraprendere un'opera di disassemblaggio delle loro infrastrutture sociotecniche, che rappresenta un passaggio analitico e metodologico imprescindibile per indagare in profondità le riconfigurazioni in atto nei paesaggi educativi attraverso la emergente società delle piattaforme.

Dopo aver tracciato l'emergenza e la traduzione di un immaginario della robotica educativa attraverso il processo di co-design di un artefatto robotico classmate e dopo aver analizzato una specifica piattaforma educativa, questo lavoro di dottorato vuole aprire a spazi di riflessione sull'ingresso di una tecnologia robotica in specifiche classi scolastiche. Se una tecnologia incorpora visioni del futuro, norme e meccanismi specifici, questa è allo stesso modo inscritta in specifici contesti che, nella relazione tra varie materialità in gioco, danno forma ai dispositivi stessi.

Capitolo 7.

Come le scuole mobilitano e traducono la robotica educativa? L'enactment di un robot classmate in quattro classi scolastiche

Introduzione

Questo capitolo ha lo scopo di esplorare un processo di produzione della robotica educativa, ovvero i modi emergenti attraverso cui uno specifico dispositivo robotico è prodotto, ri-fatto e tradotto nei contesti scolastici – come le scuole fanno la robotica educativa.

Nel corso dei capitoli precedenti è stata articolata una riflessione critica attorno agli immaginari da cui è mobilitata – e che mobilitano – la robotica educativa e attorno una specifica piattaforma robotica mettendo in evidenza la visione educativa incorporata, la sua architettura dell'apprendimento e il soggetto educativo ideale che ne configura. Dunque, i piani d'indagine attivati fino ad ora sono stati da un lato, l'esplorazione delle visioni del futuro dell'educazione elaborate da attori chiave dell'industria globale dell'EdTech; dall'altro, l'emergente costellazione di immaginari che si sono attivati nel processo di co-design del dispositivo robotico Classmate realizzato da docenti, ingegneri e ricercatori, fino alla stabilizzazione delle visioni educative degli ingegneri tramite la costruzione della piattaforma robotica Classmate.

In particolare, queste analisi hanno costituito i primi nodi di catene di traduzioni (Callon, 1986) che definiscono, costruiscono e negoziano il crearsi e la messa in atto della robotica educativa stessa. Il caso in esame ha descritto un'esperienza di co-progettazione di un artefatto robotico educativo, in cui scuole italiane, un gruppo di ingegneri di un'azienda specializzata in EdTech e un gruppo di ricercatori nel campo della sociologia dell'educazione sono stati mutualmente enroled, dando forma ad uno spazio di traduzione in cui si è tentata la (provvisoria) stabilizzazione di un ordine sociotecnico condiviso. L'azienda, in particolare, ha esplicitamente sollecitato le scuole a ri-pensare le proprie pratiche didattiche alla luce di un robot educativo di tipo classmate composto da un artefatto fisico e dalla relativa piattaforma digitale, aprendo così uno spazio di traduzione complesso, dagli immaginari alla costruzione di effettive pratiche didattiche, in cui domini epistemologici e tecnici sono entrati in processi di negoziazione.

È in questo spazio di convergenza e frizione tra attori umani e non-umani che si colloca lo sviluppo della piattaforma Classmate. La piattaforma, costruita dal gruppo di ingegneri, costituisce un punto di condensazione strategico all'interno della rete di traduzioni. Si tratta infatti di un'infrastruttura tecnologica che non si limita a mediare le diverse istanze in gioco, ma si configura come una materializzazione attiva di una specifica visione della robotica educativa. In tal senso, il design della piattaforma assume un ruolo normativo e performativo traducendo e incarnando gli immaginari degli ingegneri e, al contempo, marginalizzando o escludendo visioni concorrenti, in un processo di stabilizzazione che, seppur provvisorio, contribuisce a definire chi sono (o dovrebbero essere) i soggetti educativi, cosa significa apprendere e quale ruolo le tecnologie sono chiamate a svolgere nella scuola contemporanea.

Tramite il metodo del walkthrough per esplorare qualitativamente la piattaforma robotica Classmate, un primo elemento significativo emerso riguarda il ruolo di dispositivi persuasivi e normativi delle interfacce del sito web Scuolab, che si configurano come veicolo di una ideologia tecnocratica dell'innovazione educativa. In questa visione, l'innovazione scolastica è rappresentata come inevitabilmente legata all'adozione di tecnologie digitali, offuscando la complessità e la particolarità dei contesti scolastici. All'interno di tale ecosistema, la visione inscritta nel robot classmate prefigura il futuro dell'apprendimento come un processo individualizzato, personalizzato e creativo, modellato da un'etica del making e da un'idea di uno studente attivo e autonomo.

L'analisi ha messo in luce come l'architettura sociotecnica proposta dalla piattaforma Classmate profondamente riconfiguri l'esperienza dell'apprendimento, la rappresentazione della conoscenza educativa, veicolando una specifica idea di soggetto ideale. Un aspetto centrale è la rappresentazione della conoscenza educativa come entità frammentata e ricomponibile, adattata alle esigenze della computabilità. In questo quadro, l'apprendimento è concepito come un processo tecnico di scomposizione, accumulazione e riassettaggio, funzionale alla manipolazione di contenuti educativi in micro-unità autosufficienti ma aggregabili. Parallelamente, il capitolo ha analizzato come le soggettività degli utenti-studenti vengano iscritte e configurate nell'ambiente d'uso di una piattaforma. Funzionando come mediatore attivo e come dispositivo normativo, la piattaforma classmate robot instilla caratteristiche ideali nei soggetti educativi. Ma in particolare, la fabbricazione dei soggetti educativi da parte della piattaforma conduce ad un paradosso significativo: nonostante l'idea di un discente autonomo, creativo e responsabile del suo stesso sviluppo educativo sia una caratteristica centrale nello spazio discorsivo che mobilita, ciò che viene oscurato in questo spazio è come lo studente sia incanalato in un ambiente altamente strutturato in cui la sua autonomia è supposta ad operare (Biesta 2015).

In continuità con queste discussioni, il seguente capitolo si propone di analizzare l'enactment del robot Classmate all'interno di quattro classi scolastiche coinvolte nella sperimentazione. Successivamente al processo di co-design e allo sviluppo hardware e software del robot sociale di tipo Classmate, il principale spazio di mobilitazione della robotica sono infatti 4 classi scolastiche partecipanti al progetto robotico.

La sociologia digitale critica della robotica in educazione che in questo lavoro cerca di articolarsi vuole rispondere ad una necessità specifica: descrivere le “everyday realities of schools and technology” (Selwyn et al., 2016).

Le tecnologie educative si inscrivono nella materialità e nella quotidianità degli assemblaggi scolastici, non come strumenti neutri, ma come attori performativi che ristrutturano e ridefiniscono le pratiche educative. Tuttavia, questo processo non può essere descritto in termini deterministi o universalisti. Le scuole e i soggetti educativi non implementano o adottano semplicemente le tecnologie in modo passivo; al contrario, ne negoziano gli usi, li adattano, vi resistono o li rifiutano attivamente in ‘context-specific ways’ (Williamson et al., 2024). Per questa ragione, l'enactment della robotica nelle scuole deve essere concepito come un processo emergente e contestuale. La contestualità in questo lavoro viene concepita trattando il farsi della robotica educativa attraverso situati, multipli ed eterogenei processi di translation (Callon, 1986), i quali mettono in atto configurazioni differenti e specifiche attraverso associazioni tra corpi, materiali, discorsi e tecnologie (Fenwick & Landri, 2012).

L'obiettivo di questo capitolo è dunque esplorare il making della robotica educativa nelle pratiche scolastiche quotidiane. Un'esplorazione dei modi, dell'eterogeneità, delle trame complesse, attraverso cui materialità umane, tecnologiche e discorsive si intrecciano attraverso differenti tipi di network, dando forma a specifici assemblaggi sociotecnici ed educativi. In altre parole, come la robotica educativa prenda forma attraverso complessi e intricati processi di translation, dove per translation si intende ‘a process of re-representation, re-ordering and re-grounding through various discursive and material practices... a process of displacement and dislocation’ (Ball et al., 2012; Callon, 1986).

In questo senso, l'analisi mira ad esplorare la robotica educativa come configurazione eterogenea, che si fabbrica nelle relazioni tra attori umani e non – insegnanti, studenti, robot fisico, piattaforma, LIM, routine scolastiche, logiche istituzionali, programma curriculare – i cui ruoli non sono fissi, ma tradotti e ri-definiti attraverso processi di problematizzazione, interessement, enrolment e mobilitazione (Callon, 1986).

Per raggiungere tali scopi, il processo della ricerca si colloca all'interno di una prospettiva qualitativa ed etnografica (vedi paragrafo 3.5.1).

L'analisi qualitativa dei dati raccolti ha seguito due dimensioni principali.

In primo luogo, l'analisi sarà condotta in maniera situata, ricostruendo i processi di enactment all'interno dei quattro contesti scolastici partecipanti. In altre parole, quest'analisi riconosce l'importanza del contesto (Braun et al., 2011). Riconoscere l'importanza del contesto richiede una descrizione delle diverse variabili dei fattori (il cosa), nonché delle dinamiche del contesto (il come) che determinano l'enactment delle innovazioni educative e come si relazionano tra loro e teorizzano le dimensioni interpretative, materiali e contestuali del processo (Ball et al., 2012). Dunque, ogni classe scolastica in cui il robot Classmate è stato introdotto viene trattato come caso specifico attraverso cui sono generate determinate pratiche.

In secondo luogo, l'analisi segue il framework della sociology of translation (Callon, 1986), in modo da far emergere, le relazioni e le strategie di translations che hanno condotto al making della robotica educativa.

7.1. Seguire le dinamiche delle translations: dal co-design al making della robotica educativa

Il farsi della robotica educativa può essere analizzato come una sequenza complessa di pratiche di translation (Callon, 1986). In questo quadro, la robotica educativa, così come prefigurata attraverso il processo di co-design, non è semplicemente trasferita o implementata nelle scuole, né adottata come una tecnologia neutrale. Al contrario, la robotica educativa viene fabbricata e negoziata attraverso una rete eterogenea di attori umani e non umani che partecipano, in modi differenti e spesso con poteri asimmetrici, alla sua costruzione, definizione e (temporanea) stabilizzazione.

Il processo di co-design del robot Classmate si conclude con la mobilitazione dei diversi gruppi di attori coinvolti nella rete. Le classi scolastiche rappresentano il primo e cruciale spazio di mobilitazione, dove i dispositivi robotici vengono effettivamente introdotti. Così come le classi scolastiche non sono meri contesti di implementazione, ma contesti attivamente coinvolti nella riproduzione dell'oggetto tecnologico stesso; il Classmate robot è un attante che incorpora una precisa architettura epistemica, ovvero una forma particolare di organizzazione dell'apprendimento, così come visto nel capitolo precedente. In quest'architettura, l'apprendimento viene scomposto in due momenti distinti. Il primo è la fase di programmazione e addestramento del robot tramite la piattaforma digitale. Qui, studenti e/o insegnanti creano contenuti didattici, programmando il robot a saper interagire rispetto a specifici argomenti. Il secondo momento è quello dell'interazione uomo-

macchina / artefatto robotico fisico, in cui tramite stimoli dall'entità umana, il robot performa la conoscenza didattica insegnatagli dall'utente in piattaforma. Il robot, dunque, restituisce risposte secondo i pattern stabiliti nella fase precedente. Questo meccanismo educativo, durante l'enactment analizzato nelle 4 classi scolastiche, è proposto per due funzionalità didattiche: il RolePlay e la Logica Deduttiva. Nel caso di RolePlay¹², il fulcro di questa architettura educativa è la costruzione di intenzioni di dialogo (intent), che definiscono la base dell'addestramento del robot. Questo tipo di addestramento si struttura attorno ad una logica domanda-risposta. Il robot è progettato per reagire a determinati input verbali, ovvero alle domande formulate dagli utenti. Per cui, gli utenti così come sono invitati a fornire le risposte e a prefigurare le forme con cui il robot dovrà interagire, sono inoltre chiamati ad immaginare i diversi modi in cui argomento didattico potrebbe essere interrogato. Nel caso di Logica Deduttiva¹³, l'utente immagina un compagno di classe o il docente come interlocutore del robot e progetta il robot in modo che fornisca, progressivamente, piccoli frammenti di conoscenza sotto-forma di indizi che conducono alla scoperta finale che l'interlocutore dovrà indovinare.

Oltre ai dispositivi robotici, in classe entrano una molteplicità di soggettività, quali i ricercatori, gli ingegneri, nuove tecnologie e nuovi immaginari sociotecnici. Questi attori mettono in atto il proprio ruolo come soggetti educativi attraverso un'alleanza necessaria e finalizzata a proseguire la traduzione delle pratiche didattiche progettate con e attraverso la robotica. L'enactment della robotica non è quindi l'effetto automatico di un disegno progettuale definito a monte, ma il risultato contingente e situato di un processo di negoziazione continua, in cui i diversi attori cercano di stabilire e mantenere alleanze strategiche.

In questo spazio, i docenti assumono una posizione centrale, configurandosi come portavoce dell'innovazione. La rete costruita al termine del co-design (Figura 1) sembra così stabilizzata:

¹² Nelle note di campo inserite all'interno dell'analisi i partecipanti alla ricerca definiscono questa funzionalità robotica come 'Avatar'.

¹³ Nelle note di campo i partecipanti definiscono questa funzionalità robotica come 'Identikit'.

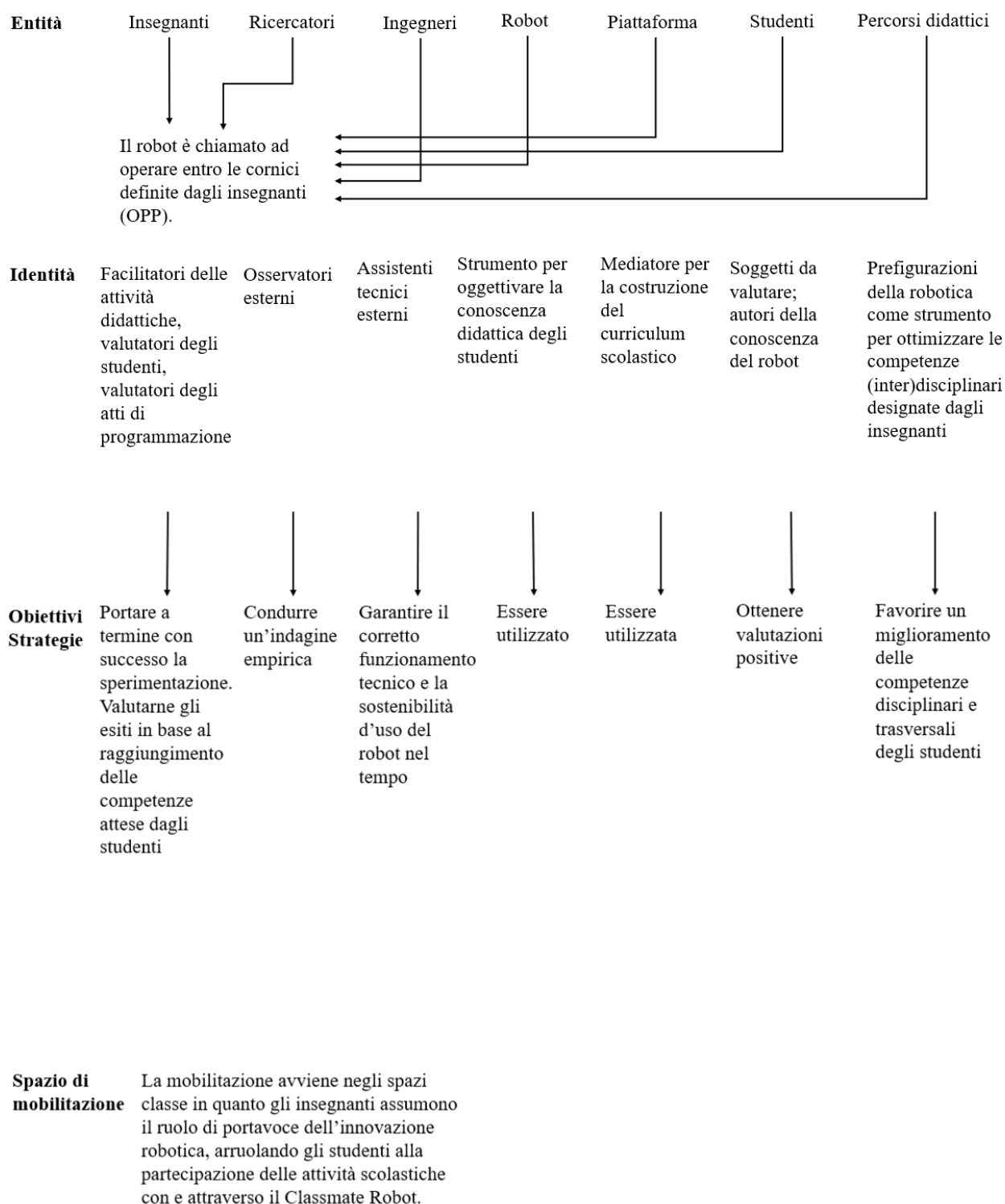


Figura 4.1: Mobilitare la robotica negli spazi scolastici

Le dinamiche del processo di traduzione che segnano l'ingresso del Classmate Robot nelle classi scolastiche si aprono attorno a una domanda chiave: "Come integriamo il Classmate Robot nelle nostre pratiche scolastiche?". Tale problematizzazione non si limita ad enunciare un problema e a suggerirne le soluzioni, ma implica anche la configurazione delle identità degli attori,

l'identificazione dei ruoli e la definizione delle interdipendenze necessarie alla stabilizzazione della rete. È in questo passaggio che alcuni attori definiscono e si pongono come Obligatory Passage Point – OPP – assumendo un ruolo centrale nel definire il modo in cui il problema potrà essere affrontato. In questa fase sono gli insegnanti ad assumere una posizione di potere all'interno del network, definendone il punto di passaggio obbligato attraverso cui tutti gli attori devono passare – e negoziare – affinché la rete sia stabilita. Il punto di passaggio obbligato definito è l'utilizzo del Classmate robot esclusivamente attraverso i percorsi didattici che gli insegnanti hanno prestabilito. In altre parole, il robot è chiamato ad operare entro le cornici prescrittive e normative definite dagli insegnanti, ossia gli snodi curriculari e organizzativi che strutturano e vincolano i percorsi didattici.

Gli insegnanti assumono il ruolo di facilitatori dell'apprendimento, di valutatori delle performance robotiche, ovvero degli output di programmazione prodotti dagli studenti. Gli studenti sono configurati da un lato come soggetti da valutare, dall'altro come gli autori e i produttori del sapere e della conoscenza robotica. I ricercatori sono posizionati come osservatori esterni con il compito di documentare, analizzare ed interpretare le dinamiche della rete. Gli ingegneri assumono il ruolo di mediatori tecnici, garanti del corretto funzionamento delle componenti robotiche. Il robot è considerato come lo strumento di oggettivazione della conoscenza degli studenti. La piattaforma è definita come il mediatore per la costruzione del curriculum scolastico. Dal loro canto, i percorsi didattici pre-strutturati sono definiti come prefigurazioni della robotica educativa atti all'ottimizzazione di una serie di competenze didattiche, da quelle disciplinari a quelle interdisciplinari.

Attraverso queste identità, si costruisce anche la necessità per le alleanze.

Gli insegnanti hanno bisogno di portare a termine con successo la sperimentazione tramite la messa in atto dei percorsi didattici da loro costruiti. A tal fine hanno bisogno della partecipazione attiva degli studenti, del supporto tecnico degli ingegneri e della legittimazione fornita dai ricercatori, oltre che della piena operatività del robot e della piattaforma. I ricercatori hanno bisogno dell'accesso ai contesti educativi al fine di condurre un'indagine empirica e di monitorare l'enactment dei dispositivi robotici e le attività in corso, quello per cui sono pagati per fare dagli ingegneri. Gli ingegneri, dal loro canto, sono interessati alla riuscita della sperimentazione per consolidare l'uso del dispositivo robotico nel medio-lungo periodo. Anche gli artefatti tecnologici – robot e piattaforma – necessitano di essere utilizzati per mantenere la loro rilevanza nella rete.

Attraverso questa configurazione dell'actor network partono i nuovi cicli della translation attraverso cui la robotica è fabbricata. La stabilità di questa rete, e dei ruoli degli attori all'interno di essa, è infatti solo temporanea. La mobilitazione degli attori non è mai definitiva e l'alleanza è

costantemente costituita da tensioni, frizioni, ri-negoziazioni. I vari soggetti educativi, infatti, non accolgono la tecnologia in modo passivo, ma la reinterpreta, la contestano e la riconfigurano.

Allo stesso modo, i processi della translation, non producono una risposta univoca, non seguono un percorso lineare e deterministico, ma aprono a spazi e a ri-configurazioni plurali della rete. Ogni contesto scolastico genera una propria ri-configurazione della rete di attori, una propria definizione del ruolo del robot educativo, che viene così reinscritto in pratiche didattiche situate. In altre parole, le soluzioni proposte dalle differenti classi riflettono “situated contexts, professional cultures, material contexts, and external contexts” (Braun et al., 2011).

Nei paragrafi che seguono viene esaminata la specifica riconfigurazione della rete di attori e il processo situato di fabbricazione della forma della robotica educativa nei quattro contesti scolastici, presentati e discussi singolarmente.

7.2. Mobilitare la robotica nello spazio di una classe quinta di un Liceo Scientifico

7.2.1. Contesto e problematizzazione

Il primo contesto oggetto di analisi è un Liceo Scientifico situato a Verona. L'istituto appartiene a una realtà scolastica paritaria di lunga tradizione, la cui missione educativa intreccia la valorizzazione delle discipline scientifiche con una forte ispirazione ai valori cristiani. Lo status di scuola privata, sostenuto dal pagamento di rette annuali, si riflette in una comunità studentesca proveniente in larga misura da famiglie con background socioeconomico medio-alto. Questo dato non è neutro in quanto la selezione implicita che accompagna la dimensione economica incide sul tipo di etica che caratterizza l'istituto.

La classe coinvolta nel progetto è una quinta e presenta una composizione fortemente omogenea dal punto di vista socioculturale e in cui non si registrano studenti con certificazioni di DSA, BES o PDP né situazioni di vulnerabilità economica. Al contrario, la classe è caratterizzata da un tessuto studentesco altamente performativo, che ha alle spalle numerose esperienze extracurricolari, quali laboratori scientifici avanzati, certificazioni linguistiche e informatiche, partecipazioni a progetti legati all'IA e alla robotica. Come si legge nel diario di bordo degli insegnanti coinvolti nel progetto, “il livello generale delle competenze è elevato, con punte di eccellenza nelle discipline di indirizzo” (Diario di bordo, Docente Y.). Sulla base di questi elementi, la classe si configura come uno spazio intensamente orientato alla valutazione e alla performance, in cui le attività didattiche sono fortemente connesse alla preparazione dell'esame di Stato e alla costruzione di un curriculum competitivo per l'accesso all'università, in particolare negli ambiti STEM. L'orizzonte valutativo

permea dunque le pratiche scolastiche quotidiane, orientando la percezione di ciò che è didatticamente rilevante e legittimo.

I docenti coinvolti nella sperimentazione si distinguono per una cultura professionale marcatamente orientata alla ricerca, all'innovazione e alla sperimentazione di nuove tecnologie didattiche. In questo quadro, il progetto con il Classmate Robot viene interpretato dai docenti come una possibilità per rispondere a due bisogni educativi emergenti: da un lato, la necessità di connettere il sapere teorico con la pratica laboratoriale e dall'altro, l'esigenza di sviluppare forme di apprendimento cooperativo nelle discipline STEM.

Il contesto materiale della scuola contribuisce a creare condizioni favorevoli all'introduzione di tecnologie educative avanzate. Le aule sono dotate di connessione internet stabile, di dispositivi digitali aggiornati e i laboratori scientifici presentano strumentazioni idonee alle sperimentazioni. Anche l'ambiente fisico della classe riflette lo status socioeconomico medio-alto degli studenti, ad esempio con la presenza di arredi atipici come divanetti o soluzioni orientate al comfort.

Questa istituzione, inoltre, è caratterizzata da una storia consolidata di interazioni con attori esterni, quali aziende tecnologiche, università, circuiti competitivi nazionali e internazionali (tra cui Roboval e NAO Challenge). Queste connessioni rafforzano il posizionamento della scuola all'interno di una rete competitiva e visibile, che alimenta l'adozione di pratiche didattiche presentate e percepite come innovative.

È in questo contesto che si articolano i processi della translation relativi all'enactment della robotica. La problematizzazione iniziale, ovvero il momento fondativo della rete, si cristallizza, come detto nel precedente paragrafo, attorno ad una domanda: come integrare il robot Classmate all'interno della specifica didattica curriculare?. Tale problematizzazione emerge direttamente dai docenti, che assumono sin dall'inizio un ruolo attivo nella definizione dell'Obligatory Passage Point (OPP), ovvero l'integrazione del robot attraverso il percorso didattico da loro progettato.

Il percorso didattico costruito prevede l'utilizzo di entrambe le funzionalità del robot, Roleplay e Logica Deduttiva. La sperimentazione si articola in tre fasi: "una lezione frontale introduttiva e di ripasso dei contenuti disciplinari; un lavoro collaborativo in gruppi, finalizzato alla programmazione del robot, con l'insegnante nel ruolo di facilitatori; una fase di performance e valutazione" (Diari di bordo).

Tuttavia, l'enactment del Classmate robot non è lineare. In seguito alla mobilitazione degli attori alle pratiche della robotica educativa emergono numerose controversie. La proposta dei docenti non viene pienamente accettata da tutte le componenti della rete, in particolare dagli studenti, evidenziando tensioni e nuove problematizzazioni nelle fasi successive.

7.2.2. Interessare il gruppo studenti: performatività, competizione e costruzione discorsiva della sperimentazione

Con la definizione dell'OPP – l'integrazione del Classmate Robot nella didattica curriculare strutturata secondo un percorso educativo predefinito dai docenti – vengono introdotte nuove entità all'interno della rete, nel corso di un processo di interesement, con lo scopo di sostenere l'adesione e l'allineamento degli attori al making della robotica educativa in corso.

Nelle prime fasi della traduzione della robotica in questo contesto scolastico, le prefigurazioni delle attività scolastiche emerse nella fase del design curricolare degli insegnanti non risultano pienamente validate dall'insieme degli attori, aprendo una sequenza di prove di forza e negoziazioni. Se, da un lato, i docenti tentano di mobilitare gli studenti presentando la robotica come un'opportunità innovativa per acquisire competenze educative già in linea con i programmi curricolari, dall'altro, il clima performativo della classe – caratterizzato dalla pressione valutativa e dagli obiettivi curricolari imminenti – genera controversie. Il gruppo studentesco problematizza l'intero progetto robotico, interpretandolo come una distrazione o una deviazione rispetto alle priorità accademiche riconosciute. Come evidenzia questa nota etnografica:

“Il docente sostiene come la classe avverta molta pressione per esami, valutazioni, studio e che per questo ha cercato in tutti i modi di rincuorare, anche tramite l'organizzazione di un consiglio di classe dedicato alla discussione del progetto sul Classmate Robot, dicendo che questo è un progetto che li aiuterà per il loro studio e di stare tranquilli” (Note di campo, Scuola Verona).

Per affrontare tale frizione, i docenti inter-pongono strategici devices of interesement, ossia elementi materiali e discorsivi capaci di mediare le relazioni e ri-allineare gli interessi. In questa fase, interpongono tre principali dispositivi: a) la valutazione come dispositivo per allineare gli interessi degli studenti e per ricollocare la robotica entro le priorità accademiche della classe; b) l'attivazione di pedagogie competitive; c) la costruzione di uno specifico framing discorsivo della sperimentazione, narrando l'attività come processo pioneristico, enfatizzando l'eccezionalità della classe e normalizzando possibili difficoltà tecniche iniziali.

Per realizzare dispositivi di interesement efficaci, è necessario comprendere in profondità gli attori della rete, i loro obiettivi e le loro aspettative. Di fronte alla problematizzazione messa in atto dal gruppo di studenti, ovvero la messa in discussione della legittimità educativa dell'esperienza robotica e di fronte alla natura performativa e valutativa del contesto scolastico, i docenti inter-pongono la valutazione come potente strategia, ri-modulando le traiettorie partecipative degli studenti

e le gerarchie tra attività prioritarie e sperimentali. La valutazione viene definita come una leva per ri-ancorare la robotica alle priorità scolastiche della classe, trasformandola in un elemento legittimo nello spazio curricolare. Come riportano le note etnografiche, all'inizio di un'attività di Logica Deduttiva si registra questa dinamica:

“Il docente dice alla classe che chi indovina per primo e risolve l'identikit avrà un più sul registro elettronico” (Note di campo, Scuola Verona).

In questa fase, un punteggio positivo sul registro elettronico si configura come una cruciale strategia che mira a modificare le relazioni di potere all'interno della rete, incentivando la partecipazione attiva degli studenti e riposizionando la robotica come risorsa utile all'apprendimento. Il secondo dispositivo interposto è l'attivazione di pedagogie competitive. Le attività robotiche vengono presentate attraverso una forma di problem solving che si dispiega nelle competizioni tra studenti. Una modalità che appare stimolare la partecipazione:

“Gli studenti sembrano nel complesso più attivi, si confrontano tra loro, anche nei gruppi non direttamente chiamati a risolvere l'identikit. L'attivazione di un gioco competitivo (anche se in un clima giocoso) sembra stimolare di più i gruppi a partecipare mantenendo più alta l'attenzione” (Note di campo, Scuola Verona).

Un terzo dispositivo di interesse è la costruzione discorsiva della sperimentazione. I docenti costruiscono una narrazione attraverso cui la classe è rappresentata come soggetto 'pioniere' di una innovazione, conferendo un'aura di eccezionalità all'esperienza. Questo framing retorico legittima le difficoltà tecniche come parte del processo sperimentale, normalizza i fallimenti e mobilita la partecipazione attorno a una narrazione condivisa, come possiamo leggere da questo estratto:

“Giunge la fine della seconda ora e la docente chiude la lezione rimarcando come quella che la classe sta conducendo è una sperimentazione pionieristica nella quale possono verificarsi problemi come quelli esperiti in questi due giorni. Sottolinea come questo non debba scoraggiare, perché il lavoro della classe serve anche per individuare problemi, risolverli ed evitare che questi si ripresentino in futuro quando il robot sarà utilizzato da molte altre scuole. Sottolinea come anche questo sia il senso della presenza dei valutatori oggi nella classe (indica noi ricercatori anche con la mimica)” (Note di campo, Scuola Verona).

All'interno di questa stessa cornice narrativa, gli insegnanti cercano di estendere l'orizzonte di utilizzo del robot, invitando la classe ad immaginare applicazioni in altre discipline:

“Il docente, prima dell’inizio dell’attività, si sposta al centro dell’aula e consiglia alla classe che il Classmate Robot potrebbe essere usato anche per altre discipline: fa l’esempio della letteratura inglese, dicendo che potrebbero creare un avatar di Frankenstein dato che gli studenti hanno letto alcuni stralci del libro. La classe non commenta verbalmente: alcuni studenti annuiscono, altri restano indifferenti” (Note di campo, Scuola Verona).

La valorizzazione delle capacità tecnologiche del robot diventa parte integrante di questa retorica, per rafforzare la percezione di utilità e sofisticazione dell’attore non umano:

“La docente sottolinea con enfasi alla classe come il robot, essendo basato su una tecnologia di intelligenza artificiale, sia in grado di capire una anche una domanda formulata in maniera diversa da quelle inserite in piattaforma” (Note di campo, Scuola Verona).

Infine, i docenti attivano i ricercatori come attori con il ruolo di legittimare il progetto robotico. La loro presenza in aula, il riconoscimento implicito del valore scientifico della sperimentazione, diventa un’ulteriore leva per rafforzare l’adesione degli studenti. In alcune circostanze, i ricercatori vengono sollecitati a prendere parola e a spiegare agli studenti le finalità didattiche del progetto, inscrevendo così la robotica educativa in un più ampio quadro di innovazione riconosciuto da comunità esterne alla scuola:

“Il docente chiede anche se nei giorni successivi possiamo dire [noi ricercatori] due parole alla classe rispetto l’importanza didattica del progetto” (Note di campo, Scuola Verona).

La figura 2 rappresenta questo stadio di interessement.

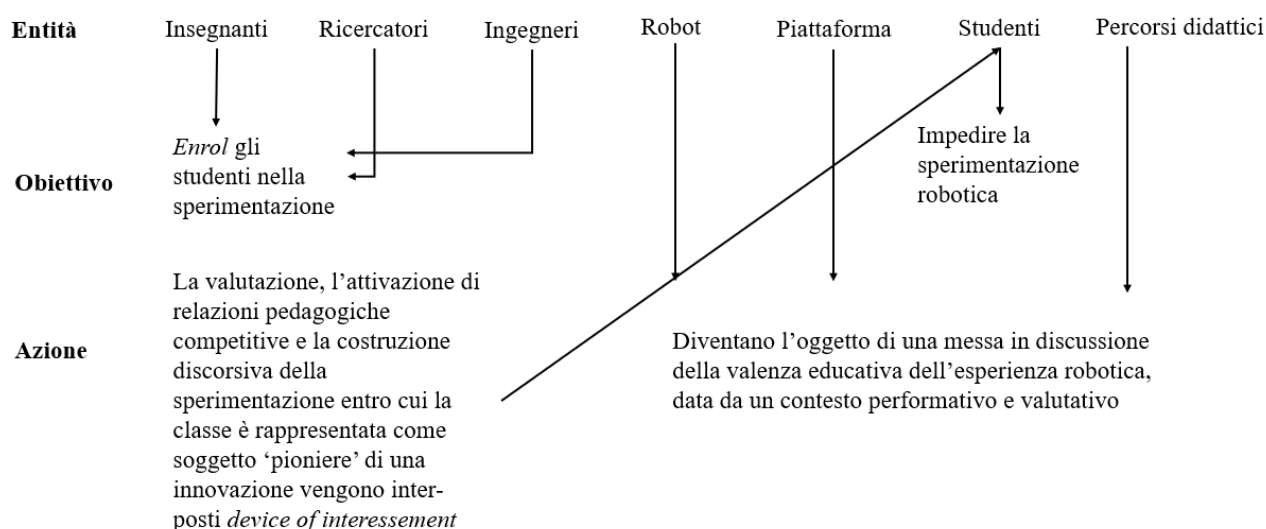


Figura 7.2: *Interessare il gruppo studenti: performatività, competizione e costruzione discorsiva della sperimentazione*

Attraverso queste strategie materiali e discorsive, i docenti cercano di stabilizzare la rete e di allineare le posizioni degli attori. Tuttavia, come evidenzieranno le fasi successive, l'efficacia di tali dispositivi sarà soggetta a nuove problematizzazioni e tensioni.

7.2.3. *Momento dell'enrolment: controversie ed ingresso di nuovi attori all'interno dell'actor network*

Nella prospettiva della sociology of translation, il momento dell'enrolment non coincide con un'adesione lineare e priva di attriti da parte degli attori della rete. Al contrario, rappresenta un passaggio cruciale e instabile, nel quale le relazioni, le identità e le stesse modalità di relazioni tra attori umani e non umani vengono continuamente negoziate e riconfigurate. In questa fase, le definizioni preliminari emerse nella problematizzazione e consolidate attraverso dispositivi di interessement vengono messe alla prova, spesso dando origine a tensioni, slittamenti di ruolo, contestazioni e veri e propri tradimenti rispetto agli assetti attesi.

Nel caso osservato, è possibile analizzare tre momenti:

- in un primo tentativo di enrolment, gli attori partecipano alla messa in atto dei percorsi didattici e gli studenti sembrano interessati al dispositivo robotico, sperimentandone le funzioni;
- durante messa in atto dei percorsi didattici, emerge una controversia che porta ad una nuova problematizzazione – gli studenti evidenziano criticità del design della piattaforma e mettono in campo tensioni e resistenze che generano l'enrolment di nuovi attori e una ri-configurazione delle identità nella rete;

c) i processi della traduzione continuano a dispiegarsi attraverso continui processi di ri-negoziazione delle posizioni e dei ruoli degli attori.

Nel primo stadio dell'enrolment, gli attori – in particolare gli studenti, gli attori principali da interessare – vengono enroled nei percorsi didattici di robotica educativa predisposti dai docenti. Le osservazioni etnografiche documentano che i primi momenti sono segnati da curiosità nei confronti dell'artefatto robotico, con episodi di small talking e di sperimentazione anche spontanea. Come sottolinea un docente:

“Sono incuriositi. Ad esempio, quando io faccio delle battute con il robot loro ascoltano e io ho scoperto, e questo è quello che avviene più spesso, che è più quando noi non siamo presenti che loro interagiscono, cioè loro con noi lì non interagiscono, aspettano perché loro sono molto diligenti coscienziosi, non lo farebbero mai ma se noi ci allontaniamo un po', e questo succedeva anche con il dispositivo Google home, lo fanno, cioè, provano a sperimentare” (Intervista Docente C.).

Nei primi giorni di mobilitazione della robotica educativa, gli studenti iniziano a programmare il robot, impegnandosi nella frammentazione della conoscenza didattica in moduli per la creazione di attività di Roleplay e Logica Deduttiva, così come prefigurato dagli insegnanti. Il lavoro di programmazione non avviene in modo diretto tramite la piattaforma robotica, ma attraverso ulteriori strumenti per la preparazione di testi. Il lavoro si svolge in modalità BYOD (Bring Your Own Device), intrecciando frame spazio-temporali eterogenei: strumenti digitali personali, piattaforme condivise online, documenti Word, come anche momenti di lavoro analogico. Dunque, in questo primo momento dell'enrolment, l'actor-network si espande, integrando nuovi attori che servono al lavoro di programmazione.

Nonostante questi tentativi, l'enrolment degli studenti avviene in modo disomogeneo. Se in un primo momento alcuni gruppi di studenti si mostrano attivamente coinvolti, la messa in atto effettiva del percorso didattico porta alla luce nuove controversie. Questa situazione mostra “a process of displacement and dislocation” (Callon, 1986) messo in atto da studenti e insegnanti per mobilitare la robotica nelle loro pratiche in classe.

Gli studenti assumono una postura critica nei confronti del design della piattaforma robotica. Contestano la logica di frammentazione e ricomposizione della conoscenza che la piattaforma impone, percependo limiti non solo tecnici ma anche epistemici.

Come visto anche nel precedente capitolo, il valore educativo promosso dalla piattaforma risiede nella capacità dell'utente di frammentare, manipolare e riorganizzare i contenuti educativi con l'obiettivo di costruire un sapere in forma personalizzata. Tuttavia, diverse logiche inscritte nella piattaforma vincolano la libertà di modellare tale conoscenza, che può essere costruita solo entro

formati predefiniti. L'unica modalità di programmazione del robot consiste infatti nell'organizzare la conoscenza secondo una struttura standardizzata di domanda e risposta, riducendo la modalità di programmazione ad un insieme di scelte predefinite e dataficate.

Le controversie riguardano la composizione dell'interfaccia robotica e le sue funzionalità ed in particolare tre aspetti: 1) la rigidità dell'interfaccia, che impone limiti di caratteri testuali e rende difficile la visualizzazione complessiva del lavoro svolto; 2) il trattamento automatico delle immagini, che porta al taglio non intenzionale degli indizi visivi; 3) l'impossibilità di monitorare e verificare l'output dell'attività prima della performance pubblica. Tali criticità non sono vissute solo come problemi tecnici, ma come vincoli epistemici che compromettono la qualità della conoscenza scolastica trasmessa tramite il robot:

“Segue un momento in cui gli studenti alzano la mano ed espongono i problemi tecnici avuto con la piattaforma Classmate Robot: lamentano il limite dei caratteri imposti dalla piattaforma, dicendo che per alcuni contenuti didattici serve più spazio e lamentano l'impossibilità di vedere graficamente l'attività complessiva così come ordinata da loro. Gli studenti vorrebbero visualizzare le domande-risposte dell'avatar così come gli identikit creati in anteprima prima che il robot li performi” (Note di campo, Scuola Verona).

“Un gruppo di studenti prova l'identikit appena creato. Mentre gli indizi vengono rappresentati sulla LIM, la studentessa parla di un ulteriore aspetto problematico: la piattaforma taglia le immagini degli indizi degli identikit. Se le immagini presenti negli indizi sono più grandi di un tot, queste vengono tagliate automaticamente dalla piattaforma” (Note di campo, Scuola Verona).

Queste controversie generano una frammentazione pedagogica, che rende più difficile il processo di enrolment e mette in luce la natura complessa e conflittuale delle reti educative tecnologiche:

“Il resto della classe sembra disinteressata, entra in aula la bidella ed alcuni studenti vanno a parlare con lei; gli altri restano seduti ai loro banchi a fare altre attività, credo estranee a quelle scolastiche” (Note di campo, Scuola Verona).

La controversia appena descritta mette infatti in crisi la stabilità della rete, obbligando gli attori e ri-negoziare i loro ruoli all'interno della stessa. Il risultato di questa controversia è l'enrolment di un nuovo attore, la LIM, che assume un ruolo cruciale nella traduzione delle funzionalità robotiche e nel modo in cui le classi mettono in atto e producono la robotica educativa stessa.

Il seguente estratto etnografico mostra una strategia messa in atto dagli studenti, nella quale l'interazione con la LIM emerge come strategia per negoziare con i limiti della piattaforma robotica:

“Parte il primo indizio dell’identikit. Il Classmate Robot dice l’indizio. La LIM mostra in alto un’immagine e in basso il testo dell’indizio. L’immagine in alto è un testo, probabilmente il gruppo ha bypassato il limite dei caratteri imposto dalla piattaforma robotica scrivendo il testo su un Word e poi caricandolo come immagine sulla piattaforma. Lo studente del gruppo si posiziona al fianco della LIM e legge il testo scritto sull’immagine alla classe; e dopo legge anche l’indizio sotto precedentemente detto dal robot. La classe inizia a ragionare. Uno degli studenti del gruppo autore dell’identikit si siede alla cattedra e tramite il pc della cattedra da un lavoro definito di ‘collage’, tagliando e unendo parti specifiche della tavola periodica e mostra il lavoro su un altro spazio della LIM. Il docente si complimenta con lo studente per il lavoro di collage compiuto per aiutare il resto della classe ad indovinare la soluzione dell’identikit. Si alza poi in piedi e va di fronte alla LIM, che ora mostra sulla sinistra la piattaforma robotica, dove presenti l’immagine e l’indizio, e sulla destra il collage appena creato dallo studente” (Note di campo, Scuola Verona).

La LIM funziona come una superficie di visualizzazione ibrida che integra testo, immagini e voce robotica, che consente agli studenti di interagire con funzionalità che il robot non abilita. E paradossalmente, nei momenti di performance robotica, ciò che emerge è una marginalità del robot a favore della LIM come fuoco dell’attenzione e degli sguardi da parte degli studenti:

“L’aula è strutturata come segue: ha un setting frontale relativamente tradizionale, con cattedra in angolo sulla destra, LIM in posizione centrale e frontale rispetto alla classe e infine il robot posizionato su un tavolino affianco alla cattedra ed alla finestra” (Note di campo, Scuola Verona).

“La proiezione dell’interfaccia Scuolab sulla LIM per la visualizzazione fa sì che il robot non sia il fulcro dell’attenzione degli studenti, ma al contrario i loro sguardi sono rivolti prevalentemente alla LIM stessa” (Note di campo, Scuola Verona).

“Il primo portavoce del gruppo autore dell’identikit performato fa domande al robot e veicola le richieste di indizi e/o offre le risposte provenienti dal gruppo che deve risolvere l’identikit. La docente proietta sulla LIM la tavola periodica affianco all’interfaccia dell’identikit in modo da creare un puzzle. Il motivo è che gli studenti, nel creare l’identikit, hanno provato ad inserire come stimolo/indizio la tavola periodica, ma l’interfaccia dell’identikit tagliava sistematicamente l’immagine, eliminando alcuni elementi” (Note di osservazione, Scuola Verona).

La LIM assume un ruolo ben preciso all’interno e attraverso l’actor network. La LIM funge da spazio di visualizzazione ibrido che compone e ri-compone spazi e oggetti per l’apprendimento eterogenei. E la dimensione visuale dei vari spazi che ricompone la LIM è centrale per l’attività

didattica. La LIM come strumento strategico per tradurre le funzionalità robotiche nelle attività didattiche è utilizzata dagli studenti, ma anche dagli insegnanti:

“Il docente si alza e va vicino al Classmate Robot per aprire il secondo identikit. Il Classmate Robot espone gli indizi che nel frattempo sono visualizzati sulla LIM. Al secondo indizio due studenti si alzano dalla sedia e, restando sempre al loro posto, si voltano verso la tavola periodica attaccate alla parete per capire la soluzione. Lo studente, lo stesso che prima ha detto la soluzione per primo al primo identikit, prova a dire la soluzione, urlandola, ma gli altri studenti (seduti, non i portavoce) dicono di no e ‘non sei nemmeno nel gruppo che deve indovinare’. Vengono ascoltati e mostrati altri indizi e gli studenti dicono che è difficile; lo stesso prof ammette la difficoltà e chiede chi precisamente fa parte del gruppo che lo ha creato oltre i tre portavoce vicino la LIM; altri due studenti che fanno parte del gruppo allora si alzano in piedi e raggiungono i compagni. Il docente dice che per risolverlo è necessario guardare ‘la tabella’ e una studentessa lo invita a proiettarla alla LIM, come hanno fatto il giorno precedente. Il docente si alza allora dal banco, va alla cattedra e dal pc alla cattedra apre Google e cerca la parte della tavola periodica da mostrare sulla LIM. Zooma la parte necessaria e ritorna al banco. La LIM rappresenta sul lato sinistra l’indizio e sul lato destro la tabella. Gli studenti, guardando dal banco la LIM, iniziano a ragionare insieme fino a quando non arrivano alla soluzione” (Note di campo, Scuola Verona).

La figura 3 mostra questo stadio dell’enrolment:

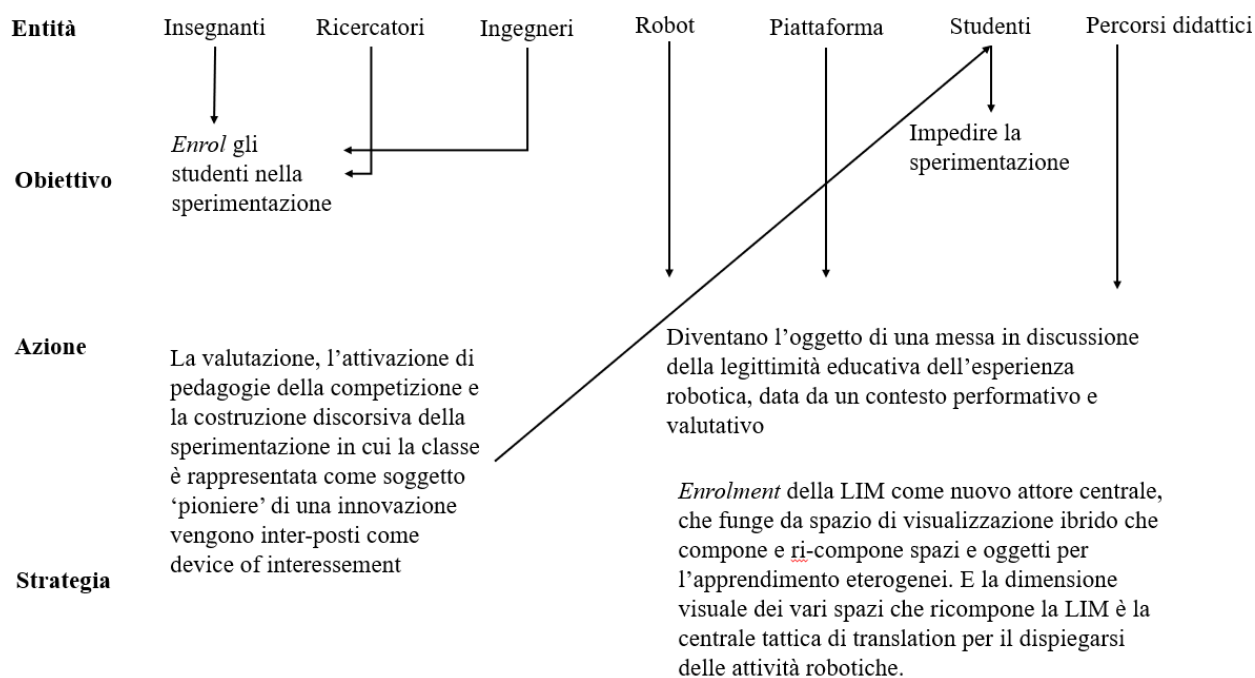


Figura 7.3: Momento dell’enrolment: controversie ed ingresso di nuovi attori all’interno dell’actor network

7.2.4. Momento dell'enrolment: ri-configurazione delle identità e dei loro ruoli

Nella prospettiva dell'Actor-Network Theory, lo stadio dell'enrolment non è un punto di arrivo stabile, bensì un processo dinamico di ristrutturazione della rete sociotecnica che segue (e spesso scaturisce da) controversie, prove di forza e negoziazioni avviate nella fase di problematizzazione e intensificate dall'interessement. Anche quando gli attori risultano enroled, le identità che essi assumono, i ruoli che esercitano e le azioni necessarie per la stabilizzazione della rete non sono mai fissati una volta per tutte, ma piuttosto restano esposti a ri-configurazioni, spostamenti strategici tra attori umani e non umani.

Nel caso analizzato, le dinamiche della rete producono una ricomposizione profonda delle identità educative in gioco, oltrepassando gli assetti previsti nella fase di problematizzazione.

In primo luogo, pensiamo all'identità dello studente. Gli studenti divengono attori che performano voce critica, problematizzando la valenza educativa dell'intero progetto robotico così come del design della piattaforma. Divengono inoltre facilitatori dell'apprendimento. L'analisi etnografica mostra come alcuni studenti si affianchino ai docenti nel coordinamento e nella facilitazione delle attività educative, rielaborando i contenuti didattici e curriculari. E assumono infine il ruolo di valutatori delle performance robotiche.

In secondo luogo, la traduzione della robotica in pratiche educative ha implicato una riconfigurazione del ruolo del docente. Gli insegnanti si collocano infatti come mediatori tecnici che assicurano la continuità dell'attività e la stabilizzazione della rete. Questo ruolo si declina in almeno tre registri. Il primo è la mediazione linguistica. L'insegnante interviene quando il robot fatica a processare la voce degli studenti, modulando prosodia, ritmo, scansione sillabica:

“Nel caso dei primi due avatar, il robot non riconosce sistematicamente gli stimoli vocali di una studentessa/portavoce. Interviene la docente che pone le stesse domande al robot ponendosi in posizione frontale e scandendo con attenzione le sillabe e ottenendo un esito positivo” (Note di campo, Scuola Verona).

Il secondo è un lavoro a favore delle funzionalità tecniche. Ad esempio, il docente raccoglie in tempo reale problemi e anomalie, tracciandole ed indirizzandole agli ingegneri:

“Il docente segna tutti i problemi riscontrati dalla classe sul telefono. Sembra molto attento ai dettagli e ai problemi tecnici e dice che li comunicherà tutti agli ingegneri” (Note di campo, Scuola Verona).

Infine, il docente compie un lavoro di stabilizzazione della rete rimodulando l'immaginario della classe, rivendicando la posizione pionieristica della classe per l'innovazione educativa, normalizzando gli errori e convertendo i malfunzionamenti tecnici come occasioni di apprendimento collettivo.

Parallelamente, si osserva una ri-configurazione dei ruoli del gruppo dei ricercatori e del gruppo degli ingegneri. I primi, da osservatori esterni, vengono interpellati come esperti tecnici. Il loro ruolo spazia dalla spiegazione dei funzionamenti dei dispositivi robotici, micro-consulenze operative, fino alla legittimazione del senso didattico della sperimentazione. Le seconde (le figure ingegneristiche) diventano attori centrali della rete scolastica, in quanto condizione di possibilità del processo. La dipendenza dall'intervento tecnico sancisce l'estensione della scuola oltre i confini dell'istituzione formale. La competenza tecnica esterna si fa infrastruttura essenziale delle pratiche didattiche quotidiane:

“Non è stato possibile utilizzare il robot per controllare il corretto funzionamento degli Avatar e degli Identikit, perché, in modo analogo ai giorni precedenti, si è bloccato. Il problema è stato prontamente risolto grazie all'intervento del team di ingegneri, ed era legato ad un certificato non riconosciuto” (Diario di bordo, Docente Y.).

La figura 4 mostra la ri-configurazione degli attori nella rete.

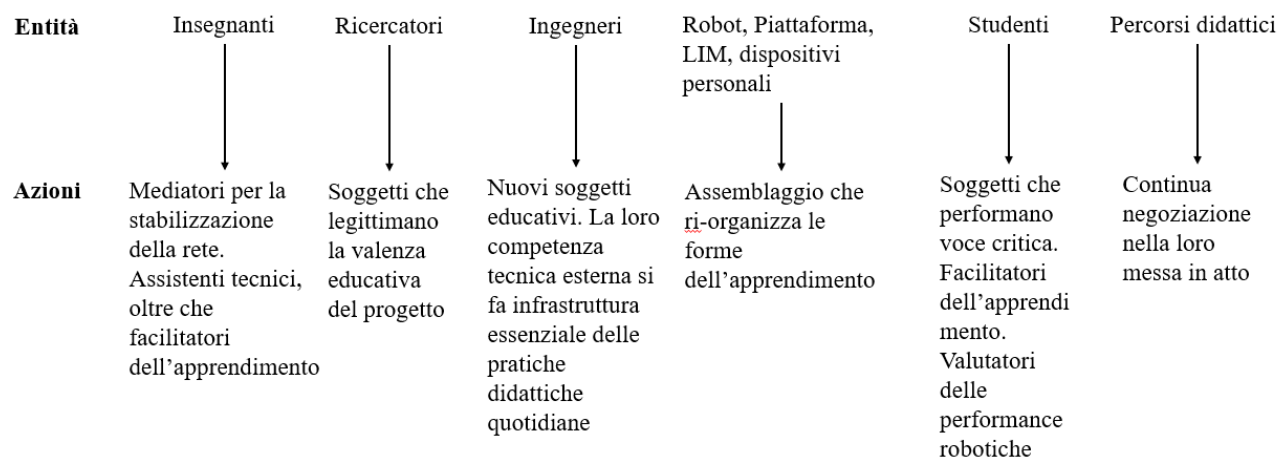


Figura 7.4: Momento dell'enrolment: ri-configurazione di identità e ruoli nella rete

In questo contesto, la robotica emerge come entità eterogenea, un assemblaggio in continua ri-composizione che ri-organizza le forme dell'apprendimento.

7.2.5. Mobilitazione della robotica: la fragilità della rete

Nella prospettiva di Callon, i processi di traduzione culminano nel momento della mobilitazione, fase in cui i portavoce dei diversi attori divengono visibili e agiscono come portavoce dei vari attori – e dei loro interessi – coinvolti.

In questo caso ci concentriamo sulle soggettività dei valutati – o dei valutatori. Il primo spazio di mobilitazione si manifesta all'interno dello spazio valutativo, che diventa il terreno privilegiato in cui molteplici portavoce agiscono contemporaneamente. Non emerge, infatti, un unico portavoce legittimato e riconosciuto, ma piuttosto una pluralità di portavoce che compone uno scenario valutativo diffuso, orizzontale, che si articola su più fuochi.

La prima soggettività valutata è quella robotica. Nei momenti dell'interazione uomo-macchina, ovvero nel momento della performance robotica, analizziamo un uso ricorrente della parola 'interrogare' da parte degli studenti. Questa parola definisce il momento dell'interazione con il robot ed inverte l'identità del valutatore in quanto sono gli studenti a valutare la conoscenza del robot, interrogandolo:

“Gli studenti utilizzano l'espressione 'interrogiamo l'avatar' come modalità per riassumere il senso di questo momento/esercizio” (Note di campo, Scuola Verona).

Parallelamente, la performance robotica è anche il momento in cui il docente utilizza le risposte del robot per valutare la qualità del lavoro di programmazione degli studenti. Il diario di bordo descrive così una di queste sessioni:

“Terza fase in plenaria: a turno, il capogruppo di un gruppo apre sul robot Avatar o Identikit prodotto dal gruppo ad esso accoppiato. Il capogruppo pone le domande che già erano state stabilite per compito insieme ai suoi compagni e il resto della classe assiste. La docente coordina le operazioni e pone le sue domande al robot (con intento valutativo)” (Diario di bordo, Docente Y.).

Lo spazio della valutazione, inoltre, diviene uno spazio paradossale nelle modalità tramite cui la programmazione stessa viene valutata. Da un lato di questo paradosso si trova una logica di personalizzazione. Gli studenti mettono strategicamente in primo piano l'originalità e la creatività nella progettazione delle loro attività robotiche. Come osservato:

“Uno studente interviene per spiegare che lui e il suo gruppo hanno costruito una sequenza di cinque indizi, ognuno dei quali è necessario per risolvere l'identikit. Nessun indizio, preso singolarmente, è sufficiente;

ciascuno fornisce un elemento essenziale. Descrive questo approccio come uno ‘stile’, affermando: ‘questo è uno stile – il nostro stile’.”(Note di campo, Scuola Verona)

Anche gli insegnanti riconoscono e premiano questa forma di autorialità differenziata – e di personalizzazione:

“Per esempio, valuterò la creatività dello studente — se si limita a riprodurre qualcosa esattamente come previsto, questo comporterà un certo tipo di valutazione. Ma se riesce a formularlo in modo più originale, aggiungendo qualcosa di proprio, è quello che conta davvero” (Intervista Docente C.).

Sebbene creatività e personalizzazione siano riconosciute come valori pedagogici – esplicitamente citati nei diari degli insegnanti ed inclusi nelle griglie di valutazione come parte del processo di programmazione del robot – questi valori sono allo stesso tempo vincolati da quadri strutturati di classificazione. Gli insegnanti predefiniscono categorie, argomenti e criteri di valutazione che, di fatto, delimitano l’ambito dell’indagine accettabile da parte degli studenti. Così, l’assenza di un determinato elemento o argomento nel lavoro di uno studente può essere interpretata come prova di una conoscenza dell’argomento didattico, indipendentemente dalla logica creativa alla base della composizione.

Questo paradosso illustra come la valutazione sia strettamente legata a metriche di performance. Lo spazio della valutazione diventa compresso e orientato al raggiungimento di obiettivi, modellato dagli imperativi di visibilità e misurazione.

Dunque, in questo spazio di mobilitazione troviamo tre portavoce. Gli studenti, attraverso l’atto di ‘interrogare’ il robot assumono temporaneamente il ruolo di verificare e mettere alla prova il livello di sofisticazione tecnica del robot. Durante la performance robotica, il docente utilizza l’output per valutare la qualità del lavoro di programmazione degli studenti. In questo ruolo, il docente traduce l’attività sperimentale in valore scolastico riconosciuto (voti, giudizi, griglie valutative) legittimando il progetto all’interno del sistema formale di valutazione, rappresentando la prospettiva dell’istituzione scolastica, i criteri curriculari e le metriche della performance. Attraverso le sue risposte, il robot ‘parla per’ il lavoro di programmazione svolto dagli studenti, rendendo visibile (e valutabile) il loro output, e dunque la loro conoscenza degli oggetti di apprendimento.

Con il passare dei mesi, questa mobilitazione mostra la sua fragilità. L’uso del robot non si consolida e la rete inizia ad indebolirsi. Questa traiettoria – dall’attivazione iniziale alla progressiva disgregazione – mette in evidenza un punto cruciale del framework della translation: la mobilitazione non è un traguardo definitivo, ma una condizione instabile che richiede un lavoro costante di mantenimento della rete. Nel momento in cui i portavoce non riescono più a rappresentare

efficacemente gli attori o a tradurre i loro interessi in pratiche condivise, la rete si indebolisce e si apre lo spazio per processi di disallineamento.

Come racconta un insegnante:

“Da parte degli altri colleghi purtroppo non c’è stato utilizzo. È stato acceso i primi tempi dopo il nostro progetto strutturato ma poi negli ultimi tempi con la quinta... probabilmente il quinto anno, soprattutto negli ultimi mesi, è complesso. Il robot è passato in secondo piano soprattutto per il volere dei ragazzi. Loro erano molto mentalizzati sugli esami finali e sui test d’ingresso all’università. Probabilmente adesso alla luce del percorso fatto il quinto anno non è l’anno ideale per provare e sperimentare” (Intervista, Docente Y.).

Come mostra questo stralcio d’intervista, la mancata mobilitazione deriva in primo luogo dalle dinamiche contestuali della classe, ovvero dal clima performativo che l’attraversa. Le pressioni e l’importanza delle valutazioni per l’esame di stato e per il successivo ingresso del mondo accademico hanno fatto sì che gli attori robotici non venissero accettati come attori significativi all’interno della rete.

La mancata mobilitazione deriva anche da altri fattori, come mette in luce il docente:

“Gli altri colleghi non l’hanno utilizzato perché da un lato viene visto come uno strumento prerogativa delle materie STEM. Il docente delle materie umanistiche pensa che non si presta per le sue attività e quindi lo lascia ai colleghi delle materie scientifiche. E questo aspetto è già una limitazione. Poi, altro aspetto è che un docente fa fatica ex-novo a partire con una sperimentazione. Probabilmente, fare un minimo di spiegazione, proprio prendere e dire quest’attività è pensata per voi, si farà così... allora un docente è molto più motivato e coinvolto perché dice ok la provo è già strutturata e pronta. Ma improvvisare e renderlo disponibile per attività quotidiane è più difficile secondo me” (Intervista, Docente Y.).

Due dimensioni possono essere individuate. In primo luogo, emerge un immaginario diffuso e dominante che vede esclusivamente le materie STEM come campo d’applicazione della robotica e dell’IA in ambito educativo. In secondo luogo, la non socializzazione degli altri insegnanti al progetto robotico ha minato la loro mobilitazione.

Così, l’assenza di un portavoce riconosciuto e attivo capace di rilanciare il senso e la praticabilità della sperimentazione ha comportato un progressivo slittamento dalla mobilitazione alla marginalizzazione dell’attore-robot. Questa traiettoria conferma un punto centrale della teoria di Callon: la translation è un processo reversibile. Una rete può consolidarsi e produrre effetti durevoli solo se i legami tra attori vengono continuamente riattualizzati e riaffermati. Al contrario, in assenza di tale lavoro, la rete si indebolisce e si dissolve.

7.3. Mobilitare la robotica in una classe quarta dell'indirizzo automazione di un Istituto Tecnico

7.3.1. Contesto e problematizzazione

Il secondo contesto oggetto di analisi riguarda una classe quarta di un istituto tecnico situato a Dalmine, un'area industriale tra le più produttive del paese italiano. Questo istituto si caratterizza per una forte identità legata all'innovazione tecnologica, all'automazione e alla robotica applicata. Il contesto territoriale contribuisce in modo significativo alla definizione della missione educativa dell'istituto, orientata esplicitamente alla preparazione degli studenti per un inserimento immediato nel mercato del lavoro, in particolare nei settori ad alta intensità tecnologica, riducendo al minimo la prospettiva di un ingresso nel mondo universitario. Tale visione si ispira ad un immaginario costruzionista per cui la scuola si propone di formare studenti makers, soggetti capaci di costruire, programmare ed integrare sistemi tecnologici.

Tuttavia, questa impostazione solleva interrogativi e tensioni all'interno del corpo docente. Alcuni insegnanti dichiarano infatti di percepire uno slittamento della propria missione educativa, avvertendo la sensazione di “non fare più scuola” (Note di campo, Scuola Dalmine), ma di condurre una formazione di tipo aziendale, indubbiamente utile sul piano operativo, ma rischiosa per una potenziale marginalizzazione di una visione più ampia, critica e complessa del sapere.

La cultura del making di cui l'istituto si fa portavoce si riflette anche nella sua infrastruttura materiale. L'edificio scolastico è dotato di 17 laboratori altamente attrezzati, molti dei quali realizzati o aggiornati grazie al contributo di aziende del territorio. I laboratori di automazione, chimica, fisica ed elettrotecnica sono ricchi di strumentazioni avanzate, molte delle quali donate da aziende o acquistate con fondi PON e bandi ministeriali. La configurazione spaziale degli ambienti riflette un'impostazione cooperativa: banchi organizzati a isole, postazioni condivise, dispositivi portatili e lavagne interattive multimediali, tutti elementi che mirano a incentivare pratiche collaborative. In questa prospettiva, l'istituto ha consolidato nel tempo relazioni sistematiche con il tessuto produttivo circostante, attivando convenzioni, progetti congiunti e percorsi di stage pomeridiani.

La classe coinvolta nella sperimentazione è una quarta, composta da 29 studenti. In tale scenario, la docente responsabile del progetto ha formulato la propria risposta alla domanda fondativa “come integrare il Classmate Robot nella specifica didattica curricolare?”. In un contesto in cui le discipline umanistiche risultano spesso percepite come marginali e secondarie rispetto agli obiettivi occupazionali immediati, l'insegnante ha scelto di costruire un ponte tra contenuti letterari e pratiche didattiche digitali. L'adozione della robotica educativa nasce da questa tensione, con l'intento di

rendere l'apprendimento dell'italiano e della letteratura un'esperienza cooperativa significativa, soprattutto per studenti che manifestano scarso interesse o che incontrano difficoltà specifiche. A tal fine, la docente ha elaborato un percorso centrato sulla funzionalità Roleplay del Classmate Robot: gli studenti sono chiamati ad addestrare l'artefatto affinché possa impersonare personaggi letterari, traducendo i contenuti disciplinari in pratiche di programmazione ed interazione con la macchina.

7.3.2. Momento dell'interessement: immaginari sociotecnici e ri-configurazione della relazione pedagogica

In questo contesto osservato, la traduzione della robotica nelle pratiche scolastiche quotidiane prende forma a partire da una tensione cruciale. Gli studenti coinvolti appartengono ad un indirizzo scolastico tecnico di automazione e sono socializzati all'idea per cui un dispositivo di IA sia primariamente un oggetto da analizzare e scomporre nei suoi funzionamenti meccanici, algoritmici o elettronici. L'impiego di un dispositivo di IA in un'attività didattica umanistica, orientata non ad uno studio tecnico, introduce una rottura rispetto alle cornici epistemiche preesistenti. È in questa frattura che si colloca un nuovo tipo di problematizzazione, in quanto la valenza dell'applicazione della robotica educativa all'interno delle discipline umanistiche non è data per scontata ma necessita di essere costruita e negoziata.

Per stabilizzare la partecipazione del gruppo di studenti ed inscrivere l'attività in un quadro epistemico ed educativo condiviso, la docente introduce nella rete un preciso immaginario sociotecnico. Parlare di immaginario sociotecnico ci permette dal punto di vista analitico di guardare agli attori educativi come posizionati entro dei discorsi che modellano la loro posizione nel campo dell'innovazione educativa. Tale immaginario agisce come risorsa discorsiva e normativa, modellando le posizioni degli attori. In questo framing, lo studente viene prefigurato come assemblaggio uomo-macchina, dove l'interazione con il robot diventa parte integrante di una ri-organizzazione dei parametri della relazione pedagogica. Lo studente è incoraggiato a beneficiare da questo assemblaggio delegando al robot la presentazione orale, la performance in classe e dunque la parte valutativa dei processi educativi. Questo processo è in linea con le tendenze più ampie verso un'automazione parziale della relazione pedagogica (Selwyn et al., 2021), in cui il robot agisce come estensione tecnica del soggetto umano. In particolare, riflette l'orientamento verso forme di interazioni friction-free (Gillard, 2018), nelle quali il potenziale conflittuale dell'interazione faccia-a-faccia viene mediato, filtrato o sospeso attraverso la mediazione tecnologica.

La docente, dunque, interpone come strategia l'immaginario per cui lo studente, programmando il robot con i contenuti didattici, può delegare alla macchina la performance orale della sua conoscenza su un determinato argomento disciplinare.

Nella prospettiva ANT, la costruzione di devices of interesement richiede una comprensione profonda delle motivazioni e dei desideri degli attori, e si concretizza in artefatti materiali e/o discorsivi che vincolano e orientano le traiettorie relazionali nella rete sociotecnica. Oltre ad interporre questo immaginario e questo ideale di relazione uomo-macchina, l'insegnante agisce strategicamente attribuendo ad un gruppo selezionato di studenti la responsabilità tecnica del robot. Tale azione non si limita alla delega operativa, ma conferisce un capitale tecnico riconosciuto e valorizzato all'interno del gruppo classe, rafforzando l'impegno e la centralità di questi studenti nella gestione della macchina. Come annota la docente nel suo diario di bordo:

“Oggi compare il Robot in classe. Un gruppetto di studenti è particolarmente esperto e si occupa di accenderlo, di avviare l'avatar e di controllare che tutto funzioni correttamente” (Diario di bordo, Docente L.).

In questo senso, l'atto di “lavorare per la macchina” riflette un processo di mutuo ingaggio uomo-macchina che contribuisce alla stabilizzazione temporanea della rete.

La figura 5 riporta il momento dell'interesement:

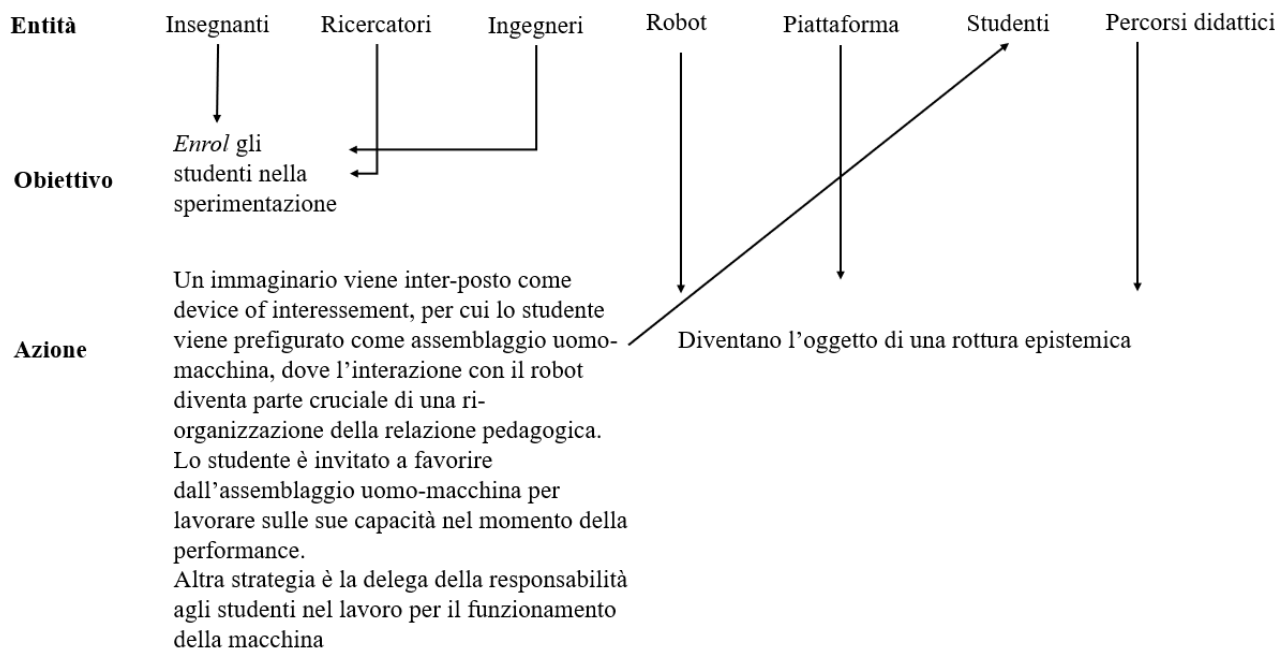


Figura 7.5: Momento dell'interesement: immaginari sociotecnici e ri-configurazione della relazione pedagogica

7.3.3. *Momento dell'enrolment: espansione dell'actor network*

Nelle dinamiche osservate in questo contesto scolastico, il primo stadio dell'enrolment si apre con un'alleanza apparente e diffusa tra gli attori che convergono su un programma d'azione condiviso. In questa fase, l'interesse appare alto e l'ideale di assemblaggio uomo-macchina sembra facilitare l'enrolment degli studenti e ancorare la rete ad una configurazione stabile. Tuttavia, l'analisi etnografica rivela che tale stabilità è provvisoria. La messa in atto del lavoro collaborativo di programmazione robotica, momento cruciale dell'enrolment, introduce nuovi momenti di frizioni. La piattaforma per la programmazione del robot si manifesta come un attore denso di vincoli, rigidità e specificità tecnologiche che interagiscono con i processi di apprendimento degli studenti.

Le note etnografiche documentano con precisione i punti di attrito:

“I ragazzi evidenziano un problema: non è possibile ordinare le domande in ordine alfabetico: ciò contempla tempi dilatati per ricercare la domanda del proprio gruppo e controllarla. Non solo: in alcuni momenti la piattaforma non permette di salvare le modifiche alle domande e/o risposte già inserite. Inoltre, le riflessioni degli studenti rispetto la piattaforma sono: problematica dell'editor di testo (non evidenzia le possibilità di correzioni grammaticali); limite del copia e incolla; non è possibile ordinare le domande/intent di ricerca; non esiste una funzionalità “trova” e non si possono dunque cercare e ritrovare gli intent (questo crea, secondo lo studente che parla, “disordine”. Il suggerimento è di implementare almeno la possibilità di creare sottogruppi); impossibilità di eliminare gli intent, ma solo di modificare” (Note di campo, Scuola Dalmine).

Questi limiti non si esauriscono in difficoltà operative, ma agiscono come vincoli epistemici che plasmano la forma della conoscenza mediata dal robot, imponendo una logica di organizzazione compatibile con l'automazione ma poco adatta alla scrittura iterativa, alla revisione collettiva e alla flessibilità espositiva tipiche delle pratiche umanistiche. La piattaforma diventa l'oggetto di una profonda controversia che reintroduce elementi della problematizzazione all'interno della fase di enrolment. Ciò che viene problematizzato è infatti il meccanismo della piattaforma stessa, la sua architettura dell'apprendimento.

La docente, nel proprio diario di bordo, registra il momento di crisi:

“Oggi le interazioni sono state molto intense: gli studenti sono sembrati molto scoraggiati. Ho cercato di sostenerli in questa fase di lavoro che non avevo previsto.” (Diario di bordo, Docente L.)

La traduzione, qui, mostra la sua natura processuale e negoziale: ciò che nella configurazione iniziale era percepito come strumento di facilitazione (la piattaforma) si trasforma in un attore

controverso, catalizzando una ri-configurazione della rete. La risposta degli attori umani non è passiva. Gli studenti mettono in atto strategie di dislocamento e sostituzione, che portano all'enrolment di nuovi attori tecnologici.

Gli studenti, per aggirare i limiti della piattaforma, sviluppano forme di lavoro decentrato rispetto ad essa, elaborando i contenuti su applicativi e supporti esterni. Il diario della docente testimonia questa strategia:

“Il lavoro è stato impostato in modo da elaborare e rielaborare i contenuti su un file di word, corretto nella fase finale dalla sottoscritta, anche in riferimento alle domande che sono state ideate dai ragazzi. Ci accorgiamo quindi che dovremo caricare i contenuti sotto dettatura. Non condividiamo questa impostazione, perché siamo abituati a tornare più volte sui testi scritti” (Diario di bordo, Docente L.).

La rete si espande, inglobando una pluralità di attori eterogenei: applicazioni digitali (Word, Google Docs, Teams), dispositivi scolastici e personali (LIM, tablet), artefatti analogici (fogli di carta, mappe concettuali, libri di testo).

Questa eterogeneità costruisce una rete educativa ibrida e distribuita, capace di riorganizzarsi per rispondere alle rigidità dell'attore robotico.

In questa espansione, si osserva l'attivazione di tattiche creative che superano la logica prescritta. Particolarmente significativo è il caso della produzione autonoma di dispense, non prevista dalla docente nel progetto didattico:

“La docente si avvicina al gruppo che ha con sé la dispensa e chiede se può prenderla per mostrarcela. È composta da fogli rilegati insieme: alcuni stampati (scritti originariamente su word), altri scritti a penna: rappresentano schemi, riassunti, riformulazioni del materiale che la docente dà/spiega in classe insieme al materiale che poi inserisce sulla piattaforma Teams. Spiccano due fogli dove sono rappresentate due grandi mappe concettuali colorate (costruite con la metodologia dei tre colori). La docente sottolinea che questa dispensa non era richiesta, ma è stata fatta autonomamente dagli studenti” (Note di campo, Scuola Dalmine).

Dopo la fase di collaborative learning per la programmazione, la traduzione prosegue con la performance robotica. Quest'ultima diviene campo di micro-strategie che gli studenti mettono in atto per aggirare i limiti dei dispositivi robotici. Gli studenti socializzano pratiche comuni di interazione con il robot e adottano strategie per ottimizzare la comprensione da parte dell'artefatto. Una delle strategie più diffuse consiste nell'avvicinarsi al microfono e scandire lentamente le parole:

“Lo studente, sempre con il foglio tra le mani da guardare, pone le domande al Classmate Robot ponendosi frontalmente e chinandosi anche lui verso il microfono per farsi ascoltare” (Note di campo, Scuola Dalmine).

Un ulteriore elemento emergente è l’uso sistematico della funzionalità “riassunto” nei Roleplay programmati: ogni gruppo integra almeno una domanda con la parola chiave “riassunto/riassumi”, spesso organizzata in sequenze di domande che aggirano i limiti di caratteri della piattaforma. Due sono le modalità osservate:

“Una domanda generale seguita da domande riassuntive specifiche (ad esempio, sulla psicologia dei personaggi). Più domande di riassunto sullo stesso argomento per costruire una sintesi estesa (“continua il riassunto di...”). Quest’ultima modalità rappresenta una tattica esplicita per ri-negoziare il vincolo tecnologico, distribuendo il contenuto su più intent e ricomponendolo nella performance” (Note di campo, Scuola Dalmine).

La figura 6 descrive questo momento dell’enrolment:

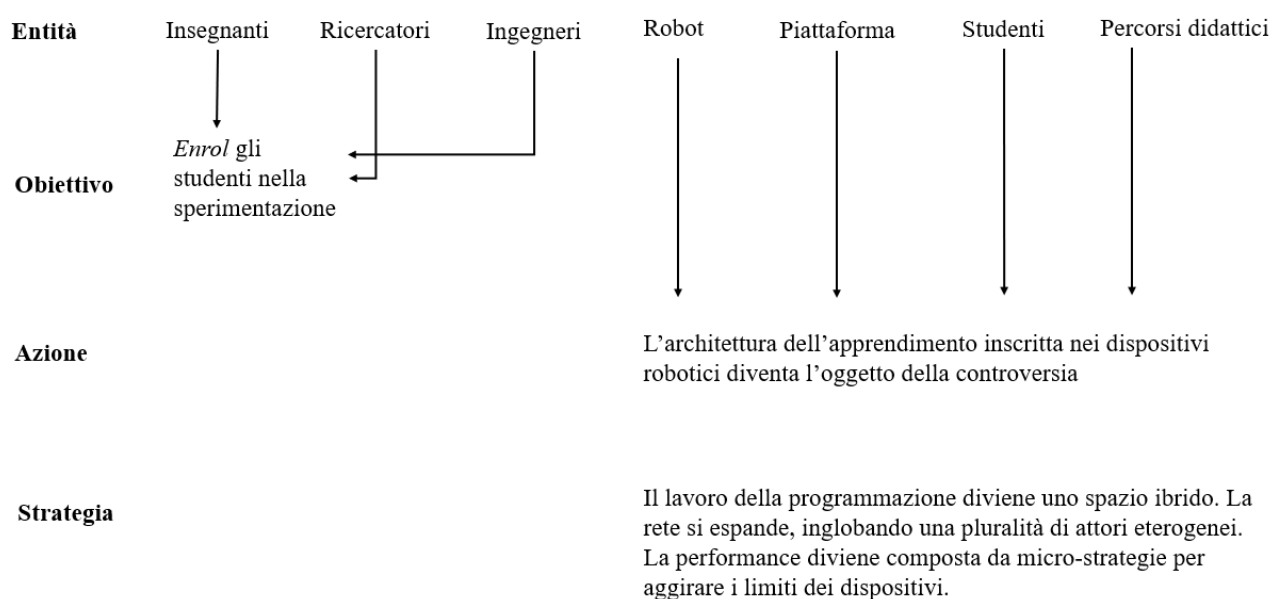


Figura 7.6: Momento dell’enrolment: espansione dell’actor network

7.3.4. Mobilitare la robotica: lo spazio commerciale

La fase di mobilitazione si caratterizza per l’emergere di portavoce attivi che incarnano e propongono una visione condivisa e strategica dell’innovazione. In questo contesto, la mobilitazione non riguarda soltanto l’attivazione delle pratiche didattiche con e attraverso la robotica, ma soprattutto

la costruzione di un immaginario condiviso che mobilita, veicola e proietta la robotica educativa come innovazione desiderabile.

Il caso di questo istituto si amplifica infatti oltre i confini della classe attraverso due dispositivi mediali, un servizio televisivo e un articolo sul sito aziendale Scuolab. Entrambi i prodotti narrativi contribuiscono a consolidare la mobilitazione della robotica in questa scuola, in quanto i diversi attori coinvolti – dirigente scolastico, docente, studenti e gli stessi artefatti tecnologici – assumono la funzione di portavoce dell'innovazione didattica e in particolare di un nuovo modo di fare scuola attraverso la robotica. In questo spazio discorsivo, l'operazione di mobilitazione si struttura attorno ad un immaginario potente entro cui la tecnologia non viene rappresentata come sostitutiva dell'umano, ma come un amplificatore delle sue possibilità, un dispositivo che apre scenari di apprendimento più fluidi, che elimina le pressioni performative e valutative, oltre che costantemente accessibile. Il preside formula questa narrativa con una frase significativa del discorso mobilitante: “L'insegnante non crea più contenuti, ma deve creare esperienze di apprendimento”. Tale affermazione iscrive la trasformazione del ruolo docente in un paradigma più ampio, che lo sposta da detentore esclusivo del sapere a facilitatore di percorsi formativi, affiancato da una classe interattiva, inclusiva e robotica.

Anche il discorso della docente intervistata si iscrive in questa logica, che afferma: “per interrogare gli studenti, interrogo il robot”. In questo modo, l'artefatto viene investito del ruolo di mediatore relazionale tra valutatore e valutato, ridefinendo i confini della relazione pedagogica. L'immaginario che si consolida è quello di un dispositivo che, pur non sostituendo gli umani, ne redistribuisce i ruoli, alleggerendo la pressione emotiva della valutazione e trasformandola in un momento percepito come equo e sostenibile. Come sostiene la docente nel servizio televisivo: “loro hanno studiato, hanno studiato bene, senza accorgersene più di tanto”.

In questo stesso servizio, anche gli studenti assumono il ruolo di portavoce, mostrando in video il proprio lavoro di programmazione. Il robot viene presentato come “nuovo compagno di classe, che non sa nulla e ha bisogno di essere addestrato dagli studenti”. Tale narrazione agisce come dispositivo di mobilitazione veicolando l'idea per cui un attore tecnologico non sostituisca il sapere umano, ma lo solleciti e lo valorizzi, inserendosi in un circuito di co-produzione della conoscenza.

La scuola e i suoi attori – preside, docente e studenti – assumono il ruolo di portavoce dell'innovazione, traducendo l'esperienza in pratiche e discorsi che ne rafforzano la desiderabilità. Il robot viene elevato a nodo centrale della rete educativa, simbolo e vettore di un nuovo modo di fare scuola. Parallelamente, l'azienda contribuisce a cristallizzare questa narrazione. Il Classmate Robot viene celebrato come “compagno di classe coinvolgente” e come “strumento per lezioni dinamiche”,

in grado di rendere accessibili anche discipline percepite come complesse e di trasformare la valutazione in un momento positivo, vissuto “con il sorriso”.

La mobilitazione, dunque, si realizza attraverso la mobilitazione di un immaginario sociotecnico che rafforza il legame tra scuola e tecnologia, stabilizzando la rete in una narrazione in cui l’innovazione educativa attraverso la robotica non è solo possibile, ma desiderabile e/o inevitabile.

7.4. Mobilitare la robotica educativa in una classe quinta di un Liceo Scientifico

7.4.1. Contesto e problematizzazione

Il terzo caso oggetto di analisi si colloca in un Liceo Scientifico situato in un’area urbana centrale di Roma e caratterizzata da un elevato capitale socioculturale ed economico. L’edificio scolastico, di impronta monumentale, porta con sé un forte valore simbolico, inscrivendo le pratiche educative in una tradizione di prestigio accademico e di memoria storica.

La comunità scolastica è costituita prevalentemente da studenti con background socioeconomico medio-alto, in continuità con il posizionamento territoriale della scuola e con un *habitus* orientato alla performance e alla competizione accademica. Le aspettative familiari e istituzionali convergono infatti nell’indirizzare gli studenti verso percorsi universitari prestigiosi e carriere post-scolastiche fortemente competitive.

All’interno di questa configurazione socio-materiale, il corpo docente si distingue per una consolidata cultura della progettualità, della sperimentazione e dell’innovazione metodologica. La retorica entro cui l’istituto scolastico si iscrive, rafforzata dalla dirigenza, promuove un modello di scuola aperta, fondato su pratiche di ricerca-azione, su collaborazioni interdisciplinari e sul dialogo con il territorio.

Il liceo, infatti, si configura come nodo strategico di una più ampia ecologia educativa urbana, capace di attivare collaborazioni con università, enti di ricerca, musei, teatri e altre istituzioni culturali. L’introduzione del Robot Classmate si colloca all’interno di questa tensione progettuale, in risposta alla domanda diffusa di innovazione educativa.

Sul piano materiale, le aule mantengono una configurazione spaziale tradizionale – banchi disposti frontalmente, cattedra centrale – che, come osservato dagli stessi insegnanti, ostacola l’attivazione di pratiche didattiche partecipative e collaborative. Tuttavia, questa limitazione è parzialmente compensata da un’infrastruttura tecnologica significativa, frutto di investimenti pluriennali, che consente all’istituto di sperimentare nuove pratiche pedagogiche. In questo quadro, il Robot

Classmate viene mobilitato come attore chiave di una progettualità innovativa che si iscrive nella tensione tra vincoli strutturali e aspirazioni di rinnovamento.

È in questo contesto che prende forma la fase della problematizzazione. I docenti coinvolti definiscono un Obligatory Passage Point (OPP) attorno al quale gli attori della rete devono transitare affinché la robotica educativa possa stabilizzarsi come pratica legittima all'interno del liceo. L'OPP è definito dal percorso didattico assegnato alla classe scolastica scelta per questa sperimentazione robotica e, nello specifico, dall'adozione della metodologia del debate. Questa pratica prevede la suddivisione della classe in due squadre, chiamate a sostenere posizioni contrapposte su un medesimo tema controverso. L'integrazione del Classmate Robot introduce una riconfigurazione significativa per cui una delle due squadre delega all'artefatto robotico il ruolo di portavoce, addestrandolo a formulare argomentazioni a sostegno della propria tesi e a rispondere alle obiezioni avanzate dagli avversari.

7.4.2. Stadio dell'interessement: trasformare un artefatto robotico in un attore per un debate

Fin dalle prime fasi di sperimentazione, la relazione tra studenti e dispositivo robotico si rivela attraversata da tensioni. L'elemento centrale non è meramente il funzionamento e le logiche di apprendimento inscritte nei dispositivi robotici, ma una tensione tra le affordances di questi artefatti e l'immaginario sociotecnico che gli studenti mobilitano. Come mostrano numerosi studi sulla costruzione socio-materiale delle tecnologie, gli immaginari possono rappresentare orizzonti di aspettativa che anticipano e prescrivono ciò che la tecnologia dovrebbe essere. In questo caso, l'immaginario dominante degli studenti si intreccia con le rappresentazioni veicolate dall'industria dell'IA che produce soluzioni quali Alexa, Google Assistant, Siri. In questa retorica, un dispositivo robotico è prefigurato come un artefatto onnisciente e costantemente disponibile, un assistente all'umano dotato di immediatezza e accessibilità illimitata. Tale immaginario è radicato in una visione antropocentrica e tecnosoluzionista della tecnologia, che la concepisce come strumento ready-to-use, interamente funzionale agli scopi umani.

Il Robot Classmate, tuttavia, si discosta radicalmente da queste visioni e aspettative. La voce metallica, i tempi di latenza, l'assenza di connessione ad un sapere distribuito e, soprattutto, la necessità di una programmazione manuale si configurano come elementi di rottura rispetto alle visioni di un assistente capace di accedere ad un sapere illimitato e sempre aggiornato.

Come sottolinea una docente:

“All'inizio molti mi hanno detto ‘questa cosa non ha senso’ perché credevano di avere un dispositivo come Alexa dato che Alexa ricerca tramite internet e legge quello che trova” (Intervista docente D.).

Questa frizione attiva un processo collettivo di ri-orientamento strategico. Per riposizionare il robot come attore legittimo nella rete, i docenti introducono il debate come dispositivo di interessement, la cui applicazione è volta ad andare oltre i limiti stessi dell'artefatto robotico. Il debate quale metodologia didattica risulta una pratica curriculare già consolidata nella scuola, ma con l'introduzione del robot viene riconfigurato come uno spazio di negoziazione uomo-macchina.

La sfida proposta agli studenti è di "umanizzare" l'artefatto, inscrivendolo all'interno di un contesto dialogico e retorico che, per sua natura, valorizza empatia, corporeità e capacità persuasive. In altre parole, la sfida è definita dagli insegnanti come un vero e proprio tentativo di sovvertire i limiti del robot:

"Abbiamo detto ai ragazzi di tener conto che loro quando dibattono hanno la mimica facciale, l'espressione vocale, tutta una serie di capacità e strumenti di persuasione che il robot non ha. Nel linguaggio, la capacità persuasiva dell'argomento viene veicolata dall'aspetto umano, dalla sensazione di avere a che fare con una persona ma poi soprattutto perché qui, soprattutto nel mio caso, stiamo parlando di bioetica, stiamo parlando di cose basate da una parte su proiezioni filosofiche, dall'altra sull'empatia, su aspetti emozionali, e chiaramente se uno deve difendere una tesi basata sul rischio per il benessere di un bambino o di un adulto un domani è chiaro che deve mostrare empatia altrimenti l'argomento non è efficace. E infatti altra cosa, questo è stato voluto, il fatto che il robot dovesse difendere la posizione più umana e meno tecnologica perché la squadra avversaria è quella in sfavore delle limitazioni che quindi volendo può permettersi di adottare una posizione filosofica utilitarista per cui dice comunque il progresso dell'umanità nel suo genere giustifica anche una riduzione di benessere dei singoli individui purché il benessere o la felicità del maggior numero possibile di persone sia massimizzata, il che è una posizione che può prestarsi a molte cose decisamente inquietanti, e questa posizione la difendono e la possono usare i ragazzi umani, mentre il robot deve difendere la posizione più compassionevole, più attenta al diritto dell'individuo e alle sensazioni dell'individuo e questa è una sfida" (Intervista Docente M.).

A sostenere questa operazione strategica è l'articolazione di una plurarchia scolastica emergente: la docente di italiano orienta la dimensione retorico-performativa del debate, il docente di scienze introduce controversie bioetiche capaci di stimolare il pensiero critico, mentre il docente di matematica – avendo partecipato alla fase di co-design – funge da portavoce delle logiche di funzionamento così come dell'architettura educativa dell'infrastruttura robotica. È questa costellazione di attori che viene interposta la strategia di interessement, definendo un nuovo problema per la rete: come trasformare un artefatto privo di corporeità e di qualità 'umane' in un attore in grado di partecipare a una pratica dialogica?.

La figura 7 mostra il momento dell'interessement:

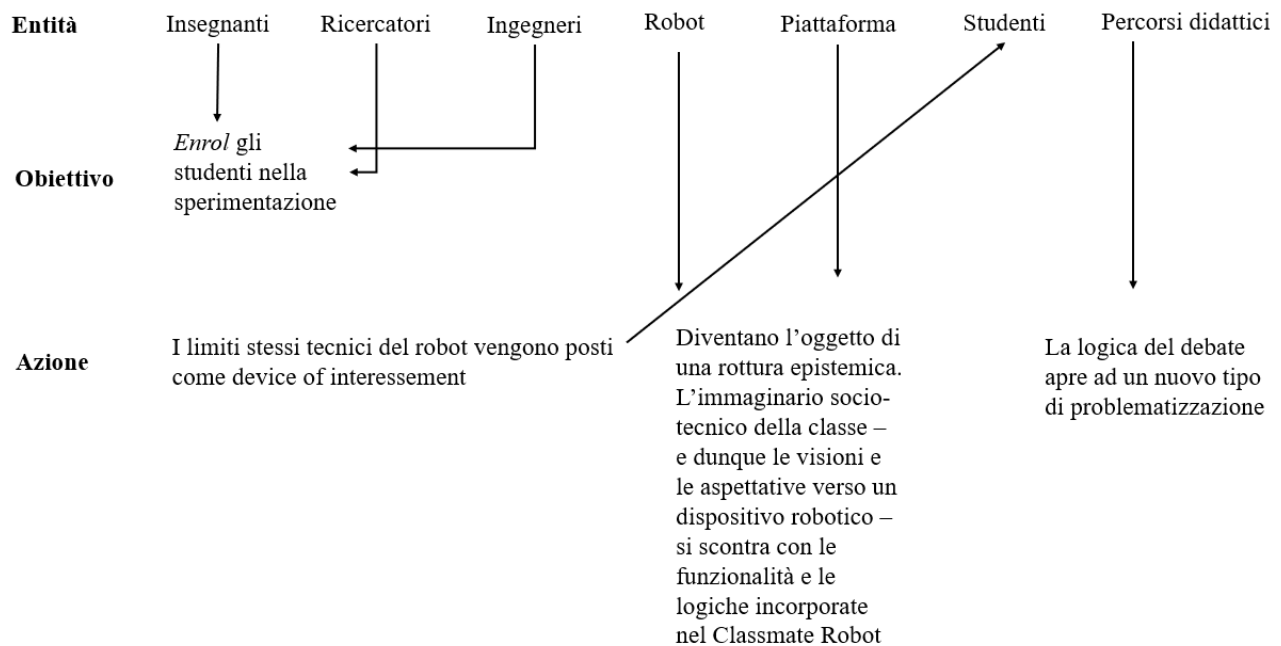


Figura 7.7: Stadio dell'interessement: trasformare il robot classmate in un attore per un debate

È così che l'interessement non si limita a ridurre l'attrito iniziale, ma produce una nuova configurazione della rete, aprendo la strada all'enrolment successivo.

7.4.3. Stadio dell'enrolment: le strategie di negoziazione tra la grammatica del debate e le logiche algoritmiche

In questa fase, l'Obligatory Passage Point è la messa a punto del debate mediato dal Classmate robot. L'enrolment consiste dunque nell'accettare ruoli, tempi e vincoli di questo OPP e nel fabbricare le interdipendenze che lo rendono operabile (Callon, 1986).

Nella fase dell'enrolment possiamo analizzare due momenti cruciali: a) il momento di una ri-configurazione della rete, in cui l'assemblaggio scolastico si espande. La rete si compone di nuovi attori che vengono introdotti; b) la messa in atto di strategie/tattiche da parte degli attori umani di fronte a nuovi tipi di problematizzazioni.

In un primo momento dell'enrolment, l'avvio del lavoro di programmazione segna l'espansione della rete sociotecnica. L'apprendimento collaborativo si dispiega attraverso pratiche multi-dispositivo: manuali, tablet, laptop e smartphone sono attivati in parallelo, articolando flussi di contenuto che circolano in tempi e spazi distinti ma interconnessi. Il risultato è un assemblaggio

eterogeneo di contenuti didattici granulari, che si muovono fluidamente tra i diversi supporti, dissolvendo la linearità della sequenza didattica a favore di una sincronicità. Gli attori non umani (piattaforma, robot, documenti condivisi, dispositivi digitali) e gli attori umani (studenti, docenti) vengono mobilitati in una configurazione comune.

Un aspetto rilevante di questa ri-configurazione della rete è la redistribuzione del lavoro e la differenziazione dei ruoli all'interno dei gruppi di studenti. I coordinatori dei gruppi, i ricercatori dei contenuti tramite cui costruire i testi da inserire in piattaforma e i compilatori della piattaforma assumono responsabilità specifiche, dando vita a forme di simultaneità nel processo di apprendimento più che a progressioni sequenziali. Come mostrano le note etnografiche:

“Nel Team A anche il cellulare diventa un dispositivo utilizzato per navigare e recuperare informazioni, che vengono poi condivise, discusse e, se necessario, copiate e incollate in un Google Doc. Si tratta dello stesso Google Doc dal quale attinge lo studente che detta al compagno impegnato nella compilazione sulla piattaforma. Con il passare del tempo, il ruolo di coordinamento del primo speaker del giorno precedente emerge chiaramente nel Team A: ‘Studente A., cerca una citazione che riassume tutto. Studente F., tu continua a scrivere. Studente M., pensa a cosa potremmo dire a riguardo’. Il team, di fatto, si è autonomamente riorganizzato in due sottogruppi operativi (compilazione e ricerca), più un sottogruppo di coordinamento, in cui il coordinatore è supportato da un compagno con il cellulare. Il coordinatore non utilizza alcun dispositivo proprio, ma interagisce, quando necessario, su quelli altrui”. (Note di campo, Scuola Roma).

In un secondo momento dell'enrolment, emergono ulteriori strategie di negoziazione con gli artefatti robotici. L'interfaccia impone vincoli, ma gli studenti li aggirano, li reinterpretano, costruendo un assemblaggio in cui l'attore non umano diventa condizione di possibilità per nuove forme di cooperazione, di distribuzione delle responsabilità e di fabbricazione della conoscenza. Un primo insieme di strategie riguardano le pratiche della programmazione. L'ironia e il registro ludico operano come dispositivi di legittimazione dell'attore non umano all'interno della pratica del debate:

“L'incaricato della squadra A fa partire Ciro [il Classmate Robot]: ‘Ciro, sei pronto a spaccare?’ Ciro inizia: ‘Certamente, sono nato pronto! Ecco il mio intervento per la squadra pro’. Nel corso dell'intervento, Ciro recita un testo: ‘cof cof, scusate ma ho del polline negli ingranaggi’. Questo suscita l'ilarità generale. Tocca poi alla squadra B. Lo speaker si posiziona al solito posto. L'intervento inizia con la solidarietà a Ciro per la sua allergia, che diventa un modo spiritoso per portare elementi a sostegno della tesi sulla natura sostenuta dalla squadra B”. (Note di campo, Scuola Roma).

Ulteriore elemento cruciale nelle dinamiche della translation riguarda una negoziazione tra la grammatica del debate e le logiche dell'apprendimento inscritte nei dispositivi robotici.

Nella pratica tradizionale, il debate si fonda su prontezza retorica e capacità di reagire a obiezioni impreviste. Con l'ingresso del robot, questa grammatica viene profondamente ristrutturata. Il Classmate Robot assume infatti il ruolo di portavoce di una delle due squadre, incaricato di sostenere la loro tesi e rispondere alle confutazioni della parte avversaria. Affinché ciò avvenga, gli studenti devono addestrarlo in anticipo, predisponendo contenuti, obiezioni e risposte da inserire nella piattaforma.

Laddove la pratica tradizionale si regge sulla capacità di modulare il discorso in relazione all'interazione con l'avversario, la temporalità algoritmica del robot impone un diverso regime entro cui tutto deve essere predisposto, prefigurato e inserito nella piattaforma prima della performance. Gli studenti che hanno il compito di addestrare il robot sono quindi costretti a tradurre l'improvvisazione in scripting: obiezioni e confutazioni vengono anticipate e cristallizzate in sequenze di comandi che il robot potrà attivare. Questa tensione produce una negoziazione tra differenti ritmi temporali. Da un lato, il tempo fluido e contingente del debate umano, dove la replica è spesso costruita nell'istante stesso in cui si sviluppa lo scambio argomentativo. Dall'altro, la temporalità robotica, che richiede sequenze già definite e non ammette improvvisazioni. Come sottolinea un docente:

“Voi dovete pensare a Ciro e istruire Ciro come se fosse una persona. Lui deve rispondere a qualsiasi domanda, altrimenti non ha senso avere Ciro: farei il registratore” (Intervista, Docente S.).

Di fronte a questo nuovo tipo di problematizzazione, la classe si riorganizza in due regimi temporali paralleli. Mentre la squadra composta da sole entità umane si concentra sulla performance; la squadra incaricata di addestrare il robot costruisce un documento condiviso online e designa operatori incaricati di inserire i contenuti nella piattaforma. La tecnologia impone vincoli chiari. Non è possibile improvvisare, tutto deve essere prefigurato. La piattaforma, i documenti condivisi, i dispositivi digitali e cartacei, i ruoli assegnati e il robot stesso emergono come nodi di un assemblaggio che produce conoscenza curricolare.

Il momento della replica rende visibile con particolare forza questa asimmetria. Nella tradizione del debate, la replica è lo spazio dell'improvvisazione, il luogo in cui lo speaker risponde in tempo reale alle mosse avversarie. Con il robot, invece, la replica è possibile solo se programmata in anticipo. Gli studenti devono quindi scegliere se sostituirsi alla macchina, lasciando che la replica resti appannaggio di un oratore umano oppure se tentare una programmazione simultanea, inserendo

in tempo reale script e risposte mentre il dibattito è ancora in corso. In un caso, la replica viene fatta da un oratore umano, che si sostituisce alla macchina. In un altro, viene fatta dal robot. In quest'ultimo, in maniera simultanea alla performance del debate, gli studenti programmano la replica, rendendo evidente di nuovo una simultaneità nei tempi del processo di apprendimento. Dunque, lo spazio del debate si trasforma in un campo di negoziazione temporale, dove la rapidità umana e la rigidità algoritmica coesistono, si scontrano e talvolta si ibridano.

Parallelamente, un secondo nucleo di dinamiche riguarda la fase della performance uomo-macchina. La fase performativa rende visibili forze nemiche nel coordinamento uomo-macchina. Ad esempio, le interruzioni non sollecitate del robot generano controversie e fragilità pedagogiche nel flusso del dibattito:

“Vieni chiamato a parlare uno speaker della squadra A, che fa la sua introduzione. Il Classmate Robot, mentre lo speaker parla, lo interrompe dicendo che non ha capito. Lo speaker infastidito si allontana dal robot e riprende la sua introduzione. Nuovamente il robot interrompe dicendo ‘puoi essere più specifico?’. Lo speaker è infastidito, si interrompe, perde il filo del discorso e si lamenta. Poi, con fatica, riparte”. (Note di campo, Scuola Roma).

I docenti, tuttavia, cercano di interessare gli studenti e di trasformare questi ostacoli in occasioni formative:

“Durante la discussione finale, un altro studente dice che quando il robot interviene senza essere interpellato è un problema. La docente replica: ‘io invece l’ho trovato interessante, succede. Oggi è stato Ciro, ma quando uno entra dalla porta, qualcuno fa un rumore... dovete trovare delle strategie per gestire questi momenti di interruzione. Invece di farvi prendere dal panico, trovate il modo di farvi fronte’.” (Note di campo, Scuola Roma).

Di fronte a questo, gli studenti attuano strategie per non essere interrotti, posizionandosi più lontani dall'artefatto robotico nello spazio dell'aula o non dicendo delle parole che possono attivare i suoi interventi.

La figura 8 mostra questi stadi della translation:

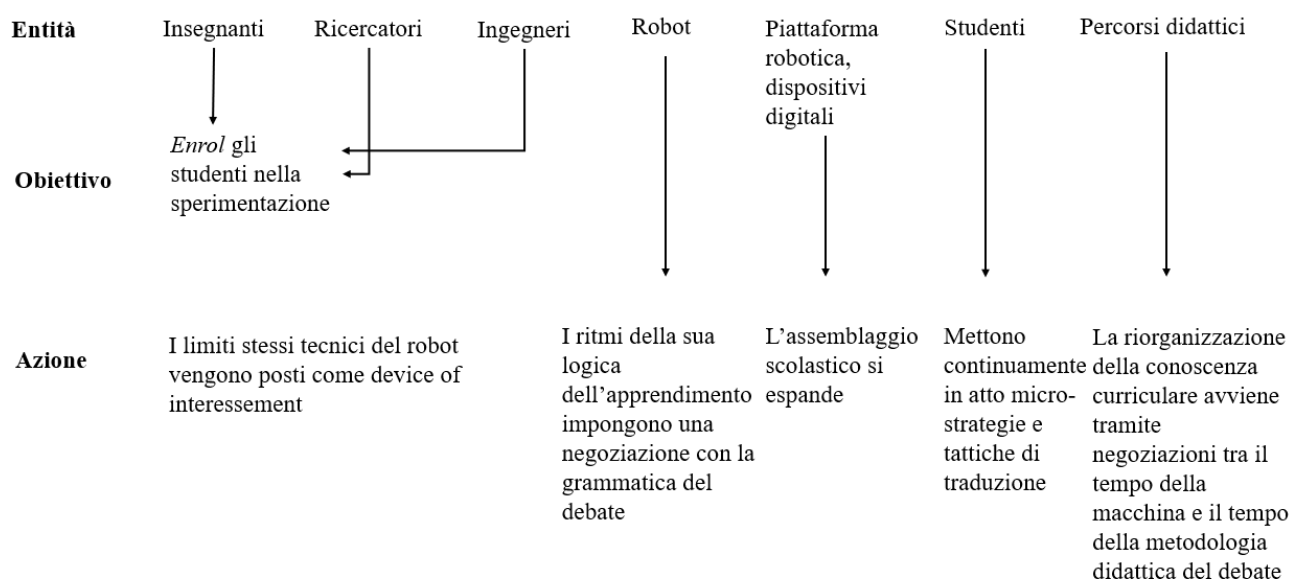


Figura 7.8: Stadio dell'enrolment: le strategie di negoziazione tra la grammatica del debate e le logiche algoritmiche

7.4.4 Mobilitare la robotica: gli immaginari come componenti cruciali nei processi di innovazione tecnologica

In questo contesto scolastico, la fase di enrolment non si è tradotta in una mobilitazione stabile. La rete sociotecnica costruita attorno all'ingresso del Classmate Robot non è riuscita a consolidarsi, mostrando come gli immaginari sociotecnici rappresentino una componente ineludibile dei processi tecnologici ed educativi.

L'immaginario dominante della classe prefigurava un robot educativo come un artefatto onnisciente ed immediato. In questo caso, il Classmate non è divenuto un attore riconosciuto all'interno della rete.

La testimonianza di un docente rivela la fragilità della rete:

“[...] il robot non è di così veloce utilizzo e quindi serve parecchio lavoro per fare qualcosa di sensato e a quel punto abbiamo ritenuto di non utilizzarlo più e concentrarci sulle lezioni. [...] La classe avrebbe anche avuto piacere a ri-giocarci, io personalmente ho un po' frenato. Avevo la necessità di arrivare a preparare l'esame di stato. [...] L'attività del debate ha avuto buon esito alla fine, anche se la classe ha criticato perché era poco tecnologico, molto arretrato, molto rozzo. Però era un bel gioco. [...] Però se uno avesse avuto un oggetto da un punto di vista tecnologico molto più avanzato probabilmente sarebbe stato utilizzato di più. Avere un altro tipo di ... mettiamo chatgpt per dirne una, è molto stimolante, è veloce, io faccio una domanda e vedo come risponde lui e andiamo a correggere l'IA o andiamo a vedere come lui tratta quel tipo di argomento. Il Classmate Robot non aveva questa possibilità, ma era una cosa che doveva essere per forza costruita da noi se

stessi, che va anche bene perché eravamo noi i gestori di chatgpt in quel caso perché i ragazzi creavano gli argomenti per i suoi discorsi ma anche lì era troppo laboriosa come cosa, non è una cosa veloce. Scrivere 10 righe su quel layout era complicato. I ragazzi sono quasi morti per fare una cosa del genere. Quindi il gioco non vale la candela. Ci vorrebbe una maggiore velocità e linearità nel programmare, invece era tutto molto spigoloso, troppo macchinoso per ottenere un risultato finale. È poco customizzabile. Era sempre la stessa cosa, non potevi esprimere in altri modi quella che era semplicemente una lettura di quello che avevi scritto tu. Servirebbero delle migliorie, così com'è non può essere apprezzato nel miglior modo” (Intervista Docente S.).

Il fallimento della mobilitazione emerge su due piani distinti ma intrecciati.

Il primo piano riguarda gli immaginari. La piattaforma viene percepita come lenta, poco intuitiva e scarsamente personalizzabile. La difficoltà di programmazione, l'impossibilità di copiare e incollare contenuti, la rigidità del layout e la necessità di produrre input testuali rappresentano ostacoli che impediscono al robot di inserirsi nella routine scolastica. In altre parole, la promessa di immediatezza e facilità d'uso – tipica della retorica dell'industria dell'EdTech – non trova corrispondenza nelle affordances reali del dispositivo.

Il secondo è un piano istituzionale e curriculare, dipendente dal contesto altamente performativo dell'istituto scolastico. La pressione dell'esame di stato e il carattere fortemente valutativo del liceo spingono docenti e studenti a percepire attività di robotica educativa come attività ludiche, non prioritarie, un “gioco” interessante ma marginale rispetto alle urgenze scolastiche.

7.5. Mobilitare la robotica nello spazio di una classe secondaria di primo grado

7.5.1. Contesto e problematizzazione

Ultimo contesto preso in esame è un istituto comprensivo situato a Carrù, caratterizzato da una comunità scolastica eterogenea, con studenti con background socioeconomici diversificati. La scuola si colloca entro una retorica istituzionale in cui la dirigenza e il corpo docente descrivono l'ecologia educativa come attraversata da una fase di transizione da modelli didattici tradizionali consolidati verso l'aspirazione ad introdurre approcci pedagogici innovativi. All'interno di tale scenario, la dirigenza e un gruppo ristretto di docenti identificano la robotica come un dispositivo strategico di rinnovamento, prefigurando questo tipo di tecnologia come veicolo privilegiato per promuovere inclusione e apprendimento significativo. In questa prospettiva, la dirigente dichiara esplicitamente l'intenzione di trasformare l'istituto in un “polo per la robotica” (Intervista Dirigente, Scuola Carrù),

sostenendo come le competenze digitali e computazionali rappresentino una dimensione imprescindibile per la formazione degli studenti quali cittadini del futuro. Su queste basi, l'istituto dispone di una dotazione tecnologica rilevante, che comprende kit LEGO, dispositivi programmabili e materiali per il coding, acquisiti tramite bandi e iniziative territoriali. Tuttavia, la mera disponibilità di tali risorse non garantisce un'integrazione sistematica della robotica che, come spiega la preside, nel curriculum restano frammentate.

All'interno dello scenario didattico analizzato, l'Obligatory Passage Point (OPP) è rappresentato dall'obiettivo condiviso e stabilito dal gruppo docenti ossia la realizzazione del percorso didattico programmato. Questo OPP funziona come centro attorno a cui si organizza e si stabilizza la rete di attori umani e non umani coinvolti nel processo. Il percorso didattico prevede l'utilizzo di entrambe le funzionalità robotiche, che si dispiegano nella creazione di una biografia del nuovo compagno di classe non umano e nella creazione di attività di logica deduttiva.

Tuttavia, a differenza di quanto osservato negli altri casi, qui il percorso didattico originariamente prefigurato dai docenti viene modificato in itinere. Nei giorni effettivi della sperimentazione, infatti, l'attività si prolunga di una nuova fase.

7.5.2. Stadi dell'interessement: il potere del gruppo dei ricercatori

In questo contesto, una dimensione cruciale che emerge dalle analisi è una profonda riconfigurazione delle relazioni di potere che strutturano la rete.

Nei primi momenti della mobilitazione della robotica negli spazi scolastici (vedi Figura 1), le identità degli attori apparivano in questo modo stabili: gli insegnanti come facilitatori delle attività didattiche e valutatori del lavoro degli studenti; i ricercatori e gli ingegneri, invece, con posizioni meno centrali, configurati rispettivamente come osservatori esterni e assistenti tecnici. Tuttavia, in questa fase di interessement tale configurazione subisce un marcato slittamento, generando nuove dinamiche di interdipendenza e nuove forme di centralità.

L'ingresso in classe di attori inusuali – in particolare dei ricercatori – produce infatti una specifica configurazione degli equilibri di potere della rete. Nel quadro dell'ANT, il potere si costituisce attraverso le relazioni e le dipendenze reciproche, emergendo nei meccanismi che legano gli attori tra loro e che ne definiscono identità e ruoli (Piattoeva, 2014); e in questo caso, la presenza dei ricercatori in classe genera una ristrutturazione della rete introducendo nuove dipendenze e trasformando l'assetto della rete. L'ingresso dei ricercatori in classe ha l'obiettivo di osservare, documentare e, attraverso queste pratiche, contribuire a definire la valenza educativa stessa della sperimentazione, così come sono chiamati a fare dal gruppo di ingegneri. Nella relazione con il gruppo dei docenti

coinvolto nella sperimentazione, il loro ruolo diviene centrale. La docente incaricata di portare avanti la sperimentazione robotica, infatti, non assume più l'unico obiettivo di coinvolgere/arruolare gli studenti nelle pratiche di apprendimento, ma predispone anche dispositivi mirati a mostrare la qualità e la valenza del lavoro educativo svolto ai ricercatori.

Sul primo versante, la docente mette in atto strategie di interessement attraverso attività ludico-competitive, pensate per sollecitare la partecipazione degli studenti e favorire la loro inclusione nel percorso. Il percorso didattico si dispiega infatti in pratiche di sfida tra classi, in cui altre classi dell'istituto sono incaricate di risolvere le attività di logica deduttiva create dagli studenti e di porre domande al robot riguarda la sua biografia.

In secondo luogo, la docente assume il ruolo di legittimare la sperimentazione davanti alla comunità esterna dei ricercatori. La presenza di soggetti esterni che osservano e documentano introduce nuove logiche di accountability e di performatività. La docente, in particolare, percepisce la propria attività non solo come didattica, ma come performance destinata a un pubblico che detiene potere valutativo e capacità di certificazione scientifica.

Cruciale, in questo senso, è l'improvvisazione di una nuova attività didattica, proposta ad una docente non precedentemente coinvolta nella sperimentazione. Tale attività viene predisposta non tanto per rispondere alle esigenze curriculari della classe, quanto per esibire ai ricercatori l'intero ciclo di lavoro con il Classmate Robot: dalla preparazione dei contenuti, alla programmazione sulla piattaforma, fino alla restituzione performativa in aula.

L'enrolment che segue a questo interessement può dunque essere analizzato su due piani complementari. Da un lato, esso si concretizza nella messa in atto delle attività didattiche, che inscrivono la robotica entro una visione strumentale della tecnologia e performativa dell'educazione. Dall'altro, l'enrolment rivela momenti di spaesamento e di conflitto, nei quali emergono nuove relazioni di potere e nuove configurazioni identitarie.

7.5.3. Stadio dell'enrolment: la robotica come oggetto di una visione strumentale della tecnologia e performativa dell'educazione

Nella fase iniziale dell'enrolment, gli studenti mettono in atto il percorso didattico predisposto in fase di co-design dalla docente responsabile. Prima dimensione che emerge dalle osservazioni partecipanti è la logica strumentale entro cui si collocano le attività. La configurazione didattica scelta prevede che gli studenti, attraverso il robot, presentino alle altre classi l'autobiografia del robot precedentemente costruita e propongano sfide logiche basate sugli identikit da loro programmati. In questo scenario, il Classmate Robot si trasforma in veicolo per la messa in scena di un'attività

formalmente corretta, inscritta in una cornice performativa dell'educazione che privilegia la visibilità dell'azione.

Gli estratti etnografici illustrano con chiarezza la rigidità di questa dinamica. In primo luogo, le interazioni risultano vincolate a script prestabiliti, riducendosi a un'esecuzione sequenziale di domande e risposte prescritte:

“La studentessa procede con il fare domande all'avatar Bob ‘come ti chiami, da dove vieni’, guardando il suo foglio. Le domande, infatti, sono sempre poste e scelte guardando il foglio su cui sono scritte tutte quelle che hanno utilizzato per costruire l'autobiografia di Bob. L'approccio sembra timido e l'interesse è solo quello di mostrare l'avatar alla classe (strumentale)” (Note di campo, Scuola Carrù).

Un simile orientamento emerge anche nelle attività di Logica Deduttiva, dove gli studenti mostrano una tendenza marcata a bypassare i tempi tecnici del robot, preferendo giungere rapidamente alla soluzione invece che seguire la sequenza algoritmica prevista:

“Uno studente indovina dopo aver ricevuto solo il primo indizio, e i due portavoce confermano che ha indovinato. Gli studenti mostrano un forte desiderio di bypassare quelle che percepiscono come procedure tecniche lente.” (Note di campo, Scuola Carrù).

Altra dimensione cruciale è infatti la temporalità mediata dall'algoritmo che impone la performance robotica. Così come nel lavoro di programmazione troviamo una sequenza prestabilita di operazioni che abilita e vincola le possibilità di azione; allo stesso modo l'interazione uomo-macchina impone una logica algoritmica: attivazione tramite QR code, interazione scandita da comandi (“indizio successivo”, “dammi la soluzione”). L'interazione uomo-macchina durante la lezione assume così la forma di un ordine sequenziale, in cui la performance didattica è mediata da protocolli tecnici e da algoritmi.

Tuttavia, questa temporalità macchinica non è mai incontrastata né completamente determinante. Gli attori umani negoziano attivamente con l'ordine algoritmico, lo accelerano, lo bypassano o lo reinterpretano. Gli studenti mostrano una forte tendenza a sostituirsi alla macchina, riducendo la sequenza di passaggi prevista e rifiutando la lentezza tecnica.

Parallelamente, l'interazione non si limita mai al binomio umano-macchina, ma si innesta in un'ecologia materiale più ampia. Smartphones, tablet, documenti condivisi e fogli di appunti vengono mobilitati come ausili indispensabili per sostenere la performance. Gli studenti li utilizzano per leggere ad alta voce testi già preparati o per recuperare dal telefono le domande da rivolgere al robot:

“Gli studenti portavoce aprono l’attività robotica. Rivolgono le domande precedentemente preparate insieme ai compagni, mentre il resto della classe osserva. Quando formulano le domande al robot, gli studenti/portavoce guardano i loro cellulari, dove evidentemente hanno salvato le domande da porre al robot.” (Note di campo, Scuola Carrù).

La Figura 9 mostra questo primo momento di enrolment:

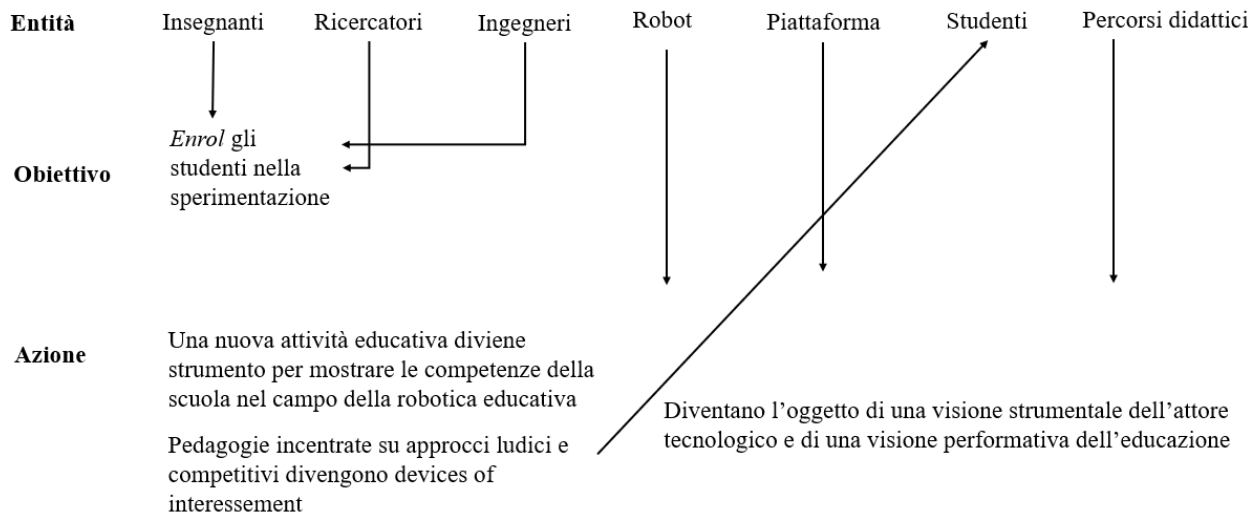


Figura 7.9: Prima fase di enrolment

7.5.4. Stadio dell'enrolment: ri-configurazione delle identità educative

In un secondo momento dell'enrolment emerge l'improvvisazione della nuova attività didattica. In questo caso, ad essere ingaggiata è una nuova docente, inizialmente estranea al progetto robotico.

Questa fase viene messa in atto, infatti, da plurarchia educativa: un'ora di storia viene convertita in un laboratorio dedicato alla programmazione di avatar letterari attraverso la piattaforma Scuolab. Tale riconfigurazione non riguarda soltanto la rimodulazione dei tempi e degli spazi curricolari, ma implica un processo di ri-definizione delle responsabilità e di ri-configurazione dei ruoli delle identità.

La figura 10 mostra l'inizio di questo processo:

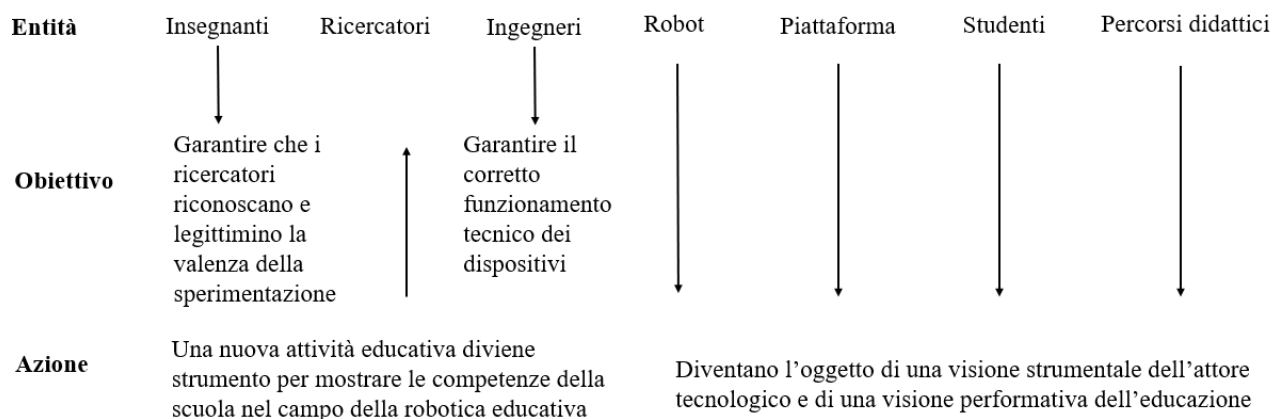


Figura 7.10: Seconda fase di enrolment

L'attività didattica predisposta attraverso l'uso dei dispositivi robotici prende forma con una prima fase iniziale di costruzione dei testi da inserire in piattaforma.

In questo contesto emerge con chiarezza una forte sequenzializzazione delle pratiche educative, che assumono la forma di un processo scandito in fasi distinte e gerarchicamente ordinate. L'attività di programmazione con il robot non avviene come un flusso continuo ed integrato, ma come una successione di passaggi formalizzati. In un primo momento, la preparazione dei testi (e della struttura domanda-risposta abilitata dall'interfaccia robotica) avviene attraverso l'uso di dispositivi ausiliari – quaderni, fogli singoli, manuali e libri di testo – per poi confluire, in un secondo momento, nell'immissione in piattaforma, compito affidato a specifici membri dei gruppi designati come compilatori.

Questa strutturazione, oltre a sequenzializzare l'attività, contribuisce ad una significativa espansione dell'assemblaggio scolastico. L'ecologia materiale della classe, infatti, si amplia. In primo luogo, tutti i materiali utilizzati per la costruzione dei testi. In secondo luogo, la LIM diviene spazio di visualizzazione per istruzioni su come costruire i contenuti educativi, predisposto dalla docente:

“Sulla LIM è visualizzata una whiteboard su cui l'insegnante ha riportato istruzioni a beneficio dei gruppi su come costruire la struttura delle domande in maniera grammaticalmente corretta in inglese, divisa per domande con gli ausiliari e senza (vedi foto). I gruppi lavorano sui banchi ad isola guardando spesso la LIM, ed utilizzando libri di testo, fogli singoli, quaderni e penne” (Note di campo, Scuola Carrù).

All'interno di ciascun gruppo emerge inoltre una netta divisione interna dei compiti, che riflette e amplifica questa logica sequenziale. Alcuni studenti assumono il ruolo di “dettatori” dei contenuti,

formulando le domande da proporre; altri agiscono come “scrittori”, incaricati di trascrivere fedelmente quanto viene dettato; altri ancora intervengono come revisori, suggerendo modifiche o correzioni linguistiche. Tale distribuzione dei ruoli si appoggia fortemente ai testi scolastici, i quali diventano la fonte primaria da cui attingere per le informazioni necessarie alla costruzione di domande e risposte tramite cui programmare il dispositivo robotico.

“Una studentessa detta le domande e le risposte, un’altra le scrive sul foglio e gli altri intervengono se credono debba essere formulata in altro modo” (Note di campo, Scuola Carrù).

Nella fase successiva, compiti ulteriori vengono assegnati in maniera altrettanto formalizzata. Infatti, l’immissione dei contenuti all’interno della piattaforma robotica è delegata a specifici membri del gruppo, trasformando l’attività collettiva di elaborazione in una sequenza tecnicamente mediata da figure designate.

Durante il processo di immissione dei testi in piattaforma si manifesta una fase particolarmente densa del processo di traduzione, in cui le identità educative e gli equilibri di potere vengono profondamente ridefiniti.

Questo processo può essere documentato tramite vari estratti:

“I gruppi mostrano una consapevolezza diversa rispetto alla logica di organizzazione dei contenuti che, immessi in piattaforma, producono una determinata performance del robot. Infatti, uno dei gruppi è molto veloce nel compiere le operazioni di immissione e subito inizia a popolare il proprio avatar; mentre un altro ha qualche esitazione su come iniziare a popolare l’avatar. Il dubbio riguarda il meccanismo di creazione delle domande (intent) e risposte, ovvero se creare un nuovo argomento ogni volta che si inserisce una domanda e le relative risposte, ovvero se creare un nuovo argomento ogni volta che si inserisce una domanda e le relative risposte, oppure inserire domande diverse e risposte diverse all’interno di un unico argomento. Questi due gruppi si confrontano tra loro (il gruppo in dubbio chiede consiglio all’altro). Dopo un confronto di qualche minuto, alla fine il gruppo a cui viene chiesto consiglio dice che per ogni domanda e risposte associate deve essere creato un nuovo argomento e il gruppo in dubbio segue questa indicazione. Nel frattempo, gli altri due gruppi lavorano in autonomia ed entrambi speditamente. Anche qui però emergono due modalità di lavoro. Il gruppo in fondo all’aula informatica crea un argomento per ogni coppia domanda/risposta. Il gruppo vicino alla finestra, invece, inserisce tutti le domande e tutte le risposte all’interno di uno stesso argomento. Gli studenti sembrano confusi dal bottone “aggiungi” che associano alla funzione di inserimento di una nuova domanda e interpretano la dizione “argomento” come riferito all’oggetto della lezione (es Shakespeare o Dickens). È importante sottolineare come nessuno dei gruppi, ad eccezione di uno, lavori sfruttando la possibilità di inserire più intent/domande e più risposte attorno ad un unico argomento. La confusione su come creare popolare l’avatar ed in particolare su come associare in piattaforma argomenti e intent/risposte emerge

come problema di classe anche qualche minuto più tardi. La docente responsabile e la docente di storia osservando il gruppo in fondo l'aula e il gruppo sulla sinistra si rendono conto di come questi due gruppi hanno costruito l'avatar, ovvero inserendo domande e risposte sotto un unico argomento. La docente di storia è convinta che stiano facendo bene. Un ragazzo di uno dei gruppi che ha operato correttamente dice che invece è sbagliato. Nasce un dibattito tra i gruppi. La docente di storia continua a dire al gruppo che ha lavorato correttamente di dover accorpate tutte le domande sotto un unico argomento. Lo studente, mentre sta scrivendo al computer, ripete che non è così, sottolineando come altrimenti "il robot si confonde". Segue una discussione, la docente di storia dice che il robot non si confonderà perché le domande e le risposte vengono inserite in ordine e quindi avranno lo stesso numero in sequenza (non conosce, né contempla la possibilità di associare più risposte ad un unico intent). Lo studente intervenuto prima insiste sostenendo la sua posizione, che loro stanno operando correttamente, che è l'altro gruppo a sbagliarsi e quindi continua senza dare ascolto alla docente. Nel frattempo, la docente non riesce a decidere quale sia la procedura corretta. Dice di dover studiare meglio il manuale d'uso del robot. Chiede a uno dei ricercatori quale sia la procedura corretta. Dopo qualche minuto, diviene chiaro a tutti, anche a seguito delle verifiche fatte dalla docente responsabile, qual è la procedura corretta. [...] Nel frattempo, la docente responsabile, interagendo con uno dei ricercatori, lamenta la sua scarsa familiarità con la tecnologia nell'uso della quale si sente sempre in difficoltà" (Note di campo, Scuola Carrù).

L'estratto etnografico continua poi in classe, momento dell'interazione uomo-macchina:

"Come in occasione del lavoro di programmazione in aula informatica, l'attività pur essendo in inglese è condotta dall'insegnante di italiano (la docente responsabile della sperimentazione robotica), coadiuvata dall'insegnante di storia da un'altra collega di cui non conosciamo lo specifico disciplinare. [...] La docente responsabile inizia l'accensione del robot. Una volta terminata l'accensione, il robot invita la docente a farsi riconoscere. La docente avvia il processo di riconoscimento, che lei ha impostato tramite riconoscimento facciale. Il processo è relativamente veloce e il robot dà il benvenuto alla docente. La docente chiede poi di avviare l'Avatar di Shakespeare, ma il robot risponde di non aver capito la richiesta. La docente chiede a uno dei ricercatori perché il robot non riesca ad attivare l'avatar. Su invito insistente della docente, lo stesso ricercatore è costretto ad avvicinarsi al robot e provare a capire quale sia il problema per risolverlo. Emerge questo quadro: gli avatar di Shakespeare e Dickens sono stati creati utilizzando l'account della docente⁷ (la docente di inglese) su piattaforma Scuolab. Non sono quindi presenti nell'account della docente responsabile. Questa configurazione del database di scuolab e del suo funzionamento in relazione agli account non era chiara alle docenti (che probabilmente immaginavano una sorta di archivio condiviso, ed evidentemente non avevano mai sperimentato questo tipo di lavoro a cavallo tra docenti e discipline). Il ricercatore chiama uno degli ingegneri per chiedere conferma che la piattaforma funzioni effettivamente così e non esistano meccanismi di condivisione degli avatar e ne riceve conferma. Invita allora la docente ad uscire dal proprio account e ad effettuare il riconoscimento con il QR code della docente⁷ di inglese. Le docenti però non sanno come reperire

il QR code della collega né conoscono le modalità con le quali lei si autentica. Fanno varie ipotesi, tra le quali quella di operare il riconoscimento facciale utilizzando una fotografia della collega. Il ricercatore esce dall'aula e richiama l'ingegnere per chiedergli di connettersi da remoto in piattaforma e trovare una soluzione. Nel frattempo, la docente cerca di uscire dal proprio account utilizzando il comando vocale "Arrivederci", ma il robot non risponde alla richiesta. L'uscita si rivela difficoltosa e riesce solo dopo molti tentativi. Il ricercatore apprende dall'ingegnere che la docente⁷ non ha mai effettuato il riconoscimento con il robot, non ha mai generato un QR code. L'ingegnere lo genera da remoto e lo invia sul cellulare del ricercatore, che torna in classe per effettuare il riconoscimento con il QR visualizzato sul suo cellulare. Nonostante molti tentativi, il riconoscimento non riesce. Trascorrono i minuti e la classe inizia a diventare rumorosa, gli studenti sono annoiati, si distraggono, qualcuno ironizza sulla situazione. Le docenti non sanno cosa fare. Il ricercatore riesce dalla classe per richiamare l'ingegnere e capire cosa stia succedendo. Spiegato l'accaduto, apprende che dopo la prima generazione di un QR code, il robot va spento e riacceso perché esso possa riconoscere quel QR code. Il ricercatore torna in classe e spiega la cosa alle docenti. Si avvia la procedura per spegnere il robot. La docente prima cerca di farlo avvicinando le mani alle 'orecchie' del robot. La manovra non riesce. Tenta allora con lo spegnimento con comando vocale dicendogli "spegniti". Anche in questo caso la procedura si rivela lenta, il robot si prende lunghe pause di elaborazione. La docente dice al ricercatore: "questo è un po' un problema, ha tempi molto lenti, a volte ci mette una vita per risponderti. Questi sono ragazzi tranquilli, ti basta alzare la voce...", si interrompe e rivolgendosi ad un gruppo di studenti che parlava ad alta voce andando in giro per l'aula dice di star zitti e tornare ai propri posti. Poi continua: "... vedi, però immagino che in contesti difficili, la cosa non funzioni proprio". La procedura di spegnimento e riaccensione del robot prende diversi minuti. Il setting della classe è sempre più confuso. Nel frattempo, il ricercatore invia il QR code della docente⁷ ad una terza docente presente in aula via e-mail. Il QR code viene stampato e si riesce finalmente a portare a buon fine la procedura di riconoscimento. Il robot elenca i due Avatar presenti, Shakespeare e Dickens. La docente esulta enfaticamente: "ce l'abbiamo fatta!". Ora possiamo iniziare" (Note di campo, Scuola Carrù).

Questo è un momento di confusione sulle modalità e sui meccanismi imposti dall'interfaccia robotica. È un momento di malfunzionamento tecnico. È un momento di spaesamento degli attori umani. Tuttavia, in questo momento di spaesamento organizzativo, ciò che viene messo in scena non è solo il malfunzionamento di una macchina o la scarsa dimestichezza con un'interfaccia digitale, ma una trasformazione profonda delle relazioni tra umani e non umani che compongono la rete. In altre parole, una trasformazione delle identità e dei ruoli all'interno dell'actor network. Gli estratti etnografici mostrano come l'attività non si riduca a un'esecuzione tecnica, ma diventi un terreno di negoziazione tra studenti, docenti, ricercatori e ingegneri, ciascuno chiamato a ridefinire la propria posizione nella rete.

Gli studenti assumono un ruolo di esperti. La discussione sulla giusta modalità di immissione dei contenuti educativi in piattaforma – se creare un argomento per ogni coppia domanda/risposta o se

raggruppare più domande sotto un unico argomento – mette in scena una re-distribuzione dei ruoli per cui l'autorità tradizionalmente attribuita al docente viene contestata e temporaneamente sospesa, mentre lo studente si legittima come voce competente.

Parallelamente, le docenti stesse vedono i propri ruoli come riconfigurati. Non sono più le tradizionali figure che decidono il programma scolastico e facilitano il lavoro degli studenti, ma assumono due differenti tipi di identità. Da un lato, diventano figure incaricate della manutenzione e della logistica, chiamate a risolvere malfunzionamenti, a gestire formalismi tecnici e a garantire il funzionamento della piattaforma. L'episodio del mancato riconoscimento dell'avatar di Shakespeare è in questo senso significativo: la docente tenta invano di interagire con il robot, chiede supporto ai ricercatori e si affida agli ingegneri da remoto. In questo scenario, l'insegnante smette di essere garante del contenuto disciplinare e si trasforma in un nodo di coordinamento tecnico, un anello della catena che deve far funzionare il sistema. Dall'altro lato, la loro posizione è segnata da una costante esposizione valutativa. La docente responsabile, ancora nel suo anno di prova, vive la sperimentazione come parte della propria valutazione, percependo la presenza dei ricercatori come un dispositivo di valutazione.

I ricercatori, a loro volta, transitano da osservatori esterni a esperti tecnici e valutatori. Nel momento in cui vengono interpellati per risolvere i problemi della piattaforma, il loro ruolo cambia natura; da documentatori del processo educativo il loro ruolo viene tradotto a garanti della corretta esecuzione della sperimentazione. Essi incarnano così un duplice ruolo – tecnico e valutativo – che li rende centrali per la stabilizzazione della rete.

Anche gli ingegneri diventano figure indispensabili per la prosecuzione dell'attività. Il fatto che la buona riuscita della lezione dipenda dalla loro disponibilità a generare un QR code da remoto o a riavviare il sistema sottolinea come la rete educativa non sia confinata all'aula, ma si estenda verso infrastrutture esterne, che entrano a pieno nella definizione delle responsabilità scolastiche.

La figura 11 mostra il cambiamento dei ruoli degli attori nella rete:

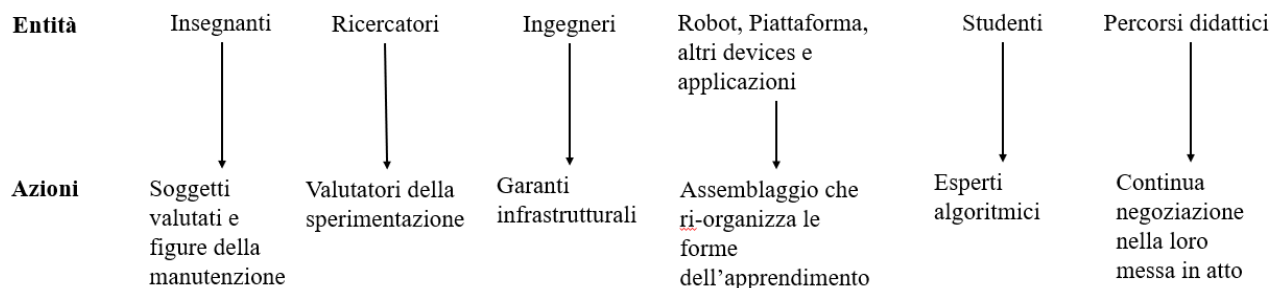


Figura 7.11: Enrolment: ri-configurazione delle identità e delle relazioni di potere

In questo quadro, la responsabilità educativa appare frammentata e redistribuita. Le docenti sono al tempo stesso valutatrici e valutate; i ricercatori oscillano tra ruoli scientifici e tecnici; gli ingegneri si configurano come garanti indispensabili della continuità dell'attività. L'episodio mostra come la robotica non introduca soltanto un nuovo artefatto, ma agisca come un dispositivo di riconfigurazione profonda dell'assemblaggio scolastico.

7.5.5. Mobilitare la robotica: se un robot diventa un compagno di classe

In questo contesto, la mobilitazione della robotica educativa non si realizza tanto nello spazio fisico della classe, quanto nello spazio mediale. La sperimentazione viene mobilitata, narrata e veicolata attraverso un servizio giornalistico intitolato “Se il robot diventa un compagno di classe”. In questa cornice, l'actor-network si estende oltre i confini della scuola, facendo circolare narrazioni, valori e immaginari che contribuiscono a stabilizzare – seppure in maniera contingente – la posizione del robot come attore desiderabile nel campo educativo.

Il vicepresidente intervistato assume il ruolo di portavoce dell'innovazione robotica, ridefinendo la propria identità professionale e inscrivendola in una nuova retorica:

“L'obiettivo è cambiare l'approccio con il ragazzo e quindi lui è un compagno di classe e come ogni compagno di classe bisogna insegnargli le cose. A quel punto il ragazzo non dovrà più imparare e ripetere la lezione come si faceva nel '900 ma dovrà insegnare al robot, al suo compagno di classe, le cose che ha imparato. A quel punto l'insegnante non ha più la centralità, la centralità ce l'hanno i ragazzi e l'insegnante diventa un facilitatore dell'apprendimento.”

Gli studenti stessi partecipano alla mobilitazione, prendendo parola nel discorso mediatico e assumendo la posizione di portavoce della sperimentazione. Essi traducono la propria esperienza in termini di empowerment digitale, sottolineando come la robotica li abbia aiutati a “usare meglio la tecnologia”.

L'enrolment si traduce dunque con successo in questo spazio di mobilitazione in cui la robotica diviene il motore di un nuovo modo di apprendere, veicolando la narrativa di un'innovazione desiderabile.

Conclusione

Questo capitolo ha avuto lo scopo di analizzare come le scuole fanno la robotica educativa, ovvero i processi attraverso cui la robotica educativa viene tradotta in pratiche didattiche.

Nel primo caso analizzato, in un liceo scientifico di Verona, la robotica educativa prende forma in un ambiente scolastico ad alto capitale culturale ed infrastrutturale, segnato da una forte etica della performance e della valutazione. La classe quinta coinvolta vive l'anno con una forte pressione per l'esame di stato e la costruzione di un curriculum competitivo. La problematizzazione si cristallizza sin dall'inizio in un OPP chiaro che prevede l'integrazione dei dispositivi robotici entro un percorso che combina Roleplay e Logica deduttiva, articolato in ripasso frontale, programmazione collaborativa e performance valutativa. La rete, però, non si stabilizza in una modalità lineare. L'enrolment degli studenti è continuamente negoziato e attraversato da tensioni. Per stringere l'alleanza, gli insegnanti costruiscono dispositivi di interesse mirati. Ancorano questo progetto sperimentale alla gerarchia scolastica introducendo incentivi valutativi. Trasformano l'interazione con il robot in un gioco competitivo di problem solving, sostenendo partecipazione e attenzione dentro un clima già performativo. Infine, introducono elementi discorsivi prefigurando la sperimentazione robotica come gesto pionieristico, normalizzando gli errori tecnici e affidando ai ricercatori una funzione di legittimazione esterna. L'enrolment avviene tramite un'espansione dell'assemblaggio scolastico. La programmazione non passa soltanto dalla piattaforma robotica, ma include una costellazione di attori – documenti condivisi, word processor, risorse analogiche – che estende l'actor-network oltre il mero artefatto robotico. Proprio qui emergono le prime frizioni epistemico-tecniche: i limiti di caratteri, l'assenza di funzioni di ricerca e di ordinamento, il taglio automatico delle immagini, l'impossibilità di una preview coerente trasformano la piattaforma da facilitatore a vincolo. L'architettura robotica viene vista come dispositivo che costringe la modalità di apprendimento entro formati standardizzati e che riduce la personalizzazione entro una sequenza prescritta. Per negoziare questi vincoli, la rete arruola un nuovo attante, la LIM, quale spazio di visualizzazione ibrida che abilita la ri-composizione eterogenea di diversi ma specifici spazi e oggetti dell'apprendimento. La LIM diviene il centro entro cui l'assemblaggio scolastico diventa operabile ed entro cui i contenuti educativi assumono una forma visibile e valutabile. Questa dinamica di enrolment e l'espansione della rete sociotecnica riorganizza le identità educative. Infine, la mobilitazione si concentra nello spazio valutativo, dove i confini tra soggetti valutatori e valutati divengono profondamente ibridi. Tuttavia, nel lungo periodo, la mobilitazione non si consolida. Le temporalità della programmazione si scontrano con le temporalità dell'ultimo anno liceale e i

portavoce non riescono più a rappresentare efficacemente gli attori o a tradurre i loro interessi in pratiche condivise.

Parallelamente, nel secondo caso analizzato, in un istituto tecnico ad indirizzo automazione, la robotica educativa viene messa in atto dentro un ecosistema profondamente professionalizzante, radicato in una delle aree industriali più produttive del paese e attraversato da una cultura del making. In questo contesto, una classe viene arruolata in un percorso che prova a ricucire lo scarto tra saperi umanistici e infrastrutture tecnico-industriali. La docente di italiano propone il Classmate come occasione per trasformare la letteratura in pratica collaborativa, centrando l'attività sulla funzionalità di Roleplay e sull'addestramento del robot a impersonare personaggi letterari. Un nuovo tipo di problematizzazione emerge. Gli studenti socializzati a smontare i dispositivi robotici e automatici nei loro aspetti meccanici e algoritmici faticano a riconoscere, sul piano epistemico e pedagogico, la valenza educativa dell'utilizzo di un artefatto d'IA dentro una pratica umanistica che non prevede uno studio tecnico del sistema. Per stabilizzare la partecipazione, la docente interpone un immaginario sociotecnico preciso per cui lo studente viene prefigurato come assemblaggio uomo-macchina che delega alla protesi robotica la performance orale. È un frame che promette una relazione pedagogica parzialmente automatizzata e "friction-free", in cui la mediazione tecnica attenua il potenziale conflittuale del faccia-a-faccia valutativo. A questa cornice discorsiva si affianca un dispositivo organizzativo altrettanto mirato, ovvero la nomina di un sottoinsieme di studenti come responsabili tecnici che accendono i dispositivi, gestiscono calibrazione e malfunzionamenti – in altre parole, lavorando per la macchina. L'interesse si costruisce così come alleanza provvisoria tra studenti, docente, artefatto e immaginari, che consente alla robotica di entrare in un dominio in cui la sua pertinenza era inizialmente problematica. Nella fase di enrolment, tuttavia, la piattaforma di programmazione robotica emerge come attore controverso. I suoi vincoli vengono percepiti dagli studenti non come meri ostacoli tecnici, ma come vincoli epistemici. Questo genera un processo di displacement in cui gli studenti spostano parte del lavoro su strumenti esterni come Word, Google Docs, Teams, fogli di carta o mappe concettuali, ampliando la rete con dispositivi eterogenei e generando assemblaggi ibrido per negoziare con i limiti del robot. Infine, la mobilitazione si realizza principalmente nello spazio mediatico. Attraverso un articolo celebrativo sul sito dell'azienda Scuolab e un servizio giornalistico, il caso viene presentato come esperienza pionieristica dell'innovazione robotica in educazione. In tali narrazioni, preside, docente, studenti e robot assumono il ruolo di portavoce della trasformazione educativa. L'immaginario mobilitato enfatizza il robot come "compagno di classe sempre disponibile", accessibile 24/7, capace di ridurre la pressione delle pratiche valutative e di rendere le lezioni più coinvolgenti e inclusive. In questo quadro, l'insegnante non è più il detentore del sapere ma un facilitatore di esperienze di apprendimento,

mentre il robot viene presentato non come sostituto dell'umano, ma come amplificatore delle sue possibilità e come veicolo di un nuovo modo (desiderabile) di fare scuola.

Il terzo caso prende forma in un liceo scientifico romano situato in una zona urbana centrale e caratterizzato da un elevato capitale culturale, simbolico ed economico. Il corpo docente condivide una solida cultura della sperimentazione e della progettualità didattica, sostenuta da una dirigenza che promuove un modello di scuola aperta, capace di collaborare con università, enti culturali e istituzioni cittadine. In questo quadro, il Classmate Robot viene introdotto come dispositivo di innovazione, collocato nella tensione tra le aspirazioni di rinnovamento pedagogico e i vincoli di un'organizzazione scolastica tradizionale. La problematizzazione si cristallizza attorno alla scelta metodologica del debate, una pratica già consolidata nel liceo e considerata funzionale alla formazione del pensiero critico degli studenti. L'idea è quella di trasformare il robot in un attore della dinamica dialogica, riconfigurando il debate come spazio di interazione uomo-macchina. Tuttavia, fin dalle prime fasi emergono frizioni significative. Gli studenti mobilitano un dominante immaginario sulla robotica, tramite visioni e aspettative di dispositivo onnisciente, immediato e costantemente accessibile. Quest'aspettativa, radicata in un immaginario tecnosoluzionista, si scontra con le reali affordances del robot caratterizzate da lentezza, rigidità, voce metallica, assenza di connessione a un sapere distribuito e necessità di programmazione manuale. Per superare questa frizione, i docenti reindirizzano la sperimentazione, trasformando i limiti stessi del robot in risorse. In questa operazione di interessement, il debate diventa il dispositivo in grado di riallineare gli interessi della rete di attori. La rete si amplia anche grazie a una plurarchia di insegnanti, con la docente di italiano che orienta la dimensione retorica, il docente di scienze che introduce controversie bioetiche, e il docente di matematica, coinvolto nel co-design, che agisce da mediatore tecnico. La fase di enrolment mostra un assemblaggio sociotecnico in continua espansione. La programmazione del robot non si svolge in maniera sequenziale, ma attraverso un intreccio di dispositivi digitali e analogici: manuali, laptop, tablet, cellulari, Google Docs, mappe concettuali. I gruppi si riorganizzano attribuendo ruoli specifici – coordinatori, compilatori, ricercatori – che consentono di distribuire il lavoro tempi simultanei. La fase performativa evidenzia ulteriori tensioni. L'ironia e il gioco diventano strategie per integrare il robot nella dinamica del debate, riducendo la distanza tra attore umano e attore non umano. Tuttavia, emergono anche episodi di fragilità pedagogica. Un elemento cruciale è come la temporalità del debate, basata sull'improvvisazione e la prontezza retorica, si scontri con la temporalità algoritmica del robot, che impone scripting anticipati. La tecnologia, dunque, costringe gli studenti a negoziare continuamente i ritmi didattici. La fase di enrolment, tuttavia, non si conclude con successo. L'immaginario dominante della classe, che prefigurava un robot onnisciente e immediato, non trova corrispondenza nell'esperienza concreta. Il Classmate viene percepito come lento, macchinoso,

scarsamente personalizzabile e poco in linea con le attese tecnologiche di studenti e docenti. Parallelamente, il contesto istituzionale, segnato dall'urgenza dell'esame di Stato e da un clima fortemente valutativo, marginalizza la sperimentazione robotica.

Infine, nel contesto dell'istituto di Carrù, il processo di traduzione della robotica educativa mostra con particolare evidenza la natura fragile, contingente e continuamente rinegoziata delle reti sociotecniche che si stabilizzano nelle pratiche scolastiche. La problematizzazione iniziale è guidata dalla dirigenza, che immagina la robotica come leva di innovazione didattica e come strumento per proiettare l'istituto verso la costruzione di un "polo per la robotica". Su questo sfondo, la docente responsabile traduce la sfida in percorsi concreti, predisponendo attività pensate per generare interesse e legittimare l'esperimento. Nella fase di interessamento, la docente coinvolta nella sperimentazione non si limita ad interessare gli studenti attraverso pratiche ludico-competitive, ma si trova anche ad interessare un pubblico esterno – i ricercatori – la cui presenza in classe trasforma profondamente l'ecologia scolastica e le relazioni di potere all'interno della rete. I ricercatori assumono un ruolo centrale come osservatori, valutatori e supporto tecnico, generando logiche di performatività che spostano l'attenzione dalla didattica quotidiana alla necessità di rendere visibile la valenza e la qualità della sperimentazione robotica. Parallelamente, l'enrolment degli studenti avviene entro una visione fortemente strumentale della tecnologia e performativa dell'educazione. Infine, la fase di mobilitazione si realizza in uno spazio esteso, non solo interno alla scuola ma soprattutto mediale. Attraverso il servizio giornalistico "Se il robot diventa un compagno di classe", dirigenti, docenti e studenti si costituiscono come spokespersons dell'innovazione. La narrazione pubblica mobilita un potente immaginario pedagogico in cui il robot diviene compagno di classe, simbolo di una scuola centrata sugli studenti e orientata alla empowerment grazie alla tecnologia.

In conclusione, queste analisi portano alla luce come l'enactment della robotica educativa nei contesti scolastici non possa essere ridotto ad un percorso lineare di implementazione. Piuttosto, si configura come uno spazio contestato, plurale e in costante ri-definizione, nel quale la forma della robotica educativa viene continuamente negoziata attraverso l'intreccio di materiali, corpi, discorsi, simboli, desideri e dispositivi tecnologici (Fenwick & Landri, 2012). Ciò che definiamo come robotica educativa non è un'entità predeterminata, ma l'esito provvisorio di pratiche di associazioni eterogenee che si costituiscono e trasformano nel corso delle relazioni.

L'educazione e gli oggetti educativi non possono essere considerati come entità preesistenti all'indagine, ma come emergenti attraverso le pratiche di messa in atto di diverse forme di associazioni, ovvero come effetti di rete (Fenwick & Edwards, 2014). In questa prospettiva, i processi educativi, e di robotica educativa, si presentano come un qualcosa di assemblato, esito contingente di una molteplicità di associazioni eterogenee (Fenwick & Landri, 2012).

L'analisi condotta in questo capitolo ha messo infatti in evidenza il carattere non fisso e non universale della robotica in educazione. La forma che essa assume, così come i suoi effetti, non possono essere trattati come un dato oggettivo, stabile o come frutto di proprietà intrinseche del dispositivo. Un robot educativo, infatti, non può essere interpretato come un agente capace di produrre trasformazioni lineari e predeterminate. Al contrario, la robotica si configura come un insieme di pratiche situate, iscritte in contesti specifici, configurate e fabbricate attraverso processi di negoziazione, traduzione e ri-assemblaggio tra attori eterogenei.

In questo quadro, i processi educativi non si realizzano grazie ad un presunto potere intrinseco della tecnologia, ma si producono piuttosto attraverso l'incontro tra attori umani e non umani, in un'ecologia di relazioni in cui la tecnologia diviene parte di un assemblaggio che viene reso operativo (Jandric & Hayes, 2020; Hasse, 2020). Le tecnologie, infatti, non portano cambiamento di per sé. Non è la robotica in quanto tale a determinare l'innovazione educativa, ma il lavoro relazionale che si svolge attorno ad essa, come il modo in cui viene problematizzata, contestata, adattata e fabbricata in contesti concreti. È nelle traduzioni continue, nei processi di *problematization* *interessement*, *enrolment* e *mobilisation* che si aprono possibilità educative nuove, spesso non previste a priori e sempre contingenti.

Conclusioni

Come le scuole traducono gli spazi, i tempi e i soggetti educativi: l'enactment di un robotic-mediated timescape e la produzione dell'assemblaggio uomo-macchina

Questo lavoro di dottorato ha proposto una sociologia digitale critica della robotica in educazione al fine di interrompere forme di soluzionismo, sostanzialismo e determinismo nella costruzione della relazione con tale oggetto di studio. Di fronte ad una normalizzazione di narrazioni che guardano alla robotica educativa quale strumento neutro capace di migliorare ed ottimizzare i processi di insegnamento e apprendimento, la sensibilità proposta ha lo scopo di problematizzare come la robotica educativa contribuisca ai processi di produzione di specifiche, multiple ed eterogenee forme di spazi, tempi e soggetti educativi.

In questa parte conclusiva del lavoro di ricerca, la sociologia digitale critica della robotica educativa ricostruisce un timescape educativo mediato dalla robotica, organizzato attorno a tre logiche spazio-temporali eterogenee ma specifiche – la logica delle pratiche curriculari, la logica delle relazioni pedagogiche uomo-macchina e la logica della valutazione – tracciando le loro grammatiche spaziali e dimensioni temporali chiave (Adam, 2008; Kitchin, 2023). Infine, viene tracciata la produzione di uno specifico soggetto educativo, quale assemblaggio uomo-macchina, al centro del timescape mediato dalla robotica.

Un'attenzione particolare è rivolta alle relazioni, alle negoziazioni e alle strategie di traduzione attraverso le quali un timescape mediato dalla robotica prende forma nelle pratiche educative. In coerenza con la prospettiva del timescape, quest'analisi non considera la robotica come uno strumento che in maniera deterministica e lineare produce effetti spaziali e temporali. Piuttosto, mette in primo piano i modi contingenti in cui attori umani, oggetti, tecnologie, valori e attori discorsivi configurano, contestano e riconfigurano il tempo educativo, generando logiche distintive che sono simultaneamente strutturate e aperte, modellate e negoziate.

Di conseguenza, nelle sezioni che seguono, vengono prese in esame alcune delle situazioni di classe che rendono visibili come le logiche spazio-temporali vengano messe in atto nella pratica, dimostrando i modi, al tempo stesso strutturati ed eterogenei, in cui le pratiche curriculari, le relazioni pedagogiche (uomo-macchina) e la valutazione vengono riorganizzate all'interno del timescape

mediato dalla robotica. Sulla base di questo lavoro ontologico ed etico, è possibile inoltre individuare la produzione di uno specifico soggetto educativo al centro del timescape mediato dalla robotica.

La logica spazio-temporale delle pratiche curricolari

Nella seguente nota etnografica, la classe si impegna in un'attività educativa con il robot classmate, focalizzandosi sulla sua funzione di logica deduttiva. Nelle sessioni di lavoro precedenti, gli studenti, lavorando in gruppi, hanno programmato il robot per generare identikit legati alla chimica, che sarebbero poi stati utilizzati per sfidare i compagni ad identificare la soluzione corretta. In queste ore di lezione, i gruppi sono invitati a performare gli identikit costruiti con i compagni di classe, mentre l'insegnante assume il ruolo di valutatore. La scena in classe si svolge come segue:

“Inizia il primo identikit. Il robot classmate dà l'indizio; la LIM mostra un'immagine in alto e il testo dell'indizio in basso. L'immagine in alto è un testo, probabilmente perché il gruppo ha aggirato il limite di caratteri imposto dalla piattaforma scrivendo il testo in word e poi caricandolo come immagine sulla piattaforma. Uno degli studenti del gruppo autore dell'identikit si mette accanto alla LIM e legge al resto della classe il testo scritto sull'immagine; poi legge anche l'indizio in basso. La classe inizia a pensare. Un altro degli studenti del gruppo autore si siede alla cattedra e usa il computer per creare un 'collage', ritagliando e incollando parti specifiche della tavola periodica e mostrando il lavoro sulla LIM” (Note di campo, Scuola Verona).

Questa situazione esemplifica una tattica di traduzione messa in atto dagli studenti in risposta ad una controversia più ampia, ovvero l'impegno critico con il design della piattaforma robotica. L'introduzione di dispositivi robotici nelle classi, come abbiamo visto, lontano dal costruire una traiettoria neutrale o deterministica, è intrecciata a negoziazioni, resistenze e attriti che contribuiscono attivamente a fabbricare le configurazioni spazio-temporali delle pratiche scolastiche. In questo caso, il lavoro di programmazione, definito come un lavoro di costruzione del curriculum scolastico, emerge come una pratica contestata, in cui la piattaforma e le sue interfacce divengono oggetti di problematizzazione (Callon, 1986) attraverso tutte le quattro classi scolastiche. Gli studenti adottano una posizione centrale e critica nella rete, sfidando esplicitamente i limiti della piattaforma e i suoi vincoli nel supportare modalità collaborative di apprendimento.

Di fronte a tali vincoli, gli studenti mettono in atto strategie di negoziazione e riconfigurazione. Questi attriti producono un ritmo rallentato, che decelera il tempo delle pratiche scolastiche. Un ritmo che apre a spazi di riflessione, improvvisazione pedagogica e impegno critico con artefatti tecnologici.

Gli studenti, infatti, mobilitano configurazioni sociomateriali alternative.

Nella pratica di costruzione del curriculum, gli studenti invece di lavorare esclusivamente e direttamente con la piattaforma, preparano i contenuti educativi attraverso dispositivi esterni – documenti digitali e/o appunti analogici – che successivamente trasferiscono nell’interfaccia robotica attraverso l’atto di programmazione. Come si vede da questa nota etnografica:

“I gruppi hanno metodi di lavoro differenti: alcuni lavorano su un file Word condiviso, preparando domande e risposte per il roleplay. Due studenti in particolare lavorano sullo stesso file contemporaneamente, mentre gli altri partecipanti al gruppo contribuiscono verbalmente alla discussione. In un altro gruppo, uno studente gestisce l’inserimento dei contenuti nella piattaforma tramite tablet. Tre studenti in questo gruppo usano i propri cellulari per attività non legate al lavoro. Un altro membro, più attivo, del gruppo usa il proprio cellulare per cercare contenuti utili al compito. Un terzo gruppo, dotato di un dispositivo per ciascun membro, è similmente diviso tra coloro che partecipano e coloro che non partecipano all’attività. Tre membri lavorano su un file Word (non condiviso)” (Note di osservazione, Scuola Verona).

Queste pratiche illustrano come gli attriti con la piattaforma diano origine a spazi e cornici temporali ibride.

Gli studenti traducono le pratiche educative in spazi e ritmi sovrapposti. L’apprendimento collaborativo si svolge attraverso configurazioni multi-dispositivo – libri, tablet, laptop, smartphone – dove appaiono e sono creati contenuti educativi granulari. Ogni dispositivo apre l’accesso ad eterogenei strati di contenuto e inoltre a flussi temporali educativi. Il tempo educativo diviene quindi reticolare e disperso, creando un assemblaggio di contenuti strutturati ma granulari che scorrono fluidamente tra spazi diversi.

Un’altra dimensione chiave riguarda la re-distribuzione del lavoro e la differenziazione dei ruoli all’interno dei gruppi studenti. Nella maggior parte dei casi, coordinatori, ricercatori di informazioni e compilatori dei contenuti in piattaforma lavorano in parallelo, creando simultaneità piuttosto che progressione sequenziale:

“Nel Team A, anche il cellulare diventa un dispositivo usato per navigare e recuperare informazioni, che vengono poi condivise, discusse e, se necessario, copiate e incollate in un Google Doc. È lo stesso Google Doc dal quale lo studente che detta al compagno che compila sulla piattaforma attinge i contenuti. Col passare del tempo, il ruolo di coordinamento del primo oratore del giorno precedente diventa chiaramente evidente nel Team A: ‘Studente A., cerca una citazione che riassume tutto. Studente F., continua a scrivere. Studente M., pensa a cosa potremmo dire riguardo a questo’. Il team si è, di fatto, riorganizzato autonomamente in due sottogruppi operativi (compilazione e ricerca), più un sottogruppo di coordinamento, dove il coordinatore è

supportato da un compagno con un cellulare. Il coordinatore non usa alcun dispositivo proprio ma interagisce, quando necessario, sui dispositivi degli altri” (Note di osservazione, Scuola Roma).

La logica spazio-temporale del curriculum mediata dalla robotica emerge dunque come densamente stratificata, distribuita e non lineare. Gli studenti navigano tra strati temporali e assetti spaziali coesistenti, ridefinendo costantemente le attività e generando nuovi elementi all’interno del bricolage pedagogico.

La logica spazio-temporale delle relazioni pedagogiche (uomo-macchina)

È un altro giorno di sperimentazione delle pratiche educative con e attraverso la robotica educativa. Consideriamo le seguenti situazioni:

“Il professore dice alla classe di vedere cosa ha fatto il loro compagno per aiutarli. Si alza e si pone avanti la LIM, che ora mostra la piattaforma del classmate robot a sinistra e il nuovo collage creato da uno studente a destra. Il docente dice alla classe che chi indovinerà per primo avrà un + sul registro elettronico. L’assetto frontale si rompe. La maggior parte degli studenti si alza e va alla LIM per eseguire operazione di sottrazione tra elementi chimici, parlando e discutendo tra loro, toccando la LIM per indicare gli elementi coinvolti nelle operazioni. Il docente fa un passo indietro e li guarda ragionare” (Note di campo, Scuola Verona).

“Dopo solo il primo indizio, uno studente grida la soluzione. I due portavoce del gruppo creatore dell’identikit confermano che ha indovinato correttamente. Gli studenti non hanno aspettato che fosse il robot ad annunciare che il loro compagno aveva scoperto la soluzione, ma hanno invece mostrato una certa impazienza nel bypassare quelle che percepivano come procedure tecniche lente” (Note di campo, Scuola Carrù).

Si può sostenere come l’interazione uomo-macchina durante le lezioni stabilisca un ordine sequenziale specifico (mediato dall’algoritmo). Così come programmare l’interfaccia robotica implica una serie prescritta di passi – ricerca, navigazione, creazione di contenuti e inserimento in piattaforma – anche l’interazione con l’artefatto fisico richiede protocolli specifici: procedure di login, attivazioni tramite QR code dell’attività specifica che si vuole svolgere, interrogazioni e risposte umane basate su comandi, ad esempio ‘prossimo indizio’, ‘dammi la soluzione’. Tuttavia, questa temporalità meccanica non è né incontestata né completamente determinante. Gli attori umani negoziano attivamente con la sequenza algoritmica, accelerandola talvolta, altre volte bypassandola e riconfigurandola.

Si possono identificare due dimensioni cruciali. Da un lato, gli studenti accelerano il tempo algoritmico sostituendosi alla macchina, bypassandone la lentezza percepita. Dall'altro lato, alcune tattiche decelerano il ritmo dell'attività, generando spazi per la riflessione pedagogica e l'elaborazione concettuale. I docenti, in particolare, adottano un ruolo di guida e facilitazione, rallentando l'interazione uomo-macchina per estendere le discussioni su un argomento didattico.

Allo stesso tempo, gli studenti arruolano un altro attore cruciale nella rete di translation: la LIM. Tale espansione della rete decelera e riorganizza l'ordine sequenziale mediato algoritmicamente.

Inoltre, altra dimensione significativa è come la logica spazio-temporale delle relazioni pedagogiche uomo-macchina sia fortemente orientata verso grammatiche performative. Si possono individuare diversi fattori di questa performatività. In primo luogo, è cruciale il modo in cui la modalità di interazione con il robot è etichettata e compresa dai soggetti educativi. Talvolta chiamate 'fase di restituzione'. Altre volte 'interrogazione'. Questa relazione pedagogica è inquadrata come un momento dimostrativo, in cui gli studenti mostrano la loro padronanza della conoscenza su uno specifico argomento didattico attraverso un'interazione orchestrata con il dispositivo. In secondo luogo, sono costantemente gli studenti che hanno creato la specifica attività ad essere chiamati ad interagire con il robot. Gli stessi docenti sostengono questa modalità di partecipazione invitando i portavoce dei gruppi che creano quella specifica attività con il robot – piuttosto che altri studenti – ad interagire con il dispositivo. Come si vede da questa nota di campo:

“Durante l'esecuzione dei casi d'uso, l'insegnante detta il ritmo degli interventi, assumendo un ruolo attivo e costante. Il portavoce del gruppo che ha creato il particolare Avatar/Identikit è sempre colui che interagisce con il robot (eccetto nei casi di problemi tecnici o di riconoscimento vocale, quando interviene l'insegnante). Il gruppo che deve indovinare l'identità (attraverso la funzione di logica deduttiva) o porre domande tramite la funzione di roleplay non interagisce mai direttamente con il robot” (Note di osservazione, Scuola Verona).

Un'ulteriore dimensione che rafforza questa qualità spazio-temporale performativa riguarda l'ecologia materiale mobilitata durante le interazioni uomo-macchina. L'impegno con il robot è accompagnato da una proliferazione di oggetti di visualizzazione e dispositivi ausiliari. Smartphone, tablet, documenti digitali e appunti analogici entrano tutti nell'ecologia della performance. Gli studenti fanno spesso affidamento su questi dispositivi esterni per orientarsi e guidare la relazione con la macchina, leggendo copioni preimpostati:

“I portavoce del gruppo aprono l'attività robotica. Pongono le domande precedentemente preparate come compito insieme ai loro compagni di squadra, mentre il resto della classe osserva” (Note di osservazione, Scuola Carrù).

“Nel formulare le domande al robot, gli studenti/portavoce guardano i loro cellulari, dove evidentemente hanno preparato le domande per il robot” (Note di osservazione, Scuola Dalmine).

Queste pratiche evidenziano il carattere formalmente organizzato della relazione uomo-macchina, rafforzando una logica performativa.

La logica spazio-temporale della valutazione

Un’ulteriore logica temporale che può essere analizzata riguarda la pratica della valutazione. Come riflette una docente in un’intervista:

“Per esempio, valuterò la creatività dello studente – se riproduce semplicemente qualcosa esattamente come previsto, ciò comporterà un certo tipo di valutazione. Ma se riesce a formularlo in modo più originale, aggiungendo qualcosa di proprio, è quello che conta davvero” (Intervista Docente, Scuola Verona).

In questi spazi educativi, la valutazione non è più confinata ad un singolo momento sommativo alla fine di un’attività. Piuttosto, il processo valutativo diviene esteso, distribuito e multilivello. La valutazione degli insegnanti si dispiega attraverso diverse fasi, dalla programmazione e dal processo collaborativo all’interno dei gruppi di lavoro, all’interazione con l’artefatto fisico e ai contenuti incorporati nelle performance robotiche. Una caratteristica definitoria di questa logica spazio-temporale della valutazione è dunque la moltiplicazione dei fuochi valutativi.

Allo stesso tempo, i processi di valutazione circolano orizzontalmente attraverso pratiche peer-to-peer. In tali situazioni, le attività robotiche modellano una logica valutativa che decentra il ruolo dell’insegnante, redistribuendo le centralità all’interno della classe, mentre gli studenti valutano la chiarezza, la creatività e la difficoltà delle programmazioni dei compagni riflettendo contemporaneamente sulle proprie strategie di costruzione di contenuti educativi.

Questa redistribuzione produce sovrapposizioni nelle identità dei soggetti valutati e di coloro che valutano. Si possono osservare diversi livelli: a) gli insegnanti valutano le performance del robot, e allo stesso tempo valutano come gli studenti hanno programmato il robot e, di conseguenza, i modi in cui costruiscono l’argomento educativo; b) gli studenti valutano le strategie di programmazione dei compagni di classe; c) insegnanti e studenti valutano congiuntamente l’interazione tra studenti e robot stesso, inclusa la fluidità degli scambi e il valore pedagogico del robot.

Il risultato è una logica temporale di valutazione che è dispersa, ricorsiva e riflessiva.

Tuttavia, questa logica temporale è anche situata all'interno di una tensione paradossale: da un lato, il valore della creatività, originalità e personalizzazione; dall'altro, le esigenze di standardizzazione, misurazione e ordine curricolare. Gli insegnanti incoraggiano esplicitamente gli studenti a “fare proprio il robot”, premiando la differenziazione stilistica e l'autorialità creativa. Gli studenti mettono strategicamente in primo piano questa logica:

“Uno studente interviene per spiegare che lui e il suo gruppo hanno costruito una sequenza di cinque indizi, ognuno dei quali è necessario per risolvere l'identikit. Nessun indizio è sufficiente da solo; ciascuno contribuisce con un elemento essenziale. Descrive questo approccio come uno ‘stile’, affermando: ‘questo è uno stile—il nostro stile’” (Note di osservazione, Scuola Verona).

La creatività e la personalizzazione non sono solo riconosciute dagli insegnanti ma anche codificate in rubriche valutative, dove la personalizzazione del robot è inquadrata come obiettivo pedagogico. Tuttavia, criteri valutativi predefiniti, classificazioni e requisiti fissano i confini del desiderabile.

Questo paradosso rivela come la temporalità della valutazione sia strettamente connessa con logiche di performance e misurazione. Il tempo diventa orientato agli obiettivi, configurato dagli imperativi di visibilità, valutazione e differenziazione. Così, questa logica temporale ancora le pratiche educative in una progressione guidata dall'efficienza e dalla misurabilità standardizzata.

Un robotic-mediated timescape e la costruzione del soggetto educativo quale assemblaggio umano-robotico

Esplorando l'enactment di un robot educativo nelle diverse classi scolastiche, la ricerca può portare alla luce come gli spazi e i tempi educativi non siano neutrali né lineari, ma come vengano fabbricati attraverso relazioni situate, controversie, attriti e tattiche di translation che arruolano attori eterogenei.

Mentre ogni contesto scolastico mantiene particolarità situate, questo lavoro identifica l'emergere di un robotic-mediated timescape. All'interno di questo timescape, coesistono e si intersecano logiche spazio-temporali multiple ma specifiche.

La prima logica spazio-temporale riguarda le pratiche curriculari. Qui, lo spazio-tempo delle attività collaborative di programmazione è formalmente definito dal calendario istituzionale e dal design curricolare degli insegnanti che prescrive intervalli delimitati per impegnarsi nelle attività di robotica educativa. Tuttavia, la logica spazio-temporale viene continuamente ri-modellata. Gli attriti con la piattaforma, i ritmi del lavoro di gruppo, i contenuti che circolano tra spazi multi-dispositivo e

le negoziazioni pedagogiche producono interruzioni, ri-orientamenti. La spazialità risultante è caratterizzata da:

- Uno spazio multi-device: le attività collaborative si svolgono attraverso un assemblaggio dove libri, fogli, smartphones, laptops e interfacce robotiche coesistono e si integrano;
- Uno spazio modulare: i contenuti di apprendimento emergono come moduli o unità granulari che circolano tra i diversi dispositivi.

La logica temporale (Adam, 2008; Kitchin, 2023) è caratterizzata da:

- Tempo: un ritmo decelerato, generato da attriti tecnici e negoziazioni pedagogiche. Piuttosto che procedere in un flusso lineare, il tempo è interrotto e ristrutturato attraverso aggiustamenti e ri-orientamenti;
- Schemi temporali (time patterns): le attività si svolgono attraverso ritmi sovrapposti e asincroni, in cui diversi gruppi di studenti operano a velocità variabili, risultando in una mancanza di sincronizzazione della classe;
- Sequenza temporale: frammentata e caratterizzata da densità temporale. Le attività di programmazione mobilitano una costellazione di compiti simultanei – editing, ricerca, coordinamento e revisione – portando a una logica temporale frammentata (Hassan, 2003). Questi registri coesistenti creano un campo temporale densamente stratificato, in cui diversi momenti educativi si intersecano simultaneamente.

Una logica spazio-temporale distinta ma correlata emerge attraverso le relazioni pedagogiche uomo-macchina. Le interazioni con il dispositivo robotico instaurano un ordine mediato algebricamente, che richiede login, attivazioni di QR code e scambi basati su script. Tuttavia, i ritmi meccanici sono determinanti e determinati: insegnanti e studenti li negoziano, li estendono e vi giocano. La logica spaziale che ne risulta è caratterizzata da:

- Spazio ibrido e disperso: l'interazione uomo-macchina non è confinata all'oggetto robotico, ma la LIM, gli smartphone ed ulteriori digitali e/o analogici documenti si articolano in una ecologia che ri-distribuisce gli spazi degli oggetti di apprendimento;
- Spazio della sfida: la relazione uomo-macchina si dispiega come un momento performativo o competitivo di sfida tra i gruppi.

Le qualità temporali della logica delle relazioni pedagogiche uomo-macchina sono caratterizzate da:

- Ordine sequenziale macchinico: il tempo della performance è mediata dall'algoritmo;
- Ritmi macchinici vs ritmi pedagogici (time pattern): le negoziazioni umane con il tempo macchinico generano, da un lato, ritmi più lenti per l'apertura allo spazio della riflessione pedagogica e, dall'altro, accelerazioni che rifiutano la lentezza tecnica e le procedure formalizzate;
- Tempo produttivo: l'interazione con il robot diviene un momento guidato dai principi della performatività ed orientato esclusivamente alla valutazione.

Una terza logica spazio-temporale riguarda la valutazione. Qui, lo spazio e il tempo della valutazione non sono confinati ad un momento singolare ma divengono estesi, frammentati e ciclicamente distribuiti lungo il processo dell'apprendimento. La logica spaziale è caratterizzata da:

- Moltiplicazione dei fuochi della valutazione: la valutazione si distribuisce su molteplici oggetti, quali gli output robotici ai prodotti testuali o multimediali che circolano tra i vari dispositivi;
- Spazio di tensione tra personalizzazione e standardizzazione: gli spazi della valutazione riflettono una tensione tra logiche che valorizzano la personalizzazione ad architetture valutative e metriche istituzionali che richiedono comparabilità e uniformità.

La logica temporale è caratterizzata da:

- Sequenza temporale ciclica: la valutazione si dispiega in più fasi cicliche, dalla fase di programmazione, alla fase di performance robotica fino alle discussioni successive;
- Schemi temporali estesi e frammentati (time pattern): i ritmi valutativi sono dispersi lungo il processo di apprendimento generando una tensione tra soggetti che valutano e valutati;
- Tempo personalizzato vs standardizzato: gli studenti mettono in primo piano originalità e personalizzazione pur restando vincolati da categorie valutative prestabilite, classificazioni curriculari e metriche.

Queste fabbricazioni spazio-temporali non sono neutre. Al contrario, rispecchiano delle costruzioni ontologiche ed etiche. Ciò che emerge è la produzione di specifici soggetti educativi, oltre che una nuova visione dell'educazione, del suo significato e dei suoi fini.

Attraverso le logiche spazio-temporali che si articolano attraverso le materialità umane, tecnologiche e discorsive, emerge una configurazione desiderabile dello studente iscritto in un assemblaggio umano-robotico.

Questo assemblaggio è immerso in cicli di costruzione creativa e responsabilizzante del sapere, intrecciato con logiche di visibilità, performatività e controllo.

L'apprendimento assume la forma di un movimento continuo di frammentazione e ricomposizione del sapere, un processo di dis-assemblaggio e ri-assemblaggio, governato da logiche procedurali e algoritmiche, in cui la conoscenza è scomposta, codificata e nuovamente ri-organizzata attraverso l'interfaccia tecnologica. L'atto educativo diviene così un esercizio di composizione in cui lo studente è chiamato a personalizzare, adattare e creare, ma entro le griglie operative imposte dall'ambiente robotico.

L'assemblaggio umano-robotico è invitato poi a delegare la performance alla macchina. La macchina diviene il luogo in cui l'apprendimento si oggettiva, si rende visibile, si misura e si rende osservabile e controllabile.

Concludendo: la sociologia digitale critica della robotica in educazione

Il lavoro qui presentato ha avuto lo scopo di mettere in luce la complessità dell'intreccio tra educazione e robotica tramite una sensibilità teorico analitica che può essere definita come sociologia digitale critica della robotica educazione.

Il quadro teorico concettuale e il disegno della ricerca messi in atto hanno previsto l'analisi della robotica educativa attraverso tre punti di ingresso: gli immaginari mobilitati dalle aziende globali dell'EdTech, insieme ad un immaginario emerso nel co-design di un robot classmate, una piattaforma robotica e l'ingresso di un robot classmate in quattro classi scolastiche. Tramite queste analisi, la sociologia digitale critica della robotica in educazione ha posto l'accento sul carattere non-neutrale, situato e generativo della robotica educativa quale assemblaggio. Questo si configura come uno spazio contestato, plurale e in costante ri-definizione, nel quale la forma della robotica educativa viene continuamente negoziata attraverso l'intreccio di materiali, corpi, discorsi, simboli, desideri e dispositivi tecnologici. Ciò che definiamo come robotica educativa non è un'entità predeterminata, ma l'esito provvisorio di pratiche di associazioni eterogenee che si costituiscono e trasformano nel corso delle relazioni, delle deviazioni e dei passi di lato (Latour, 2013). Allo stesso modo, sono stati messi in luce gli investimenti in forma (Decuyper, 2019) della robotica educativa, nelle modalità attraverso cui le varie materialità e relazionalità in gioco in questo assemblaggio producono delle

eterogenee ma specifiche configurazioni spazio-temporali e partecipano alla fabbricazione di particolari tipi di soggetto educativo.

Accanto ai risultati ottenuti, possono essere compiute riflessioni su alcune delle varie limitazioni del lavoro svolto e sulle direzioni di approfondimento che esse suggeriscono. Un ulteriore livello di analisi avrebbe potuto riguardare, ad esempio, il lavoro degli ingegneri e dei progettisti nella costruzione dell'hardware e del software robotico. Uno studio più ravvicinato dei processi di progettazione (socio)tecnica, in linea con la tradizione degli studi di laboratorio (Knorr-Cetina, 1992), avrebbe consentito di seguire in modo più dettagliato le catene di traduzione che hanno portato alla forma di questo specifico caso di robotica educativa.

In conclusione, questo lavoro propone una possibile chiave di lettura della complessità del legame sempre più intricato tra educazione e robotica. Non avendo la pretesa di essere esaustivo rispetto a tutte le possibili dimensioni che questo tema mette in gioco, apre a nuovi interrogativi e nuove prospettive di ricerca che coinvolgano una forma di sociologia critica capace di contribuire alla costruzione di saperi, conoscenza e discorsi informati su come la relazione tra educazione e tecnologia possa essere re-immaginata. Un'apertura verso una costruzione aperta e partecipata come mezzo per realizzare un approccio più inclusivo alla progettazione di come il futuro potrebbe dispiegarsi attraverso possibilità di costruire pratiche educative alternative, capaci di resistere al determinismo tecnologico commerciale, ma senza al contempo rifiutare le tecnologie digitali.

Riferimenti bibliografici

- Adam, B. (2000). The temporal gaze: The challenge for social theory in the context of GM food. *British Journal of Sociology*, 51(1), 125-142.
- Adam, B., & C. Groves. (2007). *Future matters: Action, knowledge, ethics*. Leiden: Brill.
- Adam, B. (2008). Of timescapes, futurescapes and timeprints. *Lüneburg University*, 17, 1-9.
- Adams, V., Murphy, M. and Clarke, A. E. (2009) Anticipation: Technoscience, life, affect, temporality. *Subjectivity*, 28(1): 246-65.
- Andrejevic, M. (2019). *Automated media*. New York: Routledge.
- Agre, P. E. (1994). Surveillance and capture: Two models of privacy. *The Information Society*, 10(2), 101-127.
- Akrich, M. (1992). The de-scription of technical objects. In W. E. Bijker & J. Law (Eds.), *Shaping technology / building society : Studies in sociotechnical change* (pp. 205-224). MIT Press.
- Alimisis, D. (2018). Teacher training in educational robotics: the ROBOESL project paradigm. *Technol. Knowl. Learn.* 24 (2), 279-290.
- Alimisi, R. (2016). Robotics-based learning interventions for preventing school failure & early school leaving. In *ROBOESL conference 2016 proceedings, EDUMOTIVA*, Athens.
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Alimisis, D. (2012). Robotics in education & education in robotics: Shifting focus from technology to pedagogy. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education* (Vol. 9).
- Alirezabeigi, S., Masschelein, J., & Decuypere, M. (2023). The timescape of school tasks: towards algorithmic patterns of on-screen tasks. *Critical Studies in Education*, 64(2), 101-117.

- Alnajjar, F., Bartneck, C., Baxter, P., Belpaeme, T., Cappuccio, M. L., Di Dio, C., Eyssel, F., Handke, J., Mubin, O., Obaid, M., & Reich-Stiebert, N. (2021). *Robots in Education: An Introduction to High-Tech Social Agents, Intelligent Tutors, and Curricular Tools*. Routledge.
- Amoore, L. (2009). Algorithmic war: Everyday geographies of the war on terror. *Antipode*, 41(1), 49-69.
- Amsler, S., & Facer, K. (2017). Introduction to 'learning the future otherwise: emerging approaches to critical anticipation in education'. *Futures*, 94, 1-5.
- Anderson, B., K. Grove, L. Rickards, and M. Kearnes. (2020). Slow emergencies: Temporality and the racialized biopolitics of emergency governance. *Progress in human geography*, 44(4), 621-639.
- Bacchi, C. (2012). Why study problematisations? Making politics visible. *Open Journal of Political Science*, 2(1), 1-8.
- Ball, S. J., Maguire, M., & Braun, A. (2012). *How schools do policy: Policy enactments in secondary schools*. Routledge.
- Ball, S. J. (2015). What is policy? 21 years later: Reflections on the possibilities of policy research. *Discourse: Studies in the cultural politics of education*, 36(3), 306-313.
- Ball, S. J. (2016). Following policy: Networks, network ethnography and education policy mobilities. *Journal of education policy*, 31(5), 549-566.
- Ball, S. J., Maguire, M., Braun, A., & Hoskins, K. (2011). Policy subjects and policy actors in schools: Some necessary but insufficient analyses. *Discourse: studies in the cultural politics of education*, 32(4), 611-624.
- Bainbridge, W. A., Hart, J., Kim, E. S., & Scassellati, B. (2008). The effect of presence on human-robot interaction. In *Proceedings of the 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 701-706). IEEE.
- Barassi, V. (2020). Datafied times: Surveillance capitalism, data technologies and the social construction of time in family life. *New Media & Society*, 22(9), 1545-1560.
- Beer, D. (2009). Power through the algorithm? Participatory web cultures and the technological unconscious. *New Media & Society*, 11(6), 985-1002.

- Beer, D. (2013). *Popular culture and new media: The politics of circulation*. Springer.
- Beer, D. (2016). How should we do the history of Big Data?. *Big Data & Society*, 3(1).
- Beer, D. (2019). *The data gaze: Capitalism, power and perception*. SAGE.
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science Robotics*, 3(21), eaat5954.
- Belpaeme, T., & Tanaka, F. (2021). Social robots as educators. In *OECD digital education outlook 2021 pushing the frontiers with artificial intelligence, blockchain and robots: pushing the frontiers with artificial intelligence, blockchain and robots* (p. 143). Paris: OECD Publishing.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & education*, 58(3), 978-988.
- Bennett, J. (2020). *Vibrant matter: A political ecology of things*. Duke University Press.
- Bernard, H. R., & Ryan, G. W. (2010). *Analyzing qualitative data: Systematic approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Bers, M. U. (2021). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge.
- Biesta, G. (2005). Against learning. Reclaiming a language for education in an age of learning. *Nordic Studies in Education*, 25(1), 54-66.
- Biesta, G. J. (2015). *Good education in an age of measurement: Ethics, politics, democracy*. Routledge.
- Biesta, G. (2016). *The Beautiful risk of education*. London: Routledge.
- Boden, M. A. (2016). *AI: Its nature and future*. Oxford University Press.
- Bowker, G., & Star, S. L. (2000). *Sorting things out. Classification and its consequences*. The Mit Press.
- Bratton, B. H. (2015). *The stack: On software and sovereignty*. MIT press.

- Braun, A., Ball, S. J., Maguire, M., & Hoskins, K. (2011). Taking context seriously: Towards explaining policy enactments in the secondary school. *Discourse: Studies in the cultural politics of education*, 32(4), 585-596.
- Breazeal, C. (2003). Toward sociable robots. *Robotics and autonomous systems*, 42(3-4), 167-175.
- Breazeal, C. (2006). Sociable robots. *Journal of the Robotics Society of Japan*, 24(5), 591-593.
- Brignone, S., Denicolai, L., Grimaldi, R., Palmieri, S., Ambrosio, S., & Fabris, V. (2019). Il robot come strumento e veicolo di “esperienza aumentata”. In *Didamatica 2019-BYOD, realtà aumentata e virtuale: opportunità o minaccia per la formazione?* (pp. 199-207). AICA.
- Callon, M. (1980). Struggles and Negotiations to Define What is Problematic and What is Not. In K. D. Knorr, R. Krohn, R. Whitley (Eds.) *The Social Process of Scientific Investigation. Sociology of the Sciences A Yearbook*, vol 4. Springer, Dordrecht, pp. 197-219.
- Callon, M. (1986). Some Elements of a Sociology of Translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay. In J. Law (Ed.). *Power, Action and Belief: a new sociology of knowledge?*, London, Routledge, pp. 196-223.
- Cardano, M. (2011), *La ricerca qualitativa*. il Mulino.
- Cardano, M. (2018). Il problema dell’invisibilità e l’eloquenza delle piccole cose: riflessioni sui punti di forza della ricerca qualitativa. *Revista gaucha de enfermagem*.
- Castañeda, L., & Williamson, B. (2021). Assembling New Toolboxes of Methods and Theories for Innovative Critical Research on Educational Technology. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 10(1), 1 14.
- Castells, M. 1996. *Rise of the Network Society*. Oxford: Blackwell.
- Chandak, P. (2025). Advancing Robotics-Enabled STEM Education in K-12: Frameworks for Comprehensive learning Outcomes assessment and Inclusivity. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 09(01), 1–6.
- Chen, H., Park, H. W., & Breazeal, C. (2020). Teaching and learning with children: Impact of reciprocal peer learning with a social robot on children’s learning and emotive engagement. *Computers & Education*, 150, 103836.

- Chen, X., Cheng, G., Zou, D., Zhong, B., & Xie, H. (2023). Artificial Intelligent Robots for Precision Education: A Topic Modeling-Based Bibliometric Analysis. *Educational Technology & Society*, 26(1), 171–186.
- Choi, I., Choi, W., Huang, B., & Mendes, A. J. (2024). Learning Programming with VEX Robotics: Influence on Student Motivation in International Secondary School from Teachers' Perspective. *2021 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–8.
- Clark, V. L., & J. W. Creswell. (2011). *Designing and conducting mixed methods research*. Los Angeles: Sage.
- Damiani, P., Grimaldi, R., & Palmieri, S. (2012). Robotica educativa e aspetti non verbali nei Disturbi Specifici di Apprendimento. In *DIDAMATICA 2013. Tecnologie e Metodi per la Didattica del Futuro* (pp. 1211-1220). AICA-Scuola Superiore Sant'Anna-CNR Pisa.
- Dean, M. (2010). *Governmentality: Power and rule in modern society*. Sage publications.
- Decuypere, M. (2021). The topologies of data practices: A methodological introduction. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 10(1), 67-84.
- Decuypere, M., Grimaldi, E., & Landri, P. (2021). Introduction: Critical studies of digital education platforms. *Critical Studies in Education*, 62(1), 1-16.
- Decuypere, M., & Simons, M. (2021). Past and futures that keep the possible alive: Reflections on time, space, education and governing. In *Education in Flux* (pp. 45-57). Routledge.
- Decuypere, M., & Vanden Broeck, P. (2020). Time and educational (re-) forms—Inquiring the temporal dimension of education. *Educational Philosophy and Theory*, 52(6), 602-612.
- Decuypere, M. (2019, a). Researching educational apps: Ecologies, technologies, subjectivities and learning regimes. *Learning, Media and Technology*, 44(4), 414-429.
- Decuypere, M. (2019, b). STS in/as education: where do we stand and what is there (still) to gain? Some outlines for a future research agenda. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 40(1), 136-145.
- DeLanda, M. (2016). *Assemblage theory*. Edinburgh University Press.

- Deleuze, G., & Guattari, F. (1987). *A Thousand Plateaus: Capitalism and Schizophrenia*. Minneapolis, University of Minnesota Press.
- De Lange, M. (2018). From real-time city to asynchronicity: exploring the real-time smart city dashboard. In S. Lammes, C. Perkins, A. Gekker, S. Hind, C. Wilmott & D. Evans (Eds), *Time for mapping. Cartographic Temporalities* (pp. 238-255). Manchester University Press.
- Di Battista, S., Pivetti, M., Moro, M., & Menegatti, E. (2020). Teachers' opinions towards educational robotics for special needs students: An exploratory Italian study. *Robotics*, 9(3), 72.
- Di Lieto, M. C., Castro, E., Pecini, C., Inguaggiato, E., Cecchi, F., Dario, P., ... & Sgandurra, G. (2020). Improving executive functions at school in children with special needs by educational robotics. *Frontiers in psychology*, 10, 2813.
- Dourish, P. and Bell, G. (2011) *Divining a Digital Future: mess and mythology in ubiquitous computing*. London, MIT Press.
- Edwards B. & Cheok A. (2018). Why Not Robot Teachers?. *Applied Artificial Intelligence*, 32(4): 345–60.
- Edwards, C., Edwards, A., Spence, P. R., & Lin, X. (2018). I, teacher: Using artificial intelligence (AI) and social robots in communication and instruction. *Communication Education*, 67(4), 473–480.
- Edwards, R. (2002). Mobilizing lifelong learning: governmentality in educational practices. *Journal of education policy*, 17(3), 353-365.
- Ekström, S., & Pareto, L. (2022). The dual role of humanoid robots in education: As didactic tools and social actors. *Education and information technologies*, 27(9), 12609-12644.
- Emerson, R. M., Fretz, R. I., & Shaw, L. L. (2011). *Writing ethnographic fieldnotes* (2nd ed.). Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Eynon, R., & Young, E. (2021). Methodology, Legend, and Rhetoric: The Constructions of AI by Academia, Industry, and policy groups for lifelong learning. *Science, Technology, & Human Values*, 46(1), 166–191.

- Facer, K. (2016). Using the future in education: Creating space for openness, hope and novelty. In H. E. Lees & N. Noddings (Eds.), *The Palgrave international handbook of alternative education* (pp. 63-78). Springer Nature.
- Facer, K. (2018). Governing education through the future. In I. Grosvenor & L.R. Rasmussen (Eds.), *Making Education: Material School Design and Educational Governance* (pp. 197-210). Springer.
- Facer, K. (2021). Futures in education: Towards an ethical practice. *UNESCO*.
- Facer, K., & Selwyn, N. (2021). Digital technology and the futures of education: Towards ‘Non-Stupid’ optimism. Futures of Education initiative, *UNESCO*.
- Felaco, C. 2019. *La social network analysis e la ricerca mixed methods*. Varazze: PM edizioni.
- Fenge, L. A., Oakley, L., Taylor, B., & Beer, S. (2019). The impact of sensitive research on the researcher: Preparedness and positionality. *International Journal of Qualitative Methods*, 18.
- Fenwick, T. (2010). Re-thinking the “thing” Sociomaterial approaches to understanding and researching learning in work. *Journal of workplace learning*, 22(1/2), 104-116.
- Fenwick, T., & Edwards, R. (2014). Networks of knowledge, matters of learning, and criticality in higher education. *Higher Education*, 67(1), 35-50.
- Fenwick, T., & Landri, P. (2012). Materialities, textures and pedagogies: Socio-material assemblages in education. *Pedagogy, Culture & Society*, 20(1), 1-7.
- Foucault, M. (1982). The subject and power. In H. Dreyfus and P. Rabinow (Eds.), *Michel Foucault: Beyond in Governmentality* (pp. 197-210). London, Harvester Wheatsheaf.
- Foucault, M. (1991). Governmentality. In G. Burchell, C. Gordon and P. Miller (Eds.), *The Foucault Effect: Studies in Governmentality* (pp. 87-104). London, Harvester Wheatsheaf.
- Foucault, M. (1997). What is enlightenment? In P. Rabinow (Ed.), *Ethics: Subjectivity and truth. Essential works 1956–1984* (pp. 303–319). New Press.
- Foucault, M. (2013). *Le parole e le cose*. Bur.
- Fortunato, S. 2010. Community detection in graphs. *Physics reports*, 486(3-5), 75-174.
- Fuller, M. (2008). *Software studies: A lexicon*. Mit Press.

- Gallagher, M., & Breines, M. (2021). Surfacing knowledge mobilities in higher education: Reconfiguring the teacher function through automation. *Learning, Media and Technology*, 46(1), 78-90.
- Gaudiello, I., & Zibetti, E. (2016). *Learning robotics, with robotics, by robotics: Educational robotics*. John Wiley & Sons.
- Gedrimiene, E., Silvola, A., Pursiainen, J., Rusanen, J., & Muukkonen, H. (2020). Learning analytics in education: Literature review and case examples from vocational education. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 64(7), 1105–1119.
- Gilliard, C. (2018). Friction-free racism, Real Life, 15 October.
- Gillespie, T. (2014). The relevance of algorithms. *Media technologies: Essays on communication, materiality, and society*, 167(2014), 167.
- Gillespie, T. (2010). The politics of ‘platforms’. *New Media & Society*, 12(3), 347-364.
- Gordon, N. (1999). Foucault's subject: An ontological reading. *Polity*, 31(3), 395-414.
- Gorur, R. (2011). Policy as assemblage. *European Educational Research Journal*, 10(4), 611-622.
- Gorur, R., & Dey, J. (2021). Making the user friendly: the ontological politics of digital data platforms. *Critical Studies in Education*, 62(1), 67-81.
- Grimaldi, E. (2019). *An archaeology of educational evaluation: Epistemological spaces and political paradoxes*. Routledge.
- Grimaldi, E., & Ball, S. J. (2021). Paradoxes of freedom. An archaeological analysis of educational online platform interfaces. *Critical Studies in Education*, 62(1), 114-129.
- Grimaldi, R. (2022). *La società dei robot*. Mondadori.
- Gulson, K. N., Sellar, S., & Webb, P. T. (2022). *Algorithms of Education: How datafication and artificial intelligence shape policy*. U of Minnesota Press.
- Hacking, I. (1990). *The taming of chance*. Cambridge University Press.
- Hartong, S. (2016). Between assessments, digital technologies and big data: The growing influence of ‘hidden’ data mediators in education. *European Educational Research Journal*, 15(5), 523–536.

- Hassan, R. (2003). Network time and the new knowledge epoch. *Time & Society*, 12(2-3), 226-241.
- Hassan, R. (2007). *24/7: Time and temporality in the network society*. Stanford: Stanford University Press.
- Hassan, R. (2017). The worldly space: the digital university in network time. *British Journal of Sociology of Education*, 38(1), 72-82.
- Hasse, C. (2020). *Posthumanist learning: What robots and cyborgs teach us about being ultra-social*. Routledge.
- Hogan, A., Enright, E., Stylianou, M., & McCuaig, L. (2018). Nuancing the critique of commercialisation in schools: Recognising teacher agency. *Journal of Education Policy*, 33(5), 617-631.
- Hrastinski, S., Olofsson, A. D., Arkenback, C., Ekström, S., Ericsson, E., Fransson, G., ... & Utterberg, M. (2019). Critical imaginaries and reflections on artificial intelligence and robots in postdigital K-12 education. *Postdigital Science and Education*, 1, 427-445.
- Hu, C. C. (2024). Exploring the impact of CPS-based robot-assisted teaching in STEM education: Enhancing knowledge, skills, and attitudes. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 40(22), 7193-7213.
- Hunter, S. (2014). A novel method of network text analysis. *Open Journal of Modern Linguistics*, 4(02), 350.
- Huxley, M. (2007). Geographies of governmentality. In J. Crampton & S. Elden (Eds.), *Space, Knowledge and Power: Foucault and geography* (pp. 185-204). Aldershot: Ashgate.
- Ireland, A., "Black Circuit: Code for the Numbers to Come," E-Flux Journal no. 80 (March 2017).
- Jandrić, P., & Hayes, S. (2020). Postdigital we-learn. *Studies in Philosophy and Education*, 39(3), 285-297.
- Jarke, J., & Breiter, A. (2019). The datafication of education. *Learning, Media and Technology*, 44(1), 1-6.

- Jasanoff, S. (2015). Future imperfect: Science, technology, and the imaginations of modernity. *Dreamscapes of modernity: Sociotechnical imaginaries and the fabrication of power*, 1-33.
- Jasanoff, S., & Kim, S. H. (2019). *Dreamscapes of modernity: Sociotechnical imaginaries and the fabrication of power*. University of Chicago Press.
- Kerssens, N., & Van Dijck, J. (2022). The platformization of primary education in the Netherlands 1. In C. Cobo & A. Rivas (Eds), *The New Digital Education Policy Landscape. From Education Systems to Platforms* (pp. 9-28). Routledge.
- Kitchin, R. (2014). *The Data Revolution: big data, open data, data infrastructures and their consequences*. London: Sage.
- Kitchin, R., & Dodge, M. (2014). *Code/space: Software and everyday life*. Mit Press.
- Kitchin, R., & Lauriault, T. (2014). Towards critical data studies: Charting and unpacking data assemblages and their work. In J. Shears and J. Thatcher (Eds.), *Geoweb and Big Data*. University of Nebraska Press.
- Kitchin, R. (2023). *Digital timescapes: Technology, temporality and society*. John Wiley & Sons.
- Knorr-Cetina, K. (1992). The couch, the cathedral, and the laboratory: On the relationship between experiment and laboratory in science. *Science as practice and culture*, 113-138.
- Knox, J., Williamson, B., & Bayne, S. (2019). Machine behaviourism: Future visions of ‘learnification’ and ‘datafication’ across humans and digital technologies. *Learning, Media and Technology*, 45(1), 31-45.
- Komljenovic, J. (2021). The rise of education rentiers: digital platforms, digital data and rents. *Learning, Media and Technology*, 46(3), 320-332.
- Landri, P. (2021). To resist, or to align? The enactment of data-based school governance in Italy. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 33(3), 563-580.
- Larkin, B. (2013). The politics and poetics of infrastructure. *Annual review of anthropology*, 42(2013), 327-343.

- Latour, B. (1986). The powers of association. In J. Law (Ed). *Power, Action and Belief: a new sociology of knowledge?*, London, Routledge, pp. 246-280.
- Latour, B. (1999). Factures/fractures: From the concept of network to the concept of attachment. *Res: Anthropology and aesthetics*, 36(1), 20-31.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory*. Oxford university press.
- Latour, B. (2006). Fatture/fratture: dalla nozione di rete a quella di attaccamento. *I fogli di Oriss*, 25, 11-31.
- Latour, B. (2013). *Cogitamus: sei lettere sull'umanesimo scientifico*. Il Mulino.
- Law, J. (2009). Actor network theory and material semiotics. In B. S. Turner (Ed.), *The new Blackwell companion to social theory* (pp. 141–158). Wiley-Blackwell.
- Leaton Gray, S. (2020). Artificial intelligence in schools: Towards a democratic future. *London Review of Education*, 18(2), 163-177.
- Light, B., Burgess, J., & Duguay, S. (2018). The walkthrough method: An approach to the study of apps. *New media & society*, 20(3), 881-900.
- Lupton, D. (2013). *Digital sociology: beyond the digital to the sociological*. London, Routledge
- Lury, C., Parisi, L., & Terranova, T. (2012). Introduction: The becoming topological of culture. *Theory, Culture & Society*, 29(4-5), 3-35.
- Macgilchrist, F. (2018). The “Digital Subjects” of Twenty-First-Century Education: On Datafication, Educational Technology, and Subject Formation. In P. P. Trifonas & S. Jagger (Eds.). *Handbook of Cultural Studies and Education*, Routledge, pp. 239-254.
- Mackenzie, A. (2006). *Cutting code: Software and sociality*. Peter Lang.
- Mackenzie, A. (2015). The production of prediction: What does machine learning want?. *European Journal of Cultural Studies*, 18(4-5), 429-445.
- Mackenzie, A. (2017). *Machine learners: Archaeology of a data practice*. MIT Press.

- Mackenzie, A., & Vurdubakis, T. (2011). Codes and codings in crisis: Signification, performativity and excess. *Theory, culture & society*, 28(6), 3-23.
- Mahmoud, E. & Taguines, R. (2025). Integration of gamification-based learning info college physics: Digital applications and strategies. *Journal of Information Systems Engineering and Management*, 10(4), 2304-2315.
- Martini, M., and S. L. Robertson. (2024). Erasures and equivalences: Negotiating the politics of culture in the OECD's global competence project. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 54(1), 128-145.
- Miller, D. P., Nourbakhsh, I. R., & Siegwart, R. (2008). Robots for Education. In B. Siciliano & O. Khatib (Eds.), *Springer Handbook of Robotics* (pp. 1283–1301). Springer Nature.
- Mol, A. (1999). Ontological politics. A word and some questions. *The sociological review*, 47(1_suppl), 74-89.
- Morozov, E. (2013). *To save everything, click here: The folly of technological solutionism*. PublicAffairs.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Mahmud, A. Al, & Dong, J.-J. (2013). A review of applicability of robots in education. *Technology for Education and Learning*, 1(1).
- Muniesa, F., & Doganova, L. (2020). The time that money requires: Use of the future and critique of the present in financial valuation. *Finance and Society*, 6(2), 95–113.
- Newman, M. E. (2006). Modularity and community structure in networks. *Proceedings of the national academy of sciences*, 103(23), 8577-8582.
- Ng, A. 'Why deep learning is a mandate for humans, not just machines', Wired, May 2015.
- Pangrazio, L., Stornaiuolo, A., Nichols, T. P., Garcia, A., & Philip, T. M. (2022). Datafication meets platformization: Materializing data processes in teaching and learning. *Harvard Educational Review*, 92(2), 257-283.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Computers, children, and powerful ideas*. NY: Basic Books.
- Paranyushkin, D. 2011. Identifying the pathways for meaning circulation using text network analysis. *Nodus Labs*, 26, 1-26.

- Pasquale, F. (2015). *The black box society: The secret algorithms that control money and information*. Harvard University Press.
- Perrotta, C. (2021). Underdetermination, assemblage studies and educational technology: Rethinking causality and re-energising politics. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 10(1), 43-56.
- Perrotta, C. (2021). Programming the platform university: Learning analytics and predictive infrastructures in higher education. *Research in Education*, 109(1), 53-71.
- Perrotta, C., & Pangrazio, L. (2023). The critical study of digital platforms and infrastructures: Current issues and new agendas for education technology research. *Education Policy Analysis Archives*, 31.
- Perrotta, C., Gulson, K. N., Williamson, B., & Witzemberger, K. (2021). Automation, APIs and the distributed labour of platform pedagogies in Google Classroom. *Critical Studies in Education*, 62(1), 97-113.
- Perrotta, C., & Selwyn, N. (2020). Deep learning goes to school: Toward a relational understanding of AI in education. *Learning, media and technology*, 45(3), 251-269.
- Peruzzo, F., Ball, S. J., & Grimaldi, E. (2022). Peopling the crowded education state: Heterarchical spaces, EdTech markets and new modes of governing during the COVID-19 pandemic. *International Journal of Educational Research*, 114, 102006.
- Piattoeva, N. (2014). Power as translation in the global governance of education. In M. Lawn & R. Normand (Eds.), *Shaping of European Education* (pp. 66-80) Routledge.
- Plantin, J.-C., Lagoze, C., Edwards, P. N., & Sandvig, C. (2018). Infrastructure studies meet platform studies in the age of Google and Facebook. *New Media & Society*, 20(1), 293-310.
- Popkewitz, T. S. (1997). A changing terrain of knowledge and power: A social epistemology of educational research. *Educational researcher*, 26(9), 18-29.
- Popkewitz, T. S., & Brennan, M. (1997). Restructuring of social and political theory in education: Foucault and a social epistemology of school practices. In T. S. Popkewitz & M. T. Brennan (Eds.), *Foucault's challenge: Discourse, knowledge, and power in education* (pp. 3-35), Teachers College Press.

- Rabinow, P. (1984). *The foucault reader*. New York, Pantheon Books.
- Rahm, L. (2023). Educational imaginaries: Governance at the intersection of technology and education. *Journal of Education Policy*, 38(1), 46-68.
- Rahm, L., & Rahm-Skågeby, J. (2023). Imaginaries and problematisations: A heuristic lens in the age of artificial intelligence in education. *British Journal of Educational Technology*, 54(5), 1147-1159.
- Ravitch, S. M., & Carl, N. M. (2019). *Qualitative research: Bridging the conceptual, theoretical, and methodological*. Sage publications.
- Roden, D. (2014). *Posthuman life: Philosophy at the edge of the human*. Routledge.
- Rosa, H. (2003). Social acceleration: ethical and political consequences of a desynchronized high-speed society. *Constellations: An International Journal of Critical & Democratic Theory*, 10(1).
- Rosa, H. 2017. De-synchronization, dynamic stabilization, dispositional squeeze: The problem of temporal mismatch. In N. Dodd & J. Wajcman (Eds.) *The Sociology of Speed: Digital, Organizational, and Social Temporalities* (pp. 25-41). Oxford, University Press.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence a modern approach*. Harlow, Essex: Pearson Education.
- Sadik, M. A., Budiyanto, C. W., & Yuana, R. A. (2024). The Influence of Educational Robotics in STEM Integrated Learning and the Development of Computational Thinking Abilities. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI*, 13(3), 760-768.
- Sahin, A., Ayar, M. C., & Adiguzel, T. (2014). STEM Related After-School Program Activities and Associated Outcomes on Student Learning. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 14(1), 309–322.
- Saltman, K. (2020). Artificial intelligence and the technological turn of public education privatization: In defence of democratic education. *London Review of Education*, 18(2), 196-208.
- Sapounidis, T., Tselegkaridis, S., & Stamovlasis, D. (2024). Educational robotics and STEM in primary education: A review and a meta-analysis. *Journal of Research on Technology in Education*, 56, 462–476.

- Savat, D. (2013). *Uncoding the digital: Technology, subjectivity and action in the control society*. Springer.
- Sellar, S. (2015). Data infrastructure: a review of expanding accountability systems and large-scale assessments in education, *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 36:5, 765-777.
- Sellar, S., & Gulson, K. N. (2021). Becoming information centric: The emergence of new cognitive infrastructures in education policy. *Journal of Education Policy*, 36(3), 309-326.
- Selwyn, N. (2009). The 'new' connectivities of digital education. In M. W. Apple, S. J. Ball & L. A. Gandin (Eds.), *The Routledge international handbook of the sociology of education* (pp. 90-98). Routledge.
- Selwyn, N. (2010). *Schools and schooling in the digital age: A critical analysis*. London, Routledge.
- Selwyn, N. (2015). Data entry: Towards the critical study of digital data and education. *Learning, Media and Technology*, 40(1), 64-82.
- Selwyn, N. (2021). "There is a danger we get too robotic": an investigation of institutional data logics within secondary schools. *Educational Review*, 00(00), 1–17.
- Selwyn, N. (2022). Less work for teachers? The ironies of automated decision-making in schools. In S. Pink, M. Berg, D. Lupton, & M. Ruckenstein (Eds.), *Everyday Automation: Experiencing and Anticipating Emerging Technologies* (pp. 73–86). Abingdon: Routledge.
- Selwyn, N., Nemorin, S., Bulfin, S., & Johnson, N. (2016). Toward a digital sociology of school. *Digital sociologies*, 143-158.
- Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers?: AI and the future of education*. Cambridge: Polity Press.
- Selwyn, N., Hillman, T., Bergviken Rensfeldt, A., & Perrotta, C. (2021). Digital Technologies and the Automation of Education—Key Questions and Concerns. *Postdigital Science and Education*, 1-10.
- Selwyn, N., Hillman, T., Bergviken-Rensfeldt, A., & Perrotta, C. (2023). Making sense of the digital automation of education. *Postdigital Science and Education*, 5(1), 1-14.

- Selwyn, N., & Cumbo, B. (2024). "We've Tried to Keep the Beast on a Leash": The Domestication of Digital Classroom Surveillance. *Surveillance & Society*, 22(2), 88-103.
- Siemens, G. (2013). Learning analytics: The emergence of a discipline. *American Behavioral Scientist*, 57(10): 1380–1400.
- Simons, M. (2020). The figure of the independent learner: on governing by personalization and debt, *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 42(6), 813-827.
- Simons, M., & Masschelein, J. (2006). The learning society and governmentality: An introduction. *Educational philosophy and theory*, 38(4), 417-430.
- Sismondo, S. (2010). *An introduction to science and technology studies*. Chichester, Wiley-Blackwell.
- Sriprakash, A., Williamson, B., Facer, K., Pykett, J., & Valladares Celis, C. (2024). Sociodigital futures of education: reparations, sovereignty, care, and democratisation. *Oxford Review of Education*, 51(4), 561-578.
- Suchman, L. A. (2007). *Human-machine reconfigurations: Plans and situated actions*. Cambridge university press.
- Tafdrup, O. (2020). Mediating Imaginaries: Educational robots and collective visions of the future. *Nordic Journal of Science and Technology Studies*, 8(2), 33-46.
- Taylor, C. (2004). *Modern social imaginaries*. Duke University Press.
- Thompson, G., & Cook, I. (2017). The logic of data-sense: Thinking through learning personalisation. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 38(5), 740–754.
- Torres, I., & Inga, E. (2025). Fostering STEM skills through programming and robotics for motivation and cognitive development in secondary education. *Information*, 16(2), 96.
- Van Dijck, J. (2013). *The Culture of Connectivity: A Critical History of Social Media*. Oxford University Press.
- Van Dijck, J. (2014). Datafication, dataism and dataveillance: Big Data between scientific paradigm and ideology. *Surveillance & society*, 12(2), 197-208.

- Van Dijck, J., Poell, T., & De Waal, M. (2018). *The platform society: Public values in a connective world*. Oxford University Press.
- Webb, P. T., Sellar, S., & Gulson, K. N. (2020). Anticipating education: Governing habits, memories and policy-futures. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 284-297.
- Williamson, B. What do robots eat? Data diets and hungry algorithms. Code acts in education (April, 2015).
- Williamson, B. (2017, a). *Big data in education: The digital future of learning, policy and practice*. Sage Publication.
- Williamson, B. (2017, b). Learning in the ‘platform society’: Disassembling an educational data assemblage. *Research in Education*, 98(1), 59-82.
- Williamson, B. (2019). Computing brains: learning algorithms and neurocomputation in the smart city. In D. Beer (Ed.), *The Social Power of Algorithms* (pp. 81-99). Routledge.
- Williamson, B. PedagoGPT. Code acts in education (June, 2023).
- Williamson, B. (2021). Making markets through digital platforms: Pearson, edu-business, and the (e) valuation of higher education. *Critical Studies in Education*, 62(1), 50-66.
- Williamson, B., & Eynon, R. (2020). Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 223-235.
- Williamson, B., Gulson, K. N., Perrotta, C., & Witzenberger, K. (2022). Amazon and the new global connective architectures of education governance. *Harvard Educational Review*, 92(2), 231-256.
- Williamson, B., & Komljenovic, J. (2022). Investing in imagined digital futures: the techno-financial ‘futures’ of edtech investors in higher education. *Critical Studies in Education*, 64(3), 234-249.
- Williamson, B., Macgilchrist, F., & Potter, J. (2024). Against contextlessness in learning, media and technology. *Learning, Media and Technology*, 49(3), 335-338.
- Williamson, B., Celis, C. V., Sriprakash, A., Pykett, J., & Facer, K. (2024). Algorithmic futuring: predictive infrastructures of valuation and investment in the assetization of edtech. *Learning, Media and Technology*, 50(1), 87-101.

- Woolgar, S. (1990). Configuring the user: The case of usability trials. In J. Law (Ed.), *A sociology of monsters? Essays on power, technology and domination* (pp. 58-99). Routledge.
- Yang, J., & Zhang, B. (2019). Artificial Intelligence in Intelligent Tutoring Robots: A Systematic Review and Design Guidelines. *Applied Sciences*, 9(10), 2078.
- Yang, S. J. H., Ogata, H., Matsui, T., & Chen, N.-S. (2021). Human-centered artificial intelligence in education: Seeing the invisible through the visible. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100008.
- Yolcu, V., & Demirer, V. (2023). The effects of educational robotics in programming education on students' programming success, computational thinking, and transfer of learning. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(6), 1633-1647.
- Zhang, X., Chen, Y., Bao, Y., & Hu, L. (2023). *Robot illustrated: Exploring elementary students' perceptions of robots via the draw-a-robot test. Journal of Research on Technology in Education.*
- Zeide, E. (2019). Artificial intelligence in higher education: Applications, promise and perils, and ethical questions. *Educause Review*, 54(3).
- Zeide, E. (2020). Robot teaching, pedagogy, and policy. In M. D. Dubber, F. Pasquale & S. Das (Eds.), *The Oxford Handbook of Ethics of AI* (pp. 788-803). Oxford University Press.