

## GESTO E MATEMATICA

GUIDO BAGGIO

 ORCID: 0000-0001-8260-4438

Dipartimento di Filosofia, Comunicazione e Spettacolo, Università degli Studi Roma Tre (ROR: 05vf0dg29)

Contacts: [guido.baggio@uniroma3.it](mailto:guido.baggio@uniroma3.it)

### ABSTRACT

L'articolo esplora gli elementi teorici che possono supportare un approccio pragmatico-enattivo alla cognizione matematica attraverso il concetto di "gesto". L'indagine svolta su questo strumento concettuale mette in luce la sua potenziale utilità nella comprensione della filogenesi della cognizione matematica. Viene presa a riferimento la prospettiva di Giuseppe Longo sulle origini gestuali della cognizione matematica, che offre spunti interessanti ma che presenta alcune criticità riguardo alla sua interpretazione dell'intenzionalità e del gesto. L'articolo propone quindi di inquadrare la proposta di Longo in un contesto pragmatico-enattivo. Da questa prospettiva, il gesto viene visto come l'elemento sensorimotorio che contribuisce ai processi di costruzione del senso nelle interazioni tra organismi e tra organismi e il loro ambiente, che sono alla base dell'emergere del linguaggio astratto e del ragionamento formale.

**Keywords:** gesto; matematica; cognizione astratta; pragmatismo; enattivismo.

### GESTURE AND MATHEMATICS

The article examines the theoretical elements that can support a pragmatic-enactive approach to mathematical cognition through the concept of "gesture". The investigation into this conceptual tool highlights its potential usefulness in understanding the phylogeny of mathematical cognition. Giuseppe Longo's perspective on the gestural origins of mathematical cognition is used as a reference point, which offers interesting insights but also presents some critical issues regarding his interpretation of intentionality and gesture. The article, therefore, aims to frame Longo's proposal within a pragmatic-enactive context. From this perspective, gesture is viewed as the sensorimotor element that con-

© Guido Baggio

Published online:  
19/11/2025



Licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International

tributes to the processes of meaning construction in interactions between organisms and between organisms and their environment, which underpin the emergence of abstract language and formal reasoning.

**Keywords:** gesture; mathematics; abstract cognition; pragmatism; enactivism

---

## INTRODUZIONE

Strettamente intrecciato con l'apparato sensorimotorio e coinvolto in pratiche intersoggettive, il gesto, nella sua connotazione di movimento manuale, si rivela essenziale sia per l'esecuzione di compiti pratici che per la costruzione di concetti astratti, svolgendo un ruolo cruciale nello sviluppo della cognizione matematica. Come nota Shaun Gallagher, i movimenti della mano, coordinati con i processi neurali, contribuiscono alla creazione di uno spazio pragmatico d'azione, da cui emergono strutture come la geometria<sup>1</sup>. In particolare, a livello ontogenetico i gesti manuali consentono agli esseri umani di proiettare la loro capacità manipolativa su oggetti distanti, facilitando l'emergere dell'astrazione e la concettualizzazione di uno spazio di usabilità pratica. Ciò si ottiene attraverso movimenti manuali specifici progettati per manipolare oggetti in ambienti particolari<sup>2</sup>. In questo modo i gesti manuali contribuiscono al miglioramento delle capacità di conteggio, della comunicazione simbolica e dei processi di ragionamento matematico, fornendo informazioni che non possono essere ridotte al solo aspetto verbale-rappresentativo del linguaggio. Vari studi hanno mostrato che i gesti come toccare e indicare sono fondamentali nell'apprendimento del conteggio durante gli anni della scuola materna poiché aiutano i bambini a segmentare insiemi di oggetti, alleggerire il carico sulla loro memoria di lavoro e collegare più efficacemente le parole numeriche agli oggetti<sup>3</sup>. Inoltre, i gesti che accompagnano il discorso degli insegnanti facilitano l'insegnamento e l'apprendimento della

<sup>1</sup> S. Gallagher, S., *Re-presenting Representation*, «Philosophical Inquiries» 3, 2, 2015, pp. 1-14; Id., *Enactivist Interventions: Rethinking the Mind*, Oxford University Press, Oxford 2017. Vedi anche R. Menary, *The Enculturated Hand*, in *The Hand, An Organ of the Mind. What the Manual Tells the Mental*, ed. by Zdravko Radman, MIT Press, Cambridge, (Massachusetts) 2013, pp. 227-252.

<sup>2</sup> J. Rachwani, O. Herzberg, L. Golenia, K.E. Adolph, *Postural, Visual, and Manual Coordination in the Development of Prehension*, in «Child Development», 90, 5, 2019, pp. 1559-1568; S.B. Agyei, F.R. Van der Weel, A.L.H. Van der Meer, *Development of Visual Motion Perception for Prospective Control: Brain and Behavioral Studies in Infants*, «Frontiers in Psychology», 7, 100, 2016; M. Wellsby, P.M. Pexman, *Developing Embodied Cognition: Insights from Children's Concepts and Language Processing*, «Frontiers in Psychology», 5, 506, 2014; A.H.L. Van der Meer, F.R. Van der Weel, D.N. Lee, *Prospective Control in Catching by Infants*, «Perception», 23, 3, 1994, pp. 287-302.

<sup>3</sup> M.W. Alibali, A.A. Di Russo, *The Function of Gesture in Learning to Count: More than Keeping Track*, «Cognitive Development», 14, 1, 1999, pp. 37-56.

matematica. Spesso, infatti, i bambini sono in grado di interpretare i gesti degli insegnanti e riformularli verbalmente, dimostrando la loro comprensione della strategia anche se non è stata esplicitamente articolata a parole<sup>4</sup>. Questo processo conserva le risorse cognitive durante le spiegazioni degli insegnanti e consente una maggiore allocazione delle risorse cognitive alla memoria<sup>5</sup>.

I gesti, però, non sono solo movimenti manuali che si affiancano al linguaggio. Essi comprendono, nelle loro espressioni in esseri viventi non linguistici, atteggiamenti corporei come la direzione dello sguardo e posture distinctive che indirizzano l'attenzione sia di chi emette il gesto sia di chi lo riceve verso l'oggetto dello sguardo, ovvero la fonte o il bersaglio del gesto, che sono anch'essi comunicativi<sup>6</sup>. Ma si può parlare di gesti anche nel caso di movimenti di organismi unicellulari al pari del gesto del matematico che traccia la retta su una lavagna? O, detto altrimenti, è possibile rintracciare una relazione evolutivamente più basilare, prodromica, tra gesto e matematica?

In quanto segue cercheremo di analizzare gli elementi teorici che possono supportare un approccio pragmatico-enattivo alla cognizione matematica attraverso il concetto di “gesto”. L'esplorazione di questo strumento concettuale mette in luce la sua potenziale utilità nella comprensione dello sviluppo del ragionamento matematico da una prospettiva sensorimotoria. In particolare, un'interpretazione pragmatico-enattiva del gesto ci aiuterà sia a rafforzare un'ipotesi filogenetica continuista della cognizione matematica dal dominio sensorimotorio, sia a far luce sul processo ontogenetico dell'apprendimento del ragionamento geometrico e matematico. Il gesto, vedremo, risulta l'elemento comportamentale che contribuisce ai processi di costruzione di senso nelle interazioni tra organismi e tra organismi e il loro ambiente, che sono alla base dell'emergere del linguaggio simbolico e del ragionamento formale<sup>7</sup>. In questo quadro, il gesto risulta un elemento chiave del processo biosemiotico (Mead; Morris) in cui sono coinvolti tutti gli organismi viventi, a partire da quelli unicellulari (Dewey), nonché l'artefice di quel coordinamento sensorimotorio degli elementi visivi, manuali e riflessivi che rende possibile la tracciabilità del segno grafico – diagramma, gra-

<sup>4</sup> S. Goldin-Meadow, S. Kim, M. Singer, *What the Teacher's Hands Tell the Student's Mind about Math*, «Journal of Educational Psychology», 91, 1999, pp. 720-730.

<sup>5</sup> S. Goldin-Meadow, H. Nusbaum, S.D. Kelly, S. Wagner, *Explaining Math: Gesturing Lightens the Load*, «Psychological Science», 12, 6, 2001, pp. 516-522.

<sup>6</sup> D. Bar-On, *Expressive Communication and Continuity Skepticism*, «The Journal of Philosophy», 110, 6, 2013, pp. 293-330; Id., *Origins of Meaning: Must We 'Go Gricean'?*, «Mind & Language», 28, 3, 2013, pp. 342-375; D. Bar-On, M. Green, *Lionspeak: Communication, Expression, and Meaning*, in *Self, Language, and World: Problems from Kant, Sellars, and Rosenberg*, ed. by J. O'Shea and E. Rubenstein, Ridgeview, Atascadero (California) 2010.

<sup>7</sup> Vedi G. Baggio, *Gesture, Meaning, and Intentionality: From Radical to Pragmatist Enactive Theory of Language*, «Phenomenology and the Cognitive Sciences», 24, 1, 2025, pp. 33-62.

fi esistenziali? – che contribuisce alla costruzione del concetto astratto (Peirce). Questa prospettiva è in linea con una tradizione che risale a Kant e a Euclide, e che identifica la matematica e la geometria come scienze della sensibilità<sup>8</sup>.

Per sviluppare la mia proposta, presenterò anzitutto il lavoro del matematico Giuseppe Longo, che si concentra sull'importanza dei gesti nella cognizione matematica. Sebbene la proposta di Longo offra molti spunti interessanti, presenta alcuni punti critici che un'interpretazione pragmatista dei gesti ci permetterà di affrontare.

### LE BASI GESTUALI DELLA MATEMATICA: LA PROPOSTA DI GIUSEPPE LONGO

Secondo Giuseppe Longo, vi è una forma di gesto più primitiva del gesto corporeo, manipolatorio o comunicativo. Tale gesto è fondante ogni altra forma di gestualità ed è alla base della nascita e sviluppo della cognizione astratta geometrica e matematica. La matematica sarebbe infatti il risultato di un'evoluzione da forme elementari di cognizione legate alla nostra comprensione dello spazio e del tempo e la geometria si baserebbe su dimostrazioni e concetti matematici che hanno origine in esperienze cognitive pre-umane che preluderebbero alla costruzione della linea senza spessore, elemento fondamentale della geometria, e del concetto di numeri discreti come divisione gestuale dello spazio della linea.

Il passaggio da forme di vita elementari (ma complesse) a forme di cognizione più astratte avverrebbe, sostiene Longo, all'interno di un movimento intenzionale che traccia un possibile significato della relazione tra l'organismo e l'ambiente con lo scopo di preservare e migliorare il metabolismo dell'essere vivente:

una cellula come l'ameba (o paramecio, come l'ha studiata [Misslin, 2003]) è in grado di cambiare la propria struttura interna a seconda delle relazioni che intrattiene con l'esterno: in altre parole, si muove. Questo è essenziale per la vita, dalle sue azioni nello spazio fino ai fenomeni cognitivi, dato che, come ha scritto Merleau-Ponty (1945), «la mobilità è la prima forma di intenzionalità»<sup>9</sup>.

Ben prima di ogni rappresentazione chiara e consapevole, la prima azione *indirizzata verso un obiettivo* è quella di una cellula vivente, un'ameba, un paramecio, che *si muove lungo una direzione* allo scopo di mantenere o migliorare il proprio metabolismo. Questa è un'azione “significativa” di importanza capitale per la vita: è dotata di significato, al livello più elementare, così come è parte di un *obiettivo*, a livello di *intenzioni*, anche se preconsce<sup>10</sup>.

<sup>8</sup> Su questo punto potremmo trovare l'idea di una costruzione gestuale della matematica già nella *Critica della ragion pura* (B15-16, B202-204; B741-743), in cui Kant proponeva una costruzione della matematica e della geometria come costruzione di immagini (cfr. Kant e il disegno della singola figura geometrica con l'immaginazione).

<sup>9</sup> G. Longo, *Matematica e senso*, Mimesis, Milano 2021, p. 132.

<sup>10</sup> Ivi, p. 89.

L'intenzionalità degli esseri viventi è connessa allo spazio e al tempo in cui si muovono, creando il potenziale per il significato che, presente fin dalle forme di vita più elementari come espressione fondamentale della cognizione, emerge attraverso le interazioni tra gli esseri viventi e il loro ambiente.

Nelle forme più elementari, il significato emerge dall'interferenza di un segnale – un input – con un gesto intenzionale in reazione ad esso. Al centro del significato c'è un atto – un movimento – e qualcosa che interrompe tale atto, interferendo con il suo corso e cambiandone la direzione. La reazione è un gesto che segna una modifica nella percezione dovuta a un'interferenza tra un segnale, un'interruzione e un'azione di risposta o anticipazione.

Il segnale chimico o termico che colpisce la cellula e l'ameba che si muove (le cellule, tutte, sono sempre attive) è significante per come interferisce sui cambiamenti interni del vivente, o sulle sue azioni, o, persino, sui suoi movimenti. Questo, ci avventuriamo a dire, è l'origine del significato: richiede in primis un'azione in corso e, poi, qualcosa che la colpisce, che ne cambia il "senso". Così il neurone, che è sempre attivo, mobile, plastico, colpito da una scarica sinaptica che ne deforma la membrana e ne cambia il campo elettromagnetico, reagisce con una cascata biochimica, con una conseguente deformazione del suo campo elettrostatico e, addirittura, arriva anche a mutare la forma e la posizione delle connessioni sinaptiche in generale. In altre parole, ricevuto il "colpo", il neurone reagisce con una azione, un gesto, che si propaga dalla sua posizione, coinvolgendo sia la sua mobilità interna che esterna; a livello del neurone, questa reazione è significativa. Ovviamente c'è un abisso di un miliardo di anni di evoluzione fra il "senso" del colpo su un monocellulare e quello che deforma una rete di neuroni, per di più correlati ad un corpo che sta in un ecosistema. Ma l'unità minima ed elementare del vivente resta intatta, pur deformatosi, mentre la sua azione corrente viene modificata dal segnale [...]. Questa modificazione è alla base della significazione<sup>11</sup>.

Nel chiarire le modifiche interne dell'ameba e le sue interazioni con l'ambiente esterno, in cui i segnali chimici e termici, che costituiscono l'interferenza che influisce sulle modifiche, hanno un significato per la sua trasformazione interna, l'azione e la mobilità esistenti, Longo sembra delineare la risposta all'interferenza come affine alla descrizione di Humberto Maturana del sistema autopoietico, ovvero la risposta all'interferenza come componente costitutiva del dominio in cui l'essere unicellulare singolare realizza e conserva la propria identità, come parte del secondo dominio autopoietico in cui si ritrovano sistemi molecolari autopoiетici che realizzano la loro conservazione circolare<sup>12</sup>. Il gesto è qui l'e-

---

<sup>11</sup> Ivi, p. 132.

<sup>12</sup> Vedi H.R. Maturana, *Autopoiesis, Structural Coupling and Cognition: A History of These and Other Notions in the Biology of Cognition*, «*Cybernetics & Human Knowing*», 9, 3-4, 2002, pp. 5-34; Id., *Biology of Language: The Epistemology of Reality*, in *Psychology and Biology of Language*

spressione di un organismo autoreferenziale ed è funzionale al mantenimento o al miglioramento del suo metabolismo, determinandone le ulteriori interazioni con l’ambiente.

Basandosi su questi principi autopoietici, Longo ipotizza la possibilità di ricostruire una narrazione della matematica a partire dai suoi antecedenti cognitivi pre-concettuali. Questi antecedenti sono incorporati nelle azioni e nei gesti che si trovano alla base dei processi di significazione e simbolizzazione della realtà. Proprio come i gesti sono alla base delle nostre dinamiche relazionali spaziali, i nostri sforzi per organizzare lo spazio di queste dinamiche sono all’origine della genesi della geometria. Esempio paradigmatico di come la matematica sia creata attraverso i processi corporei è la linea senza spessore, un invariante preminente nel discorso matematico. Attingendo alla teoria dell’isomorfismo di Bernard Teissier<sup>13</sup>, Longo suggerisce che l’origine preconcettuale dell’istanziazione geometrica di una linea continua senza spessore provenga dal primo gesto del predatore, dalla sua intenzionalità originaria, in quanto azione, opera della sua interazione significativa con l’ambiente. Questo primo gesto coinvolge il sistema visivo del predatore e in particolare tre elementi: la saccade oculare, ovvero il movimento minimo e rapido dell’occhio che serve a far coincidere l’area di interesse – la preda – con la fovea, ovvero il punto sull’asse ottico in cui è focalizzata la nostra attenzione; la linea vestibolare, che rileva tutti i cambiamenti di orientamento e le accelerazioni, stabilizzando la linea visiva, ovvero i movimenti oculari in relazione alla posizione spaziale del corpo, consentendo così al predatore di memorizzare e continuare il movimento inerziale seguendo la preda; e la linea visiva, che include la direzione rilevata e anticipata dalla corteccia primaria. L’azione e il movimento impongono un’identificazione isomorfa tra il movimento inerziale che si verifica lungo una linea retta e la saccade che anticipa il movimento: l’isomorfismo tra l’esperienza del movimento inerziale lungo una linea retta e la saccade che segue diventa un’azione reale che fa coincidere, come pratica pre-concettuale, una direzione priva di spessore.

Il movimento degli occhi svolge un ruolo fondamentale nell’atto finalizzato del predatore, che mira a catturare la preda. Questo movimento consente la discriminazione percettiva, è collegato all’anticipazione degli aggiustamenti

---

*and Thought*, ed. by G.A. Miller & E. Lenneberg, Academic Press, New York 1978; H.R. Maturana, F. Varela, *Autopoiesis and Cognition. The Realization of the Living*, D. Reidel, Dordrecht (Holland) 1980. Vedì anche F. Varela, *Patterns of Life: Intertwinning Identity and Cognition*, «Brain and Cognition», 34, 1997, pp. 72- 87; E. Di Paolo, *Autopoiesis, Adaptivity, Teleology, Agency*, «Phenomenology and the Cognitive Sciences», 4, 4, 2005, pp. 429-452.

<sup>13</sup> Cfr. B. Teissier, *Protomathematics, Perception and the Meaning of Mathematical Objects*, in *Images and Reasoning*, ed. by P. Grialou, G. Longo, and M. Okada, Keio University Press, Tokyo 2005, pp. 135-45.

motori e delle reazioni ed è reso possibile dal sistema percettivo che traccia la traiettoria della preda. Insieme a questo movimento arriva la capacità di selezionare e ricordare attivamente, cioè la capacità di distinguere ciò che è importante e vale la pena conservare, che sarà utile anche per esperienze future, da ciò che può essere dimenticato. Questo processo di discriminazione e conservazione è fondamentale per il modo in cui gli organismi interagiscono con il loro ambiente e costruiscono un significato delle loro azioni, creando così un invariante pre-concettuale che si rivelerà utile per l'emergere del pensiero astratto.

Il gesto che forma l'invariante è un'esperienza corporea che precede qualsiasi concettualizzazione. Implica una selezione e anticipa una linea che non è presente. La memoria poi astrae questa linea dal suo contesto, rimuovendo tutte le informazioni irrilevanti che non sono oggetto dell'azione corrente. Questa «memoria di previsione», o di «proiezione», crea una linea continua senza spessore. Questo disegno astratto ci dà lo spazio di movimento, poiché la linea stessa esiste solo quando viene tracciata nello spazio. L'invariante selezionato dalla memoria renderà quindi possibile riprodurre il gesto del predatore in un contesto diverso e quindi astrarre la linea euclidea e la linea moderna parametrizzata con numeri reali:

Questo è un ulteriore pilastro della conoscenza costruttiva di cui stiamo parlando: si parte dall'astratto, categorizzando la memoria del predatore, ovvero la sua memoria delle azioni nello spazio (cioè della loro previsione), e, da qui, si arriva al nostro concetto matematico astratto, simbolico e rigoroso di linea continua: ovvero si giunge ad una traiettoria completamente parametrizzata che si dà insieme e grazie al linguaggio. Eppure l'effettivo significato di questa costruzione concettuale, che organizza lo spazio ed il sapere, deriva dal primo gesto del predatore, dalla sua intenzionalità originaria, ovvero deriva da una azione e da una profonda interazione significativa con l'ambiente. Perciò, una costruzione matematica stabilita, una traiettoria organizzata a partire dai numeri reali di Cantor e Dedekind, gode di un profondo significato per noi, facendo parte, come gesto comune, del nostro *background* costitutivo, addirittura pre-umano<sup>14</sup>.

Il gesto, parte del sistema percettivo in azione (la traiettoria del movimento oculare), e la selezione attiva della memoria consentono la ripetizione dell'azione. Ciò suggerisce la possibilità di un dominio spaziale logico, come la distribuzione dei numeri naturali sulla linea mentale, ovvero il principio del buon ordinamento dei numeri interi (secondo cui ogni insieme non vuoto di numeri naturali contiene un numero più piccolo di tutti gli altri).

---

<sup>14</sup> G. Longo, *op. cit.*, p. 142.

In sintesi, secondo Longo per trovare l'origine del gesto matematico dobbiamo tornare al significato del movimento iniziale dell'occhio che segue la traiettoria e alla sua possibile ripetizione in un contesto diverso, cioè il suo disegno ripetuto dalla mano in uno spazio fisico. Ciò suggerisce che la matematica abbia un'origine induttiva, ovvero che dietro la natura deduttiva della matematica vi sia una reiterazione indefinita (illimitata?) di un gesto nello spazio e nel tempo a partire dal momento in cui tale gesto si rivela possibile anche solo una volta. Il concetto di numero e la linea numerica discreta che lo struttura sono diventati invarianti matematici grazie a una pluralità di atti vissuti nello spazio e nel tempo. Sono diventati indipendenti dai cambiamenti durante l'evoluzione, consentendo una concezione deduttiva della matematica. Pertanto, non sono nella nostra mente, ma hanno una natura storica e condivisa, poiché l'esperienza condivisa diventa più stabile e il linguaggio e la scrittura sono le matrici della condivisione. Non esiste formalismo matematico senza un primo gesto ripetuto dalla mano che struttura lo spazio e misura il tempo, disegnando un segno che diventa un segno linguistico (simbolico), scrivendo, fissando «nell'azione la costruzione linguistica della matematica, ovvero la deduzione»<sup>15</sup>.

Ora, la proposta di Longo, che si inserisce nel solco dei numerosi studi che negli ultimi decenni hanno proposto approcci incorporati ed enattivi per spiegare origine e natura della cognizione matematica, si rivela particolarmente interessante da un punto di vista teoretico. In particolare, la sua idea del passaggio alla capacità simbolica che fonda la costruzione della conoscenza matematica da un gesto considerato «senso della costruzione» sembra anticipare elementi dell'enattivismo autopoietico<sup>16</sup>, secondo cui i sistemi cognitivi naturali stabiliscono processi di costruzione di senso con l'ambiente in cui si muovono, partecipando attivamente con la loro capacità selettiva alla generazione di relazioni significative con il mondo circostante.

Tuttavia, la teoria del gesto di Longo presenta alcuni punti critici proprio riguardo agli elementi centrali della proposta – l'intenzionalità e il significato stesso di gesto. Secondo Longo, infatti, l'intenzionalità può essere attribuita a tutti gli esseri viventi, compresi gli organismi unicellulari e gli animali non umani. Tuttavia, possiamo realmente attribuire intenzionalità a un organismo unicellulare? Qual è la differenza tra un atto intenzionale e un semplice movimento

<sup>15</sup> Ivi, p. 161.

<sup>16</sup> H. De Jaegher, E. Di Paolo, *Participatory Sense-Making: An Enactive Approach to Social Cognition*, «Phenomenology and the Cognitive Sciences», 6, 2007, pp. 485-507; E.C. Cuffari, E. Di Paolo, H. De Jaegher, *From Participatory Sense-Making to Language: There and Back Again*, «Phenomenology and the Cognitive Sciences», 14, 2015, pp. 1089-1125; E. Di Paolo, H. De Jaegher, E.C. Cuffari, *Linguistic Bodies. The Continuity between Life and Language*, MIT Press, Cambridge (Massachusetts) 2018.

reattivo a uno stimolo esterno? Come possiamo distinguere tra l'intenzionalità di un predatore che insegue la sua preda e quella di un essere umano che costruisce il proprio atto finalizzato attraverso una capacità proposizionale che articola il contenuto della sua azione intenzionale?

Longo è consapevole che attribuire il concetto di intenzionalità alle forme di vita più elementari comporta il rischio di fraintendimenti. Ma il suo riferimento a Merleau-Ponty rivela la sua intenzione di designare con questo concetto non tanto o esclusivamente una capacità cognitiva che presuppone la coscienza e il contenuto mentale, quanto piuttosto ciò che potremmo definire in termini enattivi una direzionalità naturale teleologica, sensorimotoria e preriflessiva<sup>17</sup>. Ciò non toglie che un significato così basilare e pervasivo di intenzionalità possa essere fuorviante. L'orientamento direzionale teleologico può essere utile per identificare gli oggetti dei movimenti intenzionali, ma non per distinguere tra l'orientamento direzionale dell'ameba, il movimento intenzionale del predatore verso la preda e l'intenzionalità dotata di contenuto, anche proposizionale, umana<sup>18</sup>. Per superare queste difficoltà, in alcuni lavori successivi Longo ha fatto riferimento alle nozioni husseriane di protensione (anticipazione) e ritensione (memoria) come forme di movimento che sono date anche in assenza di intenzionalità, quindi anche per le attività preconse. In questo senso, il tempo è considerato un operatore che agisce in modo costitutivo nelle dinamiche biologiche<sup>19</sup>. La questione, però, rimane aperta e senz'altro problematica.

Strettamente legata alla questione dell'intenzionalità è quella del significato da attribuire al termine 'gesto'. Nella sua proposta Longo utilizza quattro diversi significati di 'gesto':

1. Ciò che, in un movimento unicellulare in corso, risponde a un'interferenza, ovvero la reazione di autoconservazione di un organismo biologico.
2. Il movimento oculare del predatore che implica l'orientamento direzionale, la reazione a uno stimolo e la selezione attiva dello stimolo come mezzo per raggiungere un fine.

---

<sup>17</sup> Sull'intenzionalità pre-riflessiva in Merleau-Ponty vedi M. Reuter, *Merleau-Ponty's Notion of Pre-Reflective Intentionality*, «*Synthese*», 118, 1, 1999, pp. 69-88.

<sup>18</sup> Su questo punto vedi in particolare P. Steiner, *Content, Mental Representation and Intentionality: Challenging the Revolutionary Character of Radical Enactivism*, «*Croatian Journal of Philosophy*», 19, 55, 2019, pp. 153-174; Id., *Not Thinking about the Same Thing. Enactivism, Pragmatism and Intentionality*, «*Phenomenology and the Cognitive Sciences*», 24, 1, pp. 9-32.

<sup>19</sup> Cfr. G. Longo, M. Montévil, *Protention and Retention in Biological Systems*, «*Theory in Biosciences*», 130, 2, 2011, pp. 107-117; G. Longo, N. Perret, *Rhythms, Retention and Protention: Philosophical Reflections on Geometrical Schemata for Biological Time*, in *Building theories*, ed. by D. Danks, E. Ippoliti, Springer-Verlag, Berlin, 2017, pp. 245-260.

3. La traccia manuale/l'inquadratura/il tracciato nello spazio fisico, che si basa sulla capacità manipolativa e su due elementi sottostanti: la connessione tra la vista e la mano e il gesto come costruzione del segno grafico, scritto, dell'interazione con l'ambiente.

4. L'immagine fisica/mentale di un'azione. Quest'ultimo significato si riferisce alla nozione di intuizione matematica di Gilles Châtelet e Jean Cavaillès, intesa come ciò che precede e accompagna le teorie scientifiche. Lo stesso Longo trae ispirazione per la sua idea di gesto da Châtelet ma ritiene che la sua visione non sia molto utile per spiegare l'evoluzione della cognizione matematica da una base cognitiva preumana<sup>20</sup>.

Ora, questa pluralità semantica sembra nascondere una confusione teoretica: è appropriato identificare la reazione dell'ameba con un gesto? È corretto identificare un gesto con un movimento oculare quasi meccanico? Possiamo parlare di un gesto significativo nel modo in cui un'ameba reagisce a un'interferenza sensibile o nel modo in cui il sistema visivo di un predatore traccia una linea astratta seguendo la preda? Che cosa hanno in comune il gesto come reazione dell'ameba e il gesto come immagine che accompagna la comprensione di una teoria matematica?

Per affrontare tali questioni credo possa essere utile ampliare il punto di vista da cui guardare al gesto e provare a incorporare la proposta di Longo in una prospettiva pragmatico-enattiva. Ciò ci consentirà di comprendere meglio l'articolazione semantica del concetto di gesto utilizzato da Longo e chiarire alcuni nodi teorici. Per raggiungere questo obiettivo, dobbiamo innanzitutto identificare gli elementi semplici che accomunano i diversi significati che Longo sembra attribuire al gesto. Ciò ci consentirà di comprendere la natura pragmatico-enattiva del gesto matematico e di sintetizzare gli aspetti corporei ed enattivi della cognizione matematica.

## UNA PROSPETTIVA PRAGMATICO-ENATTIVA DEL GESTO MATEMATICO

Tutti i tipi di gesto esposti da Longo condividono alcune caratteristiche invariabili che possono essere facilmente collegate a una concezione pragmatica del gesto: *movimento, continuità e direzione*.

Un gesto è un *movimento* che si sviluppa in una continuità spaziale e temporale. Tuttavia, lo spazio e il tempo stessi, in cui avviene il movimento gestuale

<sup>20</sup> Cfr. G. Châtelet, *Les enjeux du mobile: Mathématique, physique, philosophie*, Seuil, Paris 1993, pp. 32-3. Il gesto è un elemento non sostanziale ma originale, sintetico, storicamente esemplare; si muove attraverso una distribuzione disciplinata della mobilità prima che avvenga qualsiasi trasferimento. Il gesto è quindi coinvolto nel polo implicito della relazione.

– come il movimento dell’ameba o il tracciamento oculare del predatore, così come il conteggio delle dita o il disegno della prima linea sulla lavagna – fanno parte di una *continuità* processuale più originaria, quella dell’organismo vivente. Il gesto presuppone quindi un movimento più originario, che è parte intrinseca della continuità sensorimotoria e ideo-sensorimotoria dell’essere vivente. Inoltre, tutti i gesti hanno una *direzione*, sia essa consci o preconsci. La reazione di un’ameba a un’interferenza e il sistema visuomotorio di un predatore che si muove per seguire e afferrare la sua preda, così come il tracciare una linea o costruire le caratteristiche di un diagramma, sono tutti movimenti diretti verso un fine. Essi seguono quindi quello che già George Lakoff & Raphael Nuñez hanno indicato come uno «Schema Fonte-Percorso-Obiettivo», ovvero uno schema topologico che riguarda il movimento, composto da un vettore che si muove, una posizione di origine (il punto di partenza), un obiettivo, ovvero la destinazione prevista della traiettoria, un percorso dalla fonte all’obiettivo, la traiettoria effettiva del movimento, la posizione del vettore in un dato momento, la direzione della traiettoria in quel momento e la posizione finale effettiva del vettore, che può essere o meno la destinazione prevista<sup>21</sup>.

Tenendo presenti queste caratteristiche, potremmo fornire una prima definizione generale di gesto. Prendendo spunto dall’etimologia del termine ‘gesto’ – derivato da *gerere*, che significa eseguire, operare, portare avanti, compiere o dimostrare – possiamo definire un gesto come un atto con un inizio – l’interferenza, la comparsa della preda, il puntare la mano sulla lavagna – e una fine, che ha un *senso*, e quel senso porta con sé alcuni possibili effetti comportamentali e cognitivi. Ho preso questa definizione dalla teoria del gesto di Giovanni Maddalena<sup>22</sup> ma ho sostituito il termine ‘significato’, usato da Maddalena, con ‘senso’, in parte seguendo Longo, per enfatizzare la dimensione sensorimotoria e direzionale del gesto e la sua natura di costruttore di possibilità di significati intesi come possibili determinazioni di senso o come sua dimensione di invarianza concettuale. La differenza tra senso e significato, oltre a richiamare la distinzione fregeana tra *sinn* e *bedeutung*<sup>23</sup>, può essere fatta risalire, nel quadro qui delineato,

<sup>21</sup> G. Lakoff, R. Nuñez, *Where Mathematics Comes From*, Basic Book, New York 2000, p. 37. Questo aspetto topologico è parte dell’ipotesi elaborata da Lakoff e Nuñez secondo cui il pensiero matematico è radicato in processi incorporati e utilizza meccanismi cognitivi ordinari come relazioni spaziali, movimento, orientamento corporeo e manipolazione di oggetti sulla base di «schemi mentali» (tra i quali il «Source-Path-Goal Schema») pre-concettuali radicati nei circuiti neurali legati alla visione e al sistema motorio.

<sup>22</sup> G. Maddalena, *Filosofia del gesto*, Carocci, Roma 2021.

<sup>23</sup> Su una possibile lettura semiotica pragmatista della distinzione fregeana mi permetto di rimandare a G. Baggio, *Lo schematismo trascendentale e il problema della sintesi tra “senso”, segno” e “gesto”. Un’interpretazione pragmatista*, «Spazio filosofico», 21, 2018, pp. 83-99.

alla distinzione espressa da Dewey in *Art as Experience* (1934)<sup>24</sup> tra la ricchezza corporea e qualitativa dell'esperienza vissuta e l'aspetto interpretativo e carico di valori che fornisce coerenza e profondità, e alla distinzione espressa da James J. Gibson tra la percezione sensoriale come acquisizione diretta di informazioni ambientali e il significato come ciò che tali informazioni indicano per l'azione, vale a dire, ciò che le informazioni consentono<sup>25</sup>. Sebbene il riferimento a senso e significato che utilizzo qui sia simile a queste prospettive, esso differisce in quanto pone in luce, come vedremo ora, in modo più esplicito la natura segnica dell'interazione tra organismo e ambiente.

Secondo la definizione appena data, un gesto ha, fin dalle sue forme più elementari, una funzione complessa: costruisce nuove modalità emergenti di relazioni di senso tra organismo e ambiente, ovvero nuovi modi di utilizzare e organizzare gli stimoli verso cui l'organismo è diretto. Ciò implica anche che il gesto, in quanto costruttore dell'interazione dell'organismo vivente con l'ambiente, partecipa fin dalla sua comparsa al processo semiotico. Più precisamente, nella risposta cellulare all'interferenza, il gesto diventa una risposta sensibile a un evento sensibile interpretato come «veicolo segnico» – o «segno naturale» – e produce a sua volta un veicolo segnico – il gesto di reazione – che può diventare stimolo per nuovi gesti. Il concetto di «veicolo segnico» è preso da Charles Morris, che lo definisce come qualsiasi cosa fisica (un evento percettivo come un suono, un movimento, ecc.) che funziona come un segno, indirizzando il comportamento verso un obiettivo (nel caso dell'ameba, la sua sopravvivenza)<sup>26</sup>. Il «veicolo segnico» può essere identificato in alcune occasioni con il segno, ma differisce in termini di osservabilità: mentre il veicolo segnico è uno stimolo sensibile che innesca una risposta in un organismo, il segno diventa uno stimolo preparatorio che induce l'organismo a rispondere con una sequenza di risposte comportamentali in assenza degli stimoli sensibili che hanno innescato il primo comportamento. Parlare di veicolo segnico o di un segno naturale serve per evidenziare che i suoi effetti sull'organismo hanno un carattere interpretante e che l'organismo stesso mostra una capacità interpretativa basilare. Secondo Morris, infatti, l'interpretante si riferisce alla disposizione dell'interprete – l'organismo vivente – a rispondere a un veicolo segnico con un tipo specifico di comportamento.

<sup>24</sup> J. Dewey, *Art as Experience* (1934), in *The Later Works of John Dewey*, edited by Jo Ann Boydston, vol. 10, Southern Illinois University Press, Carbondale (Illinois) 1987.

<sup>25</sup> Cfr. J.J. Gibson, *The Senses Considered as Perceptual Systems*, George Allen & Unwin Ltd, London 1966; Id., *The Ecological Approach to Visual Perception*, Houghton, Mifflin and Company, Boston (Massachusetts) 1979.

<sup>26</sup> Cfr. C. Morris, *Segni, linguaggio e comportamento*, tr. it. di S. Ceccato, Longanesi, Milano 1949.

Questa idea della triangolazione tra stimolo sensibile, veicolo segnico e interpretante deriva a Morris dalla semiotica di Peirce e dalla sua idea della coestensione di semiosi e vita. In particolare, la descrizione di Peirce dell’azione di un segno come processo triadico o relazione tra segno, oggetto e interpretante<sup>27</sup>, nonché la modalità processuale implicata nell’interpretazione teleconomica, cioè orientata al comportamento, da parte del segno, insieme all’idea che sia il segno ad essere interpretato come tale<sup>28</sup>, rendono possibile descrivere anche il processo semiotico più elementare in termini di interpretazione. Nel caso dell’ameba, ad esempio, la triangolazione è prodotta dalla coordinazione dell’interferenza con i modelli di attivazione della reazione dell’organismo unicellulare; l’interferenza è il veicolo segnico e l’ameba è l’interprete di quello stimolo che stabilisce la sua funzione direzionale<sup>29</sup>.

Va notato che Morris, e con lui una particolare lettura enattivista di Peirce<sup>30</sup>, appiattisce la nozione peirceana di interpretante a quella di interprete<sup>31</sup>. Tuttavia, ciò che ci interessa qui è l’idea che ogni processo che coinvolge il significato partecipa a un processo semiotico. In altre parole, esiste una connessione tra la semiosfera e la biosfera, il che significa che la semiosi non esisteva prima della comparsa della vita sulla Terra<sup>32</sup>. Anche il biosemiotismo enattivo<sup>33</sup> sostiene

<sup>27</sup> C.S. Peirce, *Collected Papers* (CP), edited by P. Weiss and C. Hartshorne, vols. 1-6, Harvard University Press, Cambridge (Massachusetts), 1931-1966, 5.473.

<sup>28</sup> CP 2.308.

<sup>29</sup> È curioso rilevare che Peirce sviluppò una storia su una «*Fancy amoeba*», ovvero una sorta di organismo proto-cosciente, privo di autocoscienza, tempo o relazioni, ma dotato di sensibilità immediata. Si tratta della forma più elementare di consapevolezza nell’evoluzione verso l’autocoscienza umana (vedi R. Main, *From Fancy Amoeba to Fallible Self Peirce’s Evolutionary Theory of Human Persons*, «European Journal of Pragmatism and American Philosophy», 2, 1, 2010).

<sup>30</sup> Vedi ad esempio R. Menary, *Cognitive Integration: Mind and Cognition Unbounded*, Palgrave Macmillan, London 2007.

<sup>31</sup> Dewey criticava proprio questo uso che Morris faceva dei concetti di “interprete” e “interpretante”, accusandolo di faintendere Peirce convertendo l’interpretante in interprete. Morris ammetteva che si trattava di un tentativo intenzionale di sviluppare l’approccio di Peirce alla semiotica, ma criticava anche Dewey per non aver colto la stretta relazione tra questi due concetti in Peirce. Cfr. J. Dewey, *Peirce’s Theory of Linguistic Signs, Thought and Meaning*, «Journal of Philosophy», XLIII, 1946, pp. 85-95; C. Morris, *Signs about Signs about Signs*, «Philosophy and Phenomenological Research», 9, 1948, pp. 115-133. Più recentemente, Rossella Fabbrichesi ha posto in luce la centralità della nozione di interpretante in Peirce, rintracciando assonanze e connessioni con la nozione di gesto e di conversazione gestuale di Mead e con il gesto della scrittura e del ragionamento matematico. Cfr. R. Fabbrichesi, *From Gestures to Habits: A Link between Semiotics and Pragmatism*, in *The Bloomsbury Companion to Contemporary Peircean Semiotics*, ed. by T. Jappy, Bloomsbury, London-New York 2020, pp. 339-358.

<sup>32</sup> Cfr. T.A. Sebeok, *Signs: An Introduction to Semiotics*, University of Toronto Press, Toronto 2001.

<sup>33</sup> P. De Jesus, *From Enactive Phenomenology to Biosemiotic Enactivism*, «Adaptive Behavior», 24, 2, 2016, pp. 130-146; M. Heras-Escribano, P. De Jesus, *Biosemiotics, the Extended Synthesis, and Ecological Information: Making Sense of the Organism-Environment Relation at the Cognitive Level*, «Biosemiotics», 11, 2018, pp. 245-262; P. Fonseca Fanaya, *Autopoietic Enactivism: Action and Representation Re-examined under Peirce’s Light*, «Synthese», 198 (Suppl 1), 2021, pp. S461-S483; R. Menary, *Neuronal Recycling, Neural Plasticity and Niche Construction*, «Mind and Language», 29, 3, 2014, pp. 286-303.

l'idea secondo cui la vita si esprime attraverso l'interpretazione, la creazione e la comunicazione significativa dei segni<sup>34</sup>. I sistemi biosemiotici interpretano i segni naturali, inclusi quelli visivi, acustici, olfattivi, tattili e chimici, per facilitare la sopravvivenza e l'evoluzione. Man mano che questi sistemi si evolvono, diventano più sensibili agli aspetti rilevanti del loro ambiente.

Fin dalla prima comparsa della semplice reazione di un'ameba a un'interferenza, quindi, possiamo riferirci ai gesti come elementi naturali simili a segni. Questo ci offre la possibilità di spiegare la transizione dal gesto come elemento di direzionalità teleconomica naturale al gesto come elemento di intenzionalità sensorimotoria – direzionalità selettiva – fino alla nozione di gesto come costruttore della comprensione concettuale. Tutte queste connotazioni di gesto, infatti, oltre alle tre caratteristiche sopra menzionate – movimento, continuità e direzionalità – condividono una quarta caratteristica: sono di natura *comunicativa*.

Ciò ci permette anche di esaminare i diversi significati del gesto introdotti da Longo da una prospettiva evolutiva, collocandoli all'interno di un processo di evoluzione biosemiotica, ecologica e culturale. Questo processo è accompagnato da un'articolazione semantica del concetto di gesto man mano che gli elementi coinvolti contribuiscono a una maggiore capacità di astrazione.

Per ricostruire l'evoluzione semantica del gesto partiamo dal primo significato di gesto, il più basilare, secondo il quale il gesto si riferisce, come abbiamo già visto, a una direzionalità negli organismi unicellulari basata su una normatività minima – una direzionalità teleconomica – che si identifica con l'obiettivo della sopravvivenza e dell'autosviluppo. È il modo in cui l'organismo unicellulare scopre relazioni di senso con l'ambiente, come espressione di un'organizzazione «indispensabile anche al grado più basso della vita», come indicava Dewey, il quale evidenziava come l'ameba esprimesse una certa continuità temporale nella sua attività e un certo adattamento al suo ambiente nello spazio. Come affermava: «Questa organizzazione intrinseca alla vita [...] fornisce la base e il materiale per un'evoluzione positiva dell'intelligenza come fattore organizzativo all'interno dell'esperienza»<sup>35</sup>. Più recentemente, Matthew Crippen ha utilizzato proprio l'esempio dell'ameba di Dewey per dimostrare che anche gli organismi più semplici devono coordinarsi attivamente con il loro ambiente e che la percezione nasce da questi processi sensorimotori<sup>36</sup>. Crippen si è concentrato in particolare sul com-

<sup>34</sup> M. Barbieri, *Biosemiotics: A New Understanding of Life* «Naturwissenschaften», 95, 2008, pp. 577-599; Id., *On the Origin of Language*, «Biosemiotics», 3, 2010, pp. 201-223.

<sup>35</sup> J. Dewey, *Reconstruction in Philosophy* (1920), in *The Middle Works of John Dewey*, vol. 12, edited by Jo Ann Boydston, Southern Illinois University Press, Carbondale (Illinois) 1988; trad. it. di S. Coyaud, *Rifare la filosofia*, Donzelli, Roma 2008, p. 92.

<sup>36</sup> M. Crippen, *Enactive Pragmatism and Ecological Psychology*, «Frontiers in Psychology», 11, 2020, 538644.

portamento del *Physarum polycephalum* – un organismo unicellulare che, pur non avendo un cervello, mostra complesse capacità di esplorazione, apprendimento e risoluzione dei problemi – per mostrare come agenti privi di mente possano esibire comportamenti cognitivi complessi basati su cicli sensorimotori e sulla modifica attiva dell’ambiente. Il gesto può essere visto qui come la coordinazione delle funzioni sensoriali-motorie per determinare ulteriori interazioni ambientali.

A un livello evolutivo più avanzato, la direzionalità teleonomica chiama in causa l’«attenzione» o la «discriminazione» sensibile degli stimoli. Si tratta di una forma di cognizione sensorimotoria istintiva di base che guida gli organismi verso gli elementi dell’ambiente, selezionando e preservando gli stimoli adeguati all’atto in corso e modulando i movimenti su di essi. Questa capacità selettiva si preserva anche nelle forme di cognizione più complesse come una sorta di conoscenza percettiva diretta che emerge dal *continuum* dell’esperienza organica<sup>37</sup> e assume man mano la forma di un «processo di etichettatura degli elementi in modo da poter fare riferimento a ciascuno con la propria etichetta, che si tratti di un gesto con il dito, di un gesto vocale o di una parola scritta»<sup>38</sup>. Questa capacità evoluta, quasi onnipresente nelle prospettive neuroscientistiche contemporanee<sup>39</sup>, affonda le radici in una funzione biologica preconscia derivata dall’interazione tra i segnali neurali e gli stimoli ambientali. La capacità discriminatoria è il modo più elementare per preservare gli elementi strumentali utili ad agire sul mondo circostante ed è correlata all’armonia tra organismo e ambiente giacché implica una struttura temporale/dinamica di ritenzione-protensione, ovvero una traiettoria coerente che è tenuta insieme nella struttura percezione-azione attraverso un mantenimento pragmatico degli aspetti rilevanti dell’ambiente esperito, un aspetto protensionale come caratteristica implicita di un’interazione immediata orientata al fine con l’ambiente, e i movimenti in evoluzione che formano lo stato trasformativo del sistema. In altre parole, se la percezione e la cognizione sono enattive, allora la loro struttura temporale intrinseca dovrebbe essere tale da consentire questo carattere enattivo<sup>40</sup>.

Nella genesi della cognizione matematica potremmo mettere in relazione questa capacità discriminatoria con abilità numeriche di base, come la capacità percettiva di distinguere rapidamente e accuratamente la quantità di un piccolo

<sup>37</sup> Cfr. W. James, *Principles of Psychology*, 2 vols, edited by F.H. Burkhardt, F. Bowers, and I.K. Skrupskelis, Introductions by R.B. Evans and G.E. Myers, Harvard University Press, Cambridge (Massachusetts) and London 1981, p. 250.

<sup>38</sup> G.H. Mead, *Movements of Thought in the Nineteenth Century*, edited by M.H. Moore, University of Chicago Press, Chicago (Illinois) 1936, pp. 350-1.

<sup>39</sup> Cfr. J.W. Bisley, M.E. Goldberg, *Attention, Intention, and Priority in the Parietal Lobe*, «Annual Review of Neuroscience», 33, 1, 2010, pp. 1-21.

<sup>40</sup> Cfr. S. Gallagher, *Action and Interaction*, Oxford University Press, Oxford 2020.

numero di oggetti o elementi o la capacità motoria di stabilire una corrispondenza biunivoca tra insiemi di oggetti. Questa capacità discriminatoria è essenziale anche per il processo di inculturazione, fondamento di una pluralità di esperienze pratiche, preconcettuali e concettuali, come il conteggio di momenti discreti di tempo o la categorizzazione di determinati tipi di oggetti insieme alla pratica del conteggio discreto, che si basa sulla memoria. Particolarmente interessanti a tal riguardo sono le ipotesi avanzate recentemente da Richard Menary e da Karim Zahidi<sup>41</sup>. In particolare, secondo Menary le facoltà astratte come la matematica emergerebbero da un'evoluzione condivisa tra geni e cultura, tramite pratiche ripetitive come l'uso di linguaggio, diagrammi e strumenti ambientali. Menary si serve dell'ipotesi del riciclo neurale di Dehane e Cohen per spiegare la plasticità neurale alla base dell'inculturazione e dell'idea ad essa connessa che la cognizione matematica si basi sull'interazione tra due sistemi, il sistema numerico approssimativo (ANS), innato e condiviso con altri animali, e il sistema numerico discreto (DNS), acquisito culturalmente e associato alla rappresentazione esatta di quantità<sup>42</sup>. Zahidi, invece, propone un'ipotesi enattivista anti-rappresentazionalista sull'emergere della cognizione matematica, ritenendo che l'apparire del concetto di numero naturale, che ha portato allo sviluppo del sistema numerico discreto a livello socio-culturale, si basi su abilità numeriche di base. In pratica, la capacità di contare non sarebbe qualcosa di istintivo o innato ma coinvolgerebbe

<sup>41</sup> Cfr. R. Menary, *Mathematical Cognition. A Case of Enculturation*, in *Open MIND*, ed. by T. Metzinger, J. M. Windt, Vol. 25, MIND Group, Frankfurt am Main 2015; K. Zahidi, *Radicalizing Numerical Cognition*, «Synthese», 198 (Suppl 1), 2021, pp. 529-545.

<sup>42</sup> Menary si basa sull'ipotesi incorporata e neurocentrica della cognizione matematica di Stanislas Dehaene e Laurent Cohen, i quali sostengono, sulla base di una serie di studi di laboratorio, che gli umani possiedono un'intuizione basilare dei numeri e un senso delle quantità e della loro natura additiva, e su questo nucleo di comprensione si innestano i simboli culturali arbitrari delle parole e dei numeri. La nostra intuizione si esplicerebbe in una capacità di rappresentazione mentale delle quantità simile a quella che si trova nei ratti, nei piccioni o nelle scimmie, che consente di enumerare rapidamente insiemi di oggetti visivi o uditi, aggiungerli e confrontarne la numerosità. Ciò sarebbe dovuto a un meccanismo di «riciclo neurale», secondo cui i circuiti cerebrali preesistenti sono riutilizzati – si potrebbe dire «esattati» – per abilità culturalmente sviluppate come, appunto, la matematica. Cfr. S. Dehaene, *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*, Penguin, London 1997. Id., *Evolution of Human Cortical Circuits for Reading and Arithmetic: The «Neuronal Recycling» Hypothesis*, in *From Monkey Brain to Human Brain*, ed. by S. Dehaene, J.R. Duhamel, M. Hauser, and G. Rizzolatti, MIT Press, Cambridge (Massachusetts) 2004; Id., *Reading in the Brain*, Penguin Viking, New York 2009; Id., *Origins of Mathematical Intuitions: The Case of Arithmetic*, «Annals of the New York Academy of Sciences», 1156, 1, 2009, pp. 232-259. S. Dehaene, L. Cohen, *Two Mental Calculation Systems: A Case Study of Severe Acalculia with Preserved Approximation*, «Neuropsychologia», 29, 1991, pp. 1045-1074; S. Dehaene, L. Cohen, *Dissociable Mechanisms of Subitizing and Counting: Neuropsychological Evidence from Simultanagnosic Patients*, «Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance», 20, 1994, pp. 958-975; S. Dehaene, L. Cohen, *Cultural Recycling of Cortical Maps*, «Neuron», 56, 2, 2007, pp. 384-398; S. Dehaene, G. Dehaene-Lambertz, L. Cohen, *Abstract Representations of Numbers in the Animal and Human Brain*, «Trends in Neuroscience», 21, 1998, pp. 355-361; S. Dehaene, E. Spelke, P. Pinel, R. Stanescu, S. Tsivkin, *Sources of Mathematical Thinking: Behavioral and Brain-Imaging Evidence*, «Science», 284, 1999, pp. 970-974.

diverse abilità che si sono evolute biologicamente, tra cui la capacità percettiva di distinguere dimensioni e forme e la capacità motoria di abbinare insiemi di oggetti o di distinguere rapidamente la quantità di un piccolo numero di oggetti.

Pertanto, da reazione biologica alle interferenze ambientali, il gesto evolve nel suo significato in elemento sensorimotorio che emerge dalla coordinazione di dinamiche neurali, corporee ed ecologiche integrate, portando a vincoli e rimodellamenti del funzionamento degli elementi vitali più basilari. Diventa lo strumento attraverso il quale l'organismo vivente coglie gli stimoli informativi che lo influenzano e dà loro un senso in termini di possibili movimenti. L'organismo vivente si dirige attivamente verso un oggetto attraverso il proprio corpo e le proprie azioni. Il gesto, emerso dall'interazione come parte di un atto teleonomico, si inserisce ora in una dinamica più complessa e organica di funzioni, partecipando alla selezione e alla direzione. Da qui costruisce attivamente un senso della relazione dell'organismo con il suo ambiente. Questo "senso" è inizialmente una disposizione corporea, e riguarda, per riprendere ancora Mead, «il coordinamento tra il processo di stimolazione e quello di risposta quando questo è adeguatamente mediato»<sup>43</sup>.

In altre parole, il senso del gesto è ora la prontezza dell'organismo a rispondere agli stimoli circostanti in modo mirato ma non riflessivo. Questo senso del gesto contribuisce alla cognizione sensorimotoria coinvolta nell'interazione ed è strettamente intrecciato con gli stimoli coinvolti nell'atto: ad esempio, nel movimento degli occhi del predatore, il gesto partecipa al sistema visuomotorio e implementa un movimento diretto verso un obiettivo, presentando una direzionalità correlata a una selezione attiva dello stimolo strumentale a un fine in vista. Questa attenzione, mediata dall'ambiente, non è una questione di volontà cosciente o di rappresentazioni simboliche. La costruzione sensoriale del gesto è ancora una direzionalità sensorimotoria. Il coordinamento tra la percezione visiva e la selezione attiva dello stimolo sensoriale è, infatti, alla base della preparazione motoria per avvicinarsi all'oggetto di attenzione. L'identificazione isomorfa tra il movimento inerziale che si verifica lungo una linea retta e la saccade oculare che anticipa il movimento, consentendo una discriminazione percettiva esplicita, fornisce continuità alla base dei meccanismi anticipatori nei sistemi sensomotori<sup>44</sup>.

Sono ora necessari due ulteriori passaggi per vedere l'evoluzione del gesto in elemento di costruzione della cognizione matematica astratta. Il primo passaggio vede l'emergere dell'utilizzo della mano come elemento discriminante che permette l'integrazione della funzione del gesto come costruttore di una direzio-

<sup>43</sup> G.H. Mead, *Selected Writings*, edited by Andrew J. Reck, University of Chicago Press, Chicago (Illinois) 1964, p. 125.

<sup>44</sup> Cfr. A. Berthoz, *The Brain's Sense of Movement*, Harvard University Press, Cambridge (Massachusetts), London (UK) 2000, p. 25.

nalità visuomotoria selettiva con la sua funzione di capacità manipolativa. Come abbiamo visto all'inizio dell'articolo, la mano amplia le capacità cognitive degli organismi, consentendo la tracciabilità nello spazio e la sua successiva anticipazione ideo-sensorimotoria. Questa transizione si basa su processi di comprensione preconscia legati a sistemi sensorimotori interspecie e alle interazioni sociali che consentono l'apprendimento e la costruzione di artefatti. È qui, ovvero nell'intreccio tra capacità di costruzione di spazi di manipolazione e interazione sociale, che si esplicita una distinzione fondamentale tra l'aspetto percettivo-manipolatorio e quello comunicativo del gesto. A questo secondo aspetto si collega il secondo passaggio, che vede nella genesi del linguaggio simbolico dalla comunicazione gestuale l'elemento che permette la matematica come sistema linguistico.

Come illustrato sopra, vari studi evidenziano la connessione tra gesto e linguaggio nell'apprendimento e nell'insegnamento della matematica. Esiste anche un sostegno reciproco tra matematica e linguaggio: la matematica è una forma di comunicazione. Tuttavia, questa connessione innata non è adeguatamente spiegata a livello filogenetico per offrire una forte prospettiva di continuità tra il pensiero astratto e il gesto matematico. Per sostenere l'idea del gesto matematico e ideo-sensorimotorio, questa visione deve essere inserita in una spiegazione evolutiva del linguaggio simbolico. A tal fine, è particolarmente utile fare riferimento al recente revival della teoria di Mead sulla genesi del linguaggio simbolico dalla comunicazione gestuale istintiva. Senza addentrarci troppo nei dettagli<sup>45</sup>, Mead suggerisce che la possibilità dell'emergere del linguaggio simbolico si basa su una prospettiva evolutiva che attribuisce una natura comunicativa alla risposta istintiva degli organismi agli stimoli provenienti da altri organismi. I movimenti del corpo sono principalmente atti funzionali teleologicamente orientati verso un fine. Quando questi movimenti vengono troncati in atteggiamenti di risposta a determinati stimoli che li interrompono, acquisiscono una funzione espressivo-comunicativa, ovvero diventano gesti comunicativi. Ad esempio, l'attività di attaccare un nemico si è evoluta in un semplice atteggiamento attraverso la cooperazione funzionale. Così, un cane che ringhia in previsione di una lotta risponde in modo appropriato a uno specifico stimolo esterno. Tuttavia, una volta inibito l'attacco, il ringhio rimane l'espressione di quell'atto interrotto, assumendo il

<sup>45</sup> Per un'analisi più approfondita, si rimanda a G. Baggio, *Gesture, Meaning, and Intentionality: From Radical to Pragmatist Enactive Theory of Language*, «Phenomenology and the Cognitive Sciences», 24, 1, 2025, pp. 33-62; Id., *Gesturing Language*, in *Gestures. New Meanings for an Old Word*, ed. by F. Ferrucci, G. Maddalena, M. Bella, M. Santarelli, De Gruyter, Berlin 2024, pp. 219-234; Id. *Naturaliser le langage. La sémiotique évolutionniste de George H. Mead*, «Archives de Philosophie», 87, 2, 2024, pp. 83-101; A. Parravicini, *Mead as an Interpreter of Darwin. The Organism-Environment Relationship, Perspective, and Sociality, in Light of Contemporary Evolutionism*, in *The Elgar Companion to G.H. Mead*, ed. by J.-F. Côté, G. Baggio, M. Santarelli, Elgar, Cheltenham 2026, pp. 82-106.

valore di stimolo per colui al quale è diretto. Gli organismi viventi coordinano e comunicano naturalmente attraverso i gesti, in base alla loro natura sociale istintiva. Il linguaggio simbolico, invece, è visto da Mead come una forma altamente specializzata di gesto le cui regole derivano spesso dall'uso pratico dei simboli.

La teoria di Mead ha recentemente suscitato interesse nei campi delle neuroscienze e della psicolinguistica. Autori come Rizzolatti e Sinigaglia e McNeill hanno fatto riferimento alla teoria di Mead per dimostrare come lo sviluppo del linguaggio simbolico sia strettamente legato alla nostra capacità percettivo-manipolativa e al gesto comunicativo<sup>46</sup>. Secondo questi autori, il passaggio dall'abilità percettivo-manipolativa al linguaggio è supportato da un atteggiamento gestuale legato al meccanismo preconcio di riconoscimento e simulazione dei movimenti gestuali altrui a livello inconscio e neurale, supportato dall'attivazione del sistema dei neuroni specchio. In sostanza, il sistema *mirror* fornisce una base biologica agli organismi per assumere o utilizzare il gesto che un altro organismo utilizrebbe e rispondere o tendere a rispondere in modo simile, consentendo al primo organismo di attribuire un significato al proprio gesto. Inoltre, riprendendo gli studi di Lakoff e Nuñez, il sistema *mirror* è il meccanismo che sta alla base anche degli elementi neurali primari identificati come responsabili della concettualizzazione matematica. Le prime forme di costruzione dei concetti di relazioni spaziali si basano infatti su elementi concettualmente primitivi e universali che rimandano al sistema visuomotorio evolutosi per altri scopi e successivamente diventati parte integrante del ragionamento matematico<sup>47</sup>.

Vale la pena notare, tuttavia, che una teoria dei gesti e del linguaggio di ispirazione meadiana colloca il meccanismo neurale all'interno di un coordinamento più complesso tra cervello, corpo e ambiente, collegando l'evoluzione dell'interazione gestuale a due componenti chiave oltre alla dotazione biologica: ciò che Mead indica con il termine «*imagery*», che possiamo meglio tradurre come «immaginazione motoria», e il contesto sociale. In particolare, il meccanismo neurale automatico e corporeo svolge la sua funzione grazie al coordinamento sociale che sta alla base delle pratiche intersoggettive di inculurazione supportate dall'im-

<sup>46</sup> Cfr. G. Rizzolatti, C. Sinigaglia, *So quel che fai*, Raffaello Cortina, Milano 2006. D. McNeill, *Gesture and Thought*, Chicago University Press, Chicago (Illinois) 2005; Id., *How Language Began: Gesture and Speech in Human Evolution*, Cambridge University Press, Cambridge (Massachusetts) 2012.

<sup>47</sup> Vedi G. Rizzolatti, L. Fadiga, V. Gallese, L. Fogassi, *Premotor Cortex and the Recognition of Motor Actions*, «Cognitive Brain Research», 3, 2, 1996, pp. 131-141. V. Gallese, L. Fadiga, L. Fogassi, G. Rizzolatti, *Action Recognition in the Premotor Cortex*, «Brain», 119, 2, 1996, pp. 593-609; J.M. Ellermann, J.D. Siegal, J.P. Strupp, T.J. Ebner, K. Ugurbil, *Activation of Visuomotor Systems During Visually Guided Movements: A Functional MRI Study*, «Journal of Magnetic Resonance», 131, 2, 1998, pp. 272-285; M.A. Goodale, A. Haffenden, *Frames of Reference for Perception and Action in the Human Visual System*, «Neuroscience & Biobehavioral Reviews», 22, 2, 1998, pp. 161-172.

maginazione motoria. Questa non è il risultato di un processo interiore (neurale) attraverso il quale viene costruito un modello interno del mondo, né è un processo di rispecchiamento simbolico o di riproduzione di caratteristiche preesistenti della realtà, grazie alla capacità di codificare tali caratteristiche. Può invece essere considerata una proprietà di un particolare campo di eventi interagenti e dei meccanismi fisiologici dell'agente che rendono biologicamente possibili anche attività corporee intenzionali, abili e non riflessive. In questo senso, l'immaginazione motoria è talmente fusa con gli oggetti, gli atteggiamenti e le reazioni muscolari coinvolti nell'azione che è difficile definirla e isolarla come elemento completamente astratto da ciò che stiamo vivendo. In altre parole, l'immaginazione motoria è una modalità di interazione con l'ambiente esterno che consiste in un insieme di dati sensorimotori raccolti in una sintesi ideo-sensorimotoria che crea possibili scenari per le azioni, svolgendo un ruolo cruciale nell'anticipare le mosse future. In tal senso, come anticipazione della percezione nell'azione che guida e controlla i movimenti in corso, l'immaginazione motoria presenta alcune somiglianze con la manipolazione mentale<sup>48</sup>. Grazie all'immaginazione motoria, il gesto coinvolto nell'azione è sia un mezzo per costruire l'interazione percettivo-manipolativa con l'ambiente, sia una modalità astratta di interazione che si sviluppa in manipolazione astratta e comunicazione simbolica e matematica. I due aspetti sono, infatti, strettamente intrecciati perché entrambi riguardano la natura enattiva e sociale del coordinamento di cervello, corpo e ambiente naturale e sociale. Questa idea di immaginazione motoria è affine al concetto enattivo di esperienza immaginativa come modo di comprendere un oggetto «rappresentando nuovamente quell'oggetto come dato a una possibile esperienza percettiva»<sup>49</sup>, attraverso «l'attuazione mentale o l'intrattenimento di una possibile esperienza percettiva di quell'oggetto o scena»<sup>50</sup>. Questa visione è anche in linea

<sup>48</sup> Sulla correlazione tra immagini visive e manipolazione mentale si veda R.N. Shepard, J. Metzler, *Mental Rotation of Three-Dimensional Objects*, «Science», 171, 1971, pp. 701-703; K.M. Stephan, R.S.J. Frackowiak, *Motor Imagery Anatomical Representation and Electrophysiological Characteristics*, «Neurochemical Research» 21, 9, 1996, pp. 1105-1116; S.M. Kosslyn, T.M. Ball, B.J. Reiser, *Visual Images Preserve Metric Spatial Information. Evidence from Studies of Image Scanning*, «Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance», 4, 1978, pp. 47-60. Va notato, tuttavia, che la nostra idea di immaginazione motoria è diversa da quella proposta da Stephen Michel Kossylin, secondo cui l'immaginazione mentale è rappresentata nel cervello in un formato spaziale, analogico o “descrittivo”, molto simile alla percezione visiva. Essa partecipa invece a una coordinazione tra cervello, corpo e ambiente. Cfr. S.M. Kosslyn, *Image and Mind*, Harvard University Press, Cambridge (Massachusetts) 1980; Id., *Image and Brain: The Resolution of the Imagery Debate*, MIT Press, Cambridge (Massachusetts) 1994; S.M. Kosslyn, W.L. Thompson, G. Ganis, *The Case for Mental Imagery*, Oxford University Press, Oxford 2006.

<sup>49</sup> E. Thompson, *Representationalism and the Phenomenology of Mental Imagery*, «Synthese», 160, 2008, p. 408.

<sup>50</sup> E. Thompson, *Mind in Life: Biology, Phenomenology, and the Sciences of Mind*, Harvard University Press, Cambridge (Massachusetts) 2007, p. 143. Vedi anche E. Di Paolo, T. Bührmann, X. Barandiaran, *Sensorimotor Life: An Enactive Proposal*, Oxford University Press, New York 2017, p.

con l'idea di Rucińska e Gallagher secondo cui nell'immaginazione riutilizziamo il sistema percettivo-motorio nell'atto di esplorare azioni future<sup>51</sup>; inoltre, riflette l'affermazione di Alva Noë secondo cui la nostra comprensione pratica dei modelli di dipendenza sensorimotoria è alla base della nostra capacità di sperimentare percettivamente le caratteristiche dell'ambiente con cui non siamo attualmente in contatto sensoriale, cioè le caratteristiche che sono attualmente assenti<sup>52</sup>. Queste sono, in altre parole, disaccoppiate ma non separate dall'attività sensorimotoria in corso.

Abbiamo così introdotto l'ulteriore significato di gesto, che ha a che fare con l'immaginazione ideo-sensorimotoria che accompagna il senso del gesto che risiede nell'indeterminatezza, determinando la direzione del pensiero e dell'immaginazione attraverso alcune «sensazioni di tendenza»<sup>53</sup>. Tali sensazioni di tendenza si verificano, come sostiene James, in varie situazioni, come quando abbiamo una vaga sensazione di familiarità cercando di ricordare un nome o un oggetto, leggendo una frase con la giusta intonazione per la prima volta, così come quando costruiamo un ragionamento matematico. Queste esperienze hanno in comune dei semplici indicatori di direzione che, attraverso il gesto, guidano la mente mentre passa da un'immagine all'altra. Il gesto diventa quindi, grazie all'immaginazione, un «senso di costruzione» del concetto matematico e geometrico, come sostiene Longo, costruendo attraverso un movimento continuo, diretto e comunicativo le possibilità dei concetti astratti, cioè delle immagini per un'azione che precede e accompagna la teoria.

Ricapitolando, allo stesso modo in cui parliamo di gesti riferendoci ai movimenti delle mani, ai comportamenti corporei, alla direzione dello sguardo e alla postura distintiva del corpo, possiamo parlare di gesti anche riferendoci al ragionamento astratto. Il passaggio alla comunicazione simbolica porta a radicare la costruzione della conoscenza matematica su un gesto inteso come «senso della costruzione», in cui «senso» deve essere inteso sia come costruzione di un processo di significazione, ma anche e soprattutto come direzione: un'immagine tracciata nella mente come un'azione matematica complessa, il risultato di un'azione nello spazio e di un'esperienza linguistica condivisa, nonché una ricostruzione di un fenomeno che si è verificato nel tempo. Così, la singola figura disegnata aiuta a costruire il concetto e a determinarne l'invarianza nel tempo, come era per Euclide, che costruiva la linea senza spessore attraverso gesti e tracce. La linea

28. Vedi anche S. Hurley, *Consciousness in Action*, MIT Press, Cambridge (Massachusetts) 1998.

<sup>51</sup> Cfr. Z. Rucińska, S. Gallagher, *Making Imagination Even More Embodied: Imagination, Constraint and Epistemic Relevance*, «Synthese», 199, 2021, pp. 8143-8170.

<sup>52</sup> A. Noë, *Action on Perception*, MIT Press, Cambridge (Massachusetts) 2004, in part. cap. 6.

<sup>53</sup> Cfr. W. James, *Principles of Psychology*, cit., pp. 242 ss.

non è una serie di punti ma una *gestalt*, una forma tracciata da un gesto, la cui reiterazione è alla base del buon ordine della sequenza potenzialmente infinita dei numeri interi, cioè dell'invariante dell'iterazione nel discreto dello spazio e del tempo. Alla base di ciò vi è la pluralità delle esperienze pratiche, concettuali e preconcettuali, come il calcolo di piccole quantità e la categorizzazione di determinati tipi di oggetti insieme alla pratica del conteggio discreto dei momenti nel tempo, cioè la misurazione.

Si può pertanto individuare l'emergere del gesto matematico come risultato intrinseco di un fenomeno evolutivo più ampio, che ha origine dalle prime manifestazioni della vita. Interpretato attraverso questa lente, il gesto mostra una complessità tanto semantica quanto teorica. Questa complessità porta all'identificazione del gesto matematico con la natura manipolatoria e comunicativa, prelinguistica, protolingüistica e linguistica dei gesti. Di conseguenza, la natura gestuale della matematica presuppone una base gestuale del significato e del linguaggio simbolico. In altre parole, non esiste un linguaggio simbolico, e nemmeno la matematica, intesa come parte della comunicazione umana e strumento per organizzare l'ambiente umano e renderlo più intelligibile, se non attraverso la costruzione e la reiterazione di un gesto originale. L'idea che la matematica sia una forma di comunicazione simbolica e che questa comunicazione simbolica derivi da una forma più elementare di significazione che fa uso dei gesti si basa su una visione continuista della cognizione.

## CONCLUSIONE: UNA METAFISICA DEL GESTO MATEMATICO?

Vorrei concludere con un'impressione priva di fondamento e un'ipotesi di lavoro per il percorso di ricerca in corso sul gesto e la matematica da una prospettiva pragmatico-enattiva. L'impressione riguarda l'esplorazione delle potenziali affinità tra una concettualizzazione del gesto matematico come i) costruzione dell'universale – un concetto invariabile – attraverso l'atto di disegnare la singola figura empirica (B741-B742), o la costruzione manuale che sintetizza la somma di due quantità (B15-B16); ii) una comprensione della profonda unità insita in una teoria<sup>54</sup>; iii) una forza propulsiva racchiusa in un impulso che «spoglia una struttura e risveglia in noi altri gesti»<sup>55</sup>, e iv) come ipotesi di inquadramento attraverso diagrammi e il successivo disegno delle loro implicazioni<sup>56</sup>. Sia per Kant

<sup>54</sup> J. Cavaillès, *Méthode axiomatique et formalisme. Essai sur le problème du fondement des mathématiques*, Hermann, Paris 1981, p. 178.

<sup>55</sup> G. Châtelet, *Les enjeux du mobile: Mathématique, physique, philosophie*, Seuil, Paris 1993, p. 9.

<sup>56</sup> C.S. Peirce, *The New Elements of Mathematics* (NEM), edited by C. Eisele, Mouton, The Hague 1976: 3:41.

che per studiosi come Cavaillès, Châtelet e Peirce, la manifestazione diagrammatica del ragionamento matematico trascende la formalizzazione razionalizzante, assumendo un significato gestuale. In particolare, nel quadro di Peirce, la natura distintiva del gesto matematico – il diagramma concreto – emerge come la caratteristica principale che chiarisce come la matematica costituisca un’esplorazione delle relazioni tra gli elementi costitutivi, compresa attraverso l’atto concreto del gesto nelle operazioni matematiche. Peirce non percepisce alcuna distinzione tra le attività matematiche e la creazione di segni o disegni<sup>57</sup>: ogni fondamento matematico si materializza nelle azioni intraprese dal matematico, e ogni deduzione logica risulta dai segni che egli ha meticolosamente tracciato.

L’ipotesi da esplorare riguarda specificamente una delle componenti invariabili del gesto: la continuità e le sue connotazioni matematiche. Il gesto, come abbiamo sostenuto, si inserisce in un *continuum*, emanando da un’azione in corso intrecciata in modo complesso con la continuità inherente ai fenomeni viventi. In questo quadro, la continuità racchiude l’intero spettro del senso concepibile, ovvero tutti i gesti possibili che tracciano una direzione di costruzione del senso. La presente indagine cerca di accertare se la continuità originaria in quanto vaghezza indefinita presupposta nel nostro discorso come *conditio sine qua non* dell’emergere della cognizione matematica, possa essere concepita non solo come una continuità che collega l’azione e la cognizione, ma anche come la matrice della continuità matematica antecedente al gesto inaugurale che delinea, cioè lascia una traccia attraverso la costruzione di un segno, e quindi “discrimina” tra le miriadi di possibilità di significati, stabilendo così una direzione verso la determinazione del significato.

Astenendomi dall’approfondirne i dettagli, questa indagine prende le mosse dai lavori di Peirce sul *continuum* matematico e in particolare dalla seguente citazione:

*Let the clean blackboard be a sort of diagram of the original vague potentiality, or at any rate of some early stage of its determination. This is something more than a figure of speech; for after all continuity is generality. This blackboard is a continuum of two dimensions, while that which it stands for is a continuum of some indefinite multitude of dimensions. This blackboard is a continuum of possible points; while that is a continuum of possible dimensions of quality, or is a continuum of possible dimensions of a continuum of possible dimensions of quality, or something of that sort. There are no points on this blackboard. There are no dimensions in that continuum. I draw a chalk line on the board. This discontinuity is one of those brute acts by which alone the original vagueness could have made a step towards definiteness. There is a certain element of con-*

<sup>57</sup> Cfr. G. Maddalena, *Gestures, Peirce, and the French Philosophy of Mathematics*, «Lebenswelt», 18, 2018, pp. 67-76; Id., *Metafisica per assurdo*, Rubbettino, Soveria Mannelli 2009, pp. 137-223.

*tinuity in this line. Where did this continuity come from? It is nothing but the original continuity of the blackboard which makes everything upon it continuous. What I have really drawn there is an oval line. For this white chalk-mark is not a line, it is a plane figure in Euclid's sense—a surface, and the only line there, is the line which forms the limit between the black surface and the white surface. Thus the discontinuity can only be produced upon that blackboard by the reaction between two continuous surfaces into which it is separated, the white surface and the black surface. The whiteness is a Firstness—a springing up of something new. But the boundary between the black and white is neither black, nor white, nor neither, nor both. It is the pairedness of the two. It is for the white the active Secondness of the black; for the black the active Secondness of the white*<sup>58</sup>.

In linea con un'interpretazione metafisica della continuità matematica, questa potrebbe essere percepita come originaria a partire da una continuità originaria, rispecchiando il modo in cui il gesto matematico emana da una mobilità innata. Di conseguenza, il gesto matematico, che mette in opera l'atto di tracciare una linea, fa coincidere una modalità potenziale di relazione significativa tra le miriadi di possibilità esistenti tra l'organismo e l'ambiente, delineando efficacemente la traiettoria del ragionamento concepibile. Ciò suggerisce che la continuità originaria possa essere intesa come una «vaghezza primordiale della potenzialità più astratta»<sup>59</sup>, che avvolge l'insieme delle relazioni. In questo senso, assume le sembianze di una generalità relazionale, preservando la coesione dei suoi elementi costitutivi<sup>60</sup>. In questi termini la vaghezza originaria, intesa come pre-singolarità determinata dal gesto che traccia il segno diagrammatico, determina una continuità che, ottenuta in seguito alla singolarità diagrammatica, non è più quella originaria e vaga ma gode di definizione. Il passaggio dalla vaghezza della continuità originaria al continuo matematico si articola quindi non soltanto come una costruzione di senso ma come una costruzione di significato, inteso quest'ultimo come un senso sempre più definito. Quando la pura possibilità che caratterizza la vaghezza primordiale – il nero della lavagna – si determina attraverso il segno bianco del gesso, viene meno in quanto pura possibilità e diviene esistenza determinata, salvo poi riemergere come indeterminazione in quanto legge matematica, una volta «diagrammatizzata» la formula. L'indeterminatezza deve passare per la singolarità per divenire indeterminazione e cioè generalità non più indefinita e nemmeno individuale. La generalità – il continuo vero e proprio – che si viene a

<sup>58</sup> CP 6.207.

<sup>59</sup> NEM: 407.

<sup>60</sup> Per un chiarimento del rapporto tra relazione e ragionamento matematico vedi M.R. Brioschi, *La forma della relazione. Logica, metafisica ed etica in Charles Sanders Peirce*, Rubettino, Soveria Mannelli 2024, in part. pp. 79-96; Ead., *C.S. Peirce on Mathematical Practice: Objectivity and the Community of Inquirers*, «Topoi», 42, 2023, pp. 221-233.

creare, sembra dire Peirce, deve passare per l’istanziazione singolare per ottenere validità universale. In termini metafisici e modali ciò significa che la necessità, ovvero la continuità, per essere tale, deve determinare la pura possibilità, vale a dire la vaghezza originaria, attraverso l’attualità singolare – il diagramma<sup>61</sup>.

Questa esplorazione teorica è in linea con i fondamenti concettuali del gesto, esposti in questo lavoro. Essa delinea il gesto come una manifestazione che vede nel tracciare una linea la rappresentazione di una forma unificata nella sua interezza. In altre parole, non appena viene tracciata una linea, un singolo elemento di discrezione o «direzione del senso» emerge nel continuum vago e generale, creando un nuovo continuum in uno più originale. Il ragionamento matematico ipotetico diventa quindi la singolarità che va verso una nuova generalità (*continuum*).

<sup>61</sup> Ringrazio il revisore anonimo per avermi permesso di migliorare questo passaggio. Rimando a R. Monti, *Charles S. Peirce and the Origins of Vagueness*, «Transactions of the Charles S. Peirce Society: A Quarterly Journal in American Philosophy», 60, 1, 2024, pp. 23-47, per un approfondimento sulla concezione di vaghezza in Peirce.