



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO
EMILIA**

Dipartimento di Educazione e Scienze Umane

Corso di Laurea Magistrale in Teorie e Metodologie del Digital Learning

**L'utilizzo di Scratch Junior nella scuola dell'infanzia:
ricadute su Coding Readiness e pensiero computazionale**

Tesi di Laurea Magistrale

A.A. 2024/2025

Relatore: Prof.ssa Liliana Silva

Laureanda: Daniela Corradi

ABSTRACT

Cap 1 QUADRO TEORICO

1.1 Educazione e digitale (cornice extraeuropea)

1.2 Educazione e digitale (cornice europea)

1.2.1 DigComp e DigCompEdu

1.3 La situazione in Italia

1.3.1 L'evoluzione delle Indicazioni Nazionali

1.4 L'altro lato del digitale: coding e pensiero computazionale

1.5 L'altro lato del digitale: Seymour Papert

1.6 L'altro lato del digitale: Mitchel Resnick

1.6.1 Give P's a chance

1.7 Lo stato della ricerca: il coding alla scuola dell'Infanzia

Cap 2 MATERIALI, METODI E CONTESTO

2.1 Domande di ricerca

2.2 Strumenti

2.2.1 Scratch Junior

2.2.2 Coding Readiness Assessment

2.3 Il contesto

2.3.1 La parola alle insegnanti

2.4 Il percorso

2.5 Il campione

2.5.1 I dataset

2.5.2 Elenco variabili

2.6 Metodologia applicata

Cap 3 ANALISI DESCRITTIVA

3.1 Analisi descrittiva

3.1.1 Scuola 1

3.1.2 Scuola 2

3.1.3 Confronto fra scuole

3.1.4 Confronto per condizione e tipologia di approccio

Cap 4 ANALISI MULTIVARIATA

4.1 Matrici di correlazione

4.2 Regressione lineare

4.2.1 Introduzione ai parametri statistici utilizzati

4.2.2 Modello A: effetti della condizione sperimentale

4.2.3 Modello B: effetti della modalità di approccio

Cap 5 CONCLUSIONI

5.1 Limiti che influenzano l'interpretazione

Allegato 1 CRA: script

Allegato 2 Tabella dati scuola 1

Allegato 3 Tabella dati scuola 2

Allegato 4 Il punto di vista dei bambini: segni e parole

ABSTRACT

Oggetto della presente tesi di ricerca è il tentativo di misurare, con l'ausilio di strumenti specifici di rilevamento, in alunni frequentanti l'ultimo anno della scuola dell'infanzia, dati relativi allo sviluppo di alcune competenze legate al pensiero computazionale, mettendoli in relazione, attraverso tecniche di analisi statistica multivariata, con l'introduzione di un linguaggio di programmazione visuale a blocchi quale Scratch junior, sviluppato dal MIT specificamente per l'utilizzo nella fascia d'età considerata.

Il linguaggio di programmazione proposto è stato sperimentato attraverso percorsi laboratoriali, della durata di otto ore ciascuno, caratterizzati da due diverse modalità di approccio in base al differente ruolo assunto dall'insegnante (maggiormente direttivo nel primo caso, con maggiore possibilità di sperimentazione libera nel secondo) su un campione complessivamente composto da 33 studenti (livello PK5), frequentanti due Istituti Comprensivi situati in provincia di Como e suddivisi in sei gruppi (due per ciascuna delle due modalità di utilizzo, più due ulteriori gruppi di controllo, per un totale di tre gruppi, uno per tipologia, per ciascuno degli Istituti coinvolti).

Per il rilevamento sono stati utilizzati sia la classificazione delle competenze legate a un modello di pensiero computazionale basato sull'utilizzo di sette categorie (sequencing, patterns, looping, modeling, modularity, debugging e spatial reasoning), sia lo specifico strumento di misurazione ad esso associato, denominato CRA (*Coding Readiness Assessment*). Benché le procedure di analisi effettuate non consentano di giungere, data la complessità della situazione (presenza contemporanea di numerose ulteriori variabili, non controllabili, oltre a quelle considerate) e la scarsa numerosità del campione, a conclusioni univoche, esse permettono tuttavia di evidenziare alcuni aspetti interessanti, riferiti sia all'efficacia dell'utilizzo del linguaggio di programmazione considerato rispetto allo sviluppo del pensiero computazionale sia ai potenziali effetti di alcune delle variabili in gioco.

Cap 1 QUADRO TEORICO

Ormai da molti anni si sottolinea, in diversi modi (e praticamente ovunque, in ambito educativo), la vitale importanza di educare a un utilizzo efficace e consapevole del digitale, da un lato, e di sfruttare al meglio le potenzialità offerte dal digitale stesso in educazione, dall'altro, al fine di rendere il più possibile accessibile a tutti un'istruzione e una formazione efficaci, inclusive e di qualità. Benché l'annoso dibattito rispetto l'utilizzo delle tecnologie nel contesto scolastico non possa ancora dirsi del tutto superato (almeno rispetto al senso comune delle persone più direttamente coinvolte, quali docenti e famiglie, e a maggior ragione riferendosi alla fascia prescolare da 3 a 6 anni), ricerca e normativa sembrano convergere, nell'ultimo quinquennio, verso la focalizzazione su aspetti maggiormente specifici dell'educazione "con e al" digitale.

Quale tipo di esperienza digitale deve essere proposta ai bambini? Con quali condizioni pedagogiche? Le principali organizzazioni internazionali sembrano concordare su una visione che superi il semplice accesso ai dispositivi per concentrarsi sulla qualità dell'interazione, contribuendo di fatto a identificare il digitale come educativo a pieno titolo solo nella misura in cui favorisca attività attive, creative e partecipative, come la costruzione, la programmazione, la narrazione e la risoluzione di problemi. Parallelamente, la ricerca sottolinea la necessità di prevenire gli effetti negativi legati a un uso passivo, prolungato o non mediato degli schermi, evidenziando come la presenza di adulti competenti, la progettazione intenzionale e l'integrazione con il gioco analogico costituiscano condizioni essenziali per garantire un'esperienza digitale equilibrata e di qualità nella prima infanzia.

1.1 Educazione e digitale: cornice extraeuropea

Nonostante il focus rivolto principalmente all'IA generativa, il framework "*Guidance for generative AI in education and research*", rilasciato da Unesco nel 2023, si dimostra a parere della scrivente particolarmente interessante e utile, grazie alla portata ampia e trasversale che ne caratterizza alcuni concetti, per la costruzione di un quadro teorico adeguato, in generale, a una visione umanistica, critica e pedagogicamente fondata dell'uso educativo del digitale nell'infanzia. Alla base del documento è posto infatti un approccio all'educazione che promuove "human agency, inclusion, equity, gender equality, and cultural and linguistic

diversity, as well as plural opinions and expressions” (Unesco, 2023, p. 7) ed è sottolineata nel documento la finalità chiave di supportare l’idea che “human capacity and collective action, and not technology, is the determining factor in effective solutions to fundamental challenges faced by societies” (Unesco, 2023, p. 7). In particolare, l’approccio *human centered* sollecitato per l’AI (e, per estensione, più in generale, per le tecnologie basate sul digitale), è definito come “al servizio dello sviluppo delle capacità umane per un futuro inclusivo, giusto e sostenibile” (Unesco, 2023, p. 21) e tale da dover essere “guidato dai principi relativi ai diritti umani e dalla necessità di proteggere la dignità umana e la diversità culturale” (Unesco, 2023, p. 21). All’interno del documento viene più volte richiamato il concetto di *human agency* come idea chiave di riferimento sicuramente estendibile, con i dovuti accorgimenti, all’intero ecosistema dei possibili utilizzi del digitale in educazione, e in particolare all’uso spesso passivo dello stesso che tante volte, e per diversi motivi, si finisce a scuola con l’incoraggiare, favorendo la perdita di intenzionalità e autonomia nonché, più in generale, della capacità di incidere sul mondo e sui propri processi individuali e comunitari. Del resto, come affermato dalla stessa Unesco in una pubblicazione di poco precedente — “*Reimagining our futures together*”—, “la tecnologia ha una lunga storia di sovvertimento dei nostri diritti e di limitazione o addirittura diminuzione delle nostre capacità” (Unesco, 2021, p. 34), e “numeri senza narrazioni, connettività senza inclusione culturale, informazioni senza emancipazione e tecnologia digitale nell’educazione senza scopi chiari non sono auspicabili” (Unesco, 2021, p. 37).

All’interno della prospettiva umanistica avvalorata dai documenti Unesco, è l’OECD a contribuire, con numerose pubblicazioni (*Learning Compass 2030* e *Skills Outlook 2025* solo per citare le principali) a una migliore individuazione degli obiettivi migliori per l’educazione al digitale e attraverso di esso: preso atto che, come sostenuto nei documenti Unesco “it is noteworthy that digital competences are just partly about having the skills to use digital devices or find digital resources” (Unesco, 2021, p. 39), l’Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico ci aiuta infatti alla definizione di alcuni traguardi da raggiungere, partendo dalla premessa che “What it means to be literate and numerate in 2030 and beyond will continue to evolve. Given the expansion of digitalisation and big data into all areas of life already, all children need to be digital and data literate” (OECD, 2019, p. 2).

Rispetto al *Learning Compass 2030*, i *core foundations*, che costituiscono parte importante del documento, vengono definiti come “condizioni fondamentali, valori, atteggiamenti, conoscenze e abilità indispensabili a fornire una base...per lo sviluppo della student agency e delle competenze trasformative, necessarie perché tutti gli studenti possano realizzare il proprio potenziale di diventare contributori responsabili e membri sani della società” (OECD, 2019, p. 2).

L’alfabetizzazione digitale è vista, nel testo, come basata sulle medesime abilità fondamentali dell’alfabetizzazione tradizionale, ma “applicate in contesti digitali e avvalentesi di nuovi strumenti e competenze” (OECD, 2019, p. 5), sottolineando la necessità, con l’esplosione dei dati e l’avvento dei Big Data, che tutti i bambini siano equipaggiati, in particolare, di competenze rispetto alla data literacy — l’abilità di “derivare informazioni significative dai dati, leggendoli, lavorando con essi, analizzandoli e mettendoli in discussione, comprendendone il significato” (OECD, 2019, p. 5) e traendo da essi conclusioni corrette — e alla media literacy — l’abilità di “derivare significato da – e valutare la credibilità di – molteplici fonti media attraverso il pensiero critico” (OECD, 2019, p. 5). Il pensiero computazionale viene invece richiamato, insieme al problem solving creativo e adattivo e al pensiero creativo, nella categorizzazione delle 21st century skills proposta nel documento *OECD Skills Outlook 2025* (aggiornamento della versione originaria, risalente al 2023).

In generale, al di là delle singole definizioni, si ritiene comunque importante far riferimento all’emergere, a livello mondiale, di un approccio maggiormente olistico, attivo ed empowering rispetto all’alfabetizzazione digitale dei bambini: “recent definitions show a shift from an instrumental view of digital literacy ... towards a more comprehensive understanding of what it should mean to be digitally literate today” (Unicef, 2019, p. 12), nonché alla valorizzazione della partecipazione attiva dei medesimi: “if children are to participate fully in the digital age, greater efforts will be needed to ensure that they become the content creators and engaged actors that many hope for. It is particularly crucial that efforts to keep them safe from risks do not, however unintentionally, also serve to constrain their opportunities” (Unicef, 2019, p. 13).

Significativo, infine, il riferimento alla rilevanza del contesto rispetto all’apprendimento delle competenze digitali. Viene ribadita infatti l’importanza dell’ambiente familiare:

“Parental expectations of the role of ICTs in their children’s future, discourses of the opportunities and risks of the internet, and the everyday practices of media engagement all shape the ways in which children are socialized into using digital media at home...the role of parents and families as digital mediators varies depending on the local context, with a strong divide between developed and developing countries, and suggest that greater investments should be made by governments and other stakeholders to aid parents so that they can enable their children to learn and grow in the digital age” (Unicef, 2019, p. 14).

La medesima importanza viene attribuita alla scuola:

“Schools play a role in the acquisition of digital competencies including creativity when integrating digital technology as an active learning tool...Schools as well as community learning centres are key to raise awareness, build critical thinking and resilience, and to influence families’ supportive technology mediation strategies” (Unicef, 2019, p. 14).

Particolarmente interessante, rispetto all’utilizzo creativo e costruttivo del digitale, oggetto del presente progetto di ricerca, è la presenza nel *Learning Compass 2030* di un’area relativa alle competenze trasformative, la prima delle quali è riferita alla creazione di nuovo valore:

“Creating new value means innovating to shape better lives, such as creating new jobs, businesses and services, and developing new knowledge, insights, ideas, techniques, strategies and solutions, and applying them to problems both old and new. When learners create new value, they question the status quo, collaborate with others and try to think “outside the box” (OECD, 2019, p. 2).

“When students create new value, they ask questions, collaborate with others and try to think “outside the box” in order to find innovative solutions. This blends a sense of purpose with critical thinking and creativity. In doing so, they can become more prepared and resilient when confronted with uncertainty and change, and can develop a greater sense of purpose and self-worth” (OECD, 2019, p. 2).

“In order to create new value, students need to have a sense of purpose, curiosity and an open mindset towards new ideas, perspectives and experiences. Creating new value requires critical thinking and creativity in finding different approaches to solving problems, and collaboration with others to find solutions to complex problems. In evaluating whether their solutions work or not, students may need agility in trying out new ideas and may need to be able to manage risks associated with these new ideas. Students also need adaptability as they change their approaches based on new and emerging insights and findings” (OECD, 2019, p. 2).

Viene inoltre posto l’accento su “approcci pedagogici in grado di offrire agli studenti l’opportunità di applicare quanto appreso agli scenari della vita, che aiutino gli studenti a sviluppare nuovi modi di pensare, idee e insights” (OECD, 2019, p. 5).

1.2 Educazione e digitale: cornice europea

All’interno del panorama mondiale, l’Europa appare in questa fase particolarmente attiva: si è concluso da poco, ad esempio, l’*European Year of Digital Citizenship Education*, indetto per il 2025 dal Consiglio d’Europa. Fra i concetti identificati come base teorica per l’iniziativa, è possibile individuarne alcuni particolarmente significativi per il progetto di ricerca in oggetto (Figura 1), e a questo proposito si ritiene importante segnalare, fra gli altri, gli aspetti *“Learning and creativity”* (sviluppare competenze per l’espressione creativa e innovativa), *“Active participation”* (assumere un ruolo attivo e prendere decisioni responsabili per dar forma all’ambiente digitale) e *“Consumer awareness”* (navigare in modo responsabile ed etico negli spazi online, come consumatori, fruitori e imprenditori). L’utilizzo del coding alla scuola dell’Infanzia, infatti, oltre a consentire l’espressione personale e la creazione attraverso il digitale, predispone a un rapporto attivo e critico con i dispositivi e può educare, nel tempo, alla comprensione di ciò che sta “dall’altro lato” dei prodotti digitali per il consumo (scelte, strategie e codici alla base di software, app, videogiochi ecc).

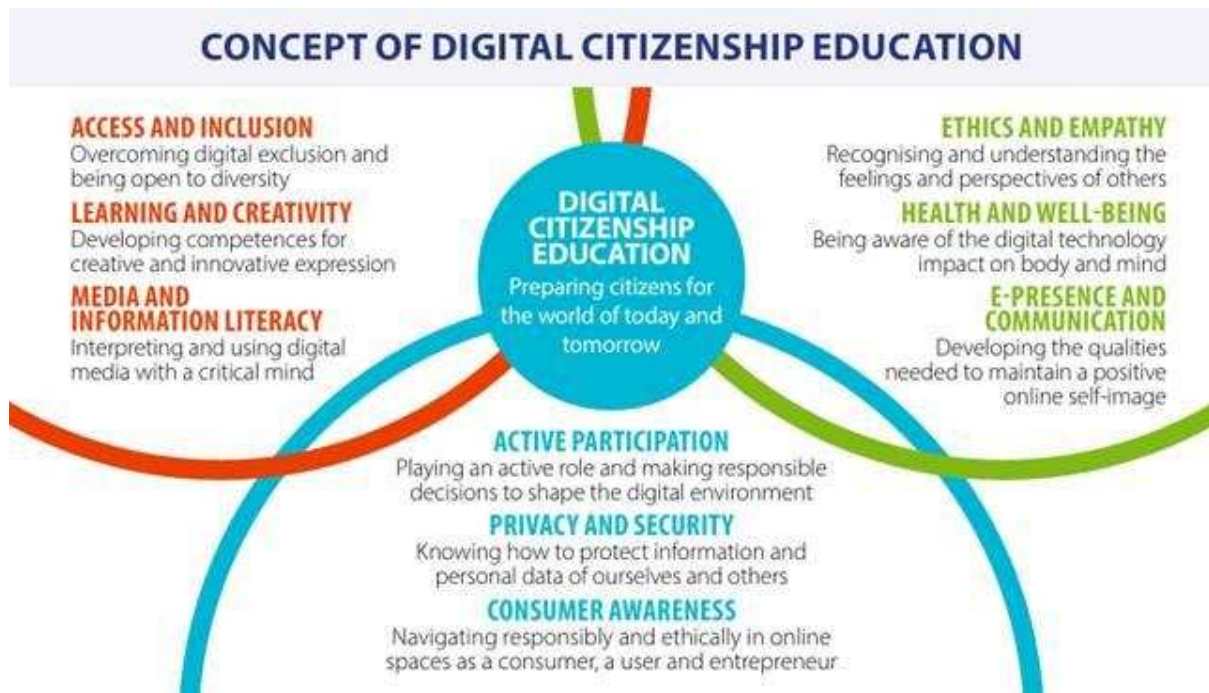


Fig. 1 – Concetti base Digital Citizenship education

Tra le numerose fonti a cui riferirsi per documentare la pervasività e l'importanza a livello europeo del binomio educazione/digitale, un posto di particolare rilievo va riservato, in generale, ai documenti programmatici, a partire dal secondo DEAP – *“Digital Education Action Plan 2020-2027 – Resetting education and training for the digital era”*, tuttora in vigore, nella introduzione al quale si delineano sinteticamente sia le conseguenze di quella che è stata definita la quarta rivoluzione industriale, rispetto a vari aspetti del lavoro e della vita quotidiana, sia le sue connessioni con il raggiungimento di importanti obiettivi europei quali quelli dell'European Green Deal sia, infine, il suo impatto sull'educazione e le possibilità che essa offre:

“Digital technology, when deployed skilfully, equitably and effectively by educators, can fully support the agenda of high quality and inclusive education and training for all learners. It can facilitate more personalized, flexible and student-centered learning, at all phases and stages of education and training. Technology can be a powerful and engaging tool for collaborative and creative learning. It can help learners and educators access, create and share digital content. It can also allow learning to take place beyond the walls of the lecture hall, classroom or workplace, providing more freedom from the constraints of

physical location and timetable. Learning can happen in a fully online or a blended mode, at a time, place and pace suited to the needs of the individual learner” (European Commission, 2020, p. 2)

Il documento individua in particolare due priorità strategiche, verso le quali indirizzare politiche ed azioni ad ampio raggio: da un lato lo sviluppo delle tecnologie digitali (app, piattaforme, software) al servizio dell’educazione; dall’altro la necessità di “equipaggiare tutti gli studenti con competenze digitali (conoscenze, abilità e atteggiamenti)”¹ che consentano di apprendere e prosperare in un mondo sempre più mediato dalle tecnologie digitali.

Tale priorità è stata concretizzata in modo più preciso in uno degli obiettivi a breve termine della *European Skills Agenda*, quello di assicurare che almeno il 70% della popolazione europea tra i 16 e i 74 anni acquisisse le competenze digitali di base entro il 2025.

Rispetto allo sviluppo delle competenze degli studenti, oggetto della seconda priorità, l’ultimo rapporto Eurydice *“L’educazione digitale a scuola in Europa”* sottolinea un ulteriore aspetto: “come la ricerca ha dimostrato da tempo, crescere nell’era digitale non rende i ‘nativi digitali’ (Prensky, 2001) automaticamente competenti e consapevoli nei confronti delle tecnologie digitali (European Commission, 2019, p. 19)”.

L’importanza delle competenze digitali viene sottolineata in più documenti, ad esempio all’interno dell’*“Action Plan on basic skills”*, anch’esso promosso dalla Commissione Europea:

“Digital skills are crucial in modern society and everyday life. They are also instrumental in developing more advanced STEM skills, which are crucial for competitiveness, while media literacy is key for active and informed citizenship. There is a growing need for skills in areas such as cybersecurity awareness, artificial intelligence, machine learning and big data. In addition, remote working and learning have raised expectations for proficiency in digital collaboration tools, including effective and safe communication online.” (European Commission, 2025, p. 11).

1 Home page del sito DEAP

Anche la “*Raccomandazione sui fattori abilitanti chiave per l’educazione per una educazione e formazione digitale di successo*”, pubblicata dal Consiglio d’Europa il 23 novembre 2023, ribadisce la necessità, evidenziatasi ampiamente già durante la crisi legata alla pandemia Covid19, di migliorare “the digital readiness of education and training systems in terms of resilience, justice, equality, quality, inclusiveness, accessibility, and security. Rapidly advancing technological change calls for a people-centred digital transformation and education and training systems which are fit for the digital age” (Council of the European Union, 2023, p. 1).

Infine, viene previsto all’interno del “*Digital Decade Policy Programme*” istituito dalla Commissione Europea l’obiettivo di raggiungere, entro il 2030, una percentuale pari all’80% di cittadini europei in grado di utilizzare la tecnologia digitale per i compiti connessi alla vita quotidiana.

1.2.1 DigComp e DigCompEdu

Rispetto alla definizione delle competenze digitali che ogni cittadino dovrebbe possedere per vivere, lavorare, comunicare e partecipare alla società in modo efficace e sicuro (in altre parole, le competenze per una cittadinanza digitale consapevole) ancora una volta è la Commissione Europea a venirci in aiuto, declinandole dettagliatamente nel *DigComp*, framework per le competenze digitali dei cittadini. Pubblicato per la prima volta nel 2013, via via aggiornato e arricchito, anche con versioni specifiche per alcune categorie di utenti (per l’ambito oggetto della ricerca ricordiamo in particolare il *DigCompEdu*, quadro di riferimento specifico per gli educatori, e il *DigCompOrg*, per gli enti deputati all’istruzione); nelle sue ultime versioni (in particolare *DigComp 2.1*, *2.2*, rilasciato nel 2022, e *3.0*, rilasciato nel 2025) esso classifica le 21 digital skills ritenute indispensabili in 5 diverse aree (Figura 2):



Fig. 2 - Aree e competenze DigComp

Per ciascuna area vengono previsti dal *DigComp 2.1* otto possibili livelli di competenza, che spaziano da un livello base a un livello altamente specializzato in base alla complessità del compito, all'autonomia richiesta e al dominio cognitivo coinvolto, come esplicitato nell'infografica in Figura 3.

Le versioni successive, pur non modificando la struttura originaria, hanno arricchito il framework sia con nuove esemplificazioni, maggiormente aderenti all'evoluzione delle tecnologie e del loro utilizzo (versione 2.2) sia attraverso l'integrazione sistematica dell'intelligenza artificiale, come tecnologia trasversale, in tutte le aree di competenza, l'aggiornamento di livelli e learning outcomes, l'allineamento ai nuovi documenti europei e il rafforzamento di alcune dimensioni (maggiore attenzione alla dimensione etica e ai valori umani) e competenze, relativamente in particolare a cybersecurity, diritti digitali, responsabilità e scelte, benessere digitale, gestione di informazione/disinformazione (Figura 4).




 <p>OBJECTIVES</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incorporate recent and emerging digital technological trends and their implications for digital competence, while maintaining overall framework structure and technology neutrality. 2. Develop learning outcomes and other appropriate enhancements to support clarity and operational alignment in how DigComp is applied.
 <p>CHANGES AND DEVELOPMENTS</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Updates to the wording of the five competence areas and 21 competences to reflect current technological trends. – A new general description of proficiency levels (Basic, Intermediate, Advanced and Highly advanced) which are 'mappable' to the previous version, and new and revised competence statements for each proficiency level and competence. – Development of learning outcomes, for clearer interpretation and implementation. – A systematic, transversal integration of AI competence into the framework which builds on DigComp 2.2, as well as incorporating recent developments in relation to AI.
 <p>RESOURCES FOR IMPLEMENTATION</p>	<ul style="list-style-type: none"> – A detailed Glossary around 120 key terms in this document. – Clear and user-friendly information on DigComp 3.0 on the JRC-DigComp web space. – Also on the JRC-DigComp web space, versions of DigComp 3.0 in spreadsheet and linked open data (JSON) formats.

Fig. 4 - Novità introdotte dal DigComp 3.0

La nuova versione 3.0 riprende la definizione originaria della competenza digitale, declinata come

“the confident, critical and responsible use of, and engagement with, digital technologies for learning, at work, and for participation in society. It includes information and data literacy, communication and collaboration, media literacy, digital content creation (including programming), safety (including digital well-being and competences related to cybersecurity), intellectual property related questions, problem solving and critical thinking” (Kluzer et al., 2024, p. 16).

Il pensiero computazionale è definito invece come “to understand and implement steps to analyse a problem, recognise sub-problems, and plan and develop a sequence of instructions for a computing system to solve a given problem or to perform a specific task” (Kluzer et al, 2024, p. 16) ed è riconosciuta come competenza trasversale rilevante per tutte le altre, benché sia stata inserita nel framework separatamente, come quarto punto dell’area 3 “Creazione di contenuti”, al fine di mantenere coerenza strutturale rispetto alle precedenti versioni. I livelli previsti per il pensiero computazionale sono illustrati dettagliatamente nella Figura 5.

At Basic level, with guidance as needed, individuals	<p>CS3.4.01: Recognise the role of programming in society, and common uses of computer programs and applications.</p> <p>CS3.4.02: Recognise computational thinking as a human activity which involves the identification of steps that can be performed by a computer to solve a problem or task.</p> <p>CS3.4.03: Recognise what AI is in general terms, making a basic distinction between what is and what is not an AI system. [AI-E]</p> <p>CS3.4.04: Represent simple sequences symbolically, interpret simple symbolic sequences, and give basic instructions to a computer to perform simple tasks. [AI-I]</p>
At Intermediate level, individuals	<p>CS3.4.05: Acknowledge the relevance of computational thinking, algorithmic representation and programming to everyday contexts. [AI-I]</p> <p>CS3.4.06: Distinguish between a computational model of reality and reality itself. [AI-I]</p> <p>CS3.4.07: Define differences between a computable problem and a non-computable problem, and general steps in computational thinking.</p> <p>CS3.4.08: Define foundational programming concepts and recognise that there are a variety of programming languages, each with a range of potential uses. [AI-I]</p> <p>CS3.4.09: Recognise that machine learning is a type of programming used in AI that enables algorithms to learn from data and make predictions. [AI-E]</p> <p>CS3.4.10: Recognise that there are steps that should be followed to develop, validate and deploy a computer program or an AI system. [AI-E]</p> <p>CS3.4.11: Translate basic information into logical operations, develop basic programs with control structures, and create visual representations to illustrate basic algorithms. [AI-I]</p>
At Advanced level, individuals	<p>CS3.4.12: Acknowledge the importance of human oversight and human-centric approaches in the development and deployment of computer programs and AI systems. [AI-E]</p> <p>CS3.4.13: Describe the main steps in developing, validating and deploying a computer program or an AI system. [AI-E]</p> <p>CS3.4.14: Describe examples of the application of computational thinking and programming in robotics. [AI-I]</p> <p>CS3.4.15: Distinguish between main types of machine learning. [AI-E]</p> <p>CS3.4.16: Assess ethical and practical aspects of the development and deployment of computer programs and AI systems. [AI-E]</p> <p>CS3.4.17: Identify and (partially or fully) automate routine tasks with programming tools or AI systems. [AI-E]</p> <p>CS3.4.18: Apply programming tools or AI systems to complex computational thinking tasks. [AI-E]</p>
At Highly Advanced level, individuals	<p>CS3.4.19: Promote and support ethical programming and/or AI system development practices. [AI-E]</p> <p>CS3.4.20: Stay informed about current developments in programming techniques and related applications of AI systems, such as robotics. [AI-E]</p> <p>CS3.4.21: Lead or contribute to complex projects focused on applications of computational thinking, programming or AI systems, including developing, validating and deploying computer programs or AI systems. [AI-E]</p> <p>CS3.4.22: Assist others to develop basic programming capabilities and/or capabilities in the application of AI systems to computational thinking tasks. [AI-E]</p>

Fig. 5 - Livelli del pensiero computazionale

Altrettanto interessante, in quanto rivolto specificamente al mondo dell’educazione, è il framework delle competenze degli educatori (*DigCompEdu*). Basato sul lavoro condotto nel 2017 dal JCR (Joint Research Centre) della Commissione Europea, esso persegue l’obiettivo di fornire, a docenti e formatori degli stati membri, un quadro comune di riferimento con il

quale confrontarsi sia per riflettere sul proprio livello di abilità e competenza, sia per progettare efficacemente il proprio percorso di miglioramento, anche con la guida e il supporto di *Selfie4teachers*, il questionario di autovalutazione appositamente predisposto nell'ambito delle iniziative europee.

Il framework individua 6 aree di competenza (raggruppate in 3 macroaree, relative alle competenze professionali e didattiche del docente/formatore e alle competenze dello studente), per un totale di 22 indicatori, distribuiti secondo il modello in Figura 6.

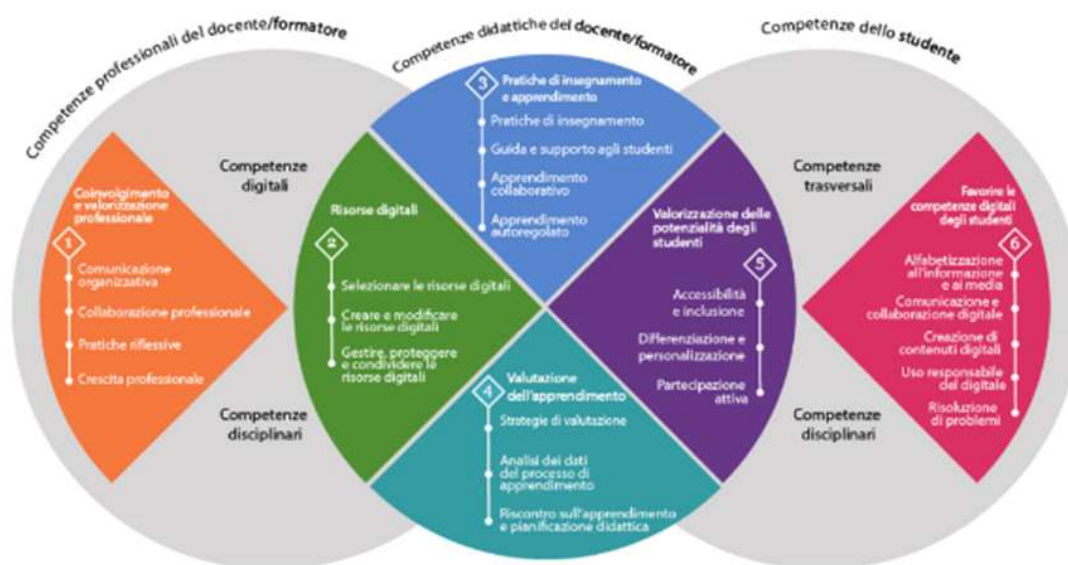


Fig. 6 - Le competenze nel DigCompEdu

1.3 La situazione in Italia

Rispetto alla situazione italiana, permane fondamentale l'emanazione da parte del Miur nel 2016, conformemente a quanto previsto dalla legge 107/2015 *La buona scuola*, del *Piano Nazionale Scuola Digitale (PNSD)*: un documento con funzione di indirizzo avente lo scopo di sostenere l'introduzione delle tecnologie digitali nella scuola, attraverso 35 azioni specifiche, coordinate in una pianificazione di ampio respiro e volte ad attivare una molteplicità di risorse e soggetti differenti in funzione dei medesimi obiettivi.

Le diverse azioni, declinate in 3 differenti ambiti di lavoro (strumenti, competenze e contenuti, formazione e accompagnamento) hanno spaziato dall'istituzione di un

Osservatorio Permanente per la scuola digitale al supporto per la realizzazione di ambienti di apprendimento innovativi e l'adeguamento degli spazi in funzione della didattica digitale integrata; dalla digitalizzazione (registro elettronico, *Single Sign On*, dematerializzazione e creazione di profili digitali univoci per studenti e insegnanti) al curricolo (introduzione del pensiero computazionale alla scuola primaria, revisione del curricolo di tecnologia per la scuola secondaria di primo grado, elaborazione di un framework per le competenze digitali degli studenti e costituzione di una Research Unit per la riflessione sulle competenze del ventunesimo secolo); da aspetti maggiormente legati a dispositivi e contenuti (linee guida per il *BYOD*, risorse *OER*) al rapporto fra digitale, imprenditorialità e lavoro; dall'istituzione in ogni scuola della figura dell'Animatore Digitale alla diffusione di buone pratiche, includendo iniziative specifiche per il cablaggio, il miglioramento della connettività e per la formazione e l'assistenza tecnica nelle scuole.

Di particolare interesse rispetto alla sperimentazione del coding e del digitale in modalità creativa, si rivelano le azioni #7 - *didattica laboratoriale* e #17 - *introduzione del coding nella scuola primaria*, non direttamente collegabili però al progetto di sperimentazione alla base della tesi.

Le azioni previste dal *PNSD* (benché alcune di esse al momento ancora incompiute) sono state integrate, negli ultimi anni, con iniziative e azioni finanziate inizialmente con fondi *PON*, successivamente con fondi *PNRR* (la scadenza per l'utilizzo dei quali è attualmente fissata per il 2026). Questi ultimi, in particolare, per la parte di competenza del Ministero dell'Istruzione, hanno previsto 6 riforme e 11 diverse linee di investimento. Tra esse ricordiamo in particolare il *Piano Scuola 4.0*, introdotto con il D.M. 161 del 16 giugno 2022, con l'obiettivo di accompagnare la scuola italiana nella transizione digitale attraverso un investimento di 2,1 miliardi di euro per "la trasformazione delle classi tradizionali in ambienti innovativi di apprendimento e la creazione di laboratori per le professioni digitali del futuro e, al tempo stesso [...] promuovere un ampio programma di formazione alla transizione digitale di tutto il personale scolastico"². Particolarmente significativi per l'ordine di scuola in oggetto l'avviso *PON FESR 38007 "Ambienti didattici innovativi per la scuola dell'Infanzia"*, grazie al quale numerose scuole, tra le quali quelle direttamente coinvolte nel presente progetto, hanno

ottenuto arredi e kit per la robotica e il coding, nonché il recentissimo *“Arredi didattici innovativi per asili nido e scuole dell’infanzia”*, prot. 22871 del 3 febbraio 2026, la partecipazione al quale è però consentita solo alle istituzioni scolastiche situate sul territorio di alcune regioni.

1.3.1 L’evoluzione delle Indicazioni Nazionali

Il pensiero computazionale viene introdotto ufficialmente nei documenti programmatici italiani a partire dal 2018, tramite la Nota ministeriale n° 3645. Nel paragrafo ad esso dedicato si legge:

“Lingua e matematica, apparentate, sono alla base del pensiero computazionale, altro aspetto di apprendimento che le recenti normative, la legge 107/2015 e il decreto legislativo n. 62/2017, chiedono di sviluppare. Attività legate al pensiero computazionale sono previste nei Traguardi delle Indicazioni in particolare nell’ambito della Tecnologia, tuttavia se ne possono prevedere in ogni ambito del sapere. Per pensiero computazionale si intende un processo mentale che consente di risolvere problemi di varia natura seguendo metodi e strumenti specifici pianificando una strategia. È un processo logico creativo che, più o meno consapevolmente, viene messo in atto nella vita quotidiana per affrontare e risolvere problemi. L’educazione ad agire consapevolmente tale strategia consente di apprendere ad affrontare le situazioni in modo analitico, scomponendole nei vari aspetti che le caratterizzano e pianificando per ognuno le soluzioni più idonee” (MIUR, 2018, p. 13).

Viene riconosciuta l’indispensabilità del pensiero computazionale nella programmazione “dei computer, dei robot, ecc. che hanno bisogno di istruzioni precise e strutturate per svolgere i compiti richiesti” (MIUR, 2018, p. 13), ma viene rilevata anche la possibilità, a livello scolastico, di “proficuamente mettere a punto attività legate al pensiero computazionale anche senza le macchine” (MIUR, 2018, p. 13). A livello pratico

“ogni situazione che presupponga una procedura da costruire, un problema da risolvere attraverso una sequenza di operazioni, una rete di connessioni da

stabilire (es. un ipertesto), si collocano in tale ambito, a patto che le procedure e gli algoritmi siano accompagnati da riflessione, ricostruzione metacognitiva, esplicitazione e giustificazione delle scelte operate. Sostanzialmente, si tratta di un'educazione al pensiero logico e analitico diretto alla soluzione di problemi. Impiegandolo in contesti di gioco educativo (es. la robotica), dispiega al meglio le proprie potenzialità, perché l'alunno ne constata immediatamente le molteplici e concrete applicazioni. Ciò contribuisce alla costruzione delle competenze matematiche, scientifiche e tecnologiche, ma anche allo spirito di iniziativa, nonché all'affinamento delle competenze linguistiche” (MIUR, 2018, p. 13).

Gli scopi dell'introduzione del pensiero computazionale a scuola vengono così identificati:

“nei contesti attuali, in cui la tecnologia dell'informazione è così pervasiva, la padronanza del coding e del pensiero computazionale possono aiutare le persone a governare le macchine e a comprenderne meglio il funzionamento, senza esserne invece dominati e asserviti in modo acritico. Questi aspetti ed altri connessi allo sviluppo tecnologico, sono considerati dalle Indicazioni 2012 nel paragrafo dedicato alla Tecnologia: “Quando possibile, gli alunni potranno essere introdotti ad alcuni linguaggi di programmazione particolarmente semplici e versatili che si prestano a sviluppare il gusto per l'ideazione e la realizzazione di progetti (siti web interattivi, esercizi, giochi, programmi di utilità) e per la comprensione del rapporto che c'è tra codice sorgente e risultato visibile” (MIUR, 2018, p. 13).

Le *Nuove Indicazioni per il primo ciclo*, in vigore dall'11 febbraio 2026, sembrano rappresentare un significativo cambio di rotta rispetto sia al digitale sia, in particolare, al pensiero computazionale.

Nella sezione dedicata alla scuola dell'Infanzia, le tecnologie digitali vengono nominate in quattro campi su cinque, sempre in relazione a concetti negativi quali *impedimento, ostacolo, iperstimolazione, uso smodato* ecc.

Nel dettaglio:

- *“l'isolamento e un uso dei dispositivi digitali possono impedire ai bambini di vivere l'esperienza di una buona ed autentica relazione con sé e con gli altri,*

fondata sulla capacità di esprimere in maniera corretta e completa i propri stati d'animo e di percepire la diversità come una ricchezza, e non come un ostacolo (Il sé e l'altro - MIM, 2025, p. 27).

- *“Una vita sempre più sedentaria e l'uso spesso incontrollato, fin dalla tenera età, di dispositivi digitali rappresentano un ostacolo a imparare a conoscere e ad esplorare il proprio ambiente di vita attraverso una molteplicità di esperienze, in grado di contribuire allo sviluppo di una maggiore consapevolezza dei fattori volti a garantire il benessere psico-fisico e la costruzione di una reale immagine di sé e del proprio corpo (Il corpo e il movimento - MIM, 2025, p. 28).*
- *“Scarse esperienze di fruizione artistica, musicale ed estetica, unitamente all'iperstimolazione provocata da un uso smodato ed eccessivo dei dispositivi digitali, possono comportare nei bambini serie difficoltà nello sviluppo di adeguate competenze di percezione e di discriminazione sensoriale, di osservazione e di ascolto, oltre che indebolire la capacità di concentrazione, di finalizzazione dei propri gesti e di riflessione sulle proprie e altrui azioni nella realtà in cui ci si muove, si gioca, si apprende (Immagini, suoni, colori - MIM, 2025, p. 29).*
- *“Un uso smodato dei dispositivi digitali, unitamente alle scarse occasioni di esplorazione dell'ambiente naturale e sociale offerte dalla vita quotidiana, possono privare i bambini dell'acquisizione di una conoscenza unitaria, completa ed autentica del mondo reale (Conoscenza del mondo - MIM, 2025, p. 32).*

Accenti maggiormente positivi si ritrovano invece nel paragrafo dedicato al gioco, nel quale vengono dettagliate le modalità di approccio concretamente suggerite per l'utilizzo:

“L'incontro ludico con l'universo digitale avverrà con la mediazione didattica dell'insegnante, usufruendo per esempio di periferiche che portino le immagini artificiali nell'ambiente fisico della scuola, come nel caso di spazi “augmentati” che offrono ai bambini esperienze per imparare ad ascoltare, a parlare, a scoprire nuove possibilità di immaginazione e pensiero, a proporre narrazioni anche in chiave drammatizzata, allo scopo di ampliare il proprio vissuto e incrementare le competenze personali” (MIM, 2025, p. 25).

Obiettivi e competenze sono inseriti nel campo *“Immagini, suoni, colori”*, insieme a una nuova sottolineatura della necessità della mediazione dell’adulto, figura determinante per un approccio positivo e quanto più possibile privo di rischi:

“risulta fondamentale imparare fin dalla scuola dell’infanzia a confrontarsi con i nuovi linguaggi della comunicazione, nel duplice ruolo di spettatore e di attore, per familiarizzare con la possibilità di espressioni multimediali rese possibili dagli strumenti informatici attraverso un contatto attivo e didatticamente mediato dall’insegnante, alla ricerca di nuove possibilità espressive e creative nel costante confronto con la realtà concreta”. (MIM, 2025, p. 30).

In particolare, le tecnologie digitali compaiono in due delle competenze attese per questo campo:

- *“sapersi avvalere dei principali linguaggi espressivi (musicale, artistico, grafico-pittorico, plastico, audiovisivo, drammatico, ecc.) in diversi ambiti e modalità, a seconda dei propri talenti e potenzialità, anche attraverso l’utilizzo, mediato dall’insegnante, delle nuove tecnologie”* (MIM, 2025, p. 30).
- *“Dimostrare originalità, curiosità e spirito di iniziativa nella produzione artistica, sperimentando materiali, strumenti e tecniche creative, anche impiegando – con la supervisione dell’insegnante – quelli messi a disposizione dalla tecnologia”* (MIM, 2025, p. 30).

L’approccio cauto e la grande attenzione alle potenziali criticità emergono in diversi punti dell’impianto, ma in particolare nel paragrafo *“Scuola che integra le tecnologie digitali con prudenza e senso critico”*, che invita la scuola a *“formare un pensiero complesso, capace di valutare attentamente le nuove tecnologie facendone cogliere presupposti ed orientandone l’uso alla luce di chiari principi etici e pedagogici”* (MIM, 2025, p. 9), e ribadisce nel dettaglio i possibili rischi:

“un uso non appropriato favorisce sovraccarico cognitivo e deconcentrazione. Per non parlare dei rischi connessi alla rete (cyberbullismo, adescamento, phishing, fake news) e dei possibili danni neurologici e psichici che l’abuso degli strumenti digitali potrebbe comportare (dipendenze, caduta dell’attenzione, nuove forme di ansia e di depressione)” (MIM, 2025, p. 9).

Viene raccomandato che, perché le tecnologie possano conseguire il loro pieno potenziale, esse siano integrate «in un contesto in cui le dimensioni umane e sociali dell'apprendimento siano rafforzate e non sostituite, e in cui prevalga una mediazione chiaramente orchestrata dalla persona dell'insegnante» (MIM, 2025, p. 9), sottolineando l'importanza di un ambiente relazionale in grado di salvaguardare la libertà, la coscienza e lo sviluppo integrale della persona.

Si fa inoltre riferimento, nel paragrafo, alla differenza fra la *competenza digitale* inserita nelle Raccomandazioni europee per lo sviluppo della cittadinanza – intesa come uso efficace e sicuro di dispositivi, “la cui maturazione permette di orientarsi nell'universo digitale con autonomia, responsabilità, consapevolezza” (MIM, 2025, p. 9) – e le *competenze informatiche*, riferite “alla comprensione di come i dati – rappresentati digitalmente, cioè in forma numerico/simbolica – possano essere elaborati in maniera automatica, ad opera di «agenti» che eseguono meccanicamente procedimenti ideati da umani” (MIM, 2025, p. 9).

Il paragrafo si conclude ribadendo che “la scuola insegna che tecniche e tecnologie hanno un ruolo primario nella storia dell'uomo ma che hanno anche costi rilevanti mano a mano che si fanno più potenti. E che potrebbero arrivare a governare l'uomo e la sua coscienza. La scuola, le sue relazioni, i suoi saperi costituiscono il miglior antidoto contro tale rischio, presidiando il bene fondamentale della libertà” (MIM, 2025, p. 9).

Rispetto all'Intelligenza artificiale, secondo il documento di confronto predisposto dalla Federazione delle Opere Educative (FOE), Nuove Indicazioni e materiali preparatori propongono una “strategia abilitante sull'IA che non sia una semplice assistenza tecnica alla didattica, ma un'integrazione critica, consapevole e orientata alla trasformazione, guidata dalla competenza esperta degli insegnanti” (FOE, 2025, p. 7).

All'interno delle Nuove Indicazioni, il pensiero computazionale non viene citato, così come l'utilizzo del coding, e l'uso del digitale in funzione *costruttiva* per la produzione di risorse appare limitato ad alcuni obiettivi generali, riferiti rispettivamente all'ultimo anno della scuola Primaria e della scuola Secondaria di 1° grado:

- “*collaborare per produrre semplici contenuti digitali: utilizzare strumenti digitali di base (es. editor di testo, programmi di presentazione semplici) per produrre e*

condividere contenuti digitali utili per lavori di gruppo, imparando a collaborare online” (MIM, 2025, p. 17)

- *“Produrre e rielaborare contenuti digitali in modo creativo e responsabile: creare e rielaborare contenuti digitali (testi, immagini, audio, video) utilizzando diversi strumenti e formati, rispettando il diritto d'autore e le norme di utilizzo responsabile” (MIM, 2025, p. 17),*

Nell'ambito dei documenti di riferimento italiani per l'educazione al digitale, è importante menzionare infine le *Linee guida per l'insegnamento dell'educazione civica*, che introducono come terza area fondamentale rispetto alla tematica la *“Cittadinanza digitale”*, cioè “la capacità di un individuo di interagire consapevolmente e responsabilmente con gli sviluppi tecnologici in campo digitale” (MIM, 2024, p. 5). Nell'area specificamente dedicata alla scuola dell'infanzia, esse promuovono come competenza di cittadinanza da raggiungere al termine della scuola dell'infanzia la seguente: “sa che da un utilizzo improprio dei dispositivi digitali possono derivare rischi e pericoli e che, in caso di necessità, deve rivolgersi ai genitori o agli insegnanti” (MIM, 2024, p. 9).

1.4 L'altro lato del digitale: coding e pensiero computazionale

“Program or be programmed”

La celebre affermazione di Douglas Rushkoff — titolo dell'omonimo saggio (Rushkoff, 2010) — sintetizza in forma provocatoria una dinamica centrale della cultura digitale contemporanea: nella società mediata dagli algoritmi, chi non possiede almeno una comprensione di base dei meccanismi computazionali rischia di subire passivamente logiche e decisioni incorporate nei sistemi tecnologici.

Questa prospettiva può integrarsi in modo naturale con la posizione di Jeannette Wing, secondo la quale il pensiero computazionale rappresenta “a fundamental skill for everyone, not just for computer scientists” (Wing, 2006, p. 33). Entrambi gli autori, pur da angolature diverse, convergono su un punto essenziale: la competenza computazionale non costituisce più un sapere specialistico, ma una forma di alfabetizzazione necessaria per partecipare attivamente alla vita sociale, culturale e cognitiva del XXI secolo.

Mentre Wing caratterizza il pensiero computazionale come un modo di pensare, piuttosto che un insieme di abilità tecniche — evidenziandone quindi il valore cognitivo e trasversale — Rushkoff ne mette in luce l'urgenza sociale e critica, legata alla capacità di esercitare agency nel mondo digitale. In assenza di questa modalità di pensiero, infatti, si corre il rischio di diventare utenti passivi, “programmati” dalle logiche dei sistemi digitali.

Jeannette Wing, formatasi al MIT e docente alla Carnegie Mellon University prima e alla Columbia University oggi, fu la prima a introdurre il concetto di pensiero computazionale, nel 2006. La sua definizione — tuttora una delle più utilizzate nella ricerca scientifica — recita:

"Il pensiero computazionale è l'insieme dei processi mentali coinvolti nella formulazione dei problemi e delle relative soluzioni, in modo che le soluzioni siano rappresentate in una forma che possa essere efficacemente eseguita da un agente di elaborazione delle informazioni" (Wing, 2006, p. 33)

Dalla definizione emergono alcuni aspetti fondamentali:

- *processi mentali*: il pensiero computazionale è un modo di pensare, non un insieme di abilità tecniche.
- *Formulazione e soluzione di problemi*: il focus è sulla modellizzazione (scomposizione, selezione, astrazione, riconoscimento di pattern, organizzazione, formalizzazione ecc).
- *Rappresentazione*: attraverso icone, sequenze, blocchi, storie...
- *Agenti di elaborazione delle informazioni*: come robot, compagni, personaggi...

Il processo di *modellizzazione*, in particolare, è al cuore del pensiero computazionale, poiché permette di:

- passare dal mondo reale al mondo simbolico;
- rendere un problema “eseguibile”;
- costruire algoritmi;
- verificare e correggere (*debugging*) la soluzione.

Senza modellizzazione non esisterebbe pensiero computazionale: rimarrebbero solo intuizioni o tentativi casuali.

Il pensiero computazionale non coincide quindi con il saper programmare, ma con il saper strutturare il pensiero in modo da affrontare problemi complessi attraverso strategie chiare, verificabili e trasferibili. In questo senso, esso diventa una competenza trasversale, paragonabile alla lettura, alla scrittura o al pensiero logico-matematico, confermando così l'importanza della sua introduzione fin dalla prima infanzia.

A livello europeo, la definizione di Wing viene ripresa nel 2015 all'interno del report *"Computing our Future: Computer Programming and Coding – Priorities, School Curricula and Initiatives across Europe"*, pubblicato da European Schoolnet con l'obiettivo di mappare l'introduzione del coding e del pensiero computazionale nei sistemi educativi europei. Il documento fornisce alcune definizioni operative utili a distinguere concetti spesso confusi tra loro, come coding e pensiero computazionale:

"Computer programming is the process of developing and implementing various sets of instructions to enable a computer to perform a certain task, solve problems, and provide human inter-activity. These instructions (source codes which are written in a programming language) are considered computer programs and help the computer to operate smoothly. In this report the terms computer programming and coding are used interchangeably, and are in general referred to as coding. They refer to activities that enable children not only to know how to use specific programmes but to learn how to programme computers, tablets, or other electronic devices.

Computational thinking is typically associated with coding and computer programming, but is more than that, involving «solving problems, designing systems, and understanding human behaviour», according to the Carnegie Mellon University" (Balanskat & Engelhardt, 2015, p. 7)

Questo primo report è seguito, a distanza di un anno, dall'iniziativa *CompuThink*, un progetto europeo coordinato dal *Joint Research Centre (JRC)* della Commissione Europea, nato con l'obiettivo di definire, chiarire e supportare l'introduzione del pensiero computazionale nei sistemi educativi europei. Sotto la guida del JRC di Siviglia e con il contributo di studiosi di rilievo – tra cui anche ricercatori italiani come Bocconi, Bogliolo, Chiocciariello, Dettori e altri – il progetto ha portato alla pubblicazione di alcuni dei documenti più influenti sul tema, tra i

quali il report “*Developing computational thinking in compulsory education: Implications for policy and practice*”.

In esso, la definizione di Wing viene messa in dialogo con altre formulazioni presenti nella letteratura, tra le quali assume particolare rilievo la definizione di taglio operativo proposta dalla *Computer Science Teachers Association* e dalla *International Society for Technology in Education*, che identifica un insieme di pratiche considerate costitutive del pensiero computazionale:

- *formulare* problemi in modo da poter utilizzare strumenti computazionali per affrontarli;
- *organizzare e analizzare* i dati secondo una logica rigorosa;
- *rappresentare* i dati attraverso forme di astrazione, come modelli e simulazioni;
- *automatizzare* le soluzioni mediante il pensiero algoritmico, inteso come sequenza ordinata di passi;
- *identificare, analizzare e implementare* possibili soluzioni, selezionando la combinazione più efficiente ed efficace di passi e risorse;
- *generalizzare e trasferire* questo processo di risoluzione dei problemi a contesti diversi.

Questa declinazione, più operativa rispetto alla formulazione teorica di Wing, ha avuto un ruolo significativo nella diffusione del concetto in ambito educativo, poiché rende esplicite le componenti procedurali e cognitive che caratterizzano il *computational thinking*.

Il documento dettaglia infine, nel seguente modo, le abilità legate al pensiero computazionale (Figura 7):

CT Skill	Definition
Abstraction	Abstraction is the process of making an artefact more understandable through reducing the unnecessary detail. The skill in abstraction is in choosing the right detail to hide so that the problem becomes easier, without losing anything that is important. A key part of it is in choosing a good representation of a system. Different representations make different things easy to do (Csizmadia et al., 2015, p. 7).
Algorithmic thinking	Algorithmic thinking is a way of getting to a solution through a clear definition of the steps (Csizmadia et al., 2015, p. 7).
Automation	Automation is a labour saving process in which a computer is instructed to execute a set of repetitive tasks quickly and efficiently compared to the processing power of a human. In this light, computer programs are "automations of abstractions" (Lee, 2011, p. 33).
Decomposition	Decomposition is a way of thinking about artefacts in terms of their component parts. The parts can then be understood, solved, developed and evaluated separately. This makes complex problems easier to solve, novel situations better understood and large systems easier to design (Csizmadia et al., 2015, p. 8).
Debugging	Debugging is the systematic application of analysis and evaluation using skills such as testing, tracing, and logical thinking to predict and verify outcomes (Csizmadia et al., 2015, p. 9).
Generalization	Generalization is associated with identifying patterns, similarities and connections, and exploiting those features. It is a way of quickly solving new problems based on previous solutions to problems, and building on prior experience. Asking questions such as " <i>Is this similar to a problem I've already solved?</i> " and " <i>How is it different?</i> " are important here, as is the process of recognising patterns both in the data being used and the processes/strategies being used. Algorithms that solve some specific problems can be adapted to solve a whole class of similar problems (Csizmadia et al., 2015, p. 8).

Fig. 7 - Abilità del pensiero computazionale

1.5 L'altro lato del digitale: Seymour Papert

Le prospettive di Rushkoff, Wing e dei principali documenti europei mostrano come il pensiero computazionale sia oggi considerato una competenza fondamentale, intrecciata con processi di modellizzazione, astrazione e progettazione. Queste idee affondano le radici nel lavoro pionieristico di Seymour Papert, che ha inaugurato una visione dell'apprendimento in cui il pensiero computazionale è inseparabile dal fare, dal costruire e dal creare. È a partire dal suo paradigma costruzionista che si sviluppano gli approcci contemporanei — inclusi gli ambienti come ScratchJr, utilizzato in questa ricerca.

Considerato dall'allievo e collaboratore Mitch Resnick — inventore, con il proprio gruppo di ricerca al MIT, del linguaggio visuale a blocchi alla base di *Scratch* e di *ScratchJr* — come il "santo protettore" del movimento maker, fondato su pratiche e valori quali il costruire con le

mani, il dare forma alle idee e l'apprendimento attraverso il fare, Seymour Papert nacque il 29 febbraio 1928 a Pretoria. Dopo gli studi secondari conseguì la laurea in matematica nel 1949 presso l'Università del Witwatersrand. Trasferitosi a Cambridge, nel Regno Unito, ottenne il dottorato in matematica nel 1959 ed entrò in contatto con figure di spicco della logica matematica e dell'epistemologia, maturando un interesse crescente per i processi cognitivi e per il modo in cui le persone — e in particolare i bambini — costruiscono conoscenza.

Un passaggio particolarmente importante per la sua formazione fu il trasferimento a Ginevra, allo scopo di lavorare presso l'Institut Jean-Jacques Rousseau con Jean Piaget. L'incontro con quest'ultimo segnò profondamente la sua visione pedagogica, portandolo dapprima ad assimilare la prospettiva costruttivista — basata su una concezione della conoscenza come costruita attivamente dai bambini attraverso l'interazione quotidiana con il mondo — e, successivamente, a rielaborarla dando origine al *costruzionismo*, una teoria dell'apprendimento che enfatizza il ruolo del fare, del costruire e del progettare come modalità privilegiate per lo sviluppo della conoscenza. Il termine stesso *costruzionismo* esprime il tentativo di mettere in relazione due forme di “costruzione”: da un lato la fabbricazione di oggetti e manufatti da parte dei bambini, dall'altro la contemporanea costruzione del sapere nelle loro menti. Papert sottolinea infatti come questi due processi si rafforzino reciprocamente, rendendo l'apprendimento profondo, significativo e duraturo.

Nel 1964 Papert si trasferì al MIT, dove divenne uno dei membri fondatori del *MIT Artificial Intelligence Laboratory*, passando — secondo le parole di Resnick — “dall'epicentro di una rivoluzione nella comprensione dello sviluppo infantile all'epicentro di una rivoluzione nelle tecnologie informatiche” (Resnick, 2018, p. 37), rivoluzioni alla cui connessione avrebbe dedicato i decenni successivi.

In questo nuovo contesto, Papert fu uno dei protagonisti della vivace battaglia intellettuale che si sviluppò negli anni seguenti su quale fosse la modalità più adeguata per introdurre la tecnologia digitale — e in particolare i computer — all'interno della scuola. Mentre una parte consistente dei ricercatori e degli educatori propendeva per una didattica assistita dal computer, in cui la macchina avrebbe dovuto fornire istruzioni, esercizi e verifiche, sostituendo di fatto alcune funzioni dell'insegnante, Papert prediligeva una prospettiva

radicalmente diversa, immaginando il digitale non come uno strumento per insegnare ai bambini, ma come un nuovo mezzo attraverso cui i bambini potessero esprimersi, creare, costruire e dare forma alle proprie idee. Non a caso, il suo profetico articolo “*Twenty Things to Do with a Computer*”, volto a esplorare le possibilità offerte dal computer come strumento attivo nelle mani dei bambini, fu pubblicato addirittura cinque anni prima dell’arrivo sul mercato dei primi personal computer.

È in questo contesto che Papert sviluppò il linguaggio di programmazione *Logo*, pensato per permettere ai bambini di esplorare concetti matematici e computazionali attraverso attività creative e manipolative, rendendo accessibile a tutti la programmazione — vista come linguaggio universale e non più, come in precedenza, esclusivo appannaggio di professionisti specializzati. L’obiettivo principale di *Logo*, così come degli altri strumenti ideati da Papert, è quello di passare da un approccio in cui “il computer viene usato per programmare il bambino” a uno in cui “è il bambino a programmare il computer” (Resnick, 2018, p. 38).

Questa prospettiva si traduce in ambienti di apprendimento progettati secondo i principi del costruzionismo e caratterizzati da un *pavimento basso*, che permette ai bambini di iniziare facilmente; da un *soffitto alto*, che consente loro di affrontare sfide sempre più complesse; e da *pareti larghe*, che aprono a molteplici percorsi creativi, sostenendo diversi stili di gioco e apprendimento e contribuendo così a una maggiore personalizzazione. La tartaruga-robot, una delle applicazioni più note di *Logo*, incarna perfettamente questa filosofia, offrendo ai bambini la possibilità di esplorare concetti matematici e scientifici in modo attivo, giocoso e personale.

1.6 L’altro lato del digitale: Mitchel Resnick

Come opportunamente ricorda Sir Ken Robinson nella prefazione a *Come i bambini*, Mitchel Resnick “ha dedicato la sua vita professionale a esplorare le sinergie tra creatività e tecnologia, soprattutto in riferimento ai bambini” (Resnick, 2018, p. 7).

Allievo di Seymour Papert e oggi docente di Learning Research presso il Massachusetts Institute of Technology di Cambridge - Boston, dove dirige il gruppo di ricerca *Lifelong Kindergarten* — un laboratorio interamente dedicato al particolare approccio all’apprendimento che approfondiremo successivamente — Resnick è, insieme al suo team,

l'ideatore del linguaggio di programmazione visuale a blocchi *Scratch*, la cui versione Junior, utilizzata nella scuola dell'infanzia, è oggetto della presente tesi. Ha inoltre contribuito allo sviluppo di diversi altri strumenti significativi per lo sviluppo del pensiero computazionale, che hanno aperto nuove possibilità e catalizzato le abilità creative di migliaia di bambini e giovani in tutto il mondo. Tra questi, *LEGO Mindstorms*, sviluppato in collaborazione con LEGO e il cui nome riprende esplicitamente il titolo del celebre libro di Papert *Mindstorms* (1980).

Per riassumere il suo contributo, e inquadrarlo nel contesto della relazione odierna tra educazione e tecnologia, possiamo far ricorso alle parole dello stesso Robinson:

“Genitori e insegnanti spesso sono preoccupati della quantità di tempo che i giovani trascorrono in compagnia di apparecchi digitali. Come osserva Resnick, quello che più conta non è la quantità di tempo trascorso con le tecnologie ma cosa i giovani fanno con le tecnologie. Alcuni programmi e dispositivi commerciali sono sofisticate distrazioni per i consumatori: chi li ha creati può avere investito molto pensiero creativo sviluppandoli, per usarli però ne basta poco o non ne serve affatto” ma, come l'esperienza e il lavoro pionieristico di Resnick dimostrano, *“anche le tecnologie digitali possono essere progettate per favorire il pensiero creativo”* (Resnick, 2018, p. 8).

Lo stesso Resnick afferma:

“Pur essendo attivamente impegnato nello sviluppo di nuove tecnologie per i bambini, sono perplesso e preoccupato per il modo in cui molte tecnologie stanno entrando nella vita dei bambini. La maggior parte delle app e dei giocattoli ad alta tecnologia destinati ai bambini non è progettata per sostenere o incoraggiare il pensiero creativo. Questo libro (...) evidenzia come le nuove tecnologie – se opportunamente progettate e supportate – possano moltiplicare – per tutti i bambini, quale che sia l'ambiente da cui provengono – le opportunità di sperimentare, esplorare ed esprimersi sviluppando al contempo il pensiero creativo. L'obiettivo a cui tendo, nel lavoro, è un mondo pieno di persone creative – persone X – che sviluppino continuamente nuove possibilità per sé e per la loro

comunità. Credo che questo libro arrivi al momento giusto: oggi più che mai c'è bisogno di pensiero creativo e le nuove tecnologie stanno offrendo nuove opportunità per aiutare i giovani a svilupparlo. Ma credo anche che il messaggio di questo libro sia senza tempo. Il pensiero creativo è sempre stato, e sempre sarà, una parte essenziale di ciò che rende la vita degna di essere vissuta. Vivere da persone che pensano creativamente può portare non soltanto gratificazioni economiche ma anche gioia, appagamento, scopo e significato. I bambini non meritano nulla di meno” (Resnick, 2018, p. 14).

Rispetto al pensiero creativo e, più in generale, al concetto stesso di creatività, esso assume, nell'opera di Resnick, una portata ben più ampia rispetto all'accezione comune. L'autore lo chiarisce anche smontando sistematicamente alcune diffuse misconcezioni:

- che la creatività riguardi esclusivamente l'espressione artistica, mentre in realtà appartiene a tutti: agli scienziati nello sviluppo di idee innovative, ai politici nella definizione di nuove strategie, così come a chiunque affronti problemi semplici o complessi nella vita quotidiana;
- che essa sia appannaggio di una piccola parte della popolazione — i cosiddetti “creativi con la C maiuscola” — quando invece è una risorsa utile e utilizzata da ciascuno in molteplici contesti e attività;
- che la sua manifestazione tipica consista in un'illuminazione improvvisa, trascurando gli aspetti di indagine sistematica, esplorazione e sperimentazione giocosa che sempre accompagnano i processi creativi;
- che essa sia una qualità innata e, in quanto tale, non insegnabile.

La visione della creatività proposta da Resnick è invece assai più ampia e si accompagna ad aspetti spesso trascurati, quali la propensione a rischiare, a sbagliare e a sperimentare cose nuove, talvolta anche solo per il gusto di farlo. Un'esemplificazione efficace di questo tipo di creatività è rintracciabile negli *studenti X*, che l'autore contrappone nel libro agli *studenti A*: questi ultimi, pur caratterizzati da ottime medie scolastiche e da una forte capacità di adattarsi a istruzioni e regole, risultano meno preparati ad affrontare in modo positivo le sfide di un mondo in continua e rapida evoluzione, in quanto meno capaci di gestire in modo

efficace l'incertezza, il cambiamento e la complessità, tanto nella vita professionale quanto in quella privata.

Secondo l'autore – così come secondo Chen Jining, rettore della prestigiosa università cinese di ingegneria citato nelle prime righe di *Come i bambini* – questo è esattamente il tipo di pensiero osservabile in un gruppo di piccoli alunni della scuola dell'infanzia impegnati nel gioco con i mattoncini Lego: bambini che esplorano, sperimentano e sondano i limiti di idee e materiali, incarnando quel *playful learning* che lo studioso ha contribuito in modo determinante a diffondere.

Non sorprende quindi che Resnick proponga, come modello per l'apprendimento lungo tutto l'arco della vita, proprio l'approccio che caratterizza la scuola dell'infanzia (secondo l'autore la più grande invenzione del secondo millennio), alla quale è dedicato il *Lifelong Kindergarten* – il laboratorio presso il MIT citato in precedenza – e che gli ha fornito, a suo dire, buona parte dell'ispirazione nel proprio percorso di riflessione e ricerca di strategie in grado di favorire lo sviluppo del pensiero creativo, attraverso il superamento dell'approccio tradizionale di tipo trasmissivo.

La locuzione *Lifelong Kindergarten* (traducibile come “giardino d'infanzia per tutta la vita”) riassume efficacemente la prospettiva alla base del lavoro di Resnick, che si richiama, per questi aspetti, alla pedagogia di Froebel, considerato l'inventore del giardino d'infanzia. Secondo Froebel, i bambini apprendono meglio interagendo con il mondo e “ricreandolo” con le proprie mani, attraverso attività giocose e coinvolgenti, muovendosi lungo i due assi del binomio ri-creazione/ricreazione (proposte attive, concrete e legate al reale, ma anche divertenti e coinvolgenti), piuttosto che ascoltando, ricopiando e ripetendo informazioni, seduti al proprio banco e isolati per molti aspetti dal mondo esterno.

La prospettiva proposta da Froebel (e ripresa, in seguito, da Maria Montessori) appare però in netto contrasto con i preoccupanti segnali di adultizzazione precoce che sembrano oggi provenire dalla scuola dell'infanzia stessa, sempre più orientata a riprodurre visioni e pratiche tipiche degli ordini scolastici successivi, con il rischio di trasformarsi in un semplice “campo di addestramento alla letto-scrittura” (Resnick, 2018, p. 17), riducendo così la complessità dell'esperienza educativa.

In riferimento a questo tema, nella prefazione al volume sir Ken Robinson osserva:

“Tutti i bambini nascono con immensi talenti naturali. Come questi si sviluppano dipende molto dall’ambiente nel quale vengono cresciuti e dalle opportunità che vengono loro date: l’istruzione dovrebbe essere tra le migliori di queste opportunità. Troppo spesso non lo è. In molti paesi, l’istruzione formale è impantanata in una cultura uggiosa fatta di valutazione e competizione. Questa cultura si sta ora infiltrando nell’istruzione per l’età prescolare e rischia di soffocare le energie creative nascenti dei più piccoli” (Resnick, 2018, p. 9).

Quali sono, secondo l’autore, le caratteristiche del pensiero creativo?

Resnick lo descrive come un processo ricorsivo, dinamico e potenzialmente infinito, che assume la forma di una spirale e si articola in cinque tappe fondamentali:

- *Immaginare*: ideare un ambiente, una storia, dei personaggi o una possibile soluzione.
- *Creare*: dare forma concreta alle proprie idee, traducendole in oggetti, prototipi o rappresentazioni.
- *Giocare*: sperimentare ciò che si è costruito, modificarlo, ampliarlo, arricchendo situazioni e narrazioni con nuovi dettagli.
- *Condividere*: coinvolgere gli altri nel gioco, collaborare con loro, scambiando proposte, idee e punti di vista.
- *Riflettere*: ragionare su ciò che ha funzionato e su ciò che non ha funzionato, rielaborare scoperte e difficoltà, per poi avviare un nuovo ciclo — di approfondimento, ampliamento o completamente nuovo — sulla base dell’esperienza precedente.

Questa spirale rappresenta, per Resnick, il vero “motore dell’apprendimento creativo. I materiali cambiano (blocchi di legno, pastelli, lustrini, cartoncino) e cambiano anche le cose create (castelli, storie, disegni, canzoni), ma l’essenza del processo rimane la stessa” (Resnick, 2018, p. 19), tanto da consentire un utilizzo proficuo dello stesso approccio anche nel programma di dottorato del *MIT MediaLab*, del quale il centro diretto da Resnick fa parte.

A proposito di educazione formale, l'autore ribadisce però quanto il sistema di istruzione scolastica tenda ad allontanarsi gradualmente da questa prospettiva:

“Muovendosi lungo di essa [la spirale dell'apprendimento creativo, ndr] i bambini sviluppano e perfezionano le loro capacità di pensare creativamente. Imparano a sviluppare le proprie idee, a metterle alla prova, a sperimentare alternative, ad accogliere gli spunti degli altri e a generare nuove idee sulla base delle proprie esperienze. Purtroppo, dopo la scuola dell'infanzia, la maggior parte delle scuole si allontana dalla spirale dell'apprendimento creativo. Gli studenti passano buona parte del tempo seduti al banco a compilare schede e ad ascoltare spiegazioni date dall'insegnante in carne e ossa o da un video al computer. Troppo spesso le scuole si concentrano sul fornire insegnamento e informazioni anziché sul sostenere gli studenti nel processo di apprendimento creativo.” (Resnick, 2018, p 19)

1.6.1 Give P's a chance

Cuore della metodologia proposta da Resnick sono quelle che lo studioso definisce le 4P: *projects, passion, peers* e *play*. Con il termine *projects* (progetti), Resnick si riferisce ad attività significative, connesse agli interessi dei ragazzi, che offrano loro la possibilità di agire e incidere concretamente sul reale. Questa idea richiama direttamente il costruzionismo di Papert e si intreccia con la filosofia del movimento dei makers, entrambi già discussi nei paragrafi precedenti.

In riferimento al mondo del digitale, i progetti – che Dale Dougherty, ideatore della rivista *Make*, definisce “l'unità di base del fare” (Resnick, 2018, p. 34) – permettono inoltre di svincolare l'uso del coding dalla semplice risoluzione di rompicapi ideati da altri, oggi tanto in voga, orientandosi invece verso la creazione e la costruzione di progetti personali (storie, animazioni, giochi ecc.). In questo modo, l'apprendimento risulta più significativo, perché legato agli interessi, alle scelte e alla creatività dei ragazzi, e può contribuire in modo più rilevante allo sviluppo del pensiero, delle capacità espressive e dell'identità di ciascuno.

Per quanto riguarda la seconda delle quattro P, quella legata a *passion*, è possibile lasciare direttamente all'autore il compito di introdurla nel modo più efficace:

“Benjamin Franklin scrisse: «L’investimento nella conoscenza paga gli interessi migliori». Sugerirei una piccola modifica a questo aforisma: «L’investimento negli interessi ripaga sempre con la conoscenza migliore»” (Resnick, 2018, p. 61).

Con questa osservazione, Resnick intende sottolineare la maggiore motivazione e disponibilità all’impegno che caratterizzano chi lavora a un progetto personale, indipendentemente dal tipo di interesse coltivato e dall’eventuale giudizio di adeguatezza espresso dal mondo adulto.

Anche in questo caso, la prospettiva di Resnick si differenzia in modo sostanziale da quelle oggi più diffuse: se, nell’opinione di molti, la semplice aggiunta di livelli, punti e premi prevista dalla gamification è di per sé sufficiente a garantire un adeguato coinvolgimento, l’autore privilegia invece una motivazione intrinseca e più profonda, legata all’interesse verso tematiche e progetti frutto di una scelta personale. Per questo motivo, in *Scratch*, decide deliberatamente di non valorizzare alcun elemento competitivo, dal numero di follower raggiunti a quello dei progetti pubblicati, evitando così di orientare l’esperienza verso dinamiche di confronto.

La terza delle *P* individuate da Resnick – quella di *peers* – richiama il ruolo centrale della comunità e, più in generale, delle relazioni tra pari all’interno del suo approccio educativo. Dalle *Clubhouse* istituite in tutto il mondo per offrire ai giovani spazi in cui sperimentare liberamente, seguendo i propri interessi e passioni, con il supporto di tecnologie avanzate e di adulti in grado di ispirarli, fino alla stessa community di *Scratch*, ogni elemento dell’ecosistema progettato da Resnick è orientato a promuovere una visione dell’altro come un “bene per sé”. In questo quadro, la cultura della cura reciproca è un principio intenzionalmente coltivato: i ragazzi diventano co-costruttori di un ambiente inclusivo, in cui l’apprendimento si sviluppa attraverso la collaborazione, il riconoscimento e il sostegno reciproci.

La quarta e ultima *P* proposta da Resnick – *play* – è, secondo l’autore, la più frequentemente fraintesa. Nella sua prospettiva, infatti, il “giocare” non coincide con un’attività leggera o puramente ricreativa, ma rappresenta una vera e propria modalità di relazione con il mondo: un atteggiamento esplorativo, aperto al rischio, alla sperimentazione, alla sorpresa e alla

possibilità dell'errore come occasione di scoperta, che incarna quella postura da "pagliaccio e combinaguai" (Resnick, 2018, p. 104) riconosciuta e apprezzata dallo studioso in Anna Frank.

Per l'elaborazione di questo concetto, Resnick si rifà in modo particolare a John Dewey, il quale distingue tra *gioco* e *giocosità*, affermando che quest'ultima è "più importante del gioco". La prima è un atteggiamento mentale; il secondo è una manifestazione esteriore momentanea di questo atteggiamento" (Resnick, 2018, p. 105). Viene ripresa inoltre la distinzione tra *box* e *parco giochi* introdotta da Marina Bers: pur essendo entrambi pensati per favorire il gioco, essi offrono esperienze radicalmente diverse – mentre il *box* limita la libertà di esplorazione, riduce le possibilità creative e minimizza i rischi, il *parco giochi*, al contrario, amplia le potenzialità espressive, permette ai bambini di sperimentare usi inediti dei materiali e li espone all'imprevisto, favorendo così un apprendimento più ricco e aperto.

Resnick differenzia inoltre, sulla scia dei lavori di Dennie Wolf e Howard Gardner, due diverse modalità con cui i bambini si avvicinano al gioco. Mentre i *macchinisti* mostrano una preferenza per strutture ed elementi materiali – come mattoncini, costruzioni e puzzle – gli *sceneggiatori* sono maggiormente attratti da racconti, personaggi e relazioni con gli altri. Queste inclinazioni, osservabili fin dall'infanzia, tendono a evolversi in stili di apprendimento e di lavoro differenti lungo tutto l'arco della vita, secondo il principio del "pluralismo epistemologico" proposto da Papert e Sherry Turkle. Per questo motivo, Resnick sottolinea l'importanza di predisporre ambienti, materiali e tempi adeguati a favorire la partecipazione e l'espressione di ciascuno di questi stili.

1.7 Stato della ricerca su coding, pensiero computazionale e uso di ScratchJr nella scuola dell'infanzia

Negli ultimi anni la ricerca internazionale ha mostrato un crescente interesse per l'introduzione del coding e del pensiero computazionale (CT) nella scuola dell'infanzia, riconoscendo tali competenze come parte integrante della cittadinanza digitale del XXI secolo. Numerosi studi convergono nel ritenere che attività di coding e robotica, anche in età prescolare, possano favorire lo sviluppo di abilità cognitive, logiche e socio-emotive, purché accompagnate da un adeguato supporto pedagogico.

Per esigenze di sintesi è possibile fare riferimento, in particolare, alla risorsa *Integrating computational thinking in children aged 3 to 6: challenges and opportunities in early*

childhood education, una revisione sistematica condotta su 84 studi qualitativi e quantitativi pubblicati su Scopus e Web of Science tra il 2013 e il 2023. Obiettivo degli autori, quello di “facilitare l’identificazione delle richieste e degli effetti che il pensiero computazionale ha esercitato sullo sviluppo sociale e cognitivo dei bambini nei contesti dell’educazione della prima infanzia” (Pérez-Valdés et al., 2025, p. 1).

Tale revisione rileva che, pur in presenza di ostacoli significativi quali la carenza di materiali didattici adeguati, la limitata formazione specifica degli insegnanti e la loro scarsa sicurezza nell’implementazione del pensiero computazionale, l’integrazione di quest’ultimo nella fascia 3–6 anni mostra un potenziale educativo rilevante. La revisione sistematica evidenzia infatti come il pensiero computazionale sia in grado di potenziare competenze chiave, sia a livello cognitivo che a livello motorio. In particolare, le ricerche analizzate sottolineano come le attività di programmazione e di CT favoriscano lo sviluppo di un ampio ventaglio di competenze, che spaziano dalla sequenzialità e dall’ordinamento logico al problem solving, dalle abilità spaziali alle funzioni esecutive, fino al pensiero adattivo, alle competenze linguistiche e alla creatività. L’impatto si estende anche alla sfera socio-emozionale, poiché tali attività incoraggiano interazione, collaborazione e risoluzione condivisa dei problemi. Ne emerge, quindi, l’importanza di un utilizzo trasversale del pensiero computazionale, applicabile non solo all’informatica ma anche, ad esempio, alla matematica, alle scienze e al linguaggio.

Un’ulteriore sintesi qualitativa di tipo meta-tematico, che integra e interpreta i temi ricorrenti emersi dagli studi inclusi, è “*Meta-thematic synthesis of research on early childhood coding education*”, che fornisce spunti utili per l’analisi dei contributi che il coding può offrire a livello cognitivo (Figura 8) e socio-emozionale (Figura 9).

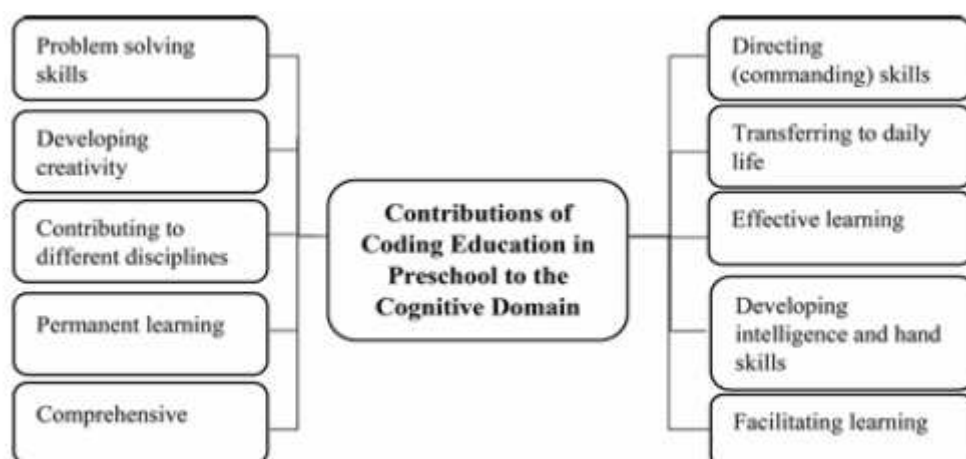


Fig. 8 - Contributi del coding prescolare al dominio cognitivo

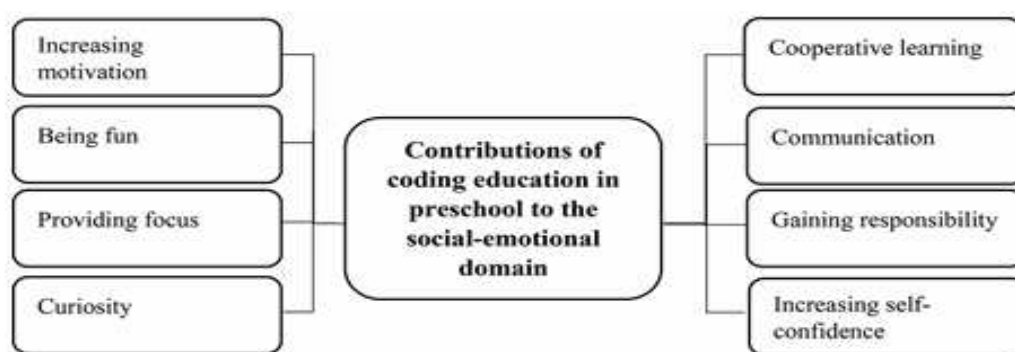


Fig. 9 - Contributi del coding prescolare al dominio socio-emozionale

Riguardo all’impatto specifico di *ScratchJr*, il linguaggio di programmazione visuale oggetto della presente tesi, la revisione sistematica condotta da Papadakis (2024) evidenzia che, tra i 18 studi selezionati in base ai criteri di inclusione, tutti riportano evidenze a favore della sua efficacia. In particolare, “all studies reported that the ScratchJr app helped young learners understand CT concepts and practice coding skills, including sequence, repetition, and debugging skills. Furthermore, the app cultivated a positive coding experience for children” (Papadakis, 2024, p. 40).

Particolarmente interessante ai fini della presente ricerca è il progetto *Coding as Another Language* (CAL), che propone un curriculum basato sull’utilizzo di ScratchJr come linguaggio di programmazione per bambini dalla scuola dell’infanzia alla seconda classe della scuola primaria. Ideato dal team guidato da Marina Umaschi Bers, autrice di studi pionieristici e

fondatrice del *DevTech Research Group*, questo approccio concepisce il coding come “una forma di alfabetizzazione, vale a dire mettere in dialogo idee potenti e adeguate allo sviluppo provenienti dall’informatica con quelle insegnate nell’educazione linguistica” (Bers et al., 2023, p. 1).

Basato su riferimenti teorici che spaziano dal CRF (*Curriculum Research Framework*, un approccio che consente di costruire curriculum fondati sugli esiti della ricerca attraverso un percorso in dieci tappe) al costruzionismo di Papert e al framework *PTD* (sviluppato nel 2012 dalla stessa Marina Bers per integrare le dimensioni etiche e socio-emozionali con le conoscenze informatiche), anche il *Coding as Another Language* (CAL) colloca il coding a pieno titolo tra le forme di alfabetizzazione del XXI secolo, accanto all’alfabetizzazione sanitaria, culturale e visiva.

L’alfabeto del CAL viene costruito facendo perno su *powerful ideas* provenienti dal mondo informatico, matematico e linguistico, associate in base a caratteristiche comuni, come illustrato nella tabella seguente (Figura 10)

Powerful ideas.		
Powerful Ideas Computer Science	Powerful Ideas Literacy	Powerful Ideas Mathematics
Algorithms	Sequencing	Counting and Patterns
Design Process	Writing Process	Problem Solving
Representation	Alphabet and Letter-Sound Correspondence	Cardinality and Interpreting Charts/Graphs
Debugging	Editing and Audience Awareness	Error Checking and Problem Analysis
Control Structures Modularity	Literary Devices Phonological Awareness	Order of Operations Place Value
Hardware/Software	Tools of Communication and Language	Tools for Measurement and Computation

Fig. 10 - Powerful ideas alla base del CAL

L'intero curriculum consiste in 24 lezioni per ciascun livello ed è disponibile gratuitamente. Sebbene i risultati abbiano mostrato che esso sia effettivamente implementabile ed efficace nel migliorare le competenze di programmazione, il gruppo di ricerca mantiene una posizione cauta rispetto all'effettivo impatto del CAL sul pensiero computazionale. Nel corso dello studio randomizzato controllato condotto, infatti, sia il gruppo di intervento sia il gruppo di controllo hanno evidenziato miglioramenti equivalenti in una delle misure del pensiero computazionale.

Infine, ricerche più recenti — tra cui quella condotta da Marina Umaschi Bers sul progetto *ScratchJr Bots*, che consente l'integrazione tra il linguaggio di programmazione e semplici robot autocostruiti con materiali economici e facilmente reperibili — esplorano l'uso di ScratchJr come ambiente di apprendimento creativo, ponendo l'accento non solo sul pensiero computazionale ma anche sulla creatività infantile. Gli studi qualitativi documentano come la progettazione di storie animate o di piccoli giochi favorisca competenze espressive, logico-sequenziali e di problem solving, confermando la validità dell'approccio costruzionista anche nella scuola dell'infanzia.

Nel complesso, lo stato dell'arte mostra un consenso crescente: il coding e, in particolare, ScratchJr possono essere introdotti con successo nella scuola dell'infanzia, a condizione che siano inseriti in percorsi educativi intenzionali, gradualmente e mediati dall'adulto in maniera efficace.

Permangono tuttavia alcune aree critiche e direzioni di sviluppo:

- necessità di curricula verticali e continui 3–6 anni, che integrino coding, narrazione, robotica e attività unplugged in modo coerente;
- investimento nella formazione degli insegnanti, affinché possano svolgere un ruolo di facilitatori competenti, capaci di fornire scaffolding adeguato e di progettare attività significative;
- predisposizione di ambienti e dotazioni adeguati, che consentano un uso equilibrato e non invasivo delle tecnologie digitali, mantenendo un rapporto armonico tra strumenti digitali e dimensioni analogiche dell'esperienza educativa;

- attenzione alle limitazioni cognitive e metacognitive dei bambini in età prescolare, che richiedono tempi distesi, attività brevi e supporto costante e che possono incontrare difficoltà nell'approccio ai concetti più astratti;
- garanzia di adeguati livelli di mediazione dell'adulto, poiché il coding in età prescolare risulta efficace solo se accompagnato da una guida didattica chiara e intenzionale;
- necessità di ampliare gli studi longitudinali, per valutare gli effetti del coding nel lungo periodo e comprendere come le competenze emergenti evolvano nel tempo.

Cap 2 MATERIALI, METODI E CONTESTO

La ricerca ha l'obiettivo di misurare, mediante strumenti specifici di valutazione, lo sviluppo di competenze legate al *computational thinking* in alunni dell'ultimo anno della scuola dell'Infanzia. Le competenze sono state valutate prima e dopo l'introduzione di ScratchJr, il linguaggio di programmazione visuale a blocchi sviluppato dal MIT per bambini di età compresa tra 5 e 7 anni. In particolare, sono stati oggetto di misurazione i sette indicatori – *sequencing, patterns, looping, debugging, modularity, modeling* e *spatial reasoning* – presenti nel *Coding Readiness Assessment (CRA)*, strumento unplugged sviluppato dal gruppo guidato da Emily Relkin per la valutazione della *coding readiness* nei bambini di 3–5 anni.

L'intervento con ScratchJr è stato realizzato tramite sei percorsi laboratoriali, ciascuno della durata complessiva di 8 ore, articolati in 8 incontri di un'ora. Le attività sono state proposte con due modalità di approccio differenziate in base al ruolo dell'insegnante: modalità A (approccio maggiormente direttivo) e modalità B (approccio con maggiore possibilità di sperimentazione libera). Il campione comprende 33 studenti (livello PK5) frequentanti due Istituti Comprensivi nella provincia di Como. Gli studenti sono stati suddivisi in sei gruppi: due gruppi per ciascuna modalità di intervento (uno per ciascun Istituto) e due gruppi di controllo (uno per ciascun Istituto – i gruppi di controllo hanno svolto il percorso con Scratch jr solo dopo la conclusione del post-test), per un totale di tre gruppi per Istituto (modalità A, modalità B, controllo).

Le analisi statistiche sono state condotte con R, un ambiente software per il calcolo statistico. Per l'esplorazione delle relazioni tra le variabili sono state costruite matrici di correlazione —

quelle ritenute di volta in volta più appropriate — tra le variabili oggetto di studio. Per la ricerca di modelli predittivi si è impiegata invece la regressione lineare multivariata, finalizzata all'individuazione di relazioni lineari che permettano di interpretare e prevedere il comportamento delle variabili dipendenti a partire dalle variabili indipendenti oggetto d'indagine.

2.1 Domande di ricerca

L'indagine ha l'obiettivo di rispondere alle seguenti domande:

- L'utilizzo di Scratch Junior in attività laboratoriali della durata complessiva di otto ore, in piccoli gruppi di alunni frequentanti l'ultimo anno della scuola dell'Infanzia, è sufficiente a incidere sulle competenze legate alla Coding Readiness, indipendentemente da fattori quali motivazione, tempi di attenzione e caratteristiche specifiche dei soggetti e del campione?
- L'utilizzo di modalità differenti di approccio (strategie maggiormente direttive o più basate sulla libera sperimentazione) influisce sui risultati?

2.2 Strumenti

2.2.1 Scratch Junior

“Se gli uomini si dividono in due gruppi: quello della ristretta élite di persone predestinate che hanno ricevuto alla nascita in regalo il potere della creazione, e quello della massa immensa destinata alla contemplazione del genio irraggiungibile e alla semplice utilizzazione dei suoi prodotti, l'umanità avrà delle difficoltà nel progredire. Se al contrario la creatività è una funzione universale, potenzialmente presente in ogni individuo, allora la realizzazione di questa funzione diventa un problema di educazione” (Redazione di Pedagogia, 2016, p. 1)

L'idea che la creatività sia un dono riservato a pochi eletti ha attraversato a lungo la storia dell'educazione. Come osserva efficacemente la *Redazione di Pedagogia* (2016), se l'umanità si dividesse tra una ristretta élite “predestinata” alla creazione e una massa destinata alla

sola contemplazione, il progresso stesso ne risulterebbe compromesso. Se invece si assume che la creatività sia “una funzione universale, potenzialmente presente in ogni individuo”, allora il compito dell’educazione diventa quello di creare le condizioni affinché tale potenzialità possa emergere e svilupparsi. È precisamente in questa cornice che si colloca il lavoro di Mitch Resnick e del gruppo Lifelong Kindergarten del MIT Media Lab. Resnick definisce Scratch – oggi giunto alla sua terza versione – come “l’equivalente digitale dei mattoncini LEGO” (Resnick, 2018, p. 44), sottolineando l’intento di offrire ai bambini “la gioia di costruire” e “l’orgoglio di creare nel mondo online”(Resnick, 2018, p. 44). Nato nel 2003, Scratch è stato progettato per rendere accessibile a tutti l’esperienza del pensiero computazionale, attraverso un linguaggio di programmazione visuale, intuitivo e profondamente orientato alla creatività. Una decina d’anni più tardi, nel 2014, è stata rilasciata la versione *Scratch Junior*, pensata specificamente per i più piccoli e disponibile come app per tablet. Questa scelta tecnologica non è secondaria: consente di introdurre i bambini alla programmazione in un ambiente protetto, evitando un’esposizione precoce ai rischi del web e mantenendo al contempo un’interfaccia semplice, tattile e immediata, adatta allo sviluppo cognitivo della fascia 5–7 anni.

La filosofia alla base di Scratch non riguarda soltanto la progettazione di un linguaggio di programmazione accessibile, ma anche – e forse soprattutto – la costruzione di un ecosistema sociale in cui la creatività possa circolare liberamente. La nascita del linguaggio è infatti avvenuta parallelamente alla creazione della community online, pensata da Resnick sulla scia delle scuole di samba brasiliane, tanto amate dallo studioso e dal suo maestro Seymour Papert. Queste scuole rappresentano per entrambi un modello di apprendimento informale, intergenerazionale e profondamente collaborativo, in cui le competenze si trasmettono per osmosi tra persone di ogni età e di ogni livello di bravura.

In questa prospettiva, la comunità di Scratch non è un semplice spazio di condivisione, ma una componente strutturale del progetto educativo. Dopo aver realizzato un progetto, chiunque (bambino o adulto) può cliccare il tasto “*Condividi*” per renderlo disponibile a chiunque nel mondo: altri utenti possono provarlo, commentarlo, remixarlo, modificarlo per uso personale. Resnick descrive linguaggio e comunità come “parti strettamente integrate di un unico pacchetto, nel quale l’una supporta l’altra” (Resnick, 2018, p. 81)

Scratch Jr, pur non includendo una piattaforma di condivisione online per ragioni di sicurezza legate all'età dei bambini, eredita la stessa visione culturale. L'ambiente di programmazione è progettato per favorire la collaborazione in presenza, la discussione tra pari, la costruzione collettiva di storie e animazioni, preparando i bambini a entrare, in futuro, nella più ampia comunità globale di Scratch.

Numerosi elementi portano a considerare Scratch Jr. un valido strumento per l'introduzione al coding nella fascia d'età presa in esame. Come osserva Papadakis

“Gli anni di intensa ricerca e sviluppo, prototipazione e test sul campo rendono l'attuale versione di ScratchJr [...] un'app ideale per le esigenze di sviluppo dei bambini dai 5 ai 7 anni. Ad esempio, a differenza di altri ambienti di codifica che si rivolgono a questo gruppo di età specifico [...] il codice in ScratchJr è scritto da sinistra a destra, similmente all'apprendimento della lettura (Sullivan et al., 2017). Inoltre, il nucleo dell'app ScratchJr è l'idea che i bambini dalla scuola materna fino alla seconda elementare abbiano abilità minime rispetto ai bambini più grandi nel controllo motorio fine, nel livello di lettura e nell'autoregolazione (Kazakoff, 2015). Ad esempio, le icone dei blocchi in ScratchJr sono più grandi rispetto a quelle di Scratch originale, meglio adatte alle abilità motorie dei bambini più piccoli (cioè con più area superficiale da colpire con il dito)”. (Papadakis, 2024, p. 16).

La revisione sistematica condotta da Papadakis conferma quindi l'efficacia e i benefici offerti da ScratchJr rispetto ad altri ambienti di programmazione destinati alla stessa fascia d'età. In particolare, ScratchJr risulterebbe vantaggioso perché:

“in primo luogo il suo ambiente aperto fornisce un approccio interdisciplinare al curriculum. In secondo luogo, è gratuito e disponibile sia per dispositivi tablet iOS sia Android. In terzo luogo, comprende tutte le dimensioni necessarie per il gruppo di età specifico: espone i bambini a idee potenti dell'informatica in modi adeguati allo sviluppo, fornisce un mezzo per l'espressione personale, stimola il debug e la risoluzione dei problemi e offre un'interfaccia a basso ostacolo/alto potenziale (Sullivan & Bers, 2019). Inoltre, utilizzando la matematica e il linguaggio in modo significativo, i bambini possono sviluppare competenze

precoci di numeracy e alfabetizzazione (Kazakoff, 2015). ScratchJr può aiutare gli insegnanti a costruire il rapporto tra stili di insegnamento e gestione della classe e le esigenze di apprendimento dei loro bambini (Strawhacker et al., 2018)”. (Papadakis, 2024, p. 17)

ScratchJr si configura come uno strumento particolarmente efficace per la fascia 5–7 anni anche per il supporto operativo che offre agli insegnanti: esso consente infatti di progettare con facilità contenuti didattici adattati alle esigenze dei bambini, mettendo inoltre a disposizione un ampio repository di attività già pronte, sviluppate dal team di ScratchJr. Tali materiali risultano utili per completare i percorsi proposti e per avvicinare i bambini ai concetti del pensiero computazionale in modo semplice ed efficace.

Accanto a questi aspetti vantaggiosi, la letteratura segnala anche alcuni limiti dell’applicazione. Tra essi figurano l’assenza di istruzioni condizionali — comunque complesse da utilizzare con bambini di questa età, data la loro natura astratta —, la limitazione del numero massimo di pagine per progetto (pari a quattro), i rallentamenti che possono verificarsi durante l’utilizzo di un numero elevato di *sprite* e alcune difficoltà di utilizzo con dispositivi *iPhone*.

La semplicità dell’interfaccia (Figura 11) consente un approccio intuitivo e immediato sia alle aree di gestione ed editing dei personaggi, degli sfondi e delle pagine (Figura 12), collocate nelle sezioni superiori e laterali, sia alle diverse tipologie di blocchi-istruzione, che possono essere combinati nell’apposita area di lavoro situata nella parte inferiore dello schermo.

I comandi disponibili sono organizzati in categorie cromatiche, ciascuna corrispondente a una specifica funzione:

- *Giallo – Start Blocks* (blocchi evento)
- *Azzurro – Motion Blocks* (blocchi di movimento)
- *Viola – Looks Blocks* (blocchi di aspetto)
- *Verde – Sound Blocks* (blocchi suoni)
- *Arancione – Control Blocks* (blocchi di controllo)
- *Rosso – End Blocks* (blocchi di fine)

Nella parte superiore dello schermo sono inoltre presenti alcuni pulsanti di gestione generale, che permettono di accedere rapidamente a funzioni quali la denominazione, l'ingrandimento, la visualizzazione a griglia e altre opzioni utili alla costruzione del progetto.

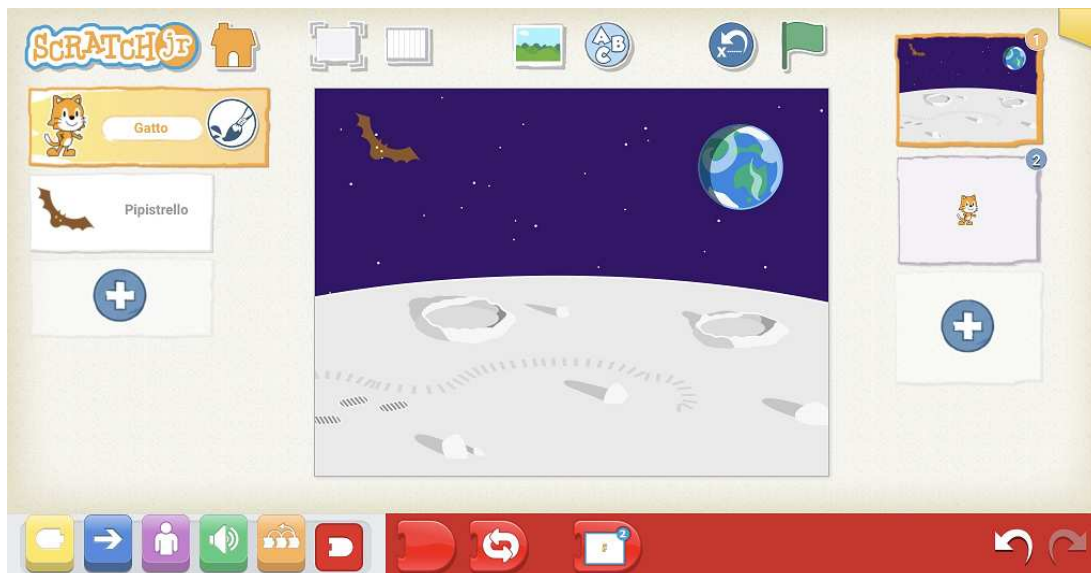


Fig. 11 - Interfaccia di Scratch Jr

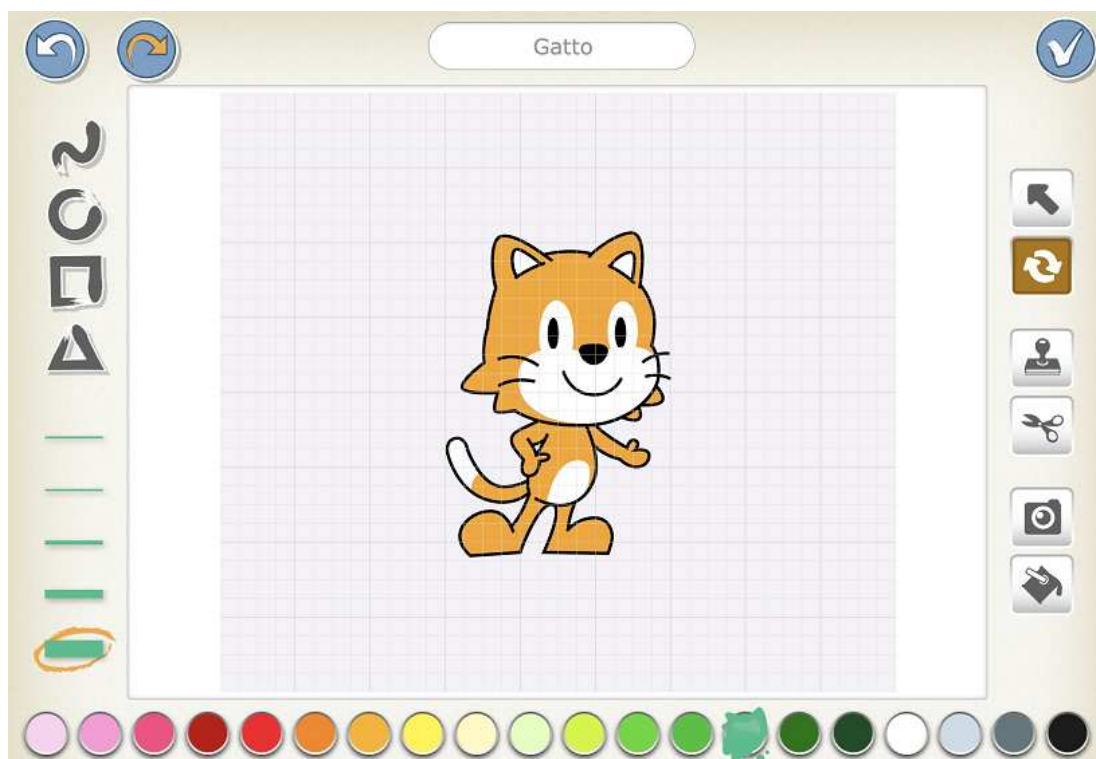


Fig. 12 - Editor personaggi

2.2.2 Coding Readiness Assessment

La misurazione delle abilità legate al pensiero computazionale è divenuta, soprattutto negli ultimi vent'anni, sempre più rilevante. La diffusione di numerose piattaforme online, giochi educativi e curricula dedicati al coding ha infatti reso necessario disporre di strumenti affidabili che permettano, da un lato, ai ricercatori di monitorare i progressi degli studenti e, dall'altro, agli educatori di valutare l'efficacia delle attività proposte.

Nato dalla revisione del *TechCheck-PreK* — strumento *unplugged* sviluppato dal gruppo *DevTech* (Bers, Relkin e colleghi) per valutare il *Computational Thinking* nei bambini in età prescolare — il *CRA (Coding Readiness Assessment)* è stato costruito e diffuso, alla fine del 2024 — dal gruppo di ricerca composto da Emily Relkin, Christopher Doss, Victoria L. Jones e John F. Pane — attraverso l'unione di 9 item originari, provenienti dal *TechCheck-PreK*, e di 12 nuovi item progettati per misurare ulteriori aspetti del *CT*. Disponibile gratuitamente, è composto da 21 item a risposta multipla, preceduti da due domande di prova e presentati sotto forma di sfide *unplugged* che non richiedono alcuna conoscenza pregressa di coding. La somministrazione avviene in modalità uno a uno e ha una durata media di circa 15 minuti.

Le competenze valutate, selezionate a partire dalla letteratura relativa ai concetti educativi di programmazione adeguati per questa fascia d'età, sono sette, sei delle quali derivano direttamente dagli studi di Marina Umaschi Bers — talvolta riformulati per garantirne una maggior comprensibilità anche ai non addetti ai lavori.

Le competenze considerate sono:

- *Sequencing*
- *Patterns*
- *Looping*
- *Debugging*
- *Modeling*
- *Modularity*
- *Spatial reasoning*

Le componenti specifiche di ciascun costrutto sono descritte in modo più dettagliato nella Figura 13.

Construct	Skills Assessed
Sequencing	<ul style="list-style-type: none"> • Student can accurately sequence 3–6 events. • Student can build an original sequence to accomplish a goal.
Patterns	<ul style="list-style-type: none"> • Student can extend a pattern. • Student can translate a pattern from one context to another.
Looping	<ul style="list-style-type: none"> • Student can identify a loop, looped behavior, or repeated pattern. • Student can create a loop that ends early based on different conditions.
Debugging	<ul style="list-style-type: none"> • Student can pinpoint specifics about a problem in a process. • Student can try solutions based on educated guesses.
Modeling	<ul style="list-style-type: none"> • Student can use symbols. • Student can modify a flowchart and then demonstrate that process.
Modularity	<ul style="list-style-type: none"> • Student can break down a shape into a series of 2–3 parts (part–whole relationships). • Student can break down a complex task or process into a series of 2–3 steps.
Spatial Reasoning	<ul style="list-style-type: none"> • Student can predict whether an object will fit into a certain space. • Student is able to recognize an object or location from a different perspective.

Fig. 13 - Competenze e abilità appartenenti al CRA

Il termine *Coding Readiness* è stato adottato allo scopo di rendere “i concetti di informatica (CS) e di pensiero computazionale (CT) più facilmente comprensibili da educatori e famiglie” (Relkin et al, 2025, p. 1).

2.3 Il contesto

Per la partecipazione al progetto di ricerca sono stati selezionati due Istituti Comprensivi della provincia di Como, individuati in collaborazione con i rispettivi Dirigenti scolastici e scelti in modo da rappresentare contesti territoriali differenti. La prima scuola coinvolta appartiene a un Istituto Comprensivo storico del centro città, situato in un’area urbana

centrale e caratterizzato da una forte integrazione con il tessuto culturale e sociale circostante.

L'Istituto comprende, oltre al plesso di scuola dell'infanzia selezionato per la ricerca, sei plessi di scuola primaria e due di scuola secondaria di primo grado, accogliendo una popolazione scolastica eterogenea proveniente sia dal centro cittadino sia da alcuni comuni limitrofi, per un totale di 830 alunni. Dal punto di vista educativo, l'Istituto si distingue per una consolidata vocazione inclusiva, evidente sia nella progettualità — che comprende diversi interventi dedicati all'inclusione e alla valorizzazione delle differenze — sia nella composizione del bacino di utenza, caratterizzato da una significativa presenza di alunni con background migratorio e di studenti con bisogni educativi speciali, tra cui alunni con disabilità certificata (DVA), due dei quali inseriti nel gruppo coinvolto nel progetto.

La scuola dell'infanzia selezionata è composta da tre sezioni omogenee per età, ciascuna delle quali dispone di spazi atelier dedicati e di un accesso diretto allo spazio esterno. Il plesso è dotato di un ampio salone attrezzato con materiali per il gioco corporeo e di due spazi più raccolti — una biblioteca e un ambiente dedicato alle tecnologie digitali, utilizzato per lo svolgimento delle attività laboratoriali previste dal progetto di ricerca.

Né il corpo docente né il bacino di utenza presentano caratteristiche di stabilità. Per quanto riguarda il team docente — composto da quattro insegnanti, due di sezione e due di sostegno — esso risulta coeso e accogliente, ma di formazione relativamente recente: solo una delle insegnanti segue il gruppo sin dal suo ingresso nella scuola dell'infanzia, mentre le altre si sono aggiunte successivamente (due nel corso dell'attuale anno scolastico, una delle quali ad attività già avviate). Analogamente, la composizione del gruppo dei bambini ha subito diversi cambiamenti: durante l'anno scolastico in corso si sono registrati quattro nuovi ingressi (uno dei quali di brevissima durata), e variazioni simili si erano già verificate negli anni precedenti.

All'avvio del progetto (inizio ottobre 2025) era percepibile l'esigenza di rinforzare e consolidare sia il senso di appartenenza dei nuovi arrivati sia la scansione della vita quotidiana, attraverso l'integrazione di routine ben definite, a livello di grande gruppo, che risultavano inizialmente di difficile gestione, sia per i limitati tempi di attenzione sia per la

presenza di diversi casi particolari, tra cui, oltre ai due alunni DVA, alcuni bambini con risposte comportamentali negative o manifestazioni di disagio. Come confermato anche nell'intervista di gruppo, l'obiettivo principale delle insegnanti era la costruzione di un clima di classe sereno, accogliente e rispettoso delle differenze e dei bisogni di ciascuno. Le attività didattiche venivano svolte prevalentemente in piccolo gruppo, con un supporto di tipo uno a uno da parte dell'insegnante, mentre il resto della sezione si dedicava al gioco libero.

Il secondo degli Istituti selezionati è situato in una zona montuosa della provincia di Como, in una vallata compresa tra il lago di Como e il lago di Lugano, a circa 30 km dal capoluogo. Il territorio è caratterizzato da piccoli centri abitati e da una mobilità quotidiana significativa verso la Svizzera, con un tessuto economico basato prevalentemente su turismo, artigianato, agricoltura e lavoro transfrontaliero.

L'Istituto Comprensivo è composto da cinque plessi di scuola dell'infanzia, cinque di scuola primaria e un plesso di scuola secondaria di primo grado, per un totale di circa 750 studenti. Rispetto al primo istituto coinvolto, presenta caratteristiche educative e organizzative differenti: il corpo docente risulta mediamente più stabile, così come il bacino di utenza, che registra minori fluttuazioni nel corso degli anni scolastici. Al tempo stesso, il contesto territoriale offre un numero limitato di opportunità culturali ed educative al di fuori dell'ambito scolastico, elemento che incide sulle possibilità di arricchimento esperienziale degli alunni.

La scuola dell'infanzia coinvolta nel progetto è composta da due sezioni eterogenee per età. Oltre agli ambienti che ospitano le sezioni, il plesso dispone di diversi spazi comuni che consentono lo svolgimento di attività a sezioni aperte, anche per gruppi di livello. Sono inoltre presenti un ampio giardino e uno spazio palestra, quest'ultimo utilizzato per la maggior parte delle attività previste dal progetto di ricerca.

Il corpo docente risulta particolarmente stabile: tra le insegnanti di sezione, tre su quattro prestano servizio nel plesso da molti anni, mentre il team si è arricchito quest'anno con l'arrivo di una giovane docente neoimmessa in ruolo e due nuove docenti di sostegno. Una stabilità analoga caratterizza anche il gruppo dei bambini, composto in larga maggioranza da

alunni appartenenti a famiglie residenti da lungo tempo nella zona, spesso con fratelli, sorelle o amici che hanno frequentato la stessa scuola negli anni precedenti.

Questa continuità determina la presenza di routine consolidate, condivise e ben interiorizzate, che contribuiscono a un clima di classe stabile, fluido e armonioso. La coesione del gruppo è ulteriormente favorita dal contesto territoriale: trattandosi di un piccolo paese, le famiglie si conoscono da lungo tempo e sono frequenti le occasioni di incontro e amicizia al di fuori dell'ambiente scolastico. Tutto ciò consente alle insegnanti di dedicare meno tempo alla costruzione delle routine e alla gestione del gruppo, potendo invece orientare maggiormente la progettazione verso un approccio didattico di tipo esplorativo ed esperienziale, caratterizzato dalla presenza di attività coinvolgenti e motivanti e da un equilibrio tra attività in grande gruppo, in medio gruppo e gioco libero maggiormente bilanciato. Nel gruppo di alunni coinvolto nel progetto non sono presenti alunni con disabilità certificata (DVA) e, durante lo svolgimento delle attività, non sono emerse problematiche significative relative al comportamento o ai tempi di attenzione.

2.3.1 La parola alle insegnanti

Al termine dei percorsi laboratoriali sono state realizzate due interviste di gruppo, una per ciascun team docente che ha preso parte al progetto. Le interviste avevano l'obiettivo di raccogliere percezioni, vissuti professionali e osservazioni relative sia al contesto classe sia all'implementazione del percorso di coding con i gruppi selezionati.

Le domande proposte ai gruppi docenti sono state le seguenti:

- descrivete brevemente voi stesse e il team del quale fate parte.
- Descrivete la vostra classe/il gruppo degli alunni coinvolti nel progetto (background, caratteristiche del gruppo, casi particolari...).
- Avete esperienze pregresse di coding? Se sì, quali?
- Il gruppo, o alcuni studenti, hanno esperienze pregresse di coding? Se sì, quali?
- Come definireste il vostro modo di lavorare con questi bambini (metodologie, modalità di raccordo e progettazione, approcci...)?

- Come è cambiata la scuola dell'infanzia nell'ultimo decennio?
- Come è stato accolto il progetto da parte dei bambini?

Rispetto alla prima domanda, da entrambe le interviste emerge il ritratto di team affiatati, coesi e caratterizzati da un clima professionale aperto al dialogo, alla condivisione e all'accoglienza, con una particolare attenzione all'accettazione e alla valorizzazione delle reciproche differenze. Nel primo istituto, le insegnanti sottolineano in modo specifico la coerenza nella gestione delle regole e delle routine quotidiane, considerata un elemento centrale per garantire stabilità e continuità educativa. Nel secondo istituto, invece, emerge una visione del team inteso anche come risorsa per l'autoapprendimento: le docenti descrivono il gruppo come un contesto in cui ciascuno può migliorare la propria preparazione professionale grazie alle diverse specializzazioni e competenze presenti, in un'ottica di crescita e arricchimento reciproci.

La classe appartenente all'Istituto cittadino viene descritta dalle insegnanti come un gruppo positivo ma "frizzante" dal punto di vista disciplinare, con la presenza di alcuni casi particolari dal punto di vista comportamentale. Le docenti rilevano un bisogno costante di stimoli nuovi e diversificati e una tendenza diffusa al "tutto e subito", che si traduce in difficoltà attentive soprattutto in attività che richiedono tempi di attesa più lunghi o un maggior livello di strutturazione — come il laboratorio di inglese o le attività con ScratchJr previste dal progetto di ricerca. Secondo le insegnanti, tali difficoltà non sono riconducibili a deficit attentivi in senso stretto, quanto piuttosto alla fatica nel sostenere l'attesa e nel gestire la frustrazione.

Nonostante queste criticità, il gruppo viene descritto come particolarmente inclusivo — caratteristica confermata anche dall'osservazione diretta della scrivente — e capace di affrontare positivamente, anche nel corso dell'anno in corso, i cambiamenti legati all'ingresso di nuovi compagni e alla rotazione delle insegnanti. Questa capacità di adattamento, unita a un clima relazionale generalmente accogliente, rappresenta uno degli elementi di forza del gruppo classe.

Per quanto riguarda l'altro gruppo partecipante — formato dall'unione degli alunni dell'ultimo anno presenti nelle due sezioni, ciascuna delle quali composta da 22 bambini —

non si rileva la presenza né di alunni stranieri né di bambini con certificazioni, entrambi invece presenti nei gruppi dei più piccoli, non coinvolti nella ricerca. All'interno del gruppo è stato segnalato un solo caso particolare, che suscita nelle docenti qualche preoccupazione rispetto alle capacità attentive: si tratta di un bambino che, pur mostrando difficoltà nel mantenere la concentrazione, ha partecipato con grande motivazione alle attività del progetto, evidenziando un miglioramento significativo nella *coding readiness*, passata, alla conclusione del percorso, da 10 a 15 punti su 21.

Nel complesso, il gruppo si è dimostrato entusiasta, aperto e dinamico. Il clima è apparso sereno e caratterizzato da un buon livello di autocontrollo; rispetto al gruppo precedentemente descritto, la scrivente ha rilevato un atteggiamento maggiormente orientato al positivo, con una tendenza ad accogliere con entusiasmo le novità piuttosto che a esprimere lamentele o resistenze. Questa disposizione favorevole ha certamente facilitato l'implementazione delle attività previste dal progetto.

Per quanto riguarda le esperienze pregresse di coding, esse risultano complessivamente scarse sia tra gli alunni sia tra le insegnanti. L'unica eccezione è rappresentata da una delle insegnanti di sostegno della scuola cittadina, che utilizza abitualmente ScratchJr con l'alunno DVA del quale si occupa.

Rispetto all'approccio più specificamente didattico e metodologico — oggetto della domanda n. 5 — emergono differenze significative tra i due contesti.

Le insegnanti della scuola n. 1 sottolineano le difficoltà connesse alla suddivisione dei bambini in sezioni omogenee per età, rilevando in loro un minor livello di responsabilizzazione e autonomia rispetto a quello riscontrabile nelle proprie esperienze precedenti, in sezioni eterogenee. La progettazione delle attività avviene a partire dal rilevamento degli interessi dei bambini ed è affiancata da numerosi percorsi laboratoriali condotti da esperti interni o esterni (inglese, affettività, musica, pregrafismo e precalcolo).

Le insegnanti della seconda scuola evidenziano invece l'importanza del lavoro, in alcuni momenti della giornata, per gruppi omogenei di livello, e la scelta di alternarsi sia nella tipologia di laboratorio condotto sia nei gruppi di bambini coinvolti. Tale organizzazione consente a ciascuna insegnante di incontrare tutti i bambini e di partecipare a tutte le

tipologie di attività. Particolare attenzione viene dedicata alla progettazione delle proposte e alla predisposizione dei materiali, con l'obiettivo di favorire la massima autonomia possibile durante lo svolgimento delle esperienze. Durante le attività, le insegnanti assumono prevalentemente un ruolo osservativo, finalizzato a rilevare e interpretare i feedback dei bambini, così da poter riadattare e rimodulare quotidianamente la proposta educativa. L'interpretazione dei feedback costituisce infatti un momento centrale della pratica quotidiana, sebbene la flessibilità richiesta da questo approccio risulti talvolta particolarmente impegnativa e faticosa per le docenti.

Rispetto ai cambiamenti avvenuti nella scuola dell'infanzia negli ultimi anni, le insegnanti evidenziano due tendenze parallele. Da un lato, si registra un incremento delle difficoltà educative, attribuito sia alla maggiore ingerenza dei genitori sia alla diminuzione del livello di autonomia dei bambini che — riportano le docenti della prima scuola— sempre più spesso affrontano l'ingresso alla scuola dell'infanzia con difficoltà legate al controllo sfinterico o all'incapacità di svolgere semplici attività quotidiane, come bere dal bicchiere, scendere dal marciapiede, gestire in autonomia piccoli compiti di cura personale.

Dall'altro lato, viene riconosciuta un'evoluzione significativa nel modo di insegnare, considerato oggi molto diverso rispetto a 10–15 anni fa. Le insegnanti della seconda scuola valutano infatti positivamente sia l'aumento del numero di progetti e percorsi strutturati, che hanno consentito un significativo ampliamento l'offerta formativa, sia l'evolversi di un approccio maggiormente centrato sul bambino. Tale evoluzione favorisce una modulazione più attenta delle proposte educative in base alle esigenze specifiche degli alunni — esigenze percepite come mutate rispetto ai decenni precedenti — e ha comportato una trasformazione del ruolo stesso del docente, sempre più orientato all'osservazione e alla personalizzazione.

In entrambi i casi, i bambini si sono dimostrati molto attratti dal percorso laboratoriale proposto ai fini della ricerca. Le insegnanti delle due scuole concordano nel rilevare gioia, motivazione, entusiasmo e attesa rispetto alle attività (“Sei diventata la maestra che fa giocare con i tablet”, “Tutti i giovedì ti aspettano”). Non sono stati riscontrati feedback negativi da parte di alcuno dei piccoli alunni coinvolti.

Talvolta si sono verificati piccoli conflitti tra i bambini riguardo a “chi toccasse per primo”, dal momento che non tutti e tre i gruppi sono stati coinvolti simultaneamente: i due gruppi campione hanno infatti partecipato alle attività tra ottobre e dicembre, mentre il gruppo di controllo ha seguito il percorso tra gennaio e marzo, dopo la somministrazione sia del test iniziale sia di quello finale. In particolare, gli alunni del gruppo di controllo — e in un caso anche le loro famiglie — hanno spesso richiesto di poter partecipare, chiedendo chiarimenti rispetto alla loro presunta “esclusione” dal percorso.

Nota della scrivente: in entrambi i contesti, l’attesa sembra aver “drizzato le antenne” ai bambini del gruppo di controllo che, complice anche la maturazione avvenuta nei mesi precedenti (i mesi tra ottobre e gennaio risultano particolarmente significativi per l’evoluzione dei bambini in questa fascia d’età), hanno mostrato un interesse molto elevato e notevoli capacità di attenzione, concentrazione e perseveranza. Questo li ha portati, nel caso della scuola n. 1, a raggiungere livelli di competenza particolarmente alti, rispetto ai gruppi sperimentali, nell’utilizzo della risorsa proposta.

2.4 Il percorso

I percorsi nelle scuole coinvolte sono stati avviati sin dall’inizio dell’anno scolastico, attraverso contatti con coordinatori e insegnanti al fine di presentare dettagliatamente la proposta e concordare organizzazione, metodologie, tempistiche, vincoli e modalità di utilizzo dei materiali.

Le attività con i quattro gruppi di ricerca (due per ciascuna scuola) hanno invece preso avvio nella prima settimana di ottobre con la somministrazione del CRA, effettuata tramite tablet, in modalità individualizzata e su tutti gli alunni inclusi quelli dei gruppi di controllo. Ogni bambino è stato incontrato in sessioni uno a uno della durata di circa 15–20 minuti, con un duplice obiettivo: instaurare un rapporto personale e sereno con ciascun alunno e consentire la somministrazione del test in un clima e con tempistiche distese.

A partire dalla settimana successiva, e per una durata complessiva di otto settimane, i quattro gruppi sperimentali hanno partecipato a incontri settimanali della durata indicativa di un’ora ciascuno. Ogni incontro ha previsto:

- una breve introduzione agli obiettivi e agli elementi necessari per la sessione;
- una fase di sperimentazione assistita e/o guidata, con un tablet disponibile per ciascuna coppia di bambini;
- un momento finale di rielaborazione, grafica o verbale, e di condivisione conclusiva dell'esperienza.

I sei gruppi complessivamente coinvolti (i quattro gruppi sperimentali e i due di controllo) sono stati costruiti sulla base degli esiti del test iniziale, in modo da garantire omogeneità tra i tre gruppi e, al loro interno, eterogeneità dei livelli, con una distribuzione equilibrata di bambini con livello iniziale basso, medio ed elevato. Ciascun gruppo è risultato composto da 5 bambini nella seconda scuola e da 6 bambini nella prima.

Tra i quattro gruppi sperimentali, due — uno per ciascuna scuola, denominati *modalità A* — hanno seguito un approccio a ScratchJr maggiormente guidato dall'insegnante, caratterizzato da una più forte strutturazione delle attività e da una conduzione più direttiva. Gli altri due gruppi — *modalità B* — hanno invece beneficiato di una maggiore libertà di scelta (ad esempio nella definizione dei contenuti delle storie da animare) e di tempi più ampi per la sperimentazione libera.

Data l'età dei partecipanti, la differenza tra le due modalità si è comunque rivelata meno marcata rispetto a quanto previsto inizialmente, poiché gli alunni di tutti i gruppi hanno mostrato un bisogno significativo di supporto e guida durante le attività.

Al termine degli incontri, si è proceduto con la somministrazione del post-test, effettuata — come per il test iniziale — su tutti e sei i gruppi e con le medesime modalità operative. Successivamente è stato avviato anche il percorso laboratoriale destinato ai bambini appartenenti ai due gruppi di controllo.

Il test utilizzato, tradotto in italiano, è stato somministrato presentando verbalmente ciascuna domanda e accompagnandola con l'uso delle dita per indicare le diverse opzioni di risposta. Tale accorgimento aveva l'obiettivo di guidare l'attenzione dei bambini su ciascuna alternativa per un tempo adeguato, rallentando il ritmo della scelta e controbilanciando la propensione alle risposte impulsive, particolarmente frequente in questa fascia d'età.

In alcune delle domande — presentate dettagliatamente nell'Allegato 1 — è stata aggiunta, durante la traduzione in lingua italiana, un'ulteriore indicazione, per facilitare la comprensione della consegna da parte dei bambini. In particolare:

- Q3 e Q4: è stata inserita l'indicazione "*Guarda le frecce*", per orientare l'attenzione verso gli elementi rilevanti della domanda.
- Q6 e Q7: data la difficoltà di tradurre in modo efficace il termine *pattern*, si è introdotta una breve spiegazione concreta del termine sostitutivo utilizzato, "*ritmo*", così da renderlo immediatamente comprensibile ai bambini.
- Q14 e Q15: la formulazione originaria "*quali forme puoi utilizzare*" è stata sostituita con "*quale gruppo di forme puoi utilizzare*", al fine di evitare che i bambini indicassero simultaneamente forme appartenenti a opzioni di risposta differenti.

Si segnala che, pur nella consapevolezza dell'utilità, ai fini statistici, di un campione più ampio, l'impegno complessivo richiesto dalla realizzazione dei percorsi (circa 45 ore per ciascuna scuola) ha reso impraticabile l'estensione del progetto ad altri Istituti. Tale vincolo organizzativo ha quindi limitato la numerosità campionaria, pur non compromettendo la possibilità di condurre le analisi previste.

2.5 Il campione

Il campione testato è composto complessivamente da 33 bambini: 18 appartenenti alla scuola n. 1 e 15 alla scuola n. 2, tutti con una frequenza compresa tra 5 e 8 lezioni del percorso.

Nel database della prima scuola si segnala la presenza di un solo bambino con certificazione DVA. Un secondo alunno DVA, pur partecipando attivamente ai laboratori, non è stato incluso nella ricerca poiché non è stato in grado di portare a termine il pre-test. Tra i 20 alunni totali della scuola, un'ulteriore bambina è stata esclusa sia dal campione — in quanto inserita in sezione successivamente all'avvio del percorso — sia dal percorso stesso — in quanto assente in tutte le lezioni previste.

Nel sottogruppo della seconda scuola si rileva invece la presenza di due alunni anticipatori, con età anagrafica inferiore quindi rispetto agli altri componenti del campione.

2.5.1 I dataset

Prima di procedere alla descrizione e all'analisi dei dati tramite il software R, si è provveduto alla costruzione di due dataset distinti, uno per ciascuna scuola coinvolta. I dataset sono stati successivamente integrati in un unico file attraverso passaggi successivi di armonizzazione delle variabili.

Dopo aver effettuato il controllo preliminare dei dati (verifica di eventuali *missing values*, controllo di errori di inserimento e completa anonimizzazione tramite eliminazione dei nomi degli studenti), si è proceduto alla trasformazione in formato numerico di alcune variabili categoriali, al fine di renderle utilizzabili nei modelli di regressione:

- scuola: 0 = prima scuola; 1 = seconda scuola. La scelta deriva dalla presenza di differenze contestuali rilevanti tra i due istituti, tali da rendere il fattore scuola un potenziale predittore significativo nell'interpretazione dei risultati;
- condizione: 0 = condizione sperimentale; 1 = gruppo di controllo;
- tipologia: 0 = modalità A (approccio più direttivo); 1 = modalità B (approccio più libero).

Sono stati quindi inseriti nel dataset i punteggi numerici relativi alle altre misure raccolte: punteggi globali iniziali e finali e punteggi relativi ai singoli indicatori della *coding readiness*.

Per l'analisi multivariata si è scelto di utilizzare come variabile dipendente (Y) il delta (post – pre), ossia la differenza tra il punteggio finale e quello iniziale di ciascun alunno. Tale scelta è motivata dal fatto che il delta rappresenta la misura più diretta del cambiamento attribuibile al percorso svolto. Inoltre, l'uso del delta consente di isolare l'effetto dell'intervento evitando distorsioni legate ai livelli di partenza, riducendo l'impatto del fenomeno della regressione verso la media.

Poiché il dataset generale conteneva sia indicatori singoli sia misure di sintesi, la loro inclusione simultanea nei modelli avrebbe comportato la duplicazione della stessa informazione e potenziali problemi di multicollinearità. Per questo motivo si è proceduto alla costruzione di dataset parziali, selezionando di volta in volta esclusivamente gli indicatori pertinenti alla specifica variabile dipendente considerata.

2.5.2 Elenco variabili utilizzate

DATASET UNITARIO		
NOME	DESCRIZIONE	RANGE/VALORI
Y (DELTA PRE-POST)	Differenza tra punteggio finale e iniziale	Da - 4 a + 7
SCUOLA	Istituto di appartenenza	0=scuola 1 1=scuola 2
COND	Condizione	0=condizione sperimentale 1=gruppo di controllo
TIPOL	Tipologia di approccio	0=Direttivo 1=Libero
INIZ	Punteggio iniziale	Da 7 a 18
FIN	Punteggio finale	Da 9 a 20

Fig. 14 - Variabili

2.6 Metodologia applicata

Dopo le fasi di analisi descrittiva ed esplorativa dei dati, si è proceduto all'applicazione in R delle matrici di correlazione (comando *cor*) sui dataset parziali — comprendenti, di volta in volta, i punteggi iniziali o finali e la condizione rispetto alla tipologia — e successivamente all'implementazione di alcuni modelli di regressione lineare (comando *lm*) sugli stessi dataset utilizzati per le matrici di correlazione.

I modelli sono stati confrontati sulla base degli indicatori R² (Multiple R-squared), che rappresenta la percentuale di varianza spiegata dal modello, e Adjusted R-squared (AdjR²),

che corregge R2 tenendo conto del numero di predittori. Entrambi gli indicatori forniscono una misura della capacità esplicativa del modello: valori più alti indicano una maggiore quota di variabilità spiegata e, in generale, una migliore affidabilità del modello; valori più bassi indicano una capacità esplicativa ridotta.

CAP 3 ANALISI DESCRITTIVA

3.1 Analisi descrittiva

I dati relativi alle rilevazioni pre e post sono stati organizzati in due tabelle, una per ciascuna scuola (Allegati 2 e 3), in modo da consentire un confronto accurato sia a livello individuale sia a livello aggregato. Per ogni alunno sono stati riportati, su due righe distinte, i punteggi iniziali e finali relativi a ciascuna domanda del test, insieme ai totali pre e post per ciascuna area e al punteggio complessivo.

Per facilitare la lettura e l'individuazione immediata dei pattern principali, è stata adottata una codifica cromatica con diverse funzioni:

- *appartenenza ai gruppi sperimentali*: rosa = modalità A; viola = modalità B; azzurro = gruppo di controllo.
- *Incrementi lievi* (pari a 1 punto): evidenziati in verde chiaro.
- *Incrementi più rilevanti*, evidenziati in verde scuro (incrementi superiori a 1 punto, incrementi pari a 1 punto ma indicativi dell'acquisizione di un'abilità prima assente, raggiungimento del punteggio massimo previsto per l'abilità).
- *Diminuzioni* del punteggio: indicate in rosso.
- *Casi particolari*:
 - alunni non considerati nella sperimentazione per assenza di pretest;
 - aree in cui il post-test mostra un'*inversione nelle risposte* (risposte corrette che diventano errate, e viceversa, all'interno della stessa area). Questi elementi sono segnalati con evidenziazione in giallo.
- *Totali delle aree*: riportati in azzurro chiaro per distinguerli dalle singole voci.

3.1.1 Scuola 1

Il dataset relativo alla prima scuola è composto da 18 osservazioni, riferite a 8 alunni maschi e 10 femmine. Dall'analisi descrittiva dei dati emergono i seguenti elementi:

- *Prestazioni complessive*: tra i 18 bambini partecipanti, tre – tutti appartenenti ai gruppi sperimentali e pari al 17% del campione – mostrano un peggioramento della prestazione (-1, -2 o -3 punti). Due alunni (11%) mantengono invece lo stesso punteggio in entrambe le prove di assessment.
- *Distribuzione dei punteggi*: i punteggi iniziali variano da 7 a 18 (su 21 punti massimi, escludendo le due domande di prova), mentre i punteggi finali oscillano tra 9 e 20. In entrambi i casi il range risulta pari a 11 punti.
- *Incrementi di punteggio*: si osserva un miglioramento in 13 alunni su 18 (72%). Di questi 5, pari al 28% del campione, mostrano un incremento lieve (+ 1 punto), mentre 8, pari al 44%, presentano un incremento più consistente (da + 2 a + 6 punti).
- *Valori medi*: il punteggio medio iniziale è pari a 13 punti, quello finale a circa 15, con un incremento medio di 1,88 punti.
- *Domande di controllo*: solo in un caso si riscontra un errore nelle due domande di controllo iniziali, e tale errore compare nel post-test.
- *Inversioni di risposta*: si rilevano 14 casi di inversione tra risposte corrette e errate: all'interno dello stesso indicatore, dal pre al post-test alcune risposte corrette diventano errate e viceversa. Questo fenomeno riguarda 11 bambini su 18 (61%) e rappresenta un potenziale indicatore di scarsa affidabilità delle risposte.
- *Decrementi parziali*: in 15 alunni su 18 (83%) si osserva almeno un decremento in uno dei punteggi parziali, confermando la presenza di instabilità nelle risposte.

- *Analisi per aree di competenza:* tra le sette aree indagate, *modeling* e *spatial reasoning* non mostrano alcun miglioramento complessivo: i punteggi globali iniziali e finali coincidono. *Modeling* risulta comunque l'area di maggiore competenza, con una percentuale di risposte corrette pari all'83% in entrambe le prove. *Spatial reasoning* presenta invece valori più bassi (56% sia nel pre che nel post). L'area con il progresso più marcato è *looping*, con un incremento di 8 punti, pari al 53%, seguita da *sequencing* (+ 23%) e da *modularity* e *debugging* (entrambe + 15%). Un'area particolarmente critica risulta essere *sequencing*, con una percentuale di risposte corrette pari al 41% nel pre-test.
- *Aree completamente vuote:* si rileva la presenza di 4 bambini (22%) che presentano una o più aree della tabella completamente vuote, ossia senza alcuna risposta corretta né nel pre né nel post-test.
- *Composizione dei gruppi:* il gruppo A risulta penalizzato da un numero maggiore di assenze e da una più alta presenza di casi particolari. Il gruppo B, invece, è composto prevalentemente da bambini con basso livello di attenzione e motivazione, come rilevato sia dai docenti sia dall'osservazione diretta durante il progetto.

3.1.2 Scuola 2

Il dataset relativo alla seconda scuola è composto da 15 osservazioni, riferite a 11 alunni maschi e 4 femmine. Dall'analisi descrittiva dei dati emergono i seguenti elementi:

- *Distribuzione dei punteggi:* i punteggi iniziali variano da 9 a 17 (su 21 punti massimi, escludendo le due domande di prova), mentre i punteggi finali oscillano tra 10 e 20 (range inferiore al precedente, pari rispettivamente a 8 e 10 punti).
- *Prestazioni complessive:* tra i 15 bambini partecipanti, una sola alunna – pari al 7% del campione e appartenente al gruppo di controllo – peggiora la propria prestazione (– 4 punti). Un singolo alunno (pari al 7%) – anche in questo caso facente parte del gruppo di controllo – mantiene lo stesso punteggio in entrambe le prove di assessment.

- *Incrementi di punteggio*: si osserva un miglioramento in 13 alunni su 15 (87%). Di questi 3, pari al 20% del campione, presentano un incremento lieve (+ 1 punto); altri 10, corrispondenti al 67%, mostrano un incremento più consistente (compreso tra + 2 a + 6 punti).
- *Valori medi*: il punteggio medio iniziale è pari a 13 punti, quello finale a 16, con un incremento medio di 2,87 punti.
- *Domande di controllo*: in nessun caso si riscontrano errori nelle due domande di controllo iniziali.
- *Inversioni di risposta*: i casi di inversione sono 10, un valore ancora elevato, ma coinvolgono un numero leggermente inferiore di bambini rispetto alla Scuola 1 (8 su 15, pari al 53%).
- *Decrementi parziali*: aumenta il numero di alunni che presentano almeno un decremento in una delle aree: ciò riguarda tutti i bambini tranne uno. Tuttavia, il numero di decrementi per ciascun alunno risulta più contenuto (nella maggior parte dei casi pari a uno).
- *Analisi per aree di competenza*: fra le sette aree considerate *modeling* mostra un'elevata percentuale di risposte corrette (90% nel pretest), confermandosi per gli alunni una delle aree meno complesse da affrontare; tuttavia in essa il punteggio finale diminuisce di 2 punti (pari a circa il 4%). L'area con il miglioramento più marcato è *debugging*, con un incremento di 14 punti, pari al 61%, seguita da *sequencing* (+ 53%) e *modularity* (+ 28%). Anche in questo caso, l'area che sembra comportare maggiori difficoltà sembra essere *sequencing*, con una percentuale di risposte corrette simile a quella riscontrata nella scuola 1 e pari al 42% nel pre-test.
- *Aree vuote*: nessuno dei bambini presenta aree completamente vuote (assenza totale di risposte corrette in entrambi i test).
- *Composizione dei gruppi*: nei gruppi A e B non si rilevano problematiche particolari né sul piano comportamentale né su quello attentivo. Il gruppo B appare complessivamente molto attivo, propositivo e motivato.

3.1.3 Confronto fra scuole

- Benché il punteggio medio di partenza sia identico in entrambe le scuole, l'incremento medio differisce in modo abbastanza significativo: nella scuola n. 1 l'aumento è di 1,88 punti su 21 (pari al 9%), mentre nella scuola n. 2 è di 2,87 punti (pari al 14%), con un punteggio medio finale pari a circa 16 nella scuola n. 2 rispetto a poco meno di 15 nella scuola n. 1.
- Questo risultato si riflette anche nella quota di alunni che mostrano incrementi particolarmente rilevanti (≥ 2 punti): il 67% nella scuola n. 2 contro il 44% nella scuola n. 1.
- Un'ulteriore conferma delle differenze fra le due scuole proviene dal numero di alunni che peggiorano la propria prestazione: 17% nella scuola n. 1 rispetto al 7% nella scuola n. 2.
- Il numero di *inversioni* non differisce in modo significativo tra i due macrogruppi, così come il numero di alunni interessati.
- Il numero di *decrementi parziali* è maggiore nella scuola n. 2; tuttavia in quest'ultima l'incidenza per singolo alunno è inferiore (nella maggior parte dei casi si registra un solo decremento per bambino).
- Anche rispetto al numero di bambini con *aree vuote* (assenza totale di risposte corrette in entrambi i test), la scuola n. 2 ottiene risultati nettamente migliori: 0 alunni contro 4 nella scuola n. 1.
- Il macrogruppo della scuola n. 2 mostra esiti complessivamente migliori, probabilmente riconducibili anche a una situazione più favorevole: da un lato sul piano della motivazione e delle capacità attentive, dall'altro grazie a una maggiore abitudine al lavoro in grande gruppo – che comporta tempi di attesa più lunghi – e che si è rivelata un fattore positivo anche per le attività svolte in rapporto uno a cinque/sei, caratteristiche del progetto.
- Si evidenziano somiglianze anche rispetto alle aree di competenza previste dal test: in entrambi i casi l'area con il punteggio iniziale più basso è *sequencing* (la percentuale iniziale di risposte corrette è pari al 41–42%), mentre i bambini non sembrano incontrare particolari difficoltà nell'area *modeling* (percentuale di risposte corrette > 80% in tutti e quattro i rilevamenti).

- Gli incrementi maggiori si verificano nelle aree *looping* (nella scuola n. 1), *sequencing*, *modularity* e *debugging* (in entrambe le scuole).

3.1.4 Confronto per condizione e tipologia di approccio

- Per ciascun gruppo (A, B e controllo) è stato calcolato l'incremento medio del punteggio sia in termini assoluti (differenza tra punteggio finale e iniziale) sia in termini relativi (incremento percentuale rispetto al punteggio iniziale), al fine di confrontare i miglioramenti tenendo conto dei diversi livelli di partenza.
- Scuola 1, condizione A (approccio direttivo): il gruppo passa da un punteggio iniziale di 77 punti a uno finale di 86, con incremento pari a 9 punti → +12%. Sono presenti nel gruppo due alunne che peggiorano il proprio punteggio rispetto alla prestazione iniziale.
- Scuola 1, condizione B (approccio libero): il gruppo passa da un punteggio iniziale di 79 punti a uno finale di 87, con incremento pari a 8 punti → +10%. È presente nel gruppo un'alunna che peggiora il proprio punteggio rispetto alla prestazione iniziale.
- Scuola 1, condizione C (gruppo di controllo): il gruppo passa da un punteggio iniziale di 74 punti a uno finale di 90, con incremento pari a 16 punti → +22%. Nessuno degli elementi del gruppo peggiora il proprio punteggio rispetto alla prestazione iniziale.
- Scuola 2, condizione A (approccio direttivo): il gruppo passa da un punteggio iniziale di 69 punti a uno finale di 82, con incremento pari a 13 punti → +19%. Nessuno degli elementi del gruppo peggiora il proprio punteggio rispetto alla prestazione iniziale.
- Scuola 2, condizione B (approccio libero): il gruppo passa da un punteggio iniziale di 64 punti a uno finale di 88, con incremento pari a 24 punti → +37%. Nessuno degli elementi del gruppo peggiora il proprio punteggio rispetto alla prestazione iniziale.
- Scuola 2, condizione C (gruppo di controllo): il gruppo passa da un punteggio iniziale di 67 punti a uno finale di 73, con incremento pari a 6 punti → +9%. È presente nel gruppo un'alunna che peggiora il proprio punteggio rispetto alla prestazione iniziale (Figura 15).

	GRUPPO A	GRUPPO B	GRUPPO C
SCUOLA 1	+12%	+10%	+22%
SCUOLA 2	+19%	+37%	+9%

Fig. 15 – Confronto fra scuole, condizioni e tipologie

- Gli effetti attesi (maggiori incrementi nei gruppi sperimentali rispetto al controllo e differenze tra le modalità) emergono esclusivamente nella scuola n. 2, mentre nella scuola n. 1 tali effetti non si evidenziano.
- Tutti i sei gruppi progrediscono ma, su un campione numericamente ridotto quale quello preso in considerazione per la ricerca (n = 33), l'importanza dei singoli casi risulta evidente: ottengono risultati migliori i gruppi in cui nessun alunno peggiora la propria prestazione, mentre il miglioramento è assai meno marcato nei gruppi in cui uno o più alunni registrano nel post-test punteggi inferiori rispetto al pre-test.

Cap 4 ANALISI MULTIVARIATA

4.1 Matrici di correlazione

Prima di procedere con l'analisi di regressione lineare, sono state eseguite analisi bivariate preliminari mediante matrici di correlazione per individuare eventuali associazioni rilevanti tra le variabili considerate.

Le matrici di correlazione realizzate tra Y (delta), scuola di appartenenza, condizione (sperimentale/controllo) e punteggi rispettivamente iniziali e finali (non includibili nella stessa matrice al fine di evitare problemi di collinearità) confermano la presenza di una correlazione negativa di intensità moderata tra Y e il punteggio iniziale ($r = -0,522$).

Ciò indica che gli alunni con punteggi iniziali più elevati tendono a mostrare incrementi minori, mentre chi parte da livelli più bassi tende a migliorare di più; tale pattern è coerente con il fenomeno della regressione verso la media o con un effetto di “soffitto” per i soggetti con punteggi iniziali alti.

La correlazione tra la scuola di appartenenza e i punteggi risulta debole ed è maggiore rispetto al punteggio finale ($r = 0,290$), minore rispetto al punteggio iniziale ($r = 0,106$).

Non emergono altre associazioni di rilievo.

Nella seconda fase dell'analisi sono state calcolate ulteriori matrici di correlazione per verificare eventuali associazioni tra Y (delta), scuola, tipologia e punteggi iniziali vs finali. In questo caso, le analisi sono state condotte su un sottoinsieme di 22 osservazioni, escludendo i gruppi di controllo per i quali non è applicabile la distinzione tra tipologie (approccio A e approccio B).

Anche in questo sottoinsieme emerge una correlazione negativa di intensità moderata tra Y e il punteggio iniziale (stavolta pari a $-0,57$). Si osservano inoltre correlazioni positive tra la scuola, il delta e il punteggio finale: la correlazione tra scuola e delta è debole-moderata ($r = 0,40$), mentre quella tra scuola e punteggio finale è di intensità maggiore ($r = 0,50$). Poiché non si riscontrano differenze sostanziali nei punteggi iniziali tra le scuole né uno sbilanciamento nella distribuzione delle condizioni (A vs B), tali risultati suggeriscono che le differenze nei risultati finali non siano imputabili esclusivamente al livello di partenza, ma possano riflettere caratteristiche contestuali o modalità di lavoro differenti tra le scuole. Nella Figura 16 si riporta un esempio delle correlazioni rilevate:

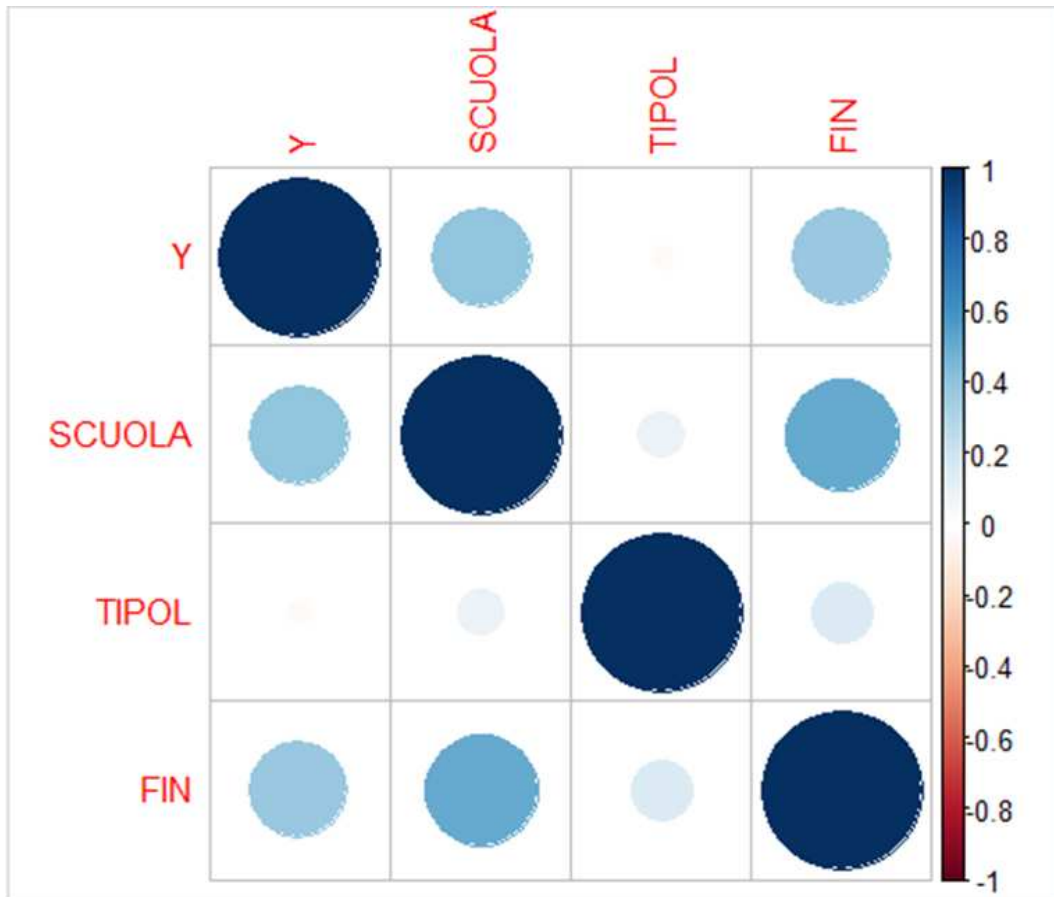


Fig. 15 - Esempio di matrice di correlazione

4.2 Regressione lineare

4.2.1 Introduzione ai parametri statistici utilizzati

Nell'analisi dei dati ottenuti con l'applicazione della regressione lineare sono stati utilizzati alcuni indicatori statistici che permettono di valutare la qualità dei modelli e la solidità dei risultati ottenuti:

- **p-value:** indice che esprime la probabilità che un risultato osservato sia dovuto al caso. Più il p-value è basso, più è improbabile che l'effetto osservato sia casuale. In genere, valori inferiori a 0.05 sono considerati indicativi di un risultato statisticamente significativo, mentre valori inferiori a 0.01 indicano una significatività molto elevata.
- **F-statistic:** indice che valuta la qualità complessiva del modello, confrontando il modello stimato con un modello "vuoto" (privo di predittori). Un valore di F accompagnato da un p-value significativo indica che l'insieme delle variabili inserite

contribuisce a spiegare il fenomeno in modo non casuale, e che il modello nel suo complesso risulta efficace.

- **R-squared (R^2):** indice che misura la porzione della variabilità del fenomeno osservato spiegata dal modello. Assume valori compresi tra 0 e 1: valori più elevati indicano una maggiore capacità del modello di descrivere i dati, mentre valori bassi suggeriscono che gran parte della variabilità rimane non spiegata.
- **Adjusted R-squared:** parametro che indica quanta parte della variabilità del fenomeno viene spiegata dal modello tenendo conto anche del numero di variabili inserite. A differenza dell' R^2 semplice, penalizza l'aggiunta di predittori non utili. Anche in questo caso, valori più alti indicano una migliore capacità del modello di rappresentare i dati, mentre valori più bassi suggeriscono che il modello spiega solo una quota limitata della variabilità.

4.2.2 Modello A: effetti della condizione sperimentale

Prima di procedere con la regressione lineare multivariata, è stata condotta una regressione lineare bivariata preliminare, con l'obiettivo di verificare se — e in quale misura — la sola condizione sperimentale potesse spiegare la variabilità osservata nel miglioramento. Come illustrato in precedenza, la variabile condizione è stata codificata come 0 per gli studenti che hanno partecipato al percorso con Scratch tra pre-test e post-test e come 1 per il gruppo di controllo, non esposto all'intervento nello stesso intervallo temporale.

Questa analisi preliminare ha permesso di ottenere una prima stima dell'effetto della condizione sperimentale sul cambiamento, anteriormente all'introduzione nel modello di ulteriori predittori potenzialmente rilevanti (Figura 16).

```

Call:
lm(formula = Y ~ COND, data = X1Y_Magistri)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.40  -1.95   0.50   1.55   3.50

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  3.5000     0.8119   4.311 0.000846 ***
COND        -2.1000     1.4063  -1.493 0.159234
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.568 on 13 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1464,    Adjusted R-squared:  0.08075
F-statistic:  2.23 on 1 and 13 DF,  p-value: 0.1592

```

Fig. 16 - Correlazione bivariata preliminare A (Y + condizione)

La regressione lineare bivariata mostra che i bambini del gruppo sperimentale presentano un miglioramento medio di 3.5 punti. Il coefficiente associato alla condizione (- 2.1) indica che il gruppo di controllo migliora in media 2.1 punti in meno rispetto al gruppo sperimentale, per un valore stimato di circa 1.4 punti.

Sebbene questa differenza sia coerente con i dati descrittivi, essa non raggiunge la significatività statistica: il p-value è pari a 0.159, indicando una probabilità di circa il 16 % che tale differenza possa essere attribuibile al caso (il valore è superiore alla soglia convenzionale di 0.05).

La mancata significatività può essere dovuta a diversi fattori, tra cui la ridotta numerosità del campione, la dimensione contenuta dei gruppi e l'elevata variabilità individuale tipica dell'età prescolare, in particolare in riferimento ad elementi quali attenzione, motivazione, stanchezza e contesto.

La variabile *condizione* spiega comunque circa il 15% della varianza: su un campione così piccolo e composto da bambini in età prescolare, si tratta di un valore non del tutto trascurabile.

Entrando nel campo della statistica multivariata, l'introduzione dell'ulteriore variabile *scuola*, considerata per il momento come separata rispetto alla condizione, porta ai seguenti risultati (Figura 17):

```

Call:
lm(formula = Y ~ SCUOLA + COND, data = X1Y_Comolago_Magistri)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-6.6182 -1.8909  0.0758  2.1091  4.3485

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   1.9242    0.7207   2.670  0.0121 *
SCUOLA         0.9667    0.9475   1.020  0.3158
COND        -0.2727    1.0008  -0.273  0.7871
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.71 on 30 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.03584,    Adjusted R-squared:  -0.02844
F-statistic: 0.5576 on 2 and 30 DF,  p-value: 0.5784

```

Fig. 17 - Regressione multivariata n. 1A (Y + condizione + scuola)

Nel modello stimato, nessuno dei predittori inseriti (*scuola* e *condizione*) sembra contribuire in modo affidabile a spiegare la variabilità di Y. I coefficienti associati a entrambe le variabili risultano infatti non significativi, così come l'intero modello, indicando l'assenza di relazioni sistematiche tra questi predittori e l'esito osservato.

Il valore dell'R-squared (3.6%) mostra che il modello spiega solo una quota molto ridotta della variabilità di Y. Inoltre, l'Adjusted R-squared risulta negativo, segnalando che l'aggiunta dei predittori non migliora la capacità esplicativa del modello, ma anzi la peggiora leggermente rispetto a un modello contenente solo l'intercetta. In altre parole, *scuola* e *condizione* non apportano informazione utile e introducono rumore, riducendo l'efficienza complessiva del modello.

Nel modello successivo (Figura 18), la variabile *condizione* viene controllata insieme alla variabile di correzione *punteggio iniziale*, al fine di ridurre le distorsioni legate ai livelli di partenza. Punteggi iniziali molto elevati consentono infatti un minor margine di miglioramento, mentre punteggi molto bassi tendono a mostrare incrementi nelle misurazioni successive anche in assenza di intervento, a causa del fenomeno noto come regressione verso la media. L'inclusione di una variabile specifica per il punteggio iniziale consente quindi di stabilizzare il modello, ridurre il rumore e ottenere una stima più accurata dell'effetto reale attribuibile alla condizione.

```

Call:
lm(formula = Y ~ COND + INIZ, data = x1Y_Comolago_Magistri)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.9489 -1.0877  0.0511  1.5160  4.5160

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   8.6713     1.9160   4.526 8.85e-05 ***
COND          -0.5112     0.8671  -0.590  0.55991
INIZ          -0.4769     0.1399  -3.410  0.00187 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.34 on 30 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.281,    Adjusted R-squared:  0.2331
F-statistic: 5.863 on 2 and 30 DF,  p-value: 0.007089

```

Fig. 18 - Regressione multivariata n. 2A (introduzione punteggio iniziale)

Il modello complessivo risulta statisticamente significativo. La statistica F risulta pari a 5.863, con un $p = 0.007$, ben al di sotto della soglia convenzionale di 0.05. La probabilità che un miglioramento così marcato sia dovuto al caso è quindi molto bassa. E' possibile quindi concludere che, nel loro insieme, i predittori contribuiscono in modo significativo alla spiegazione del miglioramento osservato.

Il modello spiega circa il 28% della varianza della variabile dipendente ($R^2 = 0.281$). In ambito educativo, soprattutto con bambini piccoli, tale livello di varianza spiegata è considerato solido, poiché i comportamenti e gli apprendimenti infantili sono influenzati da molti fattori non controllabili: ottenere un effetto complessivo di questa entità è perciò metodologicamente rilevante.

Il punteggio iniziale predice negativamente il miglioramento ($\beta = -0.48$, $p = 0.002$): i bambini con punteggi più elevati al pre-test tendono a migliorare meno. Ogni punto in più al pre-test riduce il delta di circa 0.48 punti.

L'effetto della condizione sperimentale non risulta significativo ($\beta = -0.51$, $p = 0.56$).

In altre parole, il modello stima una relazione negativa tra *condizione* e Y, ma l'ampia incertezza associata a questa stima rende impossibile considerarla un effetto interpretabile o affidabile.

Infine, è stata applicata una nuova regressione lineare con la reintroduzione del predittore relativo alla scuola di appartenenza (Figura 19)

```

Call:
lm(formula = Y ~ COND + INIZ + SCUOLA, data = X1Y_Como1ago_Magistri)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-6.1514 -0.6744  0.1039  0.8486  5.1264

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   8.3978     1.8766   4.475 0.000109 ***
COND          -0.5228     0.8457  -0.618 0.541304
INIZ          -0.5001     0.1372  -3.646 0.001038 **
SCUOLA         1.2778     0.8026   1.592 0.122191
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.283 on 29 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3388,    Adjusted R-squared:  0.2704
F-statistic: 4.954 on 3 and 29 DF,  p-value: 0.006743

```

Fig. 19 - Regressione multivariata n. 3A (Y + condizione + scuola + punteggio iniziale)

Anche in questo caso, il modello complessivo risulta statisticamente significativo: $F(3,29) = 4.954$, $p = 0.0067$ indicano che i predittori, considerati congiuntamente, contribuiscono in modo significativo alla spiegazione del miglioramento osservato. Il modello spiega circa il 34% della varianza del miglioramento ($R^2 = 0.3388$), che si riduce al 27% dopo la correzione per il numero di predittori (Adjusted $R^2 = 0.2704$), un risultato, come già spiegato, metodologicamente piuttosto rilevante nel contesto educativo, in cui gli effetti sono spesso moderati e multifattoriali.

Il punteggio iniziale si conferma l'unico predittore chiaramente significativo: chi parte da valori più elevati tende a mostrare un margine di miglioramento inferiore. La condizione sperimentale non evidenzia effetti statisticamente rilevanti, mentre la variabile *scuola* presenta un coefficiente positivo ($\beta = 1.2778$), suggerendo che — a parità di punteggio iniziale e condizione — gli alunni della Scuola 2 tendano a ottenere un miglioramento leggermente superiore rispetto a quelli della Scuola 1. Tuttavia, anche questa differenza non risulta statisticamente significativa ($p = 0.122$).

La tendenza osservata sembra coerente con la presenza di differenze contestuali tra i due istituti, che meriterebbero di essere approfondite.

Al termine dell'analisi dei modelli che consideravano le variabili X come predittori indipendenti, si è proceduto a stimare modelli che includessero anche la loro interazione. A tal fine è stato introdotto l'asterisco (*) tra le due variabili: nella sintassi dei modelli lineari, questo simbolo indica che il modello deve includere sia i loro effetti principali sia il termine di interazione, ossia l'effetto combinato delle variabili alle quali esso è associato.

Nel primo modello analizzato, la formulazione consente di verificare se l'effetto della condizione sperimentale varia in funzione della scuola di appartenenza, introducendo così un livello di analisi più fine rispetto ai modelli precedenti (Figura 20):

```
Call:
lm(formula = Y ~ SCUOLA * COND, data = X1Y_Comolago_Magistri)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.4000 -1.6667 -0.4167  1.5000  4.5833

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   1.417     0.758   1.869  0.0718 .
SCUOLA         2.083     1.124   1.853  0.0741 .
COND           1.250     1.313   0.952  0.3489
SCUOLA:COND   -3.350     1.947  -1.720  0.0960 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.626 on 29 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1251,    Adjusted R-squared:  0.03461
F-statistic: 1.382 on 3 and 29 DF,  p-value: 0.2678
```

Fig. 20 - Regressione multivariata n. 4A (Y + scuola*condizione)

L'interazione tra *scuola* e *condizione* mostra un effetto di ampiezza rilevante ($\beta = -3.35$), suggerendo che l'impatto della condizione sperimentale sia differente tra le due scuole; tuttavia, anche in questo caso e per i motivi precedentemente spiegati, il p-value ($p = 0.096$, comunque borderline in quanto non lontano dalla soglia 0.05) non raggiunge la significatività statistica, consentendo di ipotizzare la possibilità di una tendenza compatibile con un effetto reale — la differenza tra condizione sperimentale e controllo cambia a seconda della scuola — che il campione ridotto non riesce a rilevare con sufficiente potenza.

La versione finale del modello include le condizioni considerate separatamente più il rapporto tra scuola e condizione e tra scuola e punteggio iniziale (Figura 21):

```

Call:
lm(formula = Y ~ SCUOLA + COND + INIZ + SCUOLA:COND + SCUOLA:INIZ,
    data = X1Y_Comolago_Magistri)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-4.9721 -0.7073  0.2345  1.0542  4.1182

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   7.53848    2.22186   3.393  0.00215 **
SCUOLA         3.18177    3.87576   0.821  0.41887
COND           0.93606    1.11344   0.841  0.40790
INIZ          -0.47091    0.16367  -2.877  0.00775 **
SCUOLA:COND  -3.19651    1.64860  -1.939  0.06303 .
SCUOLA:INIZ  -0.06392    0.28183  -0.227  0.82227
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.216 on 27 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4198,    Adjusted R-squared:  0.3123
F-statistic: 3.907 on 5 and 27 DF,  p-value: 0.008566

```

Fig. 21 - Regressione multivariata finale

Il modello risulta complessivamente significativo e spiega il 31% - 42% della varianza del miglioramento a seconda dell'indicatore considerato. Il punteggio iniziale emerge come unico predittore chiaramente significativo (punteggi più alti migliorano meno), ma l'interazione tra scuola e condizione mostra una tendenza interessante (coefficiente -3,20, $p = 0.060$, solo poco distante dal valore soglia di 0.05), suggerendo che l'effetto della condizione sperimentale sia effettivamente differente tra i due Istituti. L'interazione tra scuola e punteggio iniziale non risulta significativa, suggerendo che il modo in cui il punteggio iniziale influenza il miglioramento non cambia tra le scuole.

La distribuzione dei residui non evidenzia pattern sistematici né violazioni delle assunzioni del modello lineare, suggerendo una buona specificazione del modello. In particolare, la simmetria dei residui, la loro concentrazione attorno allo zero e l'assenza di outlier rilevanti indicano che la struttura del modello rappresenta adeguatamente i dati. L'assunzione di omoschedasticità è ragionevolmente soddisfatta.

4.2.3 Modello B: effetti della modalità di approccio

Anche in questo caso, prima di procedere con la regressione lineare multivariata, è stata condotta una regressione lineare bivariata preliminare, con l'obiettivo di verificare se — e in quale misura — la sola tipologia di approccio potesse spiegare la variabilità osservata nel miglioramento. La variabile *tipologia* è stata codificata come 0 per gli studenti che hanno partecipato al percorso con modalità direttiva (modalità A) e come 1 per coloro che hanno svolto le attività attraverso l'approccio maggiormente orientato alla sperimentazione libera (modalità B); il gruppo di controllo è stato escluso dal dataset per poter isolare l'effetto della modalità di intervento. Anche in questo caso, l'analisi preliminare (Figura 22) ha permesso di ottenere una prima stima dell'effetto della tipologia di approccio sull'evoluzione dei punteggi, prima dell'introduzione nel modello di ulteriori predittori.

```
Call:
lm(formula = Y ~ TIPOL, data = X1YB_Comolago_Magistri)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.300 -1.417 -0.300  2.583  4.700

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   2.4167     0.7880   3.067  0.00608 **
TIPOL         -0.1167     1.1688  -0.100  0.92148
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.73 on 20 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.000498, Adjusted R-squared:  -0.04948
F-statistic: 0.009964 on 1 and 20 DF, p-value: 0.9215
```

Fig. 22 - Correlazione bivariata preliminare B (Y + tipologia)

A livello bivariato, mettere in relazione la tipologia dell'intervento (direttiva vs libera) con il miglioramento non evidenzia effetti significativi. Il coefficiente associato alla tipologia ($\beta = 1.40$) risulta non significativo ($p = 0.31$), indicando l'assenza di differenze sistematiche tra le due modalità. Anche il modello complessivo non risulta significativo ($p = 0.31$) e spiega una quota molto ridotta della varianza ($R^2 = 0.13$), suggerendo che la tipologia dell'intervento non costituisca un predittore rilevante del miglioramento.

Si introduce *scuola* come ulteriore variabile, considerandola per il momento come separata rispetto alla tipologia (Figura 23):

```
Call:
lm(formula = Y ~ TIPOL + SCUOLA, data = X1YB_Comolago_Magistri)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-4.246 -2.077 -0.300  1.573  4.462

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.5385     0.8711   1.766  0.0934 .
TIPOL        -0.2923     1.1019  -0.265  0.7936
SCUOLA        2.1077     1.1019   1.913  0.0710 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.564 on 19 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1619,    Adjusted R-squared:  0.07367
F-statistic: 1.835 on 2 and 19 DF,  p-value: 0.1868
```

Fig. 23 – Regressione multivariata n. 1B (Y + tipologia + scuola)

L'aggiunta del nuovo predittore incrementa leggermente la capacità esplicativa del modello, senza tuttavia renderlo complessivamente significativo. In linea con quanto osservato nelle analisi precedenti, la variabile *scuola* mostra un effetto numericamente rilevante su Y: il coefficiente è ampio e il relativo p-value (0.071) si avvicina alla soglia convenzionale di significatività. Tale valore non consente però di raggiungere un'evidenza statistica piena, suggerendo che l'effetto possa essere reale ma non stimabile, in questo dataset, con sufficiente precisione.

Nel modello successivo (Figura 24), la variabile *condizione* viene controllata insieme alla variabile di correzione *punteggio iniziale*, al fine di ridurre, anche in questo caso, le distorsioni dovute ai livelli di partenza (Figura 24)

```

Call:
lm(formula = Y ~ TIPOL + INIZ, data = X1YB_Comolago_Magistri)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-6.1919 -1.1734  0.0264  1.5246  3.8081

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   9.1498     2.3063   3.967 0.000826 ***
TIPOL          0.3380     0.9940   0.340 0.737522
INIZ          -0.5247     0.1721  -3.048 0.006620 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.295 on 19 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3287,    Adjusted R-squared:  0.258
F-statistic: 4.652 on 2 and 19 DF,  p-value: 0.02268

```

Fig. 24 - Regressione multivariata n. 2 B (introduzione punteggio iniziale)

Nel modello che include la tipologia di approccio e il punteggio iniziale, solo quest'ultimo risulta un predittore significativo di Y ($\beta = -0.52$, $p = 0.006$). L'effetto negativo indica, anche in questo caso, che gli studenti con punteggi iniziali più elevati tendono a mostrare punteggi finali inferiori, in linea con il fenomeno di regressione verso la media precedentemente spiegato. La tipologia di approccio non risulta invece associabile in modo significativo a Y ($p = 0.74$). L'introduzione del punteggio pre-test migliora il modello, rendendolo complessivamente più significativo ($p = 0.023$) e informativo ($R^2 = 0.33$).

Si applica quindi una nuova regressione lineare con la reintroduzione del predittore relativo alla scuola di appartenenza (Figura 25)

```

Call:
lm(formula = Y ~ TIPOL + INIZ + SCUOLA, data = X1YB_Comolago_Magistri)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.0708 -0.6369  0.2223  1.1133  2.5822

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   8.5672     1.9988   4.286 0.000444 ***
TIPOL         0.1692     0.8588   0.197 0.846056
INIZ        -0.5555     0.1488  -3.734 0.001520 **
SCUOLA        2.3470     0.8522   2.754 0.013064 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.978 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5277,    Adjusted R-squared:  0.449
F-statistic: 6.704 on 3 and 18 DF,  p-value: 0.003123

```

Fig. 25 - Regressione multivariata n. 3B (Y + tipologia + punteggio iniziale +scuola)

Nel modello che include tipologia di approccio, punteggio iniziale e scuola, emergono due predittori significativi: oltre al punteggio iniziale ($\beta = -0.56$, $p = 0.0015$), risulta per la prima volta significativo anche il predittore scuola ($\beta = 2.35$, $p = 0.013$), che mostra un effetto positivo e sostanziale, indicando differenze reali tra contesti scolastici. La tipologia di approccio, ancora una volta, non risulta associabile a Y ($p = 0.85$). Il modello complessivo è significativo ($p = 0.003$) e spiega circa il 53% della varianza, risultando il più informativo tra quelli finora stimati nell'ambito della regressione di tipo B.

Anche rispetto alla regressione lineare di tipo B, si è proceduto, al termine dell'analisi dei modelli che consideravano le variabili X come predittori indipendenti, a stimare modelli che includessero anche la loro interazione, attraverso l'utilizzo dell'asterisco.

Nel primo di questi modelli, volto a verificare se l'effetto della tipologia di approccio adottata variesse in funzione della scuola di appartenenza, viene presa in considerazione solo l'interazione tra scuola e tipologia (Figura 26):

```

Call:
lm(formula = Y ~ SCUOLA * TIPOL, data = X1YB_Comolago_Magistri)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-4.143 -1.650  0.400  1.600  3.857

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    2.1429     0.9414   2.276  0.0353 *
SCUOLA          0.6571     1.4584   0.451  0.6577
TIPOL          -1.7429     1.4584  -1.195  0.2476
SCUOLA:TIPOL    3.1429     2.1466   1.464  0.1604
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.491 on 18 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2511,    Adjusted R-squared:  0.1263
F-statistic: 2.012 on 3 and 18 DF,  p-value: 0.1484

```

Fig. 26 - Regressione multivariata n. 4B (Y + scuola*tipologia)

Nel modello che include l'interazione tra scuola e tipologia di approccio, quest'ultima non risulta statisticamente significativa, pur mostrando un coefficiente numericamente ampio ($\beta = 3.14$, $p = 0.16$). Ciò indica che, sebbene non vi siano prove statistiche sufficienti per affermare che la tipologia operi diversamente nelle due scuole, l'entità dell'interazione suggerisce che tale differenza potrebbe esistere – benché questo non sia stimabile con precisione nel presente campione. Il modello complessivo non risulta significativo ($p = 0.15$).

```

Call:
lm(formula = Y ~ SCUOLA * TIPOL + SCUOLA * INIZ + SCUOLA + TIPOL +
    INIZ, data = df)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-4.5159 -0.7563 -0.0829  1.5185  2.3014

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   8.99748    2.42873   3.705  0.00192 **
SCUOLA         0.04361    4.40200   0.010  0.99222
TIPOL        -0.78640    1.21499  -0.647  0.52665
INIZ         -0.55793    0.18786  -2.970  0.00903 **
SCUOLA:TIPOL  2.09462    1.75504   1.193  0.25008
SCUOLA:INIZ   0.09903    0.32224   0.307  0.76256
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.001 on 16 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5704,    Adjusted R-squared:  0.4362
F-statistic: 4.249 on 5 and 16 DF,  p-value: 0.01194

```

Fig. 27 - Regressione multivariata finale

Nel modello che include scuola, tipologia di approccio, punteggio iniziale e le relative interazioni, il punteggio iniziale risulta l'unico predittore significativo ($\beta = -0.56$, $p = 0.009$), indicando che punteggi iniziali più elevati sono associati a incrementi finali minori. Né la tipologia né la scuola né le interazioni risultano significative. Il modello complessivo è significativo ($p = 0.012$) e spiega circa il 57% della varianza (Adjusted $R^2 = 0.44$).

Cap 5 CONCLUSIONI

L'analisi descrittiva dei dati raccolti ha mostrato chiaramente l'emergere, nelle due scuole coinvolte, di pattern diversi. Nella scuola 1 il gruppo di controllo ha evidenziato un miglioramento superiore rispetto ai due gruppi sperimentali, risultati tra loro molto simili; nella scuola 2, al contrario, i miglioramenti hanno seguito un gradiente chiaro (controllo < direttivo < libero), e la differenza tra sperimentale e controllo è risultata più ampia. Questo quadro suggerisce un ruolo rilevante dei fattori contestuali: elementi quali le differenti modalità di lavoro (in grande gruppo vs piccolo gruppo/gioco libero), la composizione dei gruppi (coesi e stabili vs instabili e conflittuali) e la presenza o meno di problematiche specifiche (alunni con disabilità o con difficoltà comportamentali) potrebbero incidere sui ritmi di sviluppo e di apprendimento, inclusa la maturazione di prerequisiti – come tempi di

attenzione e tolleranza alla frustrazione – indispensabili per un approccio proficuo al linguaggio di programmazione utilizzato.

La presenza di un possibile “effetto scuola” è supportata anche dalle matrici di correlazione: se la correlazione tra scuola di appartenenza e punteggi risulta molto debole per il punteggio iniziale ($r = 0,106$), essa aumenta per il punteggio finale ($r = 0,290$), indicando che il punteggio finale risulta maggiormente associato alla scuola rispetto al livello di partenza.

I modelli di regressione di tipo A sembrano confermare, seppur in maniera non univoca, quanto osservato. La prima regressione lineare bivariata mostra che i bambini del gruppo sperimentale presentano un miglioramento medio di 3.5 punti: il coefficiente associato alla condizione ($\beta = - 2.1$) indica che il gruppo di controllo migliora in media 2.1 punti in meno rispetto al gruppo sperimentale, per un valore stimato di circa 1.4 punti. Pur non raggiungendo la significatività statistica ($p = 0.159$), questa differenza è coerente con i dati descrittivi, e la variabile *condizione* spiega circa il 15% della varianza: un valore non trascurabile su un campione così piccolo e composto da bambini in età prescolare.

Nei successivi modelli multivariati, la relazione fra condizione e variazione dei punteggi risulta più sfumata. Nel modello 2, che include la condizione e il punteggio iniziale, il coefficiente associato alla condizione ($\beta = - 0.51$) stima una relazione negativa tra condizione e Y, ma l'ampia incertezza ($p = 0.56$) non consente di considerarla un effetto interpretabile o affidabile.

Il modello 3 sembra invece supportare l'ipotesi di una differenza fra le due scuole: la variabile scuola mostra un coefficiente positivo ($\beta = 1.2778$), suggerendo che — a parità di punteggio iniziale e condizione — gli alunni della scuola 2 tendano a ottenere un miglioramento leggermente superiore rispetto a quelli della scuola 1, in linea con quanto osservato durante le attività laboratoriali; tuttavia, anche in questo caso la differenza non risulta statisticamente significativa ($p = 0.122$).

Il modello n. 4, costruito per verificare se l'effetto della condizione sperimentale variasse o meno in funzione della scuola di appartenenza, mostra che l'interazione tra *scuola* e *condizione* è soggetta a un effetto di ampiezza rilevante ($\beta = -3.35$), suggerendo che l'impatto della condizione sperimentale sia effettivamente differente tra le due scuole — in questo caso il p-value è borderline, in quanto uguale a 0.096 e non lontano dalla soglia 0.05. Ciò consente di ipotizzare la possibilità di una tendenza compatibile con un effetto reale — la differenza tra condizione sperimentale e controllo cambia a seconda della scuola — che il campione ridotto non riesce a rilevare con sufficiente potenza.

Anche il modello 5 conferma la tendenza: il coefficiente dell'interazione è pari a -3,20, e $p = 0.060$, solo poco distante dal valore soglia di 0.05, suggerendo che l'effetto della condizione sperimentale sia effettivamente differente tra i due Istituti.

Nel complesso, rispetto ai modelli di tipo A, quelli maggiormente informativi si rivelano essere quelli che includono la variabile punteggio iniziale: quest'ultima si conferma come l'unico predittore chiaramente significativo, in coerenza con quanto emerso anche dalle matrici di correlazione, secondo cui chi parte da valori più elevati tende a mostrare un margine di miglioramento inferiore.

Rispetto alla domanda di ricerca 1 — *L'intervento con Scratch Junior (8 ore) incide sulle competenze di Coding Readiness indipendentemente da motivazione, attenzione e caratteristiche individuali?* — si può quindi concludere che i risultati complessivi non forniscono una prova convincente di un effetto diretto, indipendente e generalizzabile dell'intervento con Scratch Junior sulle competenze di Coding Readiness. Essi suggeriscono però, attraverso più indizi convergenti (pattern descrittivi, tendenze nelle interazioni, differenze tra scuole), l'esistenza di una possibile tendenza meritevole di approfondimento, da esplorare in studi futuri basati su campioni più ampi e disegni sperimentali con maggiore potenza statistica.

Rispetto alla domanda di ricerca n. 2 — *Modalità differenti di approccio (direttiva vs libera) influiscono sui risultati?* - le analisi non mostrano evidenza robusta che la tipologia di approccio influenzi sistematicamente il miglioramento. Nel modello bivariato, e in alcuni modelli multivariati, la variabile *tipologia* risulta non significativa (p spesso molto maggiore di 0.05). In altri modelli l'effetto numerico della tipologia e della sua interazione con la scuola è invece numericamente rilevante ma non stimabile con precisione (p borderline oppure > 0.1). Non si può quindi affermare che le modalità A vs B producano differenze affidabili nel contesto di questo campione. Lo stesso vale per i modelli che includono le interazioni. *Tipologia* è generalmente un predittore non significativo; la variabile *scuola* mostra invece talvolta effetti numericamente rilevanti e, in un caso, anche significativi. Questo suggerisce che eventuali differenze contestuali tra scuole meritino approfondimento, ma non possano essere considerate provate con il campione attuale.

5.1 Limiti che influenzano l'interpretazione

Nell'interpretazione dei risultati è opportuno considerare attentamente i seguenti limiti:

- *dimensione campionaria ridotta*: il sottoinsieme utilizzato per l'analisi sulla tipologia (modelli di tipo B, n = 22) riduce la potenza statistica: effetti di entità moderata possono rimanere non rilevati e le stime risultano in ogni caso meno precise.
- *Regressione verso la media/effetto soffitto*: il punteggio iniziale si conferma una covariata cruciale. Senza il suo controllo, le stime degli effetti possono risultare fuorvianti.
- *Elevata variabilità individuale in età prescolare*: fattori come attenzione, motivazione e stanchezza aumentano il rumore nei dati e riducono la capacità di rilevare effetti reali. Questa variabilità, insieme all'eterogeneità contestuale rilevata tra gruppi e scuole, limita la generalizzabilità dei risultati.

Questi limiti suggeriscono prudenza nell'interpretazione: per aumentare affidabilità e potenza sarebbe quindi opportuno replicare lo studio su campioni più ampi e includere misure contestuali (es. composizione dei gruppi, pratiche organizzative ecc.).

Un ulteriore sviluppo interessante potrebbe riguardare l'analisi delle relazioni tra il punteggio

globale di *coding readiness* e le singole aree che lo compongono, così da individuare quali dimensioni risultino maggiormente trainanti nel determinare il cambiamento complessivo. Questo tipo di approfondimento permetterebbe di comprendere meglio quali componenti della competenza siano più sensibili alle diverse modalità di approccio e potrebbe orientare in modo più mirato la progettazione educativa futura.

BIBLIOGRAFIA

- Unesco (2023) *“Guidance for generative AI in education and research”*
Retrieved from: [Guidance_for_generative_ai_in_education_and_research.pdf](#)
- Unesco (2021) *“Reimagining our futures together”*
Retrieved from: [Reimagining our futures together: A new social contract for education](#)
- OECD (2021) *“Core Foundations for 2030. OECD Future of Education and Skills 2030: Conceptual Learning Framework”*
Retrieved from: https://www.sel-gipes.com/uploads/1/2/3/3/12332890/oecd_-_core_foundations_for_2030_concept_note.pdf
- UNICEF (2019) *“Digital literacy for children: exploring definitions and frameworks”*, Fabio Nascimbeni, Steven Vosloo
Retrieved from: [Digital literacy for children: exploring definitions and frameworks | Office of Strategy and Evidence Innocenti](#)
- OECD (2019). *Skills for 2030. OECD Future of Education and Skills 2030: Conceptual Learning Framework*
Retrieved from: [Future of Education and Skills 2030/2040 | OECD](#)
- Council of Europe. (2024). *European Year of Digital Citizenship Education 2025*
Retrieved from: [1680b28f1c](#)
- European Commission. (2020). *Digital Education Action Plan 2021–2027: Resetting education and training for the digital age.*
Retrieved from: [Digital Education Action Plan 2021-2027 - European Education Area](#)

- *European Commission. (2020). European Skills Agenda for sustainable competitiveness, social fairness and resilience.*
Retrieved from: [European Skills Agenda - Employment, Social Affairs and Inclusion](#)
- *European Commission, EACEA, & Eurydice. (2019). Digital education at school in Europe.*
Retrieved from: [L'educazione digitale a scuola in Europa – Eurydice Italia](#)
- *European Commission. (2025). Action Plan on Basic Skills*
Retrieved from: [Action Plan on Basic Skills \(graphic version\) - European Education Area](#)
- *Council of the European Union. (2023). Council Recommendation of 23 November 2023 on the key enabling factors for successful digital education and training*
Retrieved from: [Council Recommendation of 23 November 2023 on the key enabling factors for successful digital education and training](#)
- *European Commission. (2022). Digital Decade Policy Programme 2030.*
Publications Office of the European Union.
Retrieved from:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022D2481>
- *Carretero, S., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2017). DigComp 2.1: Il Quadro europeo delle competenze digitali per i cittadini. Otto livelli di padronanza e esempi di utilizzo*
Retrieved from: [DigComp 2.1 - Traduzione ufficiale in lingua italiana](#)
- *Kluzer, S., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2024). DigComp 3.0: The European Digital Competence Framework for Citizens. With updated examples of knowledge, skills and attitudes*

Retrieved from: [DigComp 3.0 - Joint Research Centre - European Commission](#)

- Redecker, C. (2017). *DigCompEdu: Il quadro di riferimento europeo sulle competenze digitali dei docenti e dei formatori (Versione italiana a cura di S. Bocconi, J. Earp, & S. Panesi)*.

Retrieved from: digcompedu.cnr.it/DigCompEdu_ITA_FINAL_CNR-ITD.pdf

- Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. (2015). *Piano Nazionale Scuola Digitale*

Retrieved from: [PNSD – Scuoladigitale](#)

- Ministero dell'Istruzione e del Merito. (2022). *Piano Scuola 4.0*

Retrieved from:

mim.gov.it/documents/20182/6735034/PIANO_SCUOLA_4.0.pdf/

- Ministero dell'Istruzione e del Merito. (2025). *Regolamento recante Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione* (Decreto Ministeriale 9 dicembre 2025, n. 221). Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, n. 21, 27 gennaio 2026.

Retrieved from: [Indicazioni+nazionali+2025.pdf](#)

- Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. (2018). *Indicazioni nazionali e nuovi scenari* (Nota 3645 del 1° marzo 2018).

Retrieved from:

<https://www.miur.gov.it/documents/20182/0/Indicazioni+nazionali+e+novi+scenari.pdf>

- FOE. (2025). *Le Nuove Indicazioni Nazionali 2025: evoluzione e cambiamenti* [PDF].

Retrieved from:

<https://www.foe.it/files/2025/08/Nuove-Indicazioni-2025.pdf>

- Ministero dell'Istruzione e del Merito. (2024). *Linee guida per l'insegnamento dell'educazione civica* [PDF].

Retrieved from:

<https://www.mim.gov.it/documents/20182/0/Linee+guida+Educazione+civica.pdf>.

- Rushkoff, D. (2010). *Program or be programmed: Ten commands for a digital age*. OR Books.
- Wing, J. M. (2006). *Computational thinking*. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.

<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

- Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2015). *Computing our future: Computer programming and coding – Priorities, school curricula and initiatives across Europe*. European Schoolnet.

Retrieved from: <https://www.europeanschoolnet.org>

- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., & Punie, Y. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education: Implications for policy and practice*. Joint Research Centre, European Commission.

Retrieved from: [Developing Computational Thinking in Compulsory Education - Implications for policy and practice](#)

- Resnick, M. (2018). *Come i bambini. Imparare creativamente con Scratch*. Erickson.
- Perez Valdes GP, Boude Figueredo O and Vargas Sanchez AD (2025) *Integrating computational thinking in children aged 3 to 6: challenges and opportunities in early childhood education*. *Front. Educ.* 10.

<https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1535135>

- Bařaran, M., Metin, ř. & Vural, Ö.F. *Meta-thematic synthesis of research on early childhood coding education: A comprehensive review*. *Educ Inf Technol* 29, 20795–20822 (2024).

<https://doi.org/10.1007/s10639-024-12675-2>

- Papadakis, S. (2024). *Can preschoolers learn computational thinking and coding skills with ScratchJr? A systematic literature review*. *International Journal of Educational Reform*, 33(1), 28–61.

<https://doi.org/10.1177/10567879221076077>

- Bers, M. U., Blake-West, J., Kapoor, M. G., Levinson, T., Relkin, E., Unahalekhaka, A., & Yang, Z. (2023). *Coding as another language: Research-based curriculum for early childhood computer science*. *Early Childhood Research Quarterly*, 64, 1–14.

Retrieved from: [Early Childhood Research Quarterly | Vol 64, Pages 1-416 \(3rd Quarter 2023\) | ScienceDirect.com by Elsevier](#)

- Yang, Z., & Bers, M. U. (2023). *Examining gender difference in the use of ScratchJr in a programming curriculum for first graders*. *Computer Science Education*, 33(3), 263–283.

<https://doi.org/10.1080/08993408.2023.2170204>

- Bers, M. U. (2018). *Coding and Computational Thinking in Early Childhood: The Impact of ScratchJr in Europe*. *European Journal of STEM Education*

Retrieved from: [Coding and Computational Thinking in Early Childhood: The Impact of ScratchJr in Europe](#)

- Golton, R., & Clero, C. (n.d.). *L'attività creatrice chez l'enfant*. Editore sconosciuto











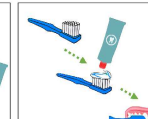
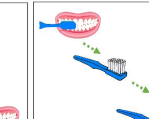
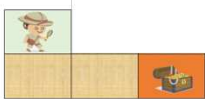




Retrieved from:

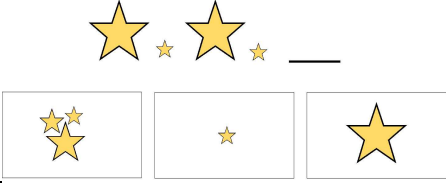
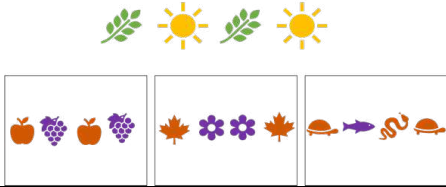
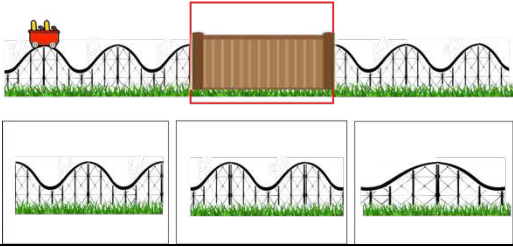
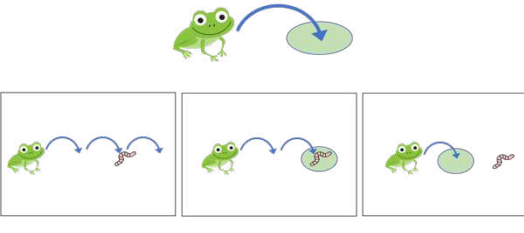
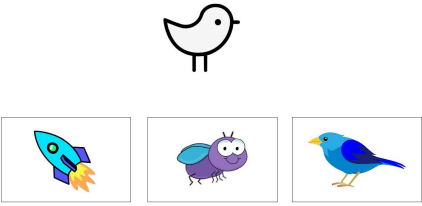
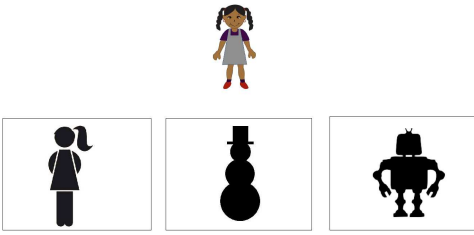
<https://www.pedagogia.it/blog/2016/07/13/educare-alla-creativita/>

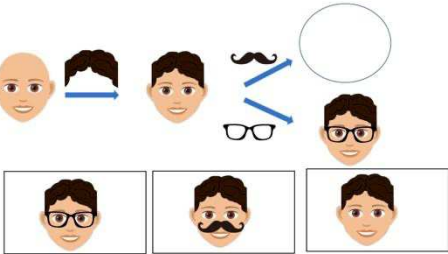
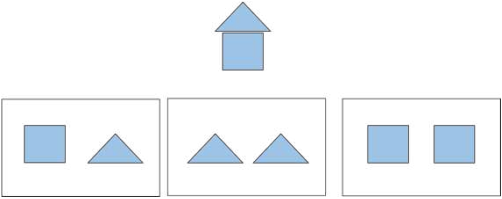
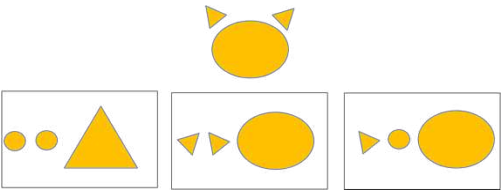
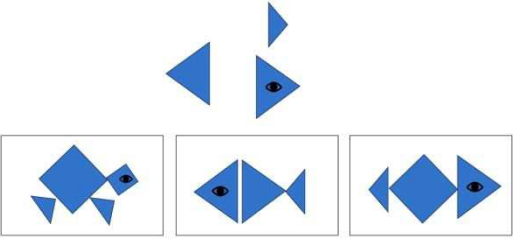
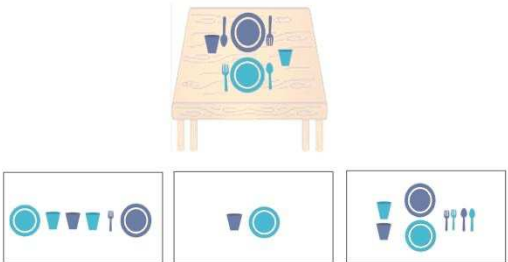
- Relkin, E., Doss, C., Jones, V. L., & Pane, J. F. (2025). *Coding Readiness Assessment: A Measure of Computational Thinking for Preschoolers*. *Education Sciences*, 15(1), 9.

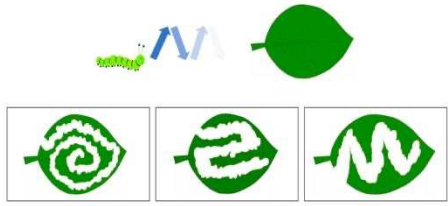
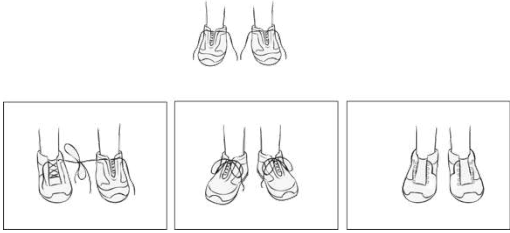

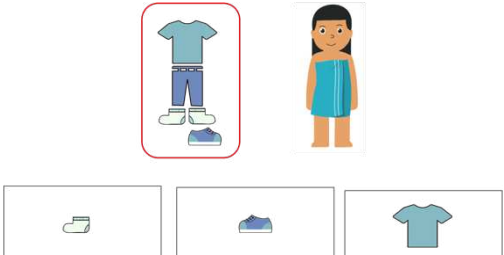
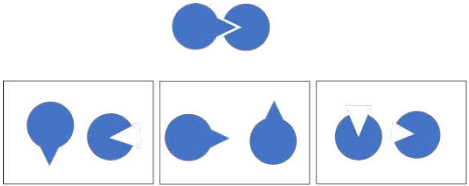
<https://doi.org/10.3390/educsci15010009>

Coding Readiness Assessment Script

<p>Q1</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>	<p>[say] “This is a practice question. Which one can you eat?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q2</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>	<p>[say] “This is another practice question. Which one is an animal?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q3</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>	<p>[say] “What is the right order to grow a plant?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q4</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div>	<p>[say] “What is the right order to brush your teeth?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q5</p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; margin-bottom: 10px;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; gap: 10px;"> ↓→→ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; gap: 10px;"> ↑→→ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; gap: 10px;"> →↑→ </div> </div>	<p>[point to the person and say] “The person follows the arrows. Which ones lead to the treasure?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q6</p> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; gap: 10px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; gap: 10px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; gap: 10px;">  </div> </div>	<p>[point to the pattern and say] “Here is a pattern. What comes next?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>

<p>Q7</p> 	<p>[point to the pattern and say] “Here is a pattern. What comes next? [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q8</p> 	<p>[point to the pattern at the top and say] “How can we make the same pattern with different things?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q9</p> 	<p>[point to the fence and say] “What does the roller coaster track look like behind the fence?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q10</p> 	<p>[point to the arrow and say] “The arrow shows where the frog hops and the circle shows where it stops. Which frog stops when it reaches the worm?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q11</p> 	<p>[point to the bird and say] “Which matches best with this?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q12</p> 	<p>[point to the girl and say] “Which matches best with this?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>

<p>Q13</p> 	<p>[point to bald person and say] “When hair is added to this picture” [point to middle photo with hair] “you get this”.</p> <p>Then if glasses are added you get this [point to person with hair and glasses.]</p> <p>“What face goes in the circle?” [point to circle]</p> <p>[move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q14</p> 	<p>[point to the “house” and say] “Which shapes can you use to make this?”</p> <p>[move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q15</p> 	<p>[point to the “cat” and say] “Which shapes can you use to make this?”</p> <p>[move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q16</p> 	<p>[point to the three triangle shapes] “Which picture can you make with these shapes?”</p> <p>[move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q17</p> 	<p>[point to the table and say] “What did we use to set this table?”</p> <p>[move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>

<p>Q18</p> 	<p>[point to caterpillar and say] “The caterpillar eats the leaf by following the direction of the arrows [point to arrows]. What will the leaf look like when it’s done eating?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q19</p> 	<p>[point to the untied shoes and say] “Oh no! These shoes are untied. How can we fix them?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q20</p> 	<p>[point to the bottle spilling and say] “Uh oh, the baby’s bottle is spilling out on the floor! How can we stop the leak and clean the floor?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q21</p> 	<p>[point to the clothes and say] “What is missing to get the person dressed?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>
<p>Q22</p> 	<p>[point to the top pieces and say] “Which pieces will fit together like this?” [move to next screen]</p> <p>[point to each option as you say] “Is it the first one, the middle one, or the last one?”</p>

Q23



[point to the person and say] **“What does the person see when they look down at this shape?”**
[move to next screen]

[point to each option as you say] **“Is it the first one, the middle one, or the last one?”**

SOMMINISTRAZIONE CRA (CODING READINESS ASSESSMENT) SCUOLA INFANZIA

SCUOLA: 1

DATE DI SOMMINISTRAZIONE 02/10/2025 e 11/12/2025

Frequenza (rilevata sui soli gruppi sperimentali):

8/8 2 alunni gruppo 1, due alunni gruppo 2

7/8 2 alunni gruppo 1, due alunni gruppo 2

6/8 1 alunna gruppo 1, due alunni gruppo 2

5/8 1 alunno gruppo 1 (DVA)

AL	Q p 1	Q p 2	QP TOT	Q 3	Q 4	Q 5	SEQ 6	Q 7	Q 8	PAT 9	Q 10	LOO 11	Q 12	Q 13	Q 14	Q 15	MO DE 16	Q 17	Q 18	Q 19	Q 20	Q 21	DEB 22	Q 23	SR 24	PUNT TOT (escluse domande di prova)	DIFFER. INIZ/TOT (DELTA)		
1	X	X	2/2	X	X	X	2/3	X	X	2/3	X	1/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	2/4	X	X	2/3	0/2	13/21	+1	
	X	X	2/2	X	X	X	2/3	X	X	2/3	X	2/2	X	X	X	X	3/4	X	X	X	X	4/4	X	X	1/3	0/2	14/21		
2																													
3	X	X	2/2	X	X	X	3/3	X	X	3/3	X	1/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	3/4	X	X	3/3	X	1/2	18/21	-1	
	X	X	2/2	X	X	X	2/3	X	X	2/3	X	1/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	4/4	X	X	3/3	X	1/2		17/21
4	X	X	2/2				0/3	X		1/3	X	1/2	X	X		X	3/4	X	X	X	X	4/4		X	1/3	0/2	10/21	+1	
	X	X	2/2				0/3			0/3	X	1/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	4/4		X	2/3	0/2	11/21		
5	X	X	2/2				0/3	X	X	3/3		0/2	X	X	X	X	4/4		X	X	X	3/4	X		1/3	X	1/2	12/21	+1
	X	X	2/2	X	X		2/3	X		1/3	X	1/2	X	X	X	X	3/4		X	X	X	3/4	X	X	2/3	X	1/2	13/21	
6	X	X	2/2		X		1/3			0/3		0/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	4/4	X	X	3/3	X	2/2	14/21	+6
	X	X	2/2		X	X	2/3	X	X	3/3	X	2/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	4/4	X	X	3/3	X	2/2	20/21	
7	X	X	2/2		X	X	2/3	X	X	3/3		0/2	X	X	X	X	3/4	X	X	X	X	4/4	X	X	3/3	X	2/2	17/21	+1
	X	X	2/2	X	X	X	3/3	X	X	2/3	X	1/2	X	X		X	3/4	X	X	X	X	4/4	X	X	3/3	X	2/2	18/21	
8	X	X	2/2	X			1/3	X		1/3	X	1/2	X	X	X		3/4		X	X	X	3/4	X	X	3/3	0/2	12/21	-3	
	X	X	2/2	X			1/3			0/3	X	1/2	X	X	X	X	4/4				X	1/4	X	1/3	X	1/2	9/21		
9	X	X	2/2	X			1/3		X	2/3	X	1/2	X	X	X		3/4			X		1/4		X	1/3	X	2/2	11/21	+2
	X	X	2/2	X	X	X	2/3		X	1/3	X	1/2	X	X	X		3/4	X		X	X	3/4	X	X	2/3	X	1/2	13/21	
10	X	X	2/2		X		1/3	X	X	2/3	X	1/2	X	X	X	X	4/4		X	X	X	3/4	X	X	2/3	X	1/2	14/21	+2

	X	X	2/2		X	X	2/3	X	1/3		X	1/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	4/4	X	X	X	3/3	X		1/2	16/21				
11	X	X	2/2				0/3	X	1/3		X	1/2	X	X			2/4		X	X		2/4		X		1/3			0/2	7/21	+5			
	X	X	2/2		X		1/3		X	1/3	X	X	2/2	X	X		X	3/4		X	X		2/4	X	X	X	3/3			0/2	12/21			
12	X	X	2/2	X		X	2/3			0/3	X	X	2/2	X	X	X	3/4	X	X	X	X	4/4	X	X	X	3/3	X	X	2/2	16/21	+1			
	X	X	2/2	X	X	X	2/3	X	X	X	3/3	X		1/2	X	X	X	3/4	X	X	X	X	4/4	X	X	X	3/3	X		1/2	17/21			
13	X	X	2/2	X	X	X	3/3		X	X	2/3		X	1/2	X	X	X	X	4/4		X	X	X	3/4	X		1/3	X	X	2/2	16/21	-2		
	X	X	2/2		X	X	2/3		X	X	2/3		X	1/2	X	X	X		3/4		X	X	X	3/4	X		1/3	X	X	2/2	14/21			
14	X	X	2/2				0/3	X	X	X	1/3		X	1/2	X	X	X		3/4		X	X	2/4		X		1/3		X	1/2	9/21	+6		
	X	X	2/2		X		1/3	X	X		2/3	X	X	2/2	X	X	X		3/4	X	X	X	X	4/4		X	1/3	X	X	2/2	15/21			
15	X	X	2/2	X	X		2/3	X	X		2/3		X	1/2		X	X	X	3/4		X		1/4		X	1/3	X		1/2	11/21	+5			
	X	X	2/2	X	X	X	2/3	X	X	X	3/3	X	X	2/2	X	X	X	X	4/4		X	X	2/4	X	X	X	3/3		0/2	16/21				
16	X	X	2/2	X		X	2/3	X	X		2/3	X		1/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	4/4		X	X	2/3	X	X	2/2	17/21	0	
	X	X	2/2	X	X	X	3/3	X	X		2/3	X	X	1/2	X	X	X	X	4/4	X	X		X	3/4		X	X	2/3	X	X	2/2	17/21		
17	X	X	2/2				0/3	X	X		2/3		X	1/2	X	X			2/4		X	X	2/4	X	X	X	2/3		X	1/2	10/21	+5		
	X		1/2		X		1/3	X		1/3	X	X	2/2	X	X	X		3/4	X	X	X	X	4/4	X	X	X	2/3		X	1/2	14/21			
18	X	X	2/2		X	X	2/3			0/3		X	1/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	4/4	X	X	X	3/3		X	1/2	15/21	0		
	X	X	2/2		X		1/3	X	X	X	3/3			0/2		X	X	X	3/4	X	X	X	X	4/4	X	X	X	3/3		X	1/2	15/21		
19	X	X	2/2				0/3			0/3			0/2	X	X	X		3/4		X	X	X	3/4	X		1/3		X	1/2	8/21	+4			
	X	X	2/2				0/3	X	X		2/3	X		1/2	X	X			2/4		X	X	X	3/4	X	X	2/3	X	X	2/2	12/21			
	Q	Q	QP	Q	Q	Q	SEQ	Q	Q	Q	PAT	Q	Q	LOO	Q	Q	Q	Q	Q18	MO	Q	Q	Q	Q	MO	Q	Q	Q	DEB	Q	Q	SR		
	p	p	TOT	3	4	5		6	7	8		9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	DU	1	2	2		2	2			
	1	2											0	1	2	3					4	5	6	7		9	0	1		2	3			

SOMMINISTRAZIONE CRA (CODING READINESS ASSESSMENT) SCUOLA INFANZIA

SCUOLA: 2

DATE DI SOMMINISTRAZIONE: 06/10/2025 e 15/12/2025

Frequenza (rilevata sui solo gruppi sperimentali)

8/8 1 alunno gruppo 1

7/8 1 alunno gruppo 1, 1 alunno gruppo 2

6/8 2 alunni gruppo 1, 3 alunni gruppo 2

5/8 1 alunno gruppo 1, 1 alunno gruppo 2

AL	QP1	QP2	QP TOT	Q3	Q4	Q5	SEQ	Q6	Q7	Q8	PAT	Q9	Q10	LOO	Q11	Q12	Q13	Q18	MO DE	Q14	Q15	Q16	Q17	MO DU	Q19	Q20	Q21	DEB	Q22	Q23	SR	TOT	
1	X	X	2/2			X	1/3	X	X		2/3		X	1/2	X	X	X	X	4/4		X	X	X	3/4	X			1/3	X	X	1/2	13/21	0
	X	X	2/2			X	1/3		X		1/3			0/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	4/4	X		X	2/3	X		1/2	13/21	
2	X	X	2/2	X	X	X	3/3	X	X		2/3	X		1/2	X	X	X	X	4/4	X	X		X	3/4		X	X	2/3	X	X	2/2	17/21	+1
	X	X	2/2	X	X	X	3/3			X	1/3	X	X	2/2	X		X	X	3/4	X	X	X	X	4/4	X	X	X	3/3	X	X	2/2	18/21	
3	X	X	2/2		X	X	2/3			X	1/3	X	X	2/2	X	X		X	3/4			X	X	2/4			0/3			0/2	10/21	+5	
	X	X	2/2	X		X	2/3	X	X	X	3/3		X	1/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	3/4			X	1/3		X	1/2		15/21
4	X	X	2/2		X	X	2/3	X		X	2/3		X	1/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	4/4	X	X	X	3/3	X		1/2	17/21	0
	X	X	2/2	X		X	2/3	X	X	X	3/3			0/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	4/4	X	X	X	3/3	X		1/2	17/21	
5	X	X	2/2	X			1/3	X	X	X	3/3		X	1/2	X	X	X	X	4/4				X	1/4		X	1/3		X	1/2	12/21	+3	
	X	X	2/2	X			1/3	X	X		2/3		X	1/2	X	X	X		3/4	X	X	X		3/4	X	X	X	3/3	X	X	2/2		15/21
6	X	X	2/2	X		X	2/3	X			1/3		X	1/2	X		X	X	3/4	X	X	X		4/4	X	X	X	3/3	X		1/2	15/21	+2
	X	X	2/2	X	X	X	3/3	X	X	X	3/3	X	X	2/2			X	X	2/4	X	X	X	X	4/4	X	X	X	3/3			0/2	17/21	
7	X	X	2/2				0/3	X			1/3			0/2	X	X	X	X	4/4	X	X		X	3/4	X	X		2/3	X	X	2/2	12/21	+4
	X	X	2/2			X	1/3	X	X		2/3		X	1/2		X	X	X	3/4	X	X	X	X	4/4	X	X	X	3/3	X	X	2/2	16/21	
8	X	X	2/2			X	1/3	X	X		2/3		X	1/2	X	X		X	3/4	X	X	X	X	4/4			0/3	X	X	2/2	13/21	+5	
	X	X	2/2	X	X	X	3/3	X	X		2/3	X	X	2/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	4/4		X	X	2/3	X		1/2		18/21
9	X	X	2/2				0/3	X	X	X	3/3			0/2	X	X	X	X	3/4					0/4		X	X	2/3		X	1/2	9/21	+4
	X	X	2/2				0/3	X			1/3			0/2	X	X	X	X	4/4	X		X	X	3/4	X	X	X	3/3	X	X	2/2	13/21	
10	X	X	2/2	X		X	2/3	X		X	2/3		X	1/2	X	X	X		3/4	X	X	X	X	4/4	X	X		2/3	X	X	2/2	16/21	+4

	X	X	2/2	X	X	X	3/3	X	X	X	3/3	X	1/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	4/4	X	X	X	3/3	X	X	2/2	20/21	
11	X	X	2/2				0/3				0/3	X	1/2	X	X	X	X	4/4		X	X	X	3/4	X	X		2/3	X	X	2/2	12/21	+7
	X	X	2/2	X	X	X	3/3	X	X	X	3/3		0/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	4/4	X	X	X	3/3	X	X	2/2	19/21	
12	X	X	2/2				0/3	X	X		2/3	X	1/2	X	X	X	X	4/4	X	X		X	3/4	X			1/3		X	1/2	12/21	+6
	X	X	2/2		X	X	2/3		X	X	2/3	X	2/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	4/4	X		X	2/3	X	X	2/2	18/21	
13	X	X	2/2	X		X	2/3	X		X	2/3	X	2/2	X	X	X	X	4/4			X	X	2/4	X			1/3	X		1/2	14/21	-4
	X	X	2/2			X	1/3			X	1/3	X	1/2		X	X		2/4	X	X		X	3/4				0/3	X	X	2/2	10/21	
14	X	X	2/2			X	1/3		X		1/3		0/2	X	X	X		3/4		X	X	X	3/4	X	X		2/3		X	1/2	11/21	+5
	X	X	2/2	X		X	2/3		X		1/3	X	1/2		X	X	X	3/4	X	X	X	X	4/4	X	X	X	3/3	X	X	2/2	16/21	
15	X	X	2/2		X	X	2/3	X		X	2/3	X	2/2	X	X	X	X	4/4	X	X	X	X	4/4		X		1/3	X	X	2/2	17/21	+1
	X	X	2/2	X		X	2/3	X	X		2/3	X	2/2	X	X	X	X	4/4	X		X	X	3/4	X	X	X	3/3	X	X	2/2	18/21	

SCRATCH È FELICE

PERCHÈ HA FATTO

IL SUO GIOCO

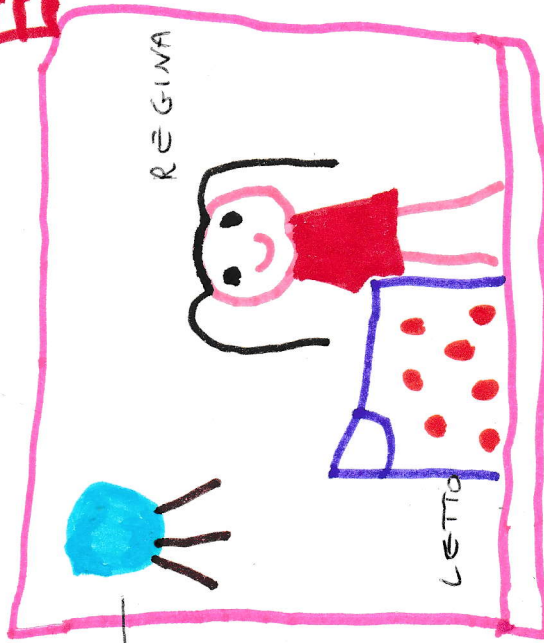
PREFERITO



EILEEN

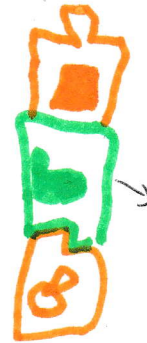
BIANCANEVE E I 7 NANI

EVA



SPECCHIO

Blocco
"BUSTA"



MI CROFONO

→ BLOCCO "SPARISCI"

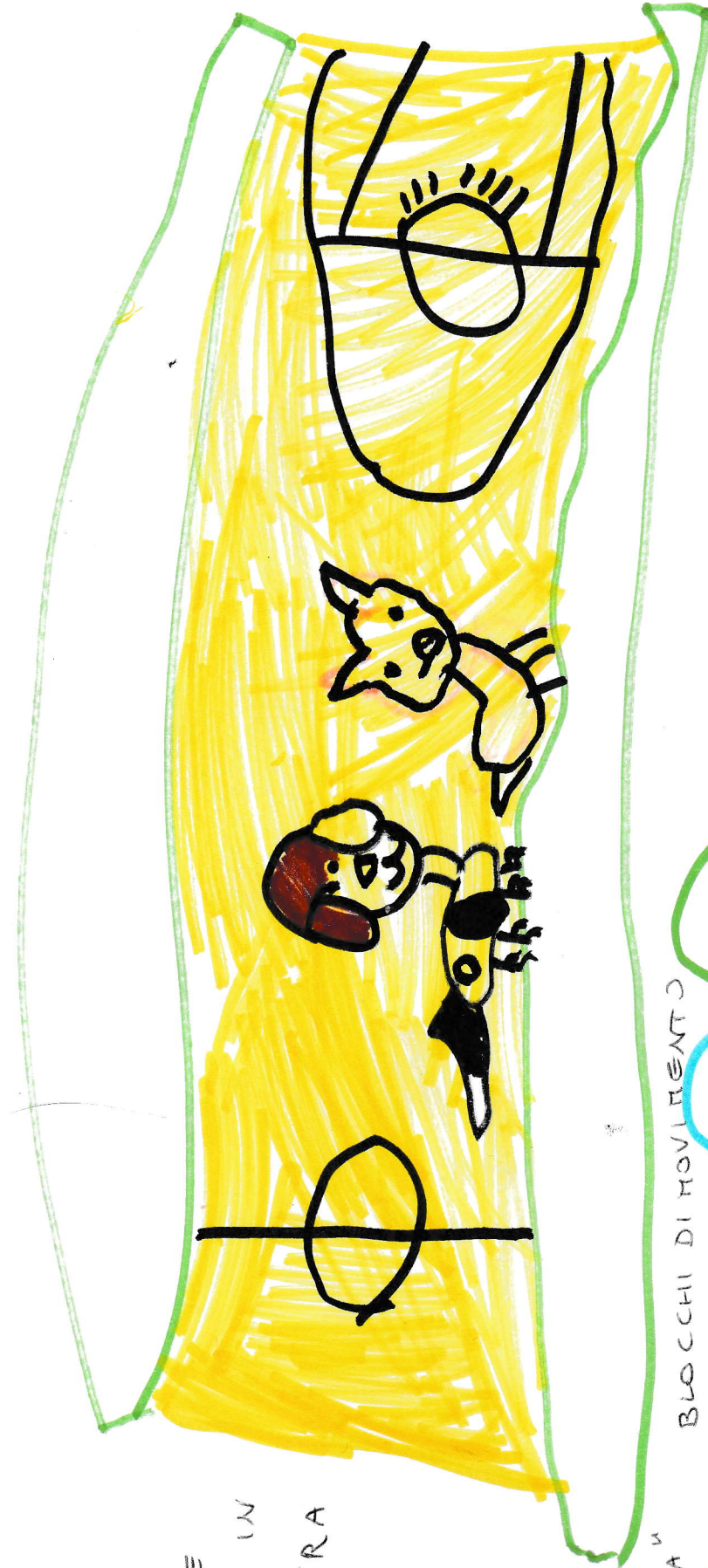


"BUSTA"

Blocco
"DITO"

CAMILLA

CANE E
GATTO IN
PALESTRA



BLOCCO
"BANDIERA"
R

BLOCCHI DI MOVIMENTO

