

Sviluppare il senso del numero in età prescolare attraverso la tecnologia multi-touch: il caso di *TouchCounts*

Developing number sense in preschoolers through multi-touch technology: the case of *TouchCounts*

Alessandra Raffi* e Anna Baccaglini-Frank°

*Gruppo di Ricerca e Sperimentazione in Didattica della Matematica, Università di Pisa – Italia

°Dipartimento di Matematica, Università di Pisa – Italia

✉ alessandra.raffi83@outlook.com, anna.baccaglinifrank@unipi.it

Sunto / L'articolo si colloca nella linea di ricerca che indaga le potenzialità della tecnologia multi-touch per sostenere lo sviluppo del senso del numero in età prescolare. In particolare, vengono analizzate le interazioni di bambine e bambini di quattro anni con l'app per iPad *TouchCounts*, progettata per favorire l'uso intenzionale delle dita nella costruzione e manipolazione di grandezze numeriche. Lo studio si concentra su specifiche componenti di senso del numero, con particolare attenzione alla gestione dell'ordinalità e del senso ricorsivo, oltre che alla gnosis digitale. Attraverso un'analisi qualitativa degli schemi adottati dai partecipanti nel rispondere a consegne progettate *ad hoc*, e un confronto con un'analisi a priori delle potenzialità delle attività, il contributo esplora in che modo determinate abilità di senso del numero vengano mobilitate nelle interazioni con l'app. I risultati suggeriscono che, in presenza di consegne intenzionalmente progettate e di una mediazione adulta competente, l'ambiente multi-touch possa costituire un contesto favorevole per sostenere lo sviluppo di specifici aspetti di senso del numero in età prescolare.

Parole chiave: senso del numero; ordinalità; gnosis digitale; tecnologia multi-touch; scuola dell'infanzia.

Abstract / This article contributes to the growing body of research investigating the potential of multi-touch technology to support the development of number sense in early childhood. The study focuses on four-year-old children's interactions with the iPad app *TouchCounts*, designed to promote the intentional use of fingers in the creation and manipulation of numerical quantities. Particular attention is paid to specific components of number sense, especially the management of ordinal and recursive structure, as well as finger gnosis.

Through a qualitative analysis of the schemes adopted by children when engaging with purposefully designed tasks, and by comparing these findings with an a priori analysis of the tasks' potential, the study explores how particular number sense abilities are mobilized during interaction with the app. The findings suggest that, when supported by carefully designed tasks and competent adult mediation, multi-touch environments may provide a meaningful context for fostering specific aspects of number sense in pre-primary education.

Keywords: number sense; ordinality; finger gnosis; multi-touch technology; pre-primary school.

1 Introduzione

Le ricerche in educazione matematica concordano nel riconoscere l'importanza di promuovere lo sviluppo di senso del numero fin dalla scuola dell'infanzia, in quanto fondamento per l'apprendimento successivo dell'aritmetica e della matematica formale. Alla luce di tali evidenze, il presente studio si propone di indagare come specifici ambienti di apprendimento digitali, con consegne appositamente progettate, possano sostenere lo sviluppo di diverse componenti di senso del numero. In particolare, l'indagine si concentra sulle potenzialità della tecnologia multi-touch e, nello specifico, sull'utilizzo dell'app per iPad *TouchCounts*, progettata come ambiente aperto che incoraggia l'uso intenzionale delle dita per creare, esplorare e trasformare grandezze numeriche.

Questo approccio si colloca in continuità con risultati provenienti dalle neuroscienze cognitive, che evidenziano un legame significativo tra l'uso delle dita e la costruzione delle rappresentazioni numeriche (Butterworth, 1999). Tuttavia, in coerenza con la letteratura in educazione matematica, tali risultati vengono qui interpretati non come indicazione di abilità isolate da potenziare, ma come base per sostenere lo sviluppo di una comprensione articolata del numero naturale, che includa non solo la gestione della cardinalità, ma anche quella dell'ordinalità e del senso ricorsivo. In questo quadro, le possibilità offerte dalla tecnologia multi-touch – quali il riconoscimento di tocchi multipli simultanei, la relazione diretta tra gesto e produzione numerica e la disponibilità di feedback immediati – risultano particolarmente promettenti per progettare esperienze che rendano esplorabili e significative le relazioni tra numeri (Baccaglioni-Frank, 2026; Baccaglioni-Frank & Maracci, 2015).

Il presente studio si inserisce all'interno di un progetto più ampio, condotto nell'ambito del lavoro di tesi della prima autrice¹ (di seguito indicata come ricercatrice), finalizzato alla progettazione e sperimentazione di un percorso didattico volto a promuovere lo sviluppo di senso del numero in bambini e bambine di 4 anni attraverso l'integrazione di artefatti fisici e digitali (Raffi, 2025). In questa sede, l'attenzione si focalizza sulle potenzialità didattiche offerte dalla tecnologia multi-touch, quindi lo studio si concentra sull'analisi dei dati relativi alle sessioni di lavoro svolte con *TouchCounts* e sull'analisi dei risultati dei disegni pre- e post-intervento richiesti alle bambine e ai bambini partecipanti. Non vengono considerati, invece, i dati raccolti durante gli incontri di gruppo svolti con artefatti fisici. Lo studio presentato in questo articolo si situa nella linea di ricerca che indaga come la tecnologia multi-touch possa essere efficacemente impiegata in ambito educativo per favorire lo sviluppo di senso del numero nei bambini e nelle bambine in età prescolare (si vedano, ad esempio, Ferrara & Ferrari, 2023; Kortenkamp et al., 2024; Ladel & Kortenkamp, 2014; Lembrér & Meaney, 2016), esplorando, in particolare, le potenzialità dell'app per iPad *TouchCounts* (Jackiw & Sinclair, 2014, 2017; Sinclair & Jackiw, 2011; Sinclair & Pimm, 2015). Si esploreranno, nello specifico, le strategie utilizzate dai bambini e dalle bambine nel rispondere a un insieme di consegne proposte, e si inferirà l'apprendimento promosso nell'ambito di senso del numero utilizzando il costrutto di *schema* (Vergnaud, 2009).

Nel prossimo paragrafo (par. 2) viene proposta una sintesi della letteratura esistente sul senso del numero e sull'uso della tecnologia multi-touch per promuoverlo, con particolare attenzione alle caratteristiche e al funzionamento dell'app *TouchCounts*. Successivamente, viene descritta la lente teorica adottata per l'analisi (par. 3). Si passa quindi all'esplicitazione degli obiettivi e delle domande di ricerca (par. 4) e alla descrizione del metodo di ricerca (par. 5), presentando il gruppo di bambine e bambini che hanno partecipato alla sperimentazione, le modalità di documentazione e l'analisi a priori di alcune delle consegne elaborate. In seguito, nel par. 6, si riportano i risultati derivanti dall'analisi dei dati raccolti, con un focus specifico sul percorso di due bambine, per poi concludere con una discussione di tali risultati (par. 7).

1. Lavoro di Tesi di Alessandra Raffi (2025) svolto nell'ambito della Laurea magistrale a ciclo unico in Scienze della formazione primaria, presso il Dipartimento di Civiltà e Forme del Sapere, Università di Pisa. Relatori: Anna Baccaglioni-Frank e Pietro Di Martino.

2 Sguardo alla letteratura: il senso del numero, la tecnologia multi-touch e l'app *TouchCounts*

2.1 Il senso del numero

Il presente studio si colloca nel quadro delle ricerche sul senso del numero, una nozione ampiamente riconosciuta come cruciale per lo sviluppo delle competenze aritmetiche precoci e successivamente per l'apprendimento della matematica formale, ma che rimane, al contempo, teoricamente complessa e non univocamente definita. In linea con la letteratura, il senso del numero può essere considerato un *oggetto di confine* (Cobb et al., 2003; Star & Griesemer, 1989), nel senso che si colloca simultaneamente nel dominio del senso comune e in quello, ancora in parte emergente, delle scienze cognitive e dell'educazione matematica. In quanto oggetto di confine, il senso del numero possiede la potenzialità di fungere da veicolo concettuale per la comunicazione e il dialogo tra comunità di ricerca differenti, pur non essendo definito in modo univoco e condiviso.

Coerentemente con questa caratterizzazione, non esiste un'interpretazione monolitica della nozione di senso del numero né tra le comunità delle scienze cognitive e dell'educazione matematica, né all'interno della stessa comunità degli educatori matematici. Tale eterogeneità concettuale è efficacemente sintetizzata da Berch (2005), secondo cui il *number sense* può essere inteso, a seconda delle prospettive, come consapevolezza, intuizione, riconoscimento, conoscenza, abilità, competenza, disposizione, aspettativa, processo, struttura concettuale o linea mentale dei numeri. Nonostante tale eterogeneità concettuale, esiste un consenso trasversale sul fatto che lo sviluppo di senso del numero costituisca una condizione necessaria per l'acquisizione di competenze aritmetiche elementari e per la successiva riuscita in matematica (Griffin et al., 1994; Lyons et al., 2014; Mulligan et al., 2018). Recenti sintesi della letteratura ribadiscono come interventi educativi mirati al potenziamento di senso del numero in età precoce producano benefici duraturi nel tempo (Elia et al., 2023).

Dal punto di vista delle abilità coinvolte, la letteratura in ambito neuroscientifico e psicologico ha individuato un insieme di competenze di base che concorrono allo sviluppo di senso del numero: il *subitizing*, la corrispondenza biunivoca, la stima approssimativa, la gnosia digitale, le abilità di motricità fine e il controllo delle dita, nonché la gestione della cardinalità e dell'ordinalità (Baccaglioni-Frank et al., 2020; Baccaglioni-Frank & Maracci, 2015; Butterworth, 1999, 2005; Noël, 2005). Tali abilità non si sviluppano in modo isolato, ma interagiscono dinamicamente nel corso dell'esperienza di bambini e bambine con le quantità, i simboli numerici e le pratiche di conteggio. In particolare, evidenze empiriche indicano che la gnosia digitale è significativamente associata alle prestazioni aritmetiche (Noël, 2005); per esempio, Gracia-Bafalluy e Noël (2008) hanno mostrato che un training specificamente orientato alla discriminazione, identificazione e controllo delle dita, indipendentemente dal conteggio verbale, conduce a miglioramenti significativi nelle prestazioni aritmetiche. Tale risultato suggerisce che il potenziamento della gnosia digitale possa sostenere in modo funzionale lo sviluppo delle competenze di calcolo.

Accanto a questa prospettiva "per componenti", contributi provenienti dall'educazione matematica hanno sottolineato l'importanza di considerare il numero naturale come portatore di diversi *sensi*, che emergono in relazione ai contesti d'uso e alle funzioni che il numero assume (Bartolini Bussi, 2008; Sabena et al., 2019). Sabena e colleghi descrivono i seguenti sensi del numero naturale: senso cardinale, ordinale, ricorsivo, di etichetta, di misura e di valore, evidenziando come tali sensi non siano alternativi ma coesistano e si intreccino nella costruzione del concetto di numero. In particolare, il senso ordinale e quello ricorsivo risultano strettamente connessi: l'ordinalità richiama l'idea di successione e di posizione relativa (non soltanto quando si usano gli aggettivi ordinali come "primo", "secondo", "terzo" ecc.), mentre la ricorsività si fonda sulla possibilità di generare l'intera successione dei numeri naturali attraverso l'operazione iterata del "+1", che è alla base sia del conteggio sia della nozione di successivo naturale. Si parlerà di *gestione dell'ordinalità* come una componente complessa di senso

del numero che include il senso ricorsivo e che coinvolge diverse abilità, tra cui l'associazione corretta tra simboli numerici e le rispettive parole-numero (a volte chiamate "etichette verbali", come "uno", "sette", "cinque"), la conoscenza della sequenza dei simboli numerici e delle parole-numero, nonché la comprensione delle relazioni tra numeri, in particolare quale numero precede o segue un numero dato (Baccaglioni-Frank et al., 2020).

Un ulteriore riferimento teorico rilevante per inquadrare le abilità considerate nel presente studio è rappresentato dai *principi del conteggio* individuati da Gelman e Gallistel (1978), che descrivono le condizioni logiche e concettuali che rendono il conteggio una procedura matematicamente valida. Tali principi (si veda la **Tabella 1**) non devono essere intesi come prerequisiti innati e pienamente disponibili sin dall'inizio, ma come regolarità concettuali che si costruiscono progressivamente attraverso l'esperienza con le pratiche di conteggio e con situazioni numeriche significative. In particolare, se il principio di cardinalità è tradizionalmente associato alla comprensione del numero come misura della numerosità di un insieme, il principio dell'ordine stabile e la possibilità di iterare la sequenza delle parole-numero risultano strettamente connessi alla gestione dell'ordinalità e al senso ricorsivo del numero naturale. Infatti, la consapevolezza che le etichette numeriche si susseguano secondo un ordine invariabile e che ciascun numero possa essere generato come successivo del precedente costituisce una base concettuale essenziale per interpretare il numero come elemento di una successione strutturata, e non soltanto come etichetta finale (per esempio "cinque") di una conta. Per questa ragione, nel presente studio i principi del conteggio non vengono considerati esclusivamente come indicatori della gestione della cardinalità, ma come componenti trasversali di senso del numero, che contribuiscono in modo significativo anche allo sviluppo dell'ordinalità e della ricorsività, soprattutto quando sono mobilitati in contesti che rendono visibile e significativa l'iterazione delle azioni di conteggio.

Se da un lato la letteratura riconosce la pluralità dei sensi del numero e il loro ruolo nella costruzione di una comprensione ricca e flessibile del numero naturale, dall'altro le pratiche educative e molti studi empirici continuano a privilegiare la gestione della cardinalità, spesso riducendo il lavoro sul numero a compiti di conteggio e associazione numero-quantità (Coles & Sinclair, 2018; Sabena et al., 2019). Solo più recentemente alcune ricerche hanno mostrato che la gestione dell'ordinalità (e il senso ricorsivo, inteso come conoscenza della sequenza di simboli dei numeri naturali consecutivi) rappresenta un predittore significativo del successo matematico, talvolta più forte della sola gestione della cardinalità (Lyons & Beilock, 2013), suggerendo la necessità di anticipare e rafforzare attività che promuovano la conoscenza della sequenza numerica, dei rapporti di precedente e successivo e delle relazioni tra numeri.

Nonostante ciò, rimane ancora poco esplorato il modo in cui le esperienze educative – e in particolare quelle mediate da artefatti digitali – possano sostenere in modo intenzionale e sistematico lo sviluppo del senso ordinale e ricorsivo, oltre che di quello cardinale (Baccaglioni-Frank et al., 2020). In particolare, la letteratura segnala una carenza di studi che analizzino come ambienti digitali progettati ad hoc possano favorire la costruzione del numero come successione ordinata e come struttura ricorsiva, piuttosto che come mera etichetta di una quantità. È in questo spazio ancora parzialmente inesplorato che si colloca il presente contributo.

2.2 Tecnologia multi-touch e sviluppo di senso del numero

L'ipotesi alla base del presente studio è che la tecnologia multi-touch possa costituire un contesto particolarmente favorevole per sostenere lo sviluppo di senso del numero, grazie alla possibilità di integrare in modo naturale azione corporea, rappresentazioni numeriche e feedback immediato. Tale ipotesi trova un solido fondamento nei risultati delle neuroscienze cognitive, che hanno messo in evidenza un legame stretto tra l'uso delle dita e la rappresentazione dei numeri. Secondo Butterworth (1999), infatti, «senza la capacità di collegare rappresentazioni numeriche alle rappresentazioni neurali delle dita e delle mani nelle loro posizioni normali, i numeri stessi non avranno mai una rappresentazione normale nel cervello» (Butterworth, 1999, pp. 249–250).

Alcune abilità alla base dello sviluppo del significato di numero naturale, come la gnosis digitale, l'abilità motoria fine, il *subitizing* e l'utilizzo delle dita per creare numeri, possono essere efficacemente potenziate proprio grazie ad alcune caratteristiche della tecnologia multi-touch, in presenza di consegne adeguate (Baccaglioni-Frank, 2013). Inoltre, tablet come gli iPad consentono interazioni individuali e collaborative a piccoli gruppi di due o tre allievi, cosa che i computer non sono in grado di offrire. Infine, le loro dimensioni ridotte (circa 12 × 19 cm e 600 g di peso) rendono questi dispositivi facilmente maneggiabili anche dai bambini e dalle bambine. Le applicazioni multi-touch, come *Touch-Counts* (TC), che sarà introdotto nel par. 2.2.1, con consegne adeguate, possono sfruttare in modo specifico queste potenzialità, consentendo interazioni di vario tipo. Infatti, la possibilità di riconoscere tocchi multipli simultanei, di associare gesti specifici alla generazione di numeri e di ricevere feedback immediati apre a forme di interazione che possono sostenere diverse componenti di senso del numero (Baccaglioni-Frank, 2013; Baccaglioni-Frank, 2026; Baccaglioni-Frank et al., 2020, 2025; Baccaglioni-Frank & Maracci, 2015; Ferrara & Savioli, 2018; Ng & Yeung, 2025; Rodney, 2019; Sinclair & Baccaglioni-Frank, 2015).

Gran parte degli studi esistenti sull'uso di app educative per la prima infanzia si è però concentrata prevalentemente sul potenziamento della gestione della cardinalità (Coles & Sinclair, 2018; Elia et al., 2023). Meno attenzione è stata dedicata all'analisi di come tali ambienti possano promuovere il senso ricorsivo e la gestione dell'ordinalità. In particolare, si vedrà come ambienti multi-touch aperti come TC permettono di progettare consegne in cui chi apprende è messo o messa nelle condizioni di anticipare il numero successivo, di esplorare la relazione tra numeri consecutivi e di sperimentare il "venire dopo" come risultato di un'azione iterabile.

Nella Tabella 1 si elencano e descrivono, coerentemente con la letteratura attuale, le principali abilità di senso del numero che saranno indagate nel contesto di consegne in TC.

ID	ASPETTI DI SENSO DEL NUMERO	DESCRIZIONE
A1	<i>SUBITIZING</i>	Rapida e accurata valutazione a colpo d'occhio del numero di elementi presenti all'interno di piccole collezioni (come ●●●), senza bisogno di ricorrere al conteggio. (Baccaglioni-Frank, 2013; Butterworth, 1999)
A2	MOTRICITÀ FINE	Capacità di eseguire movimenti precisi e coordinati che interessano piccoli muscoli, in particolare quelli delle mani e delle dita, come ad esempio, la capacità di appoggiare in modo preciso e corretto le dita sullo schermo. (Baccaglioni-Frank et al., 2020)
A3	GNOSIA DIGITALE	Abilità di rappresentare mentalmente le dita delle proprie mani. Richiede la conoscenza della posizione delle dita nel proprio corpo e il controllo della precisione del gesto. (Baccaglioni-Frank et al., 2020)
A4	Gestione del <i>PART-WHOLE CONCEPT</i>	Saper riconoscere la complementarità di due numeri rispetto ad uno dato. Consente di scomporre e comporre additivamente. (Resnick et al., 1991)
A5	Gestione della <i>CORRISPONDENZA BIUNIVOCA</i>	Consiste nello stabilire una corrispondenza uno-a-uno tra insiemi di elementi (uno dei quali può essere un insieme di dita) o tra un insieme di elementi e un insieme di etichette verbali. (Bartolini Bussi, 2008; Brissiaud, 1992; Sabena et al., 2019)
A6	<i>COUNTING-ON</i>	Proseguire il conteggio partendo da un numero dato. (Gelman & Gallistel, 1978)

A7	Gestione della ORDINALITÀ e senso ricorsivo	<ul style="list-style-type: none"> – Conoscere la sequenza dei simboli numerici; – conoscere la sequenza delle parole-numero; – conoscere precedente e successivo di un numero dato; – comprendere che ogni numero può essere ottenuto aggiungendo un'unità al precedente (+1). (Baccaglioni-Frank et al., 2020; Sabena et al., 2019)	
A8	Gestione della CARDINALITÀ	<ul style="list-style-type: none"> – Stabilire una corrispondenza biunivoca tra elementi di due insiemi; – comprendere che l'ultimo numero pronunciato durante il conteggio individua la numerosità dell'insieme; – assegnare il corretto simbolo numerico o parola-numero alla numerosità di un insieme. (Bartolini Bussi, 2008; Gelman & Gallistel, 1978; Sabena et al., 2019)	
A9	Gestione dei PRINCIPI di CONTEGGIO	Principio di iniettività	Stabilire una corrispondenza biunivoca tra elementi contati ed etichette verbali, in modo che per ogni oggetto sia usato un solo numerale. (Gelman & Gallistel, 1978)
A10		Principio dell'ordine stabile	Le etichette verbali usate durante la conta si succedono secondo un ordine invariabile e quindi ripetibile. (Gelman & Gallistel, 1978)
A11		Principio di cardinalità	L'etichetta associata all'ultimo oggetto contato rappresenta anche la numerosità dell'insieme. (Gelman & Gallistel, 1978)
A12		Principio di astrazione	I precedenti principi possono essere applicati a qualsiasi insieme di elementi, senza distinzione tra entità fisiche e non. (Gelman & Gallistel, 1978)
A13		Principio di irrilevanza dell'ordine	L'ordine in cui gli oggetti vengono contati è irrilevante per l'esito del conteggio, quindi non ha importanza quale etichetta viene associata a ciascun oggetto. (Gelman & Gallistel, 1978)

Tabella 1. Aspetti di senso del numero che possono essere sviluppati tramite app multi-touch come *TouchCounts*.

Alla luce di queste considerazioni, il presente studio si propone di contribuire a colmare un gap ancora presente nella letteratura, analizzando come un'app multi-touch come TC possa sostenere lo sviluppo degli aspetti di senso del numero considerati, e in particolare la gnosis digitale e la gestione dell'ordinalità (incluso il senso ricorsivo) del numero naturale, che in bambini e bambine in età prescolare correlano con le prestazioni aritmetiche nei primi anni di scuola primaria.

2.2.1 TouchCounts (TC)

L'applicazione per iPad TC è stata sviluppata nell'ambito di un progetto di ricerca canadese di cui è responsabile scientifica la ricercatrice in didattica della matematica Nathalie Sinclair. L'applicazione sfrutta appieno le potenzialità della tecnologia multi-touch, promuovendo l'utilizzo delle dita per creare e manipolare grandezze numeriche (Jackiw & Sinclair, 2014, 2017). L'app offre ambienti di interazione aperti in cui i bambini e le bambine possono sviluppare diverse strategie per risolvere la stessa consegna (ad esempio, far contare la voce nell'app) o inventare nuove sfide da affrontare. Presenta due sotto-ambienti di lavoro: il "Mondo dei Numeri", dedicato principalmente all'ordinalità, e il "Mondo delle Operazioni", incentrato sulla cardinalità. Nel Mondo dei Numeri ogni volta che si tocca lo schermo con un dito viene creato un numero in sequenza, rappresentato visivamente da un disco con il numero scritto al centro (Figura 1).

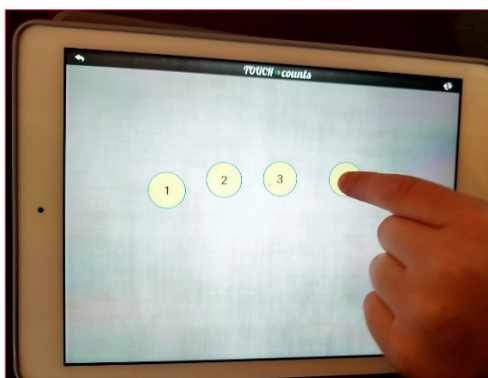


Figura 1. Creazione di una sequenza di dischi numerati, nel Mondo dei Numeri.

Nel Mondo delle Operazioni, invece, è possibile creare numeri interi arbitrari ed esplorare le operazioni matematiche, unendo i numeri per formarne di più grandi o scomponendoli in quantità più piccole. In questo ambiente i bambini e le bambine sono incoraggiati a utilizzare dita, occhi e orecchie per imparare a contare, sommare e sottrarre e, grazie a semplici gesti, possono sviluppare il senso del numero (Sinclair & Jackiw, 2011; Sinclair & SedaghatJou, 2013).

Nella schermata iniziale (Figura 2) è possibile impostare la lingua in cui vengono pronunciati i numeri (tra le scelte possibili c'è l'italiano) e selezionare, per il Mondo dei Numeri, la presenza o meno della "gravità" e della "mensola" durante l'interazione. La modalità di default prevede la presenza di entrambe le opzioni.

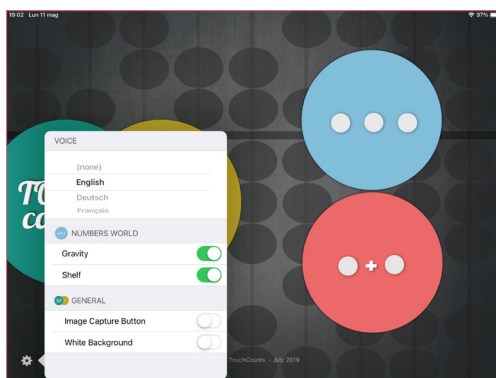


Figura 2. Schermata iniziale con impostazione lingua e gravità.

Nel Mondo dei Numeri ogni tocco del dito sullo schermo crea un piccolo disco numerato e una voce lo pronuncia nella lingua impostata, sottolineando la corrispondenza uno-a-uno dita-numeri tipica del conteggio. Nella modalità predefinita la presenza della gravità fa in modo che i dischi realizzati sotto la mensola cadano fuori dallo schermo, mentre per restare visibili devono essere creati nella parte superiore dello schermo oppure essere trascinati sulla mensola facendo scorrere il dito senza sollevarlo. Una volta sollevato il dito, infatti, non è più possibile spostare i dischi, ma toccandoli, se ne generano di nuovi proseguendo nel conteggio.

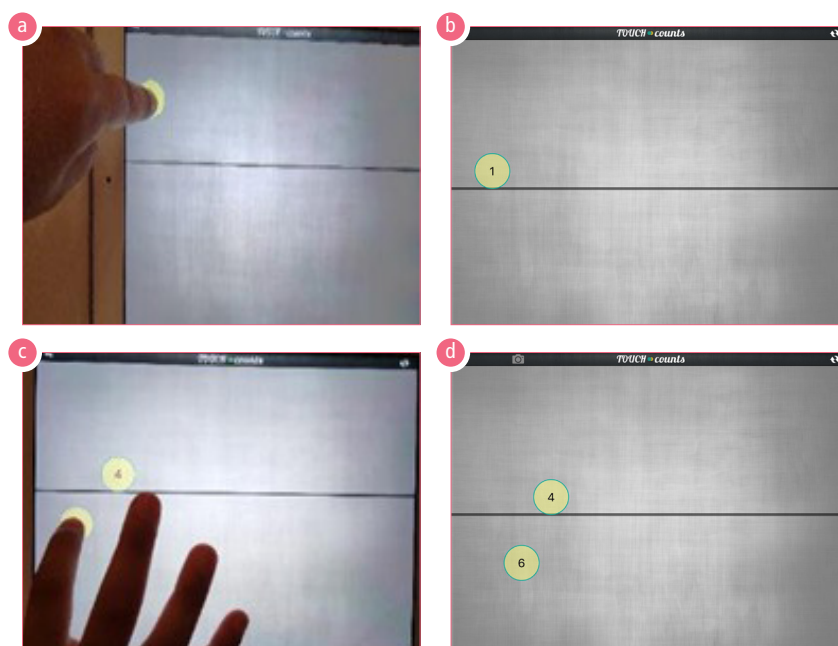


Figura 3. Effetto di tocchi sopra la mensola (a, b) e sotto la mensola (c, d) nel Mondo dei Numeri, nella modalità con gravità.

L'app è in grado di riconoscere gesti multi-touch: toccando lo schermo con più dita contemporaneamente vengono creati tanti dischi quante sono le dita utilizzate e viene pronunciato il numero maggiore. Se, ad esempio, viene iniziata la sessione appoggiando tutte le dita di una mano, compaiono cinque dischi, numerati da uno a cinque, e la voce pronuncerà "cinque" (Figura 4a, b). Per ciascuna sessione, conteggio e numerazione partono da uno e proseguono man mano che vengono creati nuovi dischi: ulteriori tocchi generano nuovi dischi etichettati con numeri successivi. La funzione *reset* fa ripartire il conteggio da uno.

Nella modalità senza gravità non compare la mensola e i dischi rimangono sempre visibili sullo schermo. Anche in questo caso, una volta sollevato il dito, i dischi non possono più essere spostati.

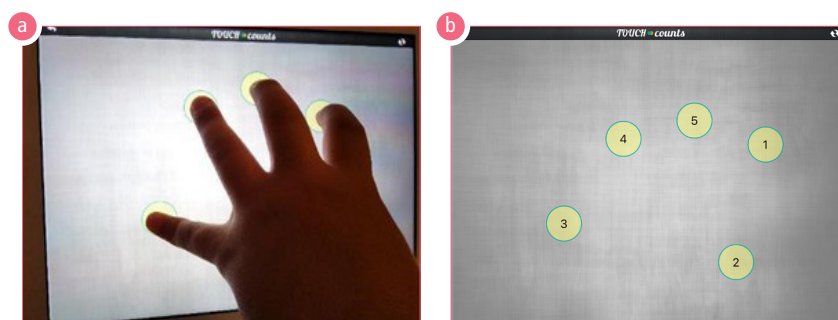


Figura 4a, b. Effetto di un gesto nel Mondo dei Numeri, nella modalità senza gravità.

Questo ambiente consente di lavorare su alcuni aspetti alla base del conteggio, in particolare favorisce lo sviluppo della corrispondenza uno-a-uno numeri-dita (principio di iniettività), la memorizzazione della corretta sequenza numerica (principio dell'ordine stabile) e, nella modalità senza gravità, la comprensione che l'ultima parola pronunciata corrisponde alla quantità di dischi presenti (principio di cardinalità). Con l'opzione gravità attiva è possibile isolare alcuni numeri, posizionandoli sulla mensola.

Nel Mondo delle Operazioni, appoggiando più dita sullo schermo (Figura 5a, c) viene creato un disco che contiene al suo interno, lungo la circonferenza, una serie di dischetti colorati, il cui numero corrisponde alle dita utilizzate, e al centro il numero scritto in cifre a indicare la cardinalità del gruppo. Ad esempio, toccando lo schermo con cinque dita (Figura 5a), si ottiene un disco contenente cinque dischetti dello stesso colore e al centro il numero cinque scritto in cifre (Figura 5b), accompagnato da un feedback sonoro. Se, prima di staccare le dita che stanno generando un disco, si tocca ancora lo schermo ripetutamente all'interno del disco in creazione (Figura 5d), questo si amplia fino a contenere il numero di dischetti corrispondenti al numero complessivo di tocchi effettuati.

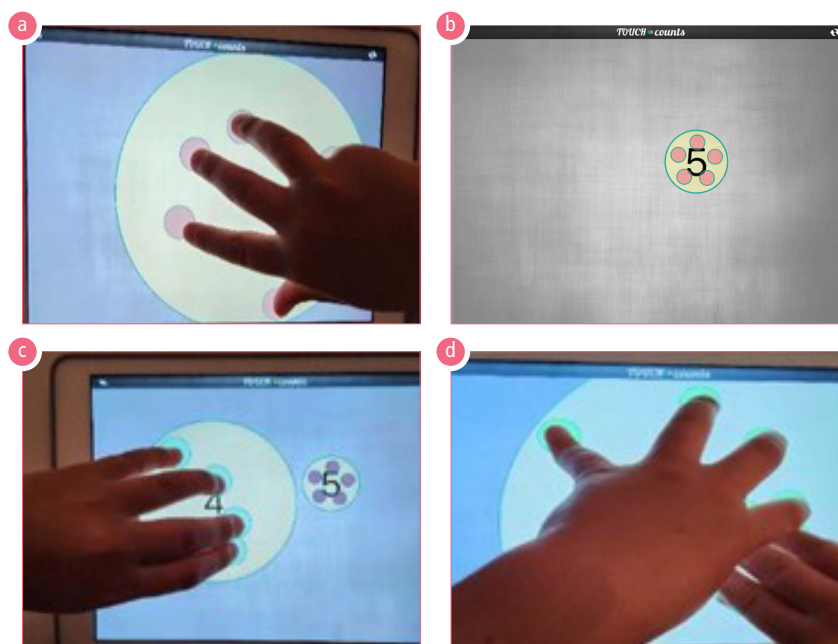


Figura 5a, b, c, d. Diversi gesti per generare numeri nel Mondo delle Operazioni.

È possibile agire sui dischi numerati attraverso i seguenti gesti:

- Possono essere spostati trascinandoli col dito (Figura 6).

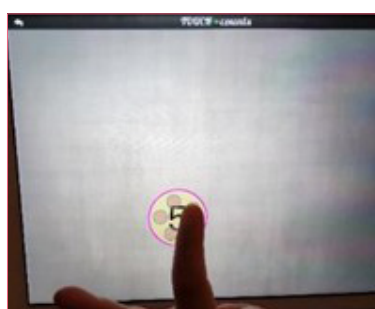


Figura 6. Azione di trascinamento nel Mondo delle Operazioni.

- Possono essere uniti col gesto di pizzicatura appoggiando contemporaneamente le dita su due dischi e avvicinandoli (Figura 7a, b, c). In questo modo si ottiene il disco unione che mantiene inalterato il colore dei dischetti interni di origine, in modo da tenere traccia della sua formazione, e mostra al centro il numero corrispondente alla somma dei numeri pizzicati scritto in cifre, di cui viene fornito anche un feedback sonoro. Il gesto di pizzicatura rappresenta una sorta di metafora dell'addizione, nel senso di raccogliere insieme, e la simmetria di questo gesto è rappresentativa della proprietà commutativa.

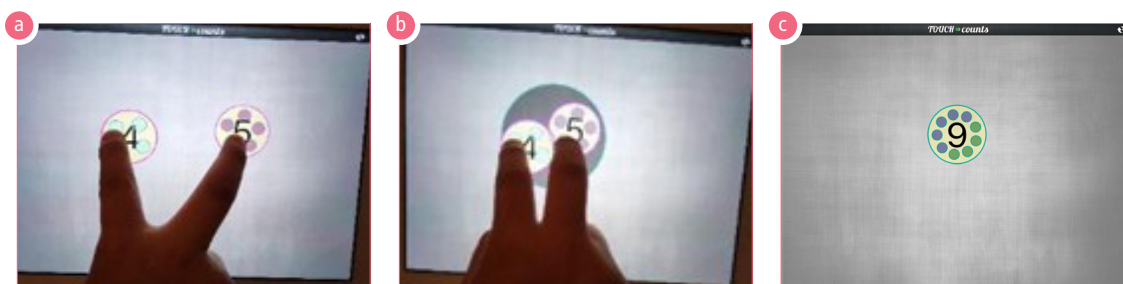


Figura 7. Gesto di pizzicatura (a, b) e suo effetto (c) nel Mondo delle Operazioni.

- È possibile suddividere un disco numerato in sottogruppi tenendolo fermo con un dito (Figura 8a) e selezionando con un altro dito la parte da separare. Questo gesto è rappresentativo dell'operazione di partizione/sottrazione e permette di sperimentare la complementarità tra addizione e sottrazione: il disco originario può essere scomposto in sottogruppi (Figura 8b), dalla cui pizzicatura poi si ottiene nuovamente il disco di origine.

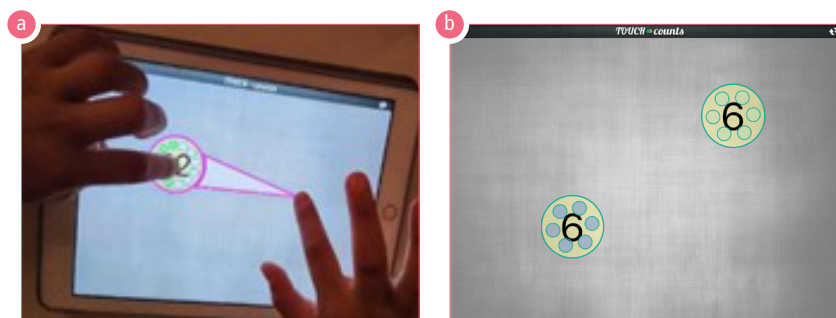


Figura 8. Gesto di partizione (a) e suo effetto (b) nel Mondo delle Operazioni.

TC quindi, si configura non come un semplice gioco (non ci sono consegne o richieste preimpostate per l'utente quando l'app viene aperta), bensì come un ambiente di esplorazione libera in cui vengono generati feedback nella forma visiva (i numeri scritti all'interno dei dischi e le palline) e vocale (la voce che pronuncia i numeri creati). L'applicazione è progettata per favorire lo sviluppo di senso del numero attraverso interazioni che coinvolgono dita, mani e gesti. Un'attenta progettazione delle attività e la partecipazione di un adulto esperto possono favorire lo sviluppo di abilità numeriche in tempi relativamente brevi (Baccaglioni-Frank, 2013; Baccaglioni-Frank et al., 2020; Sinclair & Baccaglioni-Frank, 2015). Si presenta ora l'impostazione teorica che verrà utilizzata per esplorare le potenzialità di TC attraverso uno studio empirico.

3 Dalla nozione di “schema” al senso del numero mobilitato

Un problema ricorrente nelle ricerche educative che coinvolgono bambini e bambine molto piccoli riguarda le difficoltà nel ricostruire cosa e come apprendano quando sono visibili al ricercatore solo poche parole e gesti su cui basare le inferenze (Baccaglioni-Frank et al., 2025). A tal fine in questo studio si fa riferimento alla nozione di *schema* di Vergnaud, e alla sua applicazione nell'*approccio strumentale*

(Artigue, 2002; Béguin & Rabardel, 2020). È possibile usare questo approccio teorico, perché si vuole studiare l'apprendimento (legato al senso del numero) di bambine e bambini che risolvono consegne (*task*) con le proprie mani nel contesto di un ambiente digitale (le dita e tale ambiente possono essere considerati l'artefatto). Secondo l'*approccio strumentale*, infatti, un soggetto impegnato in un'attività finalizzata al raggiungimento di un obiettivo usando un determinato artefatto può sviluppare degli *schemi di azione strumentata* per tale artefatto, che diventa così uno strumento. In sintesi, uno schema di azione strumentata descrive l'organizzazione dell'attività con lo strumento (in questo caso, dita in TC) per eseguire una determinata consegna (Baccaglioni-Frank et al., 2020). Il costrutto di schema in questo approccio teorico si rifà alla nozione elaborata da Vergnaud (2009):

«La funzione degli schemi, nella teoria attuale, è sia quella di descrivere modi ordinari di agire, per situazioni già padroneggiate, sia quella di fornire suggerimenti su come affrontare nuove situazioni. Gli schemi sono risorse adattabili: assimilano nuove situazioni adattandosi ad esse. Pertanto, la definizione degli schemi deve contenere regole, trucchi e procedure già pronti, modellati da situazioni già padroneggiate; ma queste componenti dovrebbero anche offrire la possibilità di adattarsi a nuove situazioni. Da un lato, uno schema è l'organizzazione invariante dell'attività per una certa classe di situazioni; dall'altro, la sua definizione analitica deve contenere concetti aperti e possibilità di inferenza».

(Vergnaud, 2009, p. 88, traduzione delle autrici)

Secondo Vergnaud gli schemi comprendono diversi aspetti fondamentali:

- *Obiettivi e anticipazioni* degli effetti che si potranno ottenere attraverso azioni in determinate situazioni (potenzialmente visibili attraverso parole o gesti del bambino o della bambina).
- *Regole di azione* per generare sequenze di azioni e raggiungere gli obiettivi in determinate situazioni (visibili nella forma di sequenze di azioni svolte per risolvere una consegna).
- *Invarianti operazionali*, la cui «funzione principale è quella di raccogliere e selezionare le informazioni rilevanti e dedurre obiettivi e regole» (Vergnaud, 2009, p. 88, traduzione delle autrici).

Sebbene tutte le componenti di uno schema siano importanti, gli invarianti operazionali rivestono un ruolo centrale. Essi costituiscono la conoscenza implicita che organizza l'intero schema: guidano l'identificazione della situazione e dei suoi aspetti rilevanti, orientano la selezione di obiettivi adeguati e sostengono l'elaborazione di regole d'azione funzionali al loro raggiungimento. Gli invarianti operazionali non sono direttamente osservabili, ma vengono inferiti a partire dalla parte visibile dell'attività del bambino o della bambina, cioè dalle azioni compiute, dagli obiettivi e dalle anticipazioni che emergono nel corso dell'interazione con TC. In altri termini, si osserva come il soggetto agisce, quali effetti sembra attendersi, come interpreta il feedback dell'app e come modifica la propria azione. Da questi elementi si ricostruisce quali relazioni stia trattando come pertinenti nella situazione. Sono tali relazioni ricostruite che vengono interpretate come invarianti operazionali.

Operativamente, nelle analisi si descriveranno questi invarianti in termini di aspetti di senso del numero mobilitati, facendo riferimento alla Tabella 1. Con l'aggettivo *mobilitati* si intendono non soltanto aspetti potenzialmente sollecitati dalla consegna, ma aspetti che, sulla base delle azioni osservate e della ricostruzione dello schema, risultano effettivamente messi in gioco nell'attività del bambino o della bambina e, proprio per questo, suscettibili di essere rafforzati. In questo senso, non si passa direttamente dall'azione osservata a un presunto "apprendimento", ma dall'azione osservata alla ricostruzione di uno schema e dei suoi invarianti operazionali, che consentono di interpretare quali aspetti di senso del numero risultino mobilitati. Se si paragona lo schema a un iceberg, regole di azione, obiettivi e anticipazioni ne costituiscono la "punta visibile" (Baccaglioni-Frank et al., 2020): è a partire da essa che si possono inferire gli invarianti operazionali e, attraverso questi, gli aspetti di senso del numero mobilitati.

4 Obiettivi e domande di ricerca

L'ipotesi alla base di questo studio è che si possano progettare consegne per TC ad alto potenziale rispetto alla possibilità di mobilitare gli aspetti introdotti di senso del numero – e in particolare alcuni relativi a ordinalità e senso ricorsivo, oltre che sviluppare la consapevolezza delle mani e delle dita – in bambine e bambini in età prescolare. Un primo obiettivo è, quindi, adattare consegne presenti in letteratura, ed eventualmente progettarne di nuove, per bambine e bambini in età prescolare, in modo che risultino ad alto potenziale rispetto all'emergere di schemi che mobilitino gli aspetti di senso del numero discussi.

Progettate tali consegne, le si analizza a priori per anticiparne il potenziale rispetto agli aspetti di senso del numero che potrebbero essere mobilitati attraverso particolari schemi di azione strumentata. Nell'analisi a posteriori, gli aspetti di senso del numero mobilitati verranno inferiti a partire dagli invarianti operazionali ricostruiti sulla base delle azioni osservate, degli obiettivi e delle anticipazioni manifestate dai bambini e dalle bambine, e delle regole d'azione messe in atto. In questo contributo, pertanto, il confronto pre- e post- sarà formulato in termini di coerenza tra gli aspetti di senso del numero anticipati nell'analisi a priori e quelli mobilitati nelle interazioni osservate.

A tal fine, le domande di ricerca che orientano lo studio sono le seguenti:

- **DR1:** Quali schemi di azione strumentata emergono nello svolgimento delle consegne progettate con *TouchCounts* e quali aspetti di senso del numero risultano mobilitati, inferendoli dai relativi invarianti operazionali?
- **DR2:** In che modo la consapevolezza delle mani e delle dita, inferibile dai disegni delle bambine e dei bambini, sembra modificarsi nel corso dell'intervento?

5 Metodo

5.1 Presentazione del gruppo sperimentale e della struttura del percorso didattico

Questo studio presenta una parte dei dati raccolti nell'ambito del progetto di tesi della prima autrice (Raffi, 2025). Il percorso si è svolto dal 9 aprile al 27 maggio 2024 coinvolgendo 17 bambini e bambine di quattro anni appartenenti alle quattro sezioni di un plesso scolastico del Centro Italia.²

Prima dello svolgimento delle attività con TC, al gruppo di bambine e bambini partecipanti è stata proposta una prova in ingresso composta dal proprio autoritratto, dal disegno libero della mano non dominante e da un'intervista di valutazione delle conoscenze numeriche con domande inerenti la conoscenza della corretta sequenza numerica, la rappresentazione dei numeri con le dita e in cifre, il loro riconoscimento in cifre e in formato analogico, l'ordinamento dei numeri in cifre, l'individuazione di precedente e successivo di numeri entro il 10 e l'attività di conteggio. La richiesta di disegnare la mano è stata inclusa perché la letteratura evidenzia un legame tra gnosis digitale – intesa come capacità di rappresentare, riconoscere e differenziare mentalmente le proprie dita – e sviluppo delle abilità numeriche: in particolare, Noël (2005) mostra che tale competenza predice le successive prestazioni numeriche, mentre Gracia-Bafalluy e Noël (2008) evidenziano che un training centrato sulla differenziazione delle dita può migliorare la gnosis digitale e sostenere le prestazioni numeriche. Nel presente studio, emulando lo studio di Giacomini (2014), il disegno della mano non viene quindi assunto come misura standardizzata di gnosis digitale, ma come

2. Il progetto è stato avviato dopo aver ottenuto l'approvazione della Dirigente Scolastica e il consenso informato dei genitori o tutori legali dei bambini e delle bambine coinvolti, mediante la sottoscrizione di apposite liberatorie (protocollo n. 007452/2023 del 30/05/2023 approvato dal Comitato Bioetico dell'Università di Pisa).

indicatore qualitativo della consapevolezza della struttura della propria mano e delle proprie dita, considerato in modo prudente e in relazione agli altri dati raccolti durante l'intervento. Nel presente contributo non si analizzeranno i risultati dell'intervista iniziale, ma soltanto i disegni della mano non dominante. La fase di potenziamento ha previsto dieci incontri complessivi, quattro di gruppo da svolgere con artefatti fisici (di cui non si parlerà in questo articolo) e sei dedicati all'interazione individuale con l'app TC. Di questi ultimi, tre incontri si sono svolti nel Mondo dei Numeri, e altrettanti nel Mondo delle Operazioni (si veda il blocco centrale del diagramma nella Figura 9). Il rapporto uno-a-uno durante il lavoro con la app si è rivelato particolarmente efficace poiché ha consentito a ciascun bambino e bambina di interagire secondo i propri tempi e di ricevere un supporto adeguato. Ogni sessione ha avuto una durata variabile tra i 10 e i 20 minuti, in funzione del tipo di consegne e delle esigenze del bambino o della bambina, in modo da garantire tempi distesi e il rispetto delle capacità di attenzione del singolo. L'attività, infatti, veniva interrotta anticipatamente nel momento in cui il bambino o la bambina manifestava stanchezza o disinteresse, mentre veniva prolungata con domande di approfondimento qualora manifestasse particolare interesse. La ricercatrice non si è limitata a porre quesiti, ma ha assunto un ruolo attivo guidando il bambino nella costruzione del sapere. Infine, dopo l'ultimo incontro, è stata somministrata individualmente la stessa intervista iniziale insieme alla richiesta di disegnare la propria mano (senza ricalcare quella che non stava scrivendo).

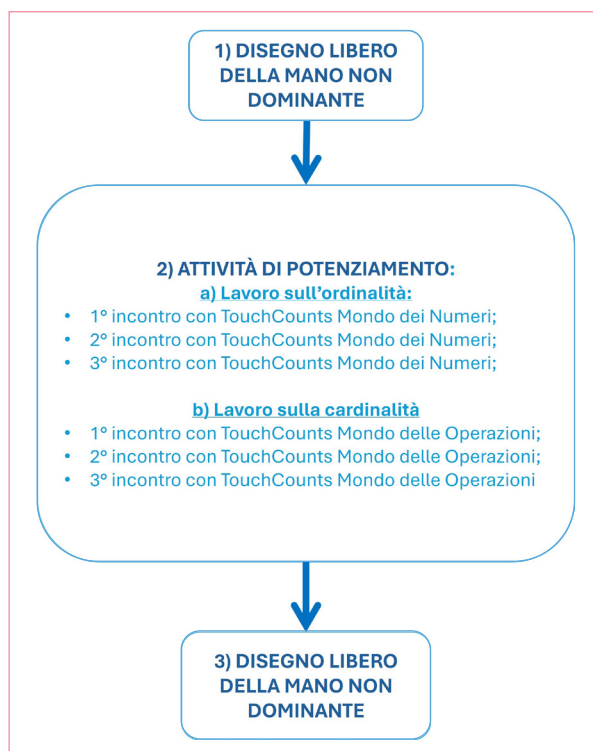


Figura 9. Diagramma che descrive le fasi dello studio oggetto di questo articolo.

Di seguito (Tabella 2) si riportano le consegne proposte durante il lavoro con TC in ordine cronologico, suddivise nei diversi incontri. Ai fini di una corretta lettura si precisa che le consegne sono contraddistinte dalla sigla CD (che sta per "Compiti svolti con artefatti Digitali") e da un numero progressivo. Inoltre, con i bambini e le bambine la voce dell'app TC è stata chiamata "Nadia".

Primo incontro Mondo dei Numeri	CD1	«Puoi far contare Nadia fino a 5?»
	CD2	«Puoi fare il numero 2?»
	CD3	Dopo aver ripulito lo schermo la ricercatrice chiede: «Puoi fare il numero 3?»
	CD4	«Riusciresti a farlo con una sola mossa?»
	CD5	Senza ripulire lo schermo la ricercatrice chiede: «Puoi fare il numero 5?»
	CD6	La ricercatrice gira il tablet verso di sé, fa contare Nadia da 1 a 5 e domanda: «Quanti dischi ci sono?»
	CD7	La ricercatrice gira nuovamente il tablet, aggiunge un tocco chiede: «Quanti dischi ci saranno?»
	CD8	«Puoi contare fino a 5 e mettere solo il 4 sulla mensola?»
	CD9	«Puoi mettere solo il 5 sulla mensola?»
	CD10	La ricercatrice mette il 2 sulla mensola e chiede: «Puoi metterci anche il 5?»
Secondo incontro Mondo dei Numeri	CD1	«Puoi far contare Nadia fino a 5?»
	CD11	«Puoi continuare a contare fino a 10? E fino a 20?»
	CD12	«Puoi contare fino a 5? Quanti dischi ci sono sullo schermo?»
	CD13	«Riesci a fare il numero 5 con una mossa?»
	CD14	«Partiamo con il 5 sullo schermo. Puoi fare il 6?»
	CD15	«Partiamo con il 5 sullo schermo. Puoi fare il 7?»
	CD16	«Partiamo con il 5 sullo schermo. Puoi fare il 10?»
	CD9	«Potresti contare fino a 5 e isolare il 5 sulla mensola?»
	CD17	«Puoi continuare a contare isolando anche il 10 sulla mensola?»
	CD18	«Puoi isolare il 5 sulla mensola con due mosse?»
	CD19	«Puoi continuare e fare la stessa cosa col 10?»
Terzo incontro Mondo dei Numeri	CD20	La ricercatrice posiziona sulla mensola i numeri 2 e 4 e chiede: «Quali numeri sono caduti?»
	CD21	La ricercatrice aggiunge sulla mensola l'8 e chiede: «Quali numeri sono caduti?»
	CD11	«Puoi contare fino a 10? E fino a 20?»
	CD22	La ricercatrice realizza il 2 e chiede: «Che numero ho fatto? Quanti dischi ci sono sullo schermo? Puoi arrivare fino a 5? Quanti dischi hai dovuto fare? Lo puoi fare con una mossa?»
	CD23	La ricercatrice realizza l'1 e chiede: «Che numero ho fatto? Quanti dischi ci sono? Puoi arrivare fino a 5? Quanti dischi hai dovuto fare? Lo puoi fare con una mossa?»
	CD24	La ricercatrice realizza il 3 e chiede: «Che numero ho fatto? Quanti dischi ci sono? Puoi arrivare fino a 5? Quanti dischi hai dovuto fare? Lo puoi fare con una mossa?»
CD25	La ricercatrice realizza il 4 e chiede: «Che numero ho fatto? Quanti dischi ci sono? Puoi arrivare fino a 5? Quanti dischi hai dovuto fare? Lo puoi fare con una mossa?»	

	CD26	«Puoi isolare 5 e 10 sulla mensola?»
	CD27	La ricercatrice mette il 2 sulla mensola e chiede: «Puoi continuare a contare e metterci anche il 5?»
	CD28	La ricercatrice mette il 3 sulla mensola e chiede: «Puoi continuare a contare e metterci anche il 5?»
	CD29	La ricercatrice mette il 4 sulla mensola e chiede: «Puoi continuare a contare e metterci anche il 5?»
	CD30	La ricercatrice mette l'1 sulla mensola e chiede: «Puoi continuare a contare e metterci anche il 5?»
	CD31	La ricercatrice mette il 5 sulla mensola e chiede: «Puoi continuare a contare e metterci anche il 10?»
	CD32	«Puoi isolare sulla mensola il numero corrispondente alle dita di una mano?»
	CD33	«Puoi isolare sulla mensola il numero corrispondente alle dita di due mani?»
Quarto incontro Mondo delle Operazioni	CD34	«Puoi far contare Nadia fino a 5?»
	CD35	«Puoi fare il numero 3?»
	CD36	«Puoi fare il numero 1?»
	CD37	«Puoi fare il numero 4?»
	CD38	«Puoi fare il numero 2?»
	CD39	«Puoi fare il numero 5?»
	CD40	La ricercatrice crea in ordine sparso i numeri da 1 a 5 e chiede di metterli in ordine crescente.
	CD41	La ricercatrice crea 1, 3 e 5, chiede al bambino o alla bambina di metterli in ordine crescente ed eventualmente realizzare i numeri mancanti mettendoli al posto giusto.
Quinto incontro Mondo delle Operazioni	CD42	«Puoi far contare Nadia fino a 5? Sapresti continuare fino a 10?»
	CD43	«Sai realizzare un numero grandissimo?»
	CD44	La ricercatrice crea numeri da 1 a 10 in ordine sparso e chiede al bambino o alla bambina di sistemarli in ordine crescente.
	CD45	La ricercatrice crea i numeri 2, 4, 6, 8 e chiede al bambino o alla bambina di metterli in ordine crescente.
	CD46	La ricercatrice crea i numeri 3, 5, 10 e chiede al bambino o alla bambina di individuare il più grande e il più piccolo.
	CD47	«Puoi creare un numero più grande di 3? Di 10? E uno più piccolo di 3? Di 10?»
Sesto incontro Mondo delle Operazioni	CD48	«Puoi far contare Nadia fino a 10?»
	CD49	«Cosa succede se unisco 1 e 2? Prova a verificare».
	CD50	«Cosa succede se unisco 1 e 4? Prova a verificare».
	CD51	La ricercatrice prepara diverse copie di numeri compresi tra 1 e 4 e chiede al bambino o alla bambina di unirli in modo da ottenere tanti 5.
	CD52	«Che numero ottengo unendo due 5? Verifichiamo l'ipotesi».

Tabella 2. Elenco delle consegne progettate per le attività di potenziamento svolte con TC.

5.2 Modalità di documentazione

Il lavoro è stato accuratamente documentato al fine di consentire un'analisi precisa e approfondita dei dati raccolti. Le interazioni con l'applicazione sono state documentate attraverso la registrazione

dell'audio e della schermata del software utilizzando la funzione "cattura schermo". Per migliorare la qualità e l'efficacia della documentazione, è stata aggiunta la registrazione tramite altro dispositivo esterno di schermo e mani dei bambini e delle bambine durante l'interazione, in modo da facilitare la ricostruzione delle sessioni durante la successiva fase di analisi. Nel rispetto delle normative sulla privacy, le riprese hanno interessato esclusivamente le risposte dei bambini e delle bambine alle consegne proposte, senza inquadrare i loro volti. In questo modo è stata assicurata una documentazione efficace, completa e sempre disponibile delle attività svolte, utile sia nell'immediato per ricostruire gli eventi ed annotare i fatti salienti, sia a posteriori per l'analisi dei dati, affinché i dati raccolti risultassero il più fedele possibile a quanto realmente accaduto durante gli incontri.

Durante la sperimentazione a ciascun bambino e bambina è stato attribuito un numero di riconoscimento per anonimizzare i dati archiviati e cercare di evitare possibili alterazioni dell'analisi, contribuendo a renderla più oggettiva.

Questo articolo si concentra sui dati di due dei partecipanti, selezionati perché hanno mostrato particolare interesse e disponibilità all'interazione, e, inoltre, perché i loro disegni prodotti prima e dopo la sperimentazione mostravano differenze interessanti. Questa scelta ha casualmente coinvolto due bambine.

5.3 Modalità di analisi

Per la parte di analisi dei dati raccolti che viene presentata in questo contributo è stata adottata una metodologia di tipo qualitativo, volta a esaminare le interazioni dei bambini e delle bambine con TC. L'analisi mira a individuare l'emergere di schemi per risolvere le consegne proposte (alcune erano ripetute uguali in diversi incontri) e le relative componenti di senso del numero mobilitate (DR1).

Il quadro teorico descritto nel par. 2 è stato impiegato per determinare l'apprendimento atteso dalle attività progettate. In questo articolo, a titolo esemplificativo, viene presentata l'analisi a priori di due consegne a nostro avviso particolarmente interessanti. Nell'analisi a priori si individuano schemi possibili che ci si aspetta possano essere adottati dai bambini e dalle bambine. Tale analisi ha consentito, poi, nelle analisi a posteriori, di confrontare gli schemi e gli aspetti di senso del numero effettivamente mobilitati con quelli previsti. I disegni della mano, invece, sono stati utilizzati per raccogliere informazioni pre- e post-intervento sulla consapevolezza delle proprie mani e delle dita dei bambini e delle bambine, e su eventuali sue variazioni.

5.4 Analisi a priori

In questo paragrafo si propone l'analisi a priori di due consegne progettate per il Mondo dei Numeri, selezionate in quanto ritenute particolarmente significative per favorire lo sviluppo dell'ordinalità. A tal fine, si farà riferimento al quadro teorico esposto nel par. 3. Procederemo all'individuazione degli schemi che i bambini e le bambine potrebbero adottare per eseguire ciascuna consegna. I nomi degli schemi corrispondono al numero della consegna seguito da una lettera che indica possibili varianti. Per ogni schema, in accordo con il costrutto di Vergnaud, verranno descritti gli obiettivi e anticipazioni, le regole di azione e gli invarianti operazionali (descritti in termini di aspetti di senso del numero mobilitati). È importante sottolineare che le abilità effettivamente stimulate da ciascuna consegna dipendono strettamente dallo schema adottato dal bambino durante l'esecuzione del compito: quindi non sarebbe accurato associare direttamente aspetti di senso del numero a singole consegne, senza esplicitare il possibile schema adottato.

5.4.1 CD1: «Puoi far contare Nadia fino a 5?»

Schema 1a: tocchi con dito singolo, senza attendere feedback di TC

Obiettivi e anticipazioni: cinque dischi sullo schermo numerati da 1 a 5 (Figura 10) e la voce di Nadia che pronuncia i numeri corrispondenti.

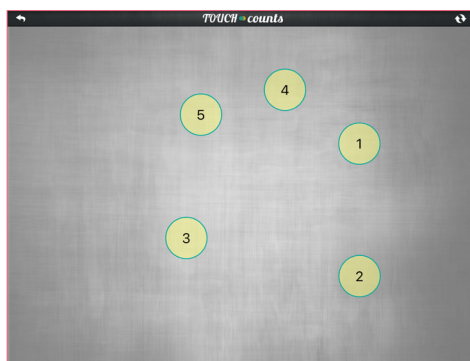


Figura 10. Anticipazione relativa alla consegna CD1.

Regole di azione: preparare un dito (tipicamente l'indice della mano dominante), toccare cinque volte lo schermo fino a vedere comparire il disco contrassegnato dal numero 5 e sentire la voce di Nadia pronunciare questo numero.

Aspetti di senso del numero mobilitati: conoscenza delle parole-numero che compongono la corretta sequenza numerica (gestione dell'ordinalità e senso ricorsivo) e consapevolezza che ad ogni tocco corrisponde un disco numerato (gestione della corrispondenza biunivoca). Poiché sul tablet si devono realizzare tocchi "puliti" perché siano riconosciuti correttamente dal dispositivo, vengono mobilitate la gnosis digitale (soprattutto se non si usa sempre lo stesso dito per effettuare i tocchi) e la motricità fine.

Schema 1b: tocchi con dito singolo, attendendo feedback di TC

Questo schema potrebbe essere adottato da una bambina o un bambino meno esperto della sequenza dei numeri.

Obiettivi e anticipazioni: vedere comparire il disco "5" e/o sentire la voce di Nadia che pronuncia "cinque".

Regole di azione: preparare un dito e toccare cinque volte lo schermo, fermandosi ogni volta in attesa di ricevere il feedback dall'app. Interrompere la procedura quando compare il disco numero 5 o si sente la voce di Nadia pronunciare questo numero.

Aspetti di senso del numero mobilitati: consapevolezza che ad ogni tocco corrisponde un disco numerato (gestione della corrispondenza biunivoca); riconoscimento della parola-numero "cinque" o del segno arabo "5". Poiché sul tablet si devono realizzare tocchi "puliti", vengono mobilitate la gnosis digitale e la motricità fine. In questo schema il feedback visivo e sonoro può rafforzare la conoscenza della corretta sequenza numerica da uno a cinque, la familiarizzazione con i numeri scritti in cifre e la loro associazione alle parole-numero pronunciate dalla voce di Nadia (gestione dell'ordinalità e senso ricorsivo).

5.4.2 CD8: «Puoi isolare il 4 sulla mensola?»

Schema 8a: con un dito tre tocchi sotto e uno sopra la mensola

Obiettivi e anticipazioni: vedere solo il disco numero 4 sopra la mensola e nessun altro disco numerato sullo schermo (Figura 11).

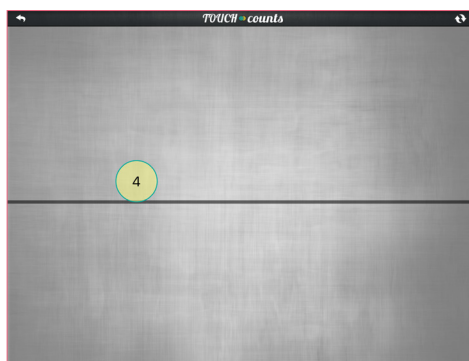


Figura 11. Anticipazione visiva relativa alla consegna CD8.

Regole di azione: preparare un dito (tipicamente l'indice della mano dominante) ed eseguire tre tocchi nella parte inferiore dello schermo (sotto la mensola), poi toccare un'ultima volta sopra la mensola.

Aspetti di senso del numero mobilitati: consapevolezza che ad ogni tocco viene creato un disco numerato (corrispondenza biunivoca), conoscenza delle parole-numero nella corretta sequenza numerica e in particolare che "tre" è il precedente di "quattro" (o di "4") (gestione dell'ordinalità e senso ricorsivo). Inoltre, per completare la consegna le dita selezionate devono essere appoggiate in modo preciso sullo schermo (gnosia digitale e motricità fine).

Schema 8b: due mosse

Obiettivi e anticipazioni: vedere solo il disco numero 4 sopra la mensola e nessun altro disco numerato sullo schermo.

Regole d'azione: Individuare tre dita e appoggiarle simultaneamente sotto la mensola, poi sollevare un dito ed eseguire l'ultimo tocco sopra la mensola.

Aspetti di senso del numero mobilitati: consapevolezza che ad ogni tocco viene creato un disco numerato (corrispondenza biunivoca), conoscenza delle parole-numero nella corretta sequenza numerica e in particolare che tre è il precedente di quattro (o di 4) (gestione dell'ordinalità e senso ricorsivo). Per individuare le dita da utilizzare per il tocco sotto la mensola, può fare riferimento alla rappresentazione del numero memorizzata (*subitizing* e gnosia digitale) oppure ricorrere al conteggio (principio dell'ordine stabile, principio di iniettività, principio di irrilevanza dell'ordine, principio di cardinalità). Per completare la consegna le dita selezionate devono essere appoggiate contemporaneamente e in modo preciso sullo schermo (motricità fine e gnosia digitale) coinvolgendo più di un dito.

Non sono stati descritti a priori schemi che non risolvono la consegna, ma questo non significa che l'aspettativa fosse che tutti i bambini e le bambine sviluppassero subito o in autonomia gli schemi attesi. Nel caso di ripetuti fallimenti, la ricercatrice era pronta a supportare lo sviluppo di uno degli schemi attesi.

6 Risultati delle analisi dei dati raccolti

In questo paragrafo si analizzano alcuni dei dati raccolti, facendo riferimento a due bambine del gruppo sperimentale, scelte in quanto hanno dimostrato particolare interesse e disponibilità all'interazione, e perché il confronto tra i disegni realizzati prima e dopo la sperimentazione ha suggerito che avessero acquisito una maggiore consapevolezza delle proprie mani e dita.

6.1 I disegni

Come prima attività della sperimentazione, ogni bambino o bambina è stato invitato o invitata a realizzare il proprio autoritratto, con l'obiettivo di verificare l'eventuale presenza delle mani e il dettaglio delle dita. Inoltre, all'inizio e al termine del percorso è stato chiesto ai bambini e alle bambine di realizzare il disegno libero della propria mano non dominante. Si riportano nella **Tabella 3** i disegni realizzati dalle due bambine sulle quali è messo il focus di questo contributo. Nello studio più ampio, per ciascun bambino o bambina è stata compilata una scheda descrittiva che riassume le caratteristiche dei disegni realizzati, evidenziando la presenza o assenza delle mani negli autoritratti e il numero di dita rappresentate in ciascuna immagine. Per le due bambine in focus, gli estratti di tali schede descrittive sono riportati in descrizione sotto ciascuna immagine in **Tabella 3**. Per le schede descrittive di tutti i disegni si veda Raffi (2025).







	Autoritratto	Disegno iniziale della mano	Disegno finale della mano
Bambina 10	 <p>Il ritratto presenta una grossa faccia molto dettagliata mentre il resto del corpo è accennato e non ci sono braccia né mani.</p>	 <p>Il disegno è ben proporzionato nelle sue parti: si distingue il palmo da cui partono 3 dita.</p>	 <p>È disegnata la sagoma della mano in cui si distinguono chiaramente il palmo e 5 dita.</p>
Bambina 11	 <p>Il volto è dettagliato mentre il busto è un grande triangolo che arriva fino in fondo al foglio. A metà busto partono le braccia: due segmenti un po' troppo corti che si diramano in 3 direzioni, le mani con 3 dita.</p>	 <p>Nel disegno si distingue il palmo della mano che termina con 4 punte che rappresentano le dita.</p>	 <p>Si distingue un braccio da cui parte il palmo della mano che termina con 5 dita.</p>

Tabella 3. Disegni realizzati dalle due bambine in focus e relative descrizioni della ricercatrice.

Per dare un'idea più generale dei risultati relativi a questa parte dello studio, e per meglio contestualizzare le prestazioni delle bambine in focus (Tabella 3), si riportano di seguito i dati aggregati di tutto il gruppo sperimentale.

6.1.1 Sguardo d'insieme delle prestazioni dell'intero gruppo

Si osserva prima la presenza delle mani negli autoritratti prodotti prima dell'inizio della sperimentazione (Figura 12).

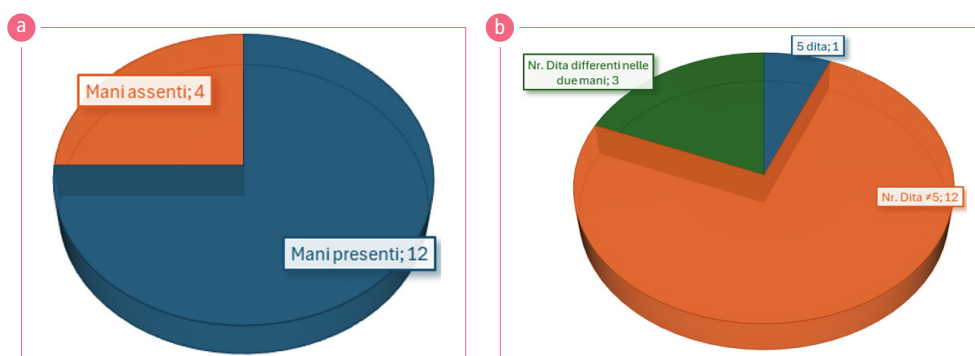


Figura 12. Disegni pre-intervento: a) Frequenza della presenza/assenza di mani negli autoritratti; b) Frequenze del numero di dita rappresentate negli autoritratti.

La maggior parte dei bambini e delle bambine (12) nel ritratto ha incluso le mani, che però, in generale, non risultano dettagliate: sono disegnate come piccoli cerchi rosa spesso privi di dita o come delle croci (si vedano, per esempio, i disegni delle bambine 10 e 11 in focus nella Tabella 3). Soltanto un bambino ha rappresentato correttamente il numero delle dita, mentre 3 bambine hanno disegnato quantità diverse nelle due mani, di cui solo una corretta. I restanti (12), 9 bambine e 3 bambini, hanno rappresentato una quantità maggiore o minore in entrambe le mani. Questi risultati suggeriscono che, di fronte alla richiesta di realizzare il proprio autoritratto, i bambini e le bambine partecipanti tendevano a soffermarsi su alcuni dettagli, trascurandone altri, e spesso arricchivano il disegno con elementi accessori, trascurando quelli specificamente richiesti (Figura 12a, b).

Si passa ora all'analisi dei disegni della mano non dominante pre- e post-intervento (Figura 13a, b).

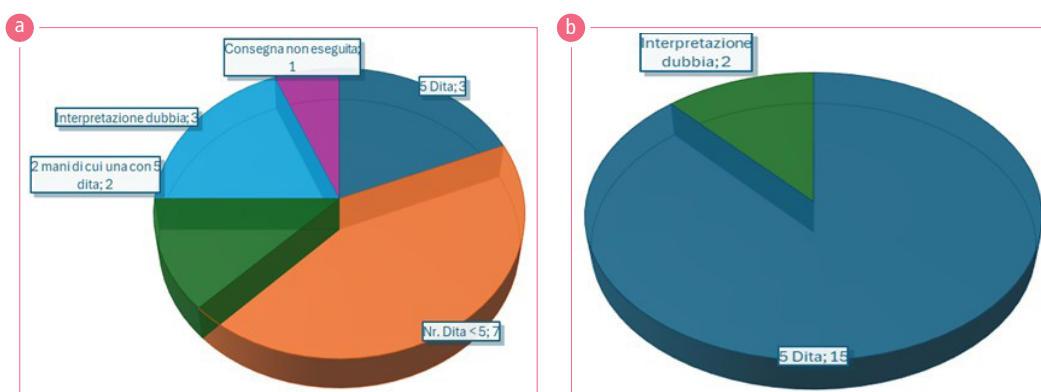


Figura 13. a) Frequenze del numero di dita rappresentate nei disegni pre-intervento; b) Frequenze del numero di dita rappresentate nei disegni post-intervento.

Inizialmente, quando ai bambini e alle bambine è stato esplicitamente richiesto di rappresentare la propria mano, tutti ad eccezione di un bambino hanno disegnato le dita, anche se non sempre nella quantità corretta (Figura 13a; si vedano, per esempio, i disegni delle bambine 10 e 11 in focus nella Tabella 3) e in numero uguale in entrambe le mani. Dei 16 bambini e bambine che hanno svolto la con-

segna, la maggior parte (6, di cui 4 bambine e 2 bambini) ha raffigurato 4 dita. Una bambina ha rappresentato 3 dita, mentre 2 bambine hanno disegnato entrambe le mani, di cui solo una con il corretto numero di dita. Soltanto 2 bambini e 1 bambina hanno disegnato chiaramente 5 dita. Due disegni risultano poco chiari, rendendo difficile determinare con precisione il numero di dita rappresentate. Al termine del percorso sperimentale, quando è stato nuovamente richiesto di rappresentare la mano non dominante, la maggioranza (15) delle bambine e dei bambini coinvolti (in totale 17) ha disegnato correttamente 5 dita. Solo un bambino e una bambina hanno rappresentato un numero di dita non identificabile con precisione (Figura 13b).

Dall'analisi complessiva, quindi, emerge chiaramente che, quando è stato esplicitamente richiesto di disegnare la propria mano, la maggior parte dei bambini e delle bambine ha rappresentato le dita, anche se non sempre nel numero corretto. Inizialmente, nella maggior parte dei casi le dita sono state rappresentate omogenee per dimensioni e lunghezza, senza distinguerle una dall'altra, nemmeno il pollice. In molti casi, inoltre, non è stato rappresentato il palmo della mano. Al termine del percorso 15 dei 17 partecipanti hanno disegnato la mano dotata del corretto numero di dita, indicando un miglioramento nella precisione della rappresentazione della propria mano da parte della maggioranza dei partecipanti. Inoltre, la maggioranza dei bambini e delle bambine ha distinto il palmo e, sebbene in oltre la metà dei disegni le dita conservino dimensioni uguali, in alcuni casi sono state anche differenziate, in particolare il pollice. Questi risultati suggeriscono un impatto positivo del percorso sulla consapevolezza che i bambini hanno riguardo la struttura della propria mano e delle sue dita.

6.2 Consegne *TouchCounts*

In questo paragrafo si riportano alcuni estratti relativi allo svolgimento da parte della bambina 10 delle due consegne presentate nell'analisi a priori (par. 5.4.1 e 5.4.2), esemplificando il tipo di analisi a posteriori condotto per arrivare a tabelle riassuntive per ogni partecipante, come quelle allegate per le bambine in focus (Allegati 1-2).

Di seguito sono riportati gli scambi intercorsi tra la bambina 10 (B10) e la ricercatrice (R) nell'incontro 1, durante lo svolgimento delle consegne selezionate.

6.2.1 Esempio di interazione con la consegna CD1

La prima interazione analizzata (incontro 1, min. 6:05-7:17) è con la consegna CD1: «Puoi far contare Nadia fino a 5?».

1. R: «Puoi far contare Nadia fino a cinque? Voglio sentire tutti i numerini da uno a cinque».
2. B10: [Prepara il dito indice e tocca ripetutamente lo schermo superando di molto il numero 5, Figura 14].



Figura 14. Primo tentativo di interazione della bambina 10 con la consegna CD1.

Questo primo tentativo risolutivo della bambina 10 (intervento 2) risulta diverso dagli schemi previsti nell'analisi a priori. Nello specifico, il tentativo è caratterizzato da:

- *Obiettivi e anticipazioni*: sentire Nadia contare.
- *Regole di azione*: toccare lo schermo con un dito per far dire numeri a Nadia.
- *Aspetti di senso del numero mobilitati*: consapevolezza che ad ogni tocco corrisponde un disco numerato (gestione della corrispondenza biunivoca).

La ricercatrice la interrompe pulendo lo schermo: questa azione sancisce il fallimento del primo tentativo. Poi rinnova la consegna, modificando la richiesta per porre l'accento sul «fermarsi» a «cinque» (intervento 3).

3. R: «Se ti chiedo di fermarti a cinque, lo sai fare? Riesci a fermarti quando arrivi a cinque?»
4. B10: [Riprova toccando lo schermo con un dito] «Uno [Nadia dice: «Uno, due»], due [Nadia dice: «Tre»], tre [Nadia dice: «Quattro»], quattro [Nadia dice: «Cinque»]; B10 involontariamente appoggia anche il palmo].

Anche il secondo tentativo risolutivo è diverso dagli schemi previsti ed è caratterizzato da:

- *Obiettivi e anticipazioni*: sentire Nadia contare fino a «Cinque».
- *Regole di azione*: toccare lo schermo con un dito per far dire numeri a Nadia e fermarsi a «Cinque».
- *Aspetti di senso del numero mobilitati*: consapevolezza che ad ogni tocco corrisponde un disco numerato (gestione della corrispondenza biunivoca); conoscenza delle parole-numero nella corretta sequenza numerica (gestione dell'ordinalità e senso ricorsivo).

L'anticipazione viene disattesa, perché la bambina tocca involontariamente il tablet con il palmo (intervento 4). La ricercatrice allora media per migliorare l'interazione di B10 con TC (intervento 5).

5. R: «Hai toccato anche con la mano e il tablet sente il tocco anche se tu non te ne accorgi e crea altri numerini».
4. B10: [Prepara il dito indice e prova nuovamente: tocca lo schermo cinque volte, questa volta più lentamente, probabilmente per prestare attenzione al feedback ricevuto e quando raggiunge il numero cinque solleva il dito e si ferma].
5. R: «Ci siamo arrivati, vero?»
6. B10: [Sorridente fa cenno di sì col capo].

Il terzo tentativo risolutivo è coerente con lo schema 1b, caratterizzato da:

- *Obiettivi e anticipazioni*: sentire Nadia pronunciare i numeri «Uno, due, tre, quattro, cinque» (e fermarsi).
- *Regole di azione*: toccare lo schermo con un singolo dito e sentire i numeri in sequenza; fermarsi quando si sente «Cinque».
- *Aspetti di senso del numero mobilitati*: consapevolezza che ad ogni tocco corrisponde una particolare parola-numero in sequenza (gestione ordinalità e senso ricorsivo). Al quinto tocco si sente «Cinque» (gestione ordinalità e cardinalità); appoggio preciso delle dita sullo schermo (gnosia digitale e motricità fine).

Nel corso dei tentativi analizzati, il superamento delle difficoltà iniziali della bambina 10 appare strettamente legato all'interazione tra i feedback restituiti da TC e la mediazione della ricercatrice. Nel

primo tentativo, lo schema adottato dalla bambina sembra avere come obiettivo semplicemente quello di far contare Nadia, e la regola di azione consiste nel toccare ripetutamente lo schermo con un dito, senza utilizzare il feedback dell'app per controllare il momento in cui arrestare l'azione. Nel secondo tentativo si osserva un primo cambiamento nello schema: grazie al rinnovo della consegna da parte della ricercatrice, l'obiettivo si precisa e diventa quello di far contare Nadia fino a cinque, fermandosi al momento opportuno. Tuttavia, questo schema non è ancora stabile, perché la bambina non controlla pienamente il gesto e non interpreta correttamente il feedback prodotto dall'app, dal momento che anche un contatto involontario del palmo viene registrato come input valido. La ricercatrice interviene allora in modo decisivo, chiarendo sia il punto centrale della consegna sia il funzionamento dello strumento: richiama l'attenzione sul fatto che il tablet "sente" tutti i tocchi e aiuta la bambina a comprendere che i numeri pronunciati da Nadia possono essere usati come riferimento per monitorare l'azione. Solo nel terzo tentativo si osserva uno schema coerente con quello atteso: la bambina tocca più lentamente con un solo dito, presta attenzione al feedback sonoro e visivo dell'app e interrompe l'azione quando sente pronunciare «Cinque». Il cambiamento tra i tentativi, quindi, non riguarda soltanto l'esito finale, ma la progressiva riorganizzazione dello schema d'azione, resa possibile proprio dal fatto che la mediazione della ricercatrice permette alla bambina di attribuire significato ai feedback dell'app e di usarli per regolare in modo sempre più adeguato la propria azione.

6.2.2 Esempio di interazione con la consegna CD8

La seconda interazione analizzata (incontro 1, min. 13:31-15:13) è con la consegna CD8: «Puoi contare fino a 5 e isolare il 4 sulla mensola?».

1. R: «Puoi contare fino a 5 e mettere solo il 4 sulla mensola? Devi fare cadere gli altri numeri e mettere solo il 4 qua sopra».
2. B10: [Prepara il dito indice ed esegue un tocco sopra la mensola. Ottiene il disco "1" in evidenza sulla mensola, Figura 15a].
3. R: «Eh!»
4. B10: [Prosegue, eseguendo altri quattro tocchi consecutivi sopra la mensola. Si ferma a 5 (Figura 15b), poi col dito solleva la mensola facendo cadere tutti i dischi numerati e lasciando lo schermo vuoto (Figura 15c)].



Figura 15a, b, c. Primo tentativo di interazione della bambina 10 con la consegna CD8.

Il primo tentativo risolutivo risulta diverso dagli schemi previsti e si caratterizza per:

- *Obiettivi e anticipazioni*: sentire Nadia pronunciare i numeri «Uno, due, tre, quattro, cinque» e finire con 4 sulla mensola.
- *Regole di azione*: toccare lo schermo con un dito per far pronunciare i numeri desiderati a Nadia e (forse) successivamente togliere i numeri diversi da 4.
- *Aspetti di senso del numero mobilitati*: consapevolezza che ad ogni tocco viene creato un disco numerato (corrispondenza biunivoca), conoscenza delle parole-numero nella corretta sequenza numerica fino a 5.

A questo punto la ricercatrice media per migliorare l'interazione di B10 con TC. Nello specifico, richiama aspetti del funzionamento dell'app (intervento 5).

5. R: «Cosa avevamo visto? Quando tocchi qua [sotto alla mensola], cosa succede ai numeri? Te lo ricordi?»
6. B10: «Non si vedono più».
7. R: «E invece se tocchi sopra [alla mensola]?»
8. B10: [Tocca una volta col dito sopra alla mensola].
9. R: «Rimangono, vero? Io che cosa ti avevo chiesto? Mi puoi far cadere giù tutti i numerini e mi metti qua sopra solo il 4? Proviamo?»
10. B10: [Prepara il dito indice ed esegue quattro tocchi sopra la mensola, poi si ferma. In questo modo si ottengono i dischi numero 1, 2, 3 e 4 in evidenza sopra la mensola (Figura 16)].

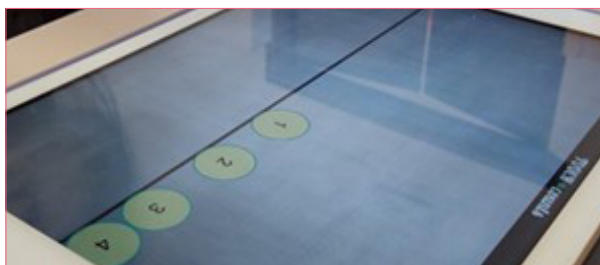


Figura 16. Secondo tentativo di interazione della bambina 10 con la consegna CD8.

La bambina pare cercare conferma visiva del feedback atteso dopo il gesto tocco (intervento 8). La ricercatrice rinnova la richiesta da parte in forma variata (intervento 9), sottolineando che deve rimanere sulla mensola esclusivamente il numero 4, mentre gli altri numeri devono cadere.

Il secondo tentativo risolutivo, anch'esso diverso dagli schemi previsti, si caratterizza per gli stessi obiettivi e aspetti di senso del numero mobilitati rispetto al primo tentativo; le *regole di azione* comprendono il toccare lo schermo con un dito sopra la mensola per far pronunciare i numeri desiderati a Nadia, ma l'anticipazione è disattesa (si ferma prima di arrivare a «Cinque»).

La ricercatrice media nuovamente per migliorare l'interazione di B10 con TC, supportando lo sviluppo di uno schema atteso (intervento 11).

11. R: «Però io questi [indica i numeri 1, 2 e 3] non li volevo sopra, li volevo lasciare andare giù. Quindi dove li dovevi fare per farli cadere giù?»
12. B10: [Indica la parte dello schermo sotto la mensola].
13. R: «Allora proviamo».
14. B10: [Prepara l'indice e tocca quattro volte sotto la mensola lasciando cadere anche il numero 4. Lo schermo non presenta alcun disco numerato].

Il terzo tentativo risolutivo, ancora diverso dagli schemi previsti, affina le *regole di azione*: toccare lo schermo con un dito sotto la mensola per far pronunciare a Nadia i numeri desiderati e far cadere quelli precedenti a "quattro", e tra gli aspetti di senso del numero mobilitati, oltre a quelli precedenti, vi è anche il rafforzamento della consapevolezza che "tre" è il precedente di "quattro" (o di "4") (gestione dell'ordinalità e senso ricorsivo). L'anticipazione, tuttavia, è nuovamente disattesa: cade il "quattro" (intervento 14). La ricercatrice esplicita verbalmente il motivo del fallimento del tentativo (intervento 15).

15. R: «Il 4 però sopra».

16. B10: [Continua e tocca col dito sopra la mensola isolando il disco numero cinque (Figura 17)].

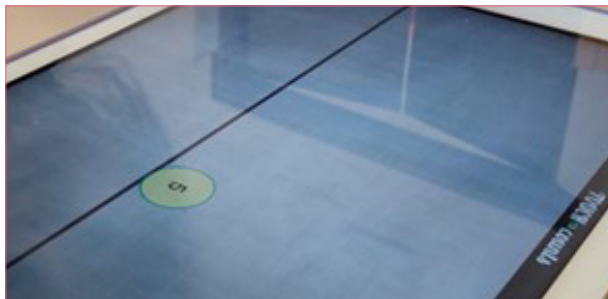


Figura 17. Terzo tentativo di interazione della bambina 10 con la consegna CD8.

Il quarto tentativo risolutivo si avvicina allo schema 8a, caratterizzandosi per le seguenti regole di azione: toccare lo schermo con un dito sotto la mensola per far pronunciare a Nadia i numeri fino a «Quattro» e farli cadere, poi farle pronunciare «Cinque». Gli aspetti di senso del numero mobilitati sono quelli precedenti con un rafforzamento della consapevolezza che "quattro" è il precedente di "cinque" (o di "5") (gestione dell'ordinalità e senso ricorsivo). La ricercatrice interviene sancendo il fallimento della quarta istanziazione e rinnova la richiesta invitando la bambina a riprovare (intervento 17).

17. R: «Ora viene il 5. Riproviamo!».

16. B10: [Esegue correttamente tre tocchi col dito sotto la mensola e l'ultimo sopra. Sullo schermo è visibile il disco numero quattro sopra la mensola (Figura 18)].

18. R: «Bravissima!»

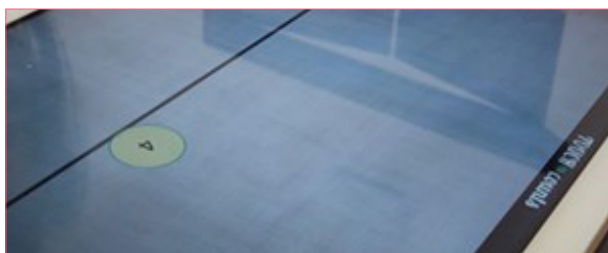


Figura 18. Quarto tentativo di interazione della bambina 10 con la consegna CD8.

Il quarto tentativo risolutivo coincide con lo schema 8a, ovvero si caratterizza per:

- *Obiettivi e anticipazioni*: sentire Nadia pronunciare i numeri «Uno, due, tre, quattro, ...». Vedere cadere verso il basso i numeri 1, 2, 3 e 5 mentre il numero quattro rimane visibile sopra la mensola.
- *Regole di azione*: toccare lo schermo con un dito per far pronunciare i numeri desiderati a Nadia. Eseguire i primi tre tocchi sotto la mensola, spostare il quarto sopra la mensola, fare l'ultimo tocco nuovamente sotto la mensola.
- *Invarianti operazionali*: ad ogni tocco corrisponde un'etichetta verbale in sequenza (gestione ordinalità). Al terzo tocco Nadia pronuncia la parola «tre» (gestione ordinalità e cardinalità); il numero "tre" precede "quattro" (gestione ordinalità), quindi una volta arrivati a "tre" il tocco successivo deve essere spostato sopra la mensola.

- *Aspetti di senso del numero mobilitati*: consapevolezza che ad ogni tocco viene creato un disco numerato (corrispondenza biunivoca), conoscenza delle parole-numero nella corretta sequenza numerica e in particolare che “tre” è il precedente di “quattro” (o di “4”) (gestione dell’ordinalità e senso ricorsivo). Inoltre, per completare la consegna le dita selezionate devono essere appoggiate in modo preciso sullo schermo (gnosia digitale e motricità fine).

Nel corso dei tentativi analizzati, le difficoltà iniziali della bambina vengono progressivamente superate attraverso un’interazione fortemente mediata. In un primo momento, B10 sembra attivare uno schema centrato soprattutto sull’idea che toccare lo schermo faccia avanzare la conta e produca i numeri desiderati, senza però coordinare in modo adeguato tale azione con i diversi effetti determinati dalle due aree dello schermo. Il feedback del software, sia visivo sia sonoro, costituisce in questa fase una risorsa importante ma non ancora sufficiente. La ricercatrice interviene allora con domande mirate, finalizzate a rendere espliciti sia il funzionamento dell’applicazione sia gli elementi centrali del compito. In particolare, richiama l’attenzione della bambina su ciò che accade ai numeri quando i tocchi vengono effettuati sopra oppure sotto la mensola, chiarendo la relazione tra gesto e feedback restituito dal sistema. Parallelamente, riformula più volte la consegna, esplicitando lo scenario atteso: alcuni numeri devono cadere, mentre solo il “quattro” deve restare visibile sulla mensola. In questo modo, la mediazione della ricercatrice orienta progressivamente B10 a coordinare la sequenza numerica, la posizione del tocco e il risultato visibile sullo schermo.

Si osserva così una trasformazione graduale dello schema adottato. Dopo i primi tentativi, in cui la bambina produce i numeri senza controllare adeguatamente quali debbano rimanere e quali cadere, emerge un avanzamento importante: a un tentativo successivo B10 implementa uno schema quasi corretto, perché riesce a coordinare il lasciar cadere i numeri precedenti e il mantenere sulla mensola un solo numero, ma individua come esito finale il 5 anziché il 4. In altre parole, resta solo da regolare con precisione il punto della sequenza numerica in cui modificare l’azione. Nell’ultimo tentativo, infatti, la bambina deve soprattutto gestire l’ordinalità e mobilitare il senso ricorsivo nella relazione tra “tre” e “quattro”: è proprio il riconoscimento che, dopo il “tre”, il tocco successivo produrrà il “quattro” a consentirle di collocare correttamente l’azione sopra la mensola nel momento opportuno.

Infine, con il supporto della ricercatrice, B10 sviluppa uno schema 8a che si fonda anche sullo schema 1b emerso nella consegna CD1, in cui la bambina aveva imparato a usare la sequenza pronunciata da Nadia per monitorare l’azione. In questo senso, il feedback sonoro del software e la mediazione verbale della ricercatrice agiscono in modo complementare: il primo rende percepibile la struttura sequenziale del numero, la seconda aiuta la bambina a interpretarla in funzione del compito. Possiamo quindi affermare che vengono mobilitati, e verosimilmente rafforzati, gli aspetti di senso del numero attesi, in particolare la corrispondenza biunivoca, la gestione dell’ordinalità e il senso ricorsivo, insieme alla gnosia digitale e alla motricità fine richieste dall’esecuzione precisa dei tocchi.

6.2.3 Analisi delle consegne svolte dalle due bambine in focus

Negli [Allegati 1-2](#) sono riportate le tabelle che documentano le interazioni con TC rispettivamente della bambina 10 e della bambina 11. Alcune consegne sono state proposte più volte nel corso degli incontri e ogni volta sono stati documentati gli aspetti di senso del numero mobilitati (Tabella 1), i *prompt* aggiuntivi forniti dalla ricercatrice e il grado di sicurezza manifestato dalle bambine durante l’esecuzione del compito.

La lettura congiunta di queste tabelle consente di mettere in evidenza sia alcuni elementi comuni sia alcune differenze rilevanti tra i percorsi di B10 e B11. Per entrambe le bambine, il compito di far contare Nadia fino a un numero dato risulta relativamente più accessibile e mobilita la corrispondenza biunivoca tra tocco e numero prodotto, la necessità di un appoggio preciso delle dita sullo schermo, quindi motricità fine e gnosia digitale, e soprattutto la gestione della sequenza numerica, sostenuta dal feedback sonoro del software. Quando invece viene introdotta la mensola, oppure quando il

compito richiede di proseguire il conteggio a partire da un numero già raggiunto, l'attività risulta più complessa per entrambe: in questi casi risultano particolarmente sollecitati, ma anche meno stabilmente consolidati, gli aspetti legati alla gestione dell'ordinalità e del senso ricorsivo, cioè la capacità di coordinare la sequenza numerica con l'anticipazione del numero successivo e con il controllo dell'effetto prodotto dai tocchi nelle diverse aree dello schermo.

Una differenza saliente riguarda il grado di mediazione necessario. B10 mostra un andamento più oscillante: nelle consegne con la mensola, in particolare CD8 e CD9, e ancora in CD26, ha bisogno di più tentativi e di *prompt* espliciti da parte della ricercatrice per coordinare il funzionamento dell'applicazione con l'obiettivo del compito; la sua sicurezza aumenta progressivamente solo nel corso delle ripetizioni. B11, pur necessitando anche lei di un supporto significativo in CD8 e mostrando alcuni punti di fragilità in CD11 e CD26, appare nel complesso più rapida nel raggiungere una modalità esecutiva efficace e nel mantenere un grado di sicurezza alto in più consegne, come si osserva per esempio in CD1 e CD9. Un'altra differenza riguarda il rapporto tra sicurezza e correttezza: nel caso di B11 la tabella mostra bene che un'elevata sicurezza non coincide necessariamente con una strategia corretta, come accade nel primo svolgimento di CD11; nel caso di B10, invece, l'incertezza appare più visibile.

7 Discussione e conclusioni

La presente ricerca si è proposta di indagare il potenziale della tecnologia multi-touch, e in particolare dell'app *TouchCounts*, nel mobilitare specifici aspetti di senso del numero in bambine e bambini di quattro anni, con un'attenzione particolare alla gestione dell'ordinalità e al senso ricorsivo, dimensioni ancora poco esplorate nella letteratura rispetto alla più tradizionale focalizzazione sulla cardinalità. L'analisi a priori delle consegne ha mostrato che è possibile progettare attività in *TouchCounts* ad alto potenziale rispetto alla mobilitazione di specifici aspetti di senso del numero. In particolare, le consegne selezionate risultano idonee a promuovere la gestione dell'ordinalità, attraverso il lavoro sulla sequenza stabile delle parole-numero; il senso ricorsivo, attraverso l'esperienza iterata del "+1" resa visibile e udibile dall'app; la consapevolezza della relazione di precedente e successivo; la corrispondenza biunivoca tra gesto e produzione numerica; la gnosis digitale e la motricità fine.

Per quanto riguarda la DR1, l'analisi a posteriori delle interazioni osservate indica una sostanziale coerenza tra gli aspetti di senso del numero anticipati nell'analisi a priori e quelli effettivamente mobilitati dai bambini e dalle bambine nello svolgimento delle consegne. Nella maggior parte dei casi, i partecipanti hanno messo in atto schemi coerenti con quelli anticipati, oppure schemi parzialmente diversi ma comunque tali da mobilitare gli stessi aspetti di senso del numero individuati a priori. Particolarmente rilevante è risultata l'evoluzione degli schemi nel corso delle sessioni: da modalità inizialmente centrate soprattutto sull'esecuzione del gesto o sull'ascolto del feedback, si è progressivamente osservata una maggiore capacità di coordinare azione, feedback e anticipazione del risultato. Tale evoluzione suggerisce una crescente organizzazione dell'attività attorno a invarianti operazionali pertinenti, in particolare rispetto alla gestione dell'ordinalità e al senso ricorsivo.

In relazione alla DR2, l'analisi dei disegni della mano non dominante pre- e post-intervento evidenzia un rafforzamento significativo della consapevolezza della struttura della propria mano nella maggior parte dei partecipanti. Se inizialmente le dita risultavano spesso omogenee, incomplete o in numero non corretto, al termine del percorso 15 bambini e bambine su 17 hanno rappresentato chiaramente cinque dita distinguendo il palmo. Tali evidenze suggeriscono un consolidamento della gnosis digitale, intesa come rappresentazione mentale e controllo delle proprie dita, competenza che la letteratura indica come correlata allo sviluppo numerico (Gracia-Bafalluy & Noël, 2008). Questo risultato appare

coerente con la natura *embodied* delle interazioni proposte, nelle quali la produzione numerica avviene attraverso l'azione intenzionale delle dita.

Un elemento cruciale emerso dall'analisi, e visibile per esempio nelle interazioni analizzate di B10, riguarda il ruolo della ricercatrice nello sviluppo e nella stabilizzazione degli schemi osservati. Alla luce del costrutto di schema adottato (Vergnaud, 2009), l'interesse analitico non coincide con la mera esecuzione corretta della consegna, ma con la progressiva organizzazione dell'attività e con la possibilità di inferire invarianti operazionali pertinenti, descritti nel nostro studio in termini di aspetti di senso del numero mobilitati. In diverse situazioni, i bambini e le bambine hanno inizialmente adottato strategie non coerenti con gli schemi anticipati o hanno mostrato difficoltà a risolvere alcune consegne. L'intervento della ricercatrice ha svolto allora una funzione regolativa fondamentale: l'artefatto digitale, infatti, non garantisce di per sé che vengano mobilitati gli aspetti di senso del numero su cui la consegna è progettata. Attraverso richiami mirati, riformulazioni della consegna, domande orientate e l'esplicitazione degli effetti delle azioni, la ricercatrice ha sostenuto la ristrutturazione delle regole d'azione e ha guidato l'attenzione verso le informazioni rilevanti della situazione. In questa prospettiva, la sua mediazione ha offerto più di un semplice supporto esecutivo: ha favorito l'emergere e il consolidamento di schemi fondati su aspetti importanti di senso del numero, in particolare relativi alla gestione dell'ordinalità, al senso ricorsivo, alla cardinalità, alla motricità fine e alla gnosiologia digitale. L'andamento talvolta non lineare delle prestazioni suggerisce che tali aspetti fossero, per diversi partecipanti, in fase di consolidamento. Tali oscillazioni possono essere interpretate come indicatori di processi di riorganizzazione cognitiva in atto, nei quali la riproposizione delle consegne e la guida della ricercatrice hanno svolto una funzione di progressiva stabilizzazione degli schemi.

Nel complesso, le evidenze raccolte suggeriscono che un'app multi-touch come *TouchCounts*, se integrato in un percorso didattico intenzionale e mediato, possa costituire un ambiente particolarmente favorevole per sostenere non solo la cardinalità, ma anche la costruzione del numero come successione ordinata e struttura ricorsiva. Questo contributo appare rilevante rispetto a una parte della letteratura che tende a privilegiare il lavoro sulla numerosità come quantità, mostrando invece come sia possibile lavorare precocemente anche sulla gestione dell'ordinalità e sul senso ricorsivo.

Infine, emerge la necessità di concepire tali interventi non come esperienze isolate o di breve durata, ma come parte di una pratica didattica più ampia e continuativa, in cui artefatti digitali, corporeità, manipolazione di oggetti fisici e discussione guidata si integrino in modo coerente. Un'esposizione graduale e sistematica a esperienze di questo tipo può favorire uno sviluppo armonico delle componenti cardinali e ordinali del senso del numero, sostenendo la costruzione di schemi sempre più stabili e flessibili fin dalla scuola dell'infanzia.

Bibliografia

- Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), 245–274. <https://doi.org/10.1023/A:1022103903080>
- Baccaglioni-Frank, A. (2013). Analisi delle potenzialità di applicazioni multi touch per la costruzione del significato di numero naturale. *L'Insegnamento della Matematica e delle Scienze Integrate*, 36(3A), 237–262.
- Baccaglioni-Frank, A. (2026). Number sense, fingers and multi-touch apps in preschool. In T. Meaney, C. Benz, A. Montone, B. Di Paola & M. G. Fiorentino (Eds.), *Engaging with Mathematics in the Early Years. Results from the POEM6 conference* (pp. 9–24). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-032-16065-2_2

- Baccaglioni-Frank, A., Carotenuto, G., Funghi, S., Lisarelli, G., & Miragliotta, E. (2025). Digital artifacts in mathematics education: how can we study the learning processes they promote? *Bollettino dell'Unione Matematica Italiana*, 18, 17–48. <https://doi.org/10.1007/s40574-024-00439-2>
- Baccaglioni-Frank, A., & Maracci, M. (2015). Multi-touch technology and preschoolers' development of number-sense. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 1(1), 7–27. <https://doi.org/10.1007/s40751-015-0002-4>
- Baccaglioni-Frank, A., Carotenuto, G., & Sinclair, N. (2020). Eliciting preschoolers' number abilities using open, multi-touch environments. *ZDM - Mathematics Education*, 52(4), 779–791. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01144-y>
- Bartolini Bussi, M. G. (2008). *Matematica. I numeri e lo spazio*. Edizioni Junior.
- Béguin, P., & Rabardel, P. (2000). Designing for instrument-mediated activity. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 12, 173–190. <https://aisel.aisnet.org/sjis/vol12/iss1/1>
- Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 333–339.
- Brissiaud, R. (1992). A tool for number construction: Finger symbol sets. In J. Bideaud, C. Meljac & J.-P. Fischer (Eds.), *Pathways to number: Children's developing numerical abilities* (pp. 41–65). Lawrence Erlbaum Associates.
- Butterworth, B. (1999). *Intelligenza matematica. Vincere la paura dei numeri scoprendo le doti innate della mente*. Rizzoli.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46, 3–18. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x>
- Cobb, P., McClain, K., de Silva Lamberg, T., & Dean, C. (2003). Situating teachers' instructional practices in the institutional setting of the school and district. *Educational Researcher*, 32(6), 13–24. <https://doi.org/10.3102/0013189X032006013>
- Coles, A., & Sinclair, N. (2018). Re-thinking "normal" development in the early learning of number. *Journal of Numerical Cognition*, 4(1), 136–158. <https://doi.org/10.5964/jnc.v4i1.101>
- Elia, I., Baccaglioni-Frank, A., Levenson, E., Matsuo, N., Feza, N., & Lisarelli, G. (2023). Early childhood mathematics education research: Overview of latest developments and looking ahead. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 28, 75–129. <https://doi.org/10.4000/adsc.3113>
- Ferrara, F., & Ferrari, G. (2023). Kindergarten children and early learning of number: Embodied and material encounters within the classroom. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 9, 401–419. <https://doi.org/10.1007/s40751-022-00117-y>
- Ferrara, F., & Savioli, K. (2018). Touching numbers and feeling quantities: Methodological dimensions of working with *TouchCounts*. In N. Calder, K. Larkin & N. Sinclair (Eds.), *Using mobile technologies in the learning of mathematics* (pp. 231–245). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90179-4_13
- Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Harvard University Press.

- Giacopini, G. (2014). *iPad per contare a quattro anni*. Tesi di laurea magistrale (non pubblicata). Dipartimento di Educazione e Scienze Umane, Università di Modena e Reggio Emilia.
- Gracia-Bafalluy, M. G., & Noël, M. P. (2008). Does finger training increase young children's numerical performance? *Cortex*, *44*, 368–375. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2007.08.020>
- Griffin, S. A., Case, R., & Siegler, R. S. (1994). Rightstart: Providing the central conceptual prerequisites for first formal learning of arithmetic to students at risk for school failure. In K. McGilly (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice* (pp. 25–49). The MIT Press.
- Jackiw, N., & Sinclair, N. (2014). *TouchCounts* [iPad application]. Simon Fraser University. <http://touchcounts.ca>
- Jackiw, N., & Sinclair, N. (2017). TouchCounts and gesture design. In T. Hammond, A. Adler & M. Prasad (Eds.), *Frontiers in pen and touch: Impact of pen and touch technology on education* (pp. 51–62). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64239-0_4
- Kortenkamp, U., Ladel, S., & Larkin, K. (2024). Understanding children's learning of part-whole relations using Fingu. *Digital Experiences in Mathematics Education*, *11*, 287–306. <https://doi.org/10.1007/s40751-024-00160-x>
- Ladel, S., & Kortenkamp, U. (2014). Number concepts—processes of internalization and externalization by the use of multi-touch technology. In U. Kortenkamp, B. Brandt, C. Benz, G. Krummheuer, S. Ladel & R. Vogel (Eds.), *Early mathematics learning: Selected papers of the POEM 2012 Conference* (pp. 237–253). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4678-1_15
- Lembrér, D., & Meaney, T. (2016). Preschool children learning mathematical thinking on interactive tables. In T. Meaney, O. Helenius, M. L. Johansson, T. Lange & A. Wernberg (Eds.), *Mathematics education in the early years: Results from the POEM2 Conference, 2014* (pp. 235–254). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23935-4_13
- Lyons, I., & Beilock, S. (2013). Ordinality and the nature of symbolic numbers. *The Journal of Neuroscience*, *33*(43), 17052–17061. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1775-13.2013>
- Lyons, I. M., Price, G. R., Vaessen, A., Blomert, L., & Ansari, D. (2014). Numerical predictors of arithmetic success in grades 1-6. *Developmental science*, *17*(5), 714–726. <https://doi.org/10.1111/desc.12152>
- Mulligan, J., Verschaffel, L., Baccaglioni-Frank, A., Coles, A., Gould, P., He, S., Ma, Y., Milinković, J., Obersteiner, A., Roberts, N., Sinclair, N., Wang, Y., Xie, S., & Yang, D.-C. (2018). Whole number thinking, learning and development: Neuro-cognitive, cognitive and developmental approaches. In M. G. Bartolini Bussi & X. H. Sun (Eds.), *Building the foundation: Whole numbers in the primary grades. New ICMI study series* (pp. 137–167). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63555-2_7
- Ng, O.-L., & Yeung, W.-L. (2025). Making tens with four hands: Touchscreen-based classroom activity for early number learning. *Digital Experiences in Mathematics Education*, *11*, 333–346. <https://doi.org/10.1007/s40751-025-00171-2>
- Noël, M. P. (2005). Finger gnosis: A predictor of numerical abilities in children? *Child Neuropsychology*, *11*(5), 413–430. <https://doi.org/10.1080/09297040590951550>

- Raffi, A. (2025). *Progettazione e sperimentazione di un percorso didattico volto a favorire lo sviluppo del senso del numero nei bambini di quattro anni mediante l'utilizzo di artefatti fisici e digitali*. Tesi di laurea magistrale. Dipartimento di Civiltà e Forme del Sapere, Università di Pisa. <https://etd.adm.unipi.it/t/etd-05212025-151439>
- Resnick, L. B., Bill, V., Lesgold, S., & Leer, M. (1991). Thinking in arithmetic class. In B. Means, C. Chelemer & M. S. Knapp (Eds.), *Teaching advanced skills to at-risk students: Views from research and practice* (pp. 27–53). Jossey-Bass.
- Rodney, S. (2019). "The other ten": Order irrelevance and Auden's sense of number. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 5(2), 166–177. <https://doi.org/10.1007/s40751-019-0049-8>
- Sabena, C., Ferri, F., Martignone, F., & Robotti, E. (2019). *Insegnare e apprendere la matematica nella scuola dell'infanzia e primaria*. Mondadori Università.
- Sinclair, N., & Baccaglini-Frank, A. (2015). Digital technologies in the early primary school classroom. In L. D. English & D. Kirshner (Eds.), *Handbook of International Research in Mathematics Education: Third Edition* (pp. 662–686). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203448946>
- Sinclair, N., & Jackiw, N. (2011). *TouchCounts* [iPad application]. Simon Fraser University. <http://touchcounts.ca>
- Sinclair, N., & Pimm, D. J. (2015). Mathematics using multiple senses: Developing finger gnosis with three- and four-year-olds in an era of multi-touch technologies. *Asia-Pacific Journal of Research in Early Childhood Education*, 9(3), 99–109. <https://doi.org/10.17206/apjrece.2015.9.3.99>
- Sinclair, N., & SedaghatJou, M. (2013). Finger counting and adding with Touch-Counts. In B. Ubuz, C. Haser & M. A. Mariotti (Eds.), *Proceedings of the 8th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2198–2207). Middle East Technical University and ERME.
- Star, S. L., & Griesemer, J. R. (1989). Institutional ecology, "translations" and boundary objects: amateurs and professionals in Berkley's museum of vertebrate zoology, 1907–1939. *Social Studies of Science*, 19, 387–420. <http://www.jstor.org/stable/285080>
- Vergnaud, G. (2009). The theory of conceptual fields. *Human Development*, 52(2), 83–94. <https://doi.org/10.1159/000202727>