

[I]

Ho letto con molto interesse gli interventi di Fabio Fantini (FF), Maria Castelli (MC) e Lucia Stelli (LS) sul nodo problematico di un fare-‘bene’-scuola-di-base, in particolare nella ‘prima formazione matematica’ [Nat. Sci., settembre 2020]. I problemi del nostro sistema educativo che oggi di fatto soffocano le potenzialità di sviluppo ‘umano’ di una larga parte delle persone coinvolte (studenti, ma anche insegnanti) investono tutti gli aspetti cognitivi e culturali dei percorsi didattici più diffusi, ma la ‘prima formazione matematica’ ne è un esempio molto significativo. D’altra parte le problematiche evocate dai tre autori sono talmente variegata e importanti che penso sarebbe urgente approfondirle e allargarle.

[II]

(FF): <le neuroscienze cognitive *ci spiegano che* la capacità matematica si è evoluta nella nostra specie...>. Di fronte a un sistema mostruosamente complesso come la dinamica cognitiva umana (e animale), un ‘*approccio scientifico-strutturale*’ (p.es. quello della attuale ‘neuroscienza’) procede sostanzialmente attraverso strategie che chiamiamo di ‘*ingegneria inversa*’. Si cerca cioè, con pazienza e metodologie tecnologiche creative, di rilevare/smontare, via via, specifici ‘aspetti oggettuali’ del funzionamento mentale: così tentando di individuarne specifiche funzioni, e correlazioni fra funzioni, che poi permettano di ipotizzare una graduale ricostruzione di parti/aspetti rilevanti della dinamica complessiva¹. D’altra parte esiste, di fronte alla stessa complessità, la possibilità di un ‘*approccio scientifico-fenomenologico*’: quello che, con pazienza e metodologie osservative creative, permette di individuare progressivamente le ‘*strategie fondanti*’ secondo i cui intrecci la dinamica cognitiva ‘profonda’ e ‘oggettuale’ di fatto si manifesta, a diversi livelli e nella sua inesauribile varietà, nelle interazioni fra umani. E da questo secondo approccio emergono due principali tipi di testimonianze: ad alcune ‘intuizioni globali’ storicamente documentate come tali, si affiancano cioè precise ‘inferenze di ricerca’ - fra cui quelle basate su interazioni-osservazioni a lungo termine e a largo raggio nei confronti dei processi cognitivi, quelli per esempio che si attivano in ambiente scolastico. Bene. Negli ultimi decenni si è verificato un fatto culturalmente cruciale: *spiegazioni* neuroscientifiche, *inferenze-interpretazioni* fenomenologiche, *intuizioni globali* storicamente documentate, si stanno via via confrontando e sovrapponendo in una molteplicità di sostanziali, reciproche *risonanze*. (Ovviamente, a contrasto con possibili dissonanze).

¹ ‘Ingegneria inversa’ rappresenta in realtà una delle nostre (umane) fondamentali meta-strategie cognitive, dalla percezione alla scienza: efficace e efficiente alla lunga, ma anche difficile e delicata in molti contesti – fino ai frequenti insuccessi. Su quanto stiamo discutendo. Piaget ha costruito la sua teoria cognitiva, oggi riconosciuta in larga parte sostanzialmente fallace, a partire da ‘interviste cliniche’ a bambini diversi, di età diverse, su argomenti diversi: lasciando negli armadi degli ‘Archives’ di Ginevra faldoni di resoconti di ricerche non interpretate perché non interpretabili nell’ambito della teoria. L’ondata di ricerche sulle ‘misconcezioni’ in ambito scientifico e matematico, che da Piaget ha preso le mosse, ha prodotto in Europa e America tonnellate di articoli di rivista e centinaia di carriere accademiche ‘fortunate’: ma ben pochi progressi significativi di modellizzazione cognitiva ‘utilizzabile’ (a scuola o altrove). E i decimetri cubi di ‘rendiconti di sperimentazione’ che ingombrano gli angoli del Ministero non hanno trovato (neanche cercato ...) qualche ‘filo conduttore’ che ne estraesse coordinasse e divulgasse eventuali efficacie. ... Fermo restando, ovviamente, che da qualunque azione finalizzata che venga criticamente rivisitata possono emergere, a saperle vedere, preziose indicazioni.

Per esempio. (FF): <...in particolare, sistemi neurali di controllo degli schemi motori complessi appaiono profondamente coinvolti nel pensiero matematico...> - come, del resto, nel controllo dello stesso linguaggio naturale, secondo vari autori. Bene. Da un lato questo tipo di correlazione, profonda e strutturante sia i fatti e le relazioni fra fatti, sia le loro interpretazioni, è stata nella mia esperienza una delle prime inferenze di ricerca: inferenze emerse dall'accompagnare, su scale di intervalli multiennali, lo sviluppo culturale e cognitivo di piccoli gruppi di individui umani fra le scuole d'infanzia e l'ingresso all'università, interagendo con i diversi (individuali e sociali) cambiamenti linguistici, scientifici e matematici. Da un altro lato c'è stato il progressivo rispecchiamento in alcune cruciali 'intuizioni' storicamente documentate (probabilmente risultati di vera e propria ricerca: rimasta implicita, ma non ignorata dall'evoluzione culturale). Solo per esempio. Ascoltiamo Democrito: <discorso [è] ombra di azione>. Dove *discorso* corrisponde a *logos* nel suo significato più generale di processo, strutturato e strutturante, di messa-in-relazione; processo tipicamente umano nelle sue diverse forme-espressioni, dal linguaggio alla matematica; e dove la metafora di *ombra* implica e sottende una raffinata modellizzazione metacognitiva, per noi andata perduta. Oppure, a distanza di millenni, ascoltiamo Galileo: <...io credo piuttosto la natura aver fatto da prima le cose a modo suo, e poi fabbricato i discorsi degli uomini abili a poter capire, però con fatica grande, alcuna parte dei suoi segreti... modi di operare>². O, ancora, confrontiamo la fondamentale analisi storico-antropologica di Leroi-Gourhan (cfr. <Il gesto e la parola, 1964>) sull'aggrovigliato e cruciale nodo che correla negli umani pensiero e azione, linguaggio e strumento, con un exploit tecnologico di un po' di anni fa: registrare e interpretare in tempo reale la dinamica neurofisiologica di macachi progressivamente addestrati alla molteplicità dei possibili usi di un piccolo rastrello. Dinamica per cui a un certo punto le diverse piccole reti neurali via via formate in corrispondenza a diversi singoli usi si 'coagulano' in un'unica rete, potenzialmente collegata e attivata in corrispondenza a *qualunque* possibile ('autonomo') uso della mano. Un vero processo di 'appropriazione creativa', nel senso di trasformazione radicale dello spazio-di-possibilità del soggetto percipiente, agente, pensante: solo per esempio, quello in cui potremmo sperare (ma che raramente accade) quando cerchiamo di 'addestrare' bambini ragazzi e adulti al 'pensiero proporzionale' (o quant'altro, in area matematica e non).

In sostanza, (FF) (MC) e (LS) concordano che c'è urgente bisogno di re-indirizzare le strategie di prima trasmissione culturale in matematica, per renderle qualitativamente efficaci e quantitativamente efficienti. Ma allora, se è vero che <in principio è l'azione> (Goethe) - 'principio' evolutivo di specie e di cultura, ma anche 'principio' di ogni sviluppo individuale immerso nella specie e nella cultura – questo deve costituire una delle basi 'forti' su cui impostare sia la progettazione di curricoli e attività, che la formazione dei docenti. Senza però lasciarsi fuorviare

² Su questo, non resisto a un mini-commento. Sappiamo bene che Galileo, per scampare la sua vita scientifica, ha 'prodotto' di tutto: dagli oroscopi a pagamento alle più fervorose dichiarazioni di fede cattolica. Qui però (da <Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo>), nell'enunciare la 'sua', 'vera' posizione epistemologico-evolutiva che oggi possiamo sentirci di abbracciare in toto insieme a quella di Democrito, si espone totalmente - imprudentemente! - ai solerti e sagaci lettori della Santa Inquisizione: io credo ... la natura (e il Divino Creatore?) ... prima fatto a modo suo ... poi fabbricato (evolutiveamente, e 'adattivamente') ... i discorsi (ancora *logos* generalizzato) ... modellati sui modi di operare, naturali e umani ... sempre però con 'presa' parziale e faticosa su quell'<... unico mondo, vero, reale, et impossibile ad essere altramente > che ci sta di fronte (da <Lettera sulle macchie solari>). Con un 'imprinting' ben più aristotelico di quello platonico che la vulgata gli attribuisce. E non per nulla qualche decennio dopo Spinoza, dalla città in cui si pubblicano i testi 'proibiti' di Galileo, potrà parlare di <deus sive natura>, o dell'eterna dinamica creatrice che coinvolge <natura naturata> e <natura naturans>.

dalla banalità del <se faccio capisco>: a forza di ‘azioni mirate’ si può anche (e abbastanza facilmente) *condizionare*, rimuovendo il *capire*.

[III]

Ma su questo piano c’è anche un secondo dato di fatto su cui è cruciale imparare (e insegnare) a far leva nella prima ‘azione didattica’: l’intera struttura profonda della lingua naturale (grammatica e sintassi, semantica e pragmatica), così come ci è consegnata dall’evoluzione culturale, appare marcata da una *esigenza ‘strategica’ di innescare indirizzare e assecondare la risonanza fra ‘intenzione’ e ‘successo’ nelle nostre azioni ‘sul’ mondo*. Questa struttura profonda condiziona, in modo radicale e fin dall’inizio dello sviluppo, ogni nostro modo di guardare-vedere, pensare-agire: dal tessuto continuo della vita quotidiana fino al coordinamento delle sue ‘diramazioni’ più particolari, sofisticate, specializzate. E con i bambini (e gli adulti ...) non basta <*andare a prenderli là dove sono*>: serve soprattutto individuare <*strade per accompagnarli dove li vogliamo portare*> (da Wittgenstein), appunto facendo leva in modo mirato e coerente proprio sulle strutture-strategie cognitive profonde. Solo un rapido esempio. La grammatica della lingua ci *impone* una radicale discretizzazione dei modi di guardare/vedere/pensare/agire il mondo: articolati secondo stati di sistemi dotati di relativa *stabilità strutturale* (cfr. i sostantivi), e da trasformazioni, a loro volta strutturalmente caratterizzate, dei sistemi stessi (cfr. i verbi); dove stati e trasformazioni-da-interazione-fra-sistemi sono definiti, sia nella loro ‘essenza’ (relativa stabilità) che nelle loro modalità di cambiamento non destabilizzante, attraverso relazioni e correlazioni fra proprietà variabili (rispettivamente attributi o avverbi) - a loro volta sostanzialmente stabili nel loro riferirsi a dati percettivi-operativi. Sembra ‘complicato’? No, è così che ‘va’ l’ottimizzazione (non solo umana...) dell’interferenza risonante fra natura e cultura. E infatti è intessuta-impelagata fra stati e trasformazioni la dinamica cognitiva correlata al movimento lungo una linea-di-numeri, citata da (FF). E se ne accorgono, con trasalimento metalinguistico nella ricerca di significati, i bambini: <ma proprio non c’è nessuna via di mezzo fra nomi-cosa e nomi-azione ... o qualche altro nome che non è nessuno dei due ...?>. E se ne accorgono, con trasalimento metalinguistico nella ricerca di significati coerenti, ‘filosofi’ e ‘scienziati’: nel dibattersi fra le tenaglie di ‘essere’ e ‘divenire’ di Eraclito e Parmenide, poi di Platone e Aristotele; fino alle riflessioni sulla meccanica quantistica di Carlo Rovelli (cfr. <Helgoland>, 2020) – ispirate anche al ‘disperato’ dibattersi Nagarjuna (II sec D.C.), di fatto bloccato nello stesso nodo. Non si esce da questo modo di interagire con il mondo: soltanto, si può riconoscerlo e imparare a gestirlo. Ma se è così, nella vita quotidiana e in ogni scienza, sarebbe opportuno vederne e indirizzarne le (enormi) ‘conseguenze didattiche’ ...

[IV]

(FF): <Concetti astratti possono essere compresi in termini di metafore, utilizzando le strutture inferenziali di domini concreti ... in particolare attraverso metafore che correlano esperienze e collegano rappresentazioni numeriche e nozioni spaziali: come quella del moto lungo un percorso articolato in atti di movimento riferiti a posizioni>. Siamo a un livello di discorso - capire il capire, quindi possibilità di ‘mediare’ il capire – veramente cruciale. Ricordandoci dell’osservazione ‘preliminare’ di Nietzsche (cfr. <Su verità e menzogna>) secondo cui *tutto* il pensiero-linguaggio

umano è sostanzialmente metaforico. O riflettendo sul dato di fatto che l'intera dinamica cognitiva è basata su *strutture di relazioni* fra *elementi*³ che, fisiologicamente interne al nostro corpo, in quanto tali *'simulano' schematicamente* (attraverso reti di 'trasduzioni' fisiche, chimiche, biochimiche ...) le *strutture di relazioni* fra *elementi* caratteristiche dell'ambiente esterno. Ed è proprio attraverso il confronto dinamico (evolutivo ed esperienziale) fra la schematizzazione 'duplicata' internamente (pre-costruita e pre-organizzata) e la schematizzazione via via prodotta a partire dai 'dati' sensoriali, che l'organismo umano (o animale ...) riesce a 'ottimizzare' quell'interazione fra mondo interno e mondo esterno che ne condiziona la vita. Siamo, in definitiva, *costruiti metaforicamente* attraverso la rete di trasduzioni 'materiali' in base a cui viviamo. Affidati al fatto che ogni trasduzione (ogni metafora) da un lato *conserva* una parziale *invarianza-di-forma* che ne caratterizza la validità e l'efficacia; da un altro lato, proprio in quanto necessariamente schematica, *elimina* una *molteplicità di aspetti* che caratterizzavano il contesto concreto da cui (cfr (FF)) la metafora stessa è nata.⁴

Torniamo a noi: ancora solo un paio di esempi. (i) Ci sono *diverse* metafore-base, concretamente esperienziali, attraverso cui possono essere cognitivamente costruiti i *modi di guardare-vedere, modi pensare-parlare-agire*, che gradualmente conducono alla appropriazione di un <senso del numero> culturalmente efficace e efficiente. A partire dalla 'struttura additiva'. Pensiamo allora al gioco dei passi uguali avanti e indietro lungo una linea: con numeri (anche 'concretamente negativi' fin dall'inizio, con piccoli valori) che caratterizzano sia stati-posizione che trasformazioni-movimento; contesto in cui, tanto per cominciare, non esistono problemi di 'conservazione concreta' (le azioni 'passano', gli stati non si 'combinano') ... etc. Oppure pensiamo al gioco di aggiungere/togliere oggetti equivalenti agendo su un 'palcoscenico' circoscritto: in questo caso con cruciali aspetti di conservazione (di solito 'didatticamente' rimossi) relativi ai 'serbatoi-fuori-scena' da cui prendere o a cui portare gli oggetti; e con cruciali aspetti semantici che sorgono da numeri eventualmente 'negativi', e quindi 'impongono' cautele di ordine fra 'operazioni'⁵. Oppure pensiamo al gioco di unire-separare diversi gruppi ('insiemi') di oggetti comunque 'conservati', in cui la caratterizzazione degli oggetti stessi può diventare cruciale. Oppure pensiamo al gioco di gestire efficacemente (con rappresentazioni-metafore concrete) un computo astratto di crediti e debiti, in un contesto di <giri sul grande scivolo> via via guadagnati, utilizzati, imprestati, anticipati, restituiti ...: tutto in una sezione dei 5 anni di scuola d'infanzia (MCE – Scuola Città Pestalozzi, Firenze). Tutto *si può* 'fare': il nodo 'didatticamente' cruciale, in modi diversi trascurato sia dal 'metodo Bortolato' sia dalle 'Indicazioni Nazionali', è però quello di 'mediare' quel *raccordo fra le diverse basi metaforiche del senso del numero* la cui mancanza è alla radice di buona parte dei problemi cognitivi e motivazionali via via emergenti. (A sempre maggior ragione,

³ La metastrategia che consiste nel discretizzare-scandire la risonanza fra i 'nostri' modi di pensare/agire/parlare ... e i modi di essere del 'mondo' in elementi, relazioni fra elementi, strutture di relazioni fra elementi, in modo da poterne decostruire-ricostruire aspetti sovrapposizioni e interferenze, è di fatto alla base di tutta la nostra dinamica cognitiva. Come tale, 'riflessa' ovunque – dall'azione al linguaggio al pensiero 'astratto', in tutte le loro forme.

⁴ Ancora Spinoza, ricordandosi degli 'Antichi': <Omnis determinatio est negatio>.

⁵ Sulla linea dei passi, l'ordine 'doppio' <indietro due, avanti cinque> è comunque eseguibile e sempre equivalente a <avanti cinque, indietro due> e all'ordine 'singolo' <avanti tre>. Su un 'palcoscenico di oggetti' <metti cinque, toglì due> è sempre eseguibile ed equivalente a <metti tre>, mentre l'ordine <togli due, metti cinque> è in difficoltà se lo stato del palcoscenico non è di <almeno due>. Etc.

di fronte alle strutture cognitive di rapporto/moltiplicazione, di proporzionalità ‘diretta’ e ‘inversa’, di pensiero integrale/differenziale, e così via: magari ricordandoci che per Torricelli e Newton il ‘calcolo’ astratto è basato su metafore di flusso e di spazio ...).⁶ (ii) In classe di Alberto Manzi, 4a elementare. A conclusione di giornate di lavoro sui fatti corrispondenti a parole di uso comune come forza o energia, Andrea (per conto della classe): <allora abbiamo capito che si adoperano delle cose che non si vedono per spiegare le cose che si vedono>. Pochi mesi dopo, dopo aver discusso su ‘come sono fatte le cose dentro’ a partire da ‘parole ambientali’ come atomo, cellula, molecola e così via: <ma allora si adoperano anche delle cose che si vedono per spiegare le cose che non si vedono>. Non c’è molto da aggiungere, direi - anche al livello ‘scientifico’ più sofisticato. Ma la ‘trasmissione culturale’ è capace di accorgersi di ‘cosa c’è sotto’ i processi di ‘apprendimento’ che cerca di indurre in chi cresce?

[V]

È necessario fermarsi per una pausa, anche se resterebbero da discutere, se qualcuno ne avrà voglia, almeno su due cruciali nodi. Quello, evocato da (MC), sul potenziale ruolo delle strutture e forme ‘narrative’ nell’indirizzare le strategie cognitive *anche* verso una loro efficace ‘espressione’ matematica. E quello, sotteso dall’intervento di (LS), di quali siano le ‘ragioni sufficienti’ per cui - pur a fronte degli sforzi di centinaia di persone, competenti e ‘dedicate’ - la *realtà effettuale* dell’insegnamento matematico resta da decenni quella che è. Oltretutto, apparentemente avviata a diventare feudo di un devastante ‘metodo Bortolato’, oggi presente (cfr. <La linea del venti>) anche nella ‘top ten’ dei libri di ‘saggistica’. Mentre si continua a fare riferimenti fideistici ad ‘Indicazioni’ sostanzialmente invariate da 20 anni: come se nel frattempo il mondo, là fuori dalle aule, non fosse cambiato e non stesse cambiando – vertiginosamente, si direbbe.⁷

Ma su questi nodi, forse, sarà per un’altra volta.

⁶ Il pensiero metaforico nasce quando ‘potenzialità cognitive di specie’, evolutivamente via via raffinate attraverso percezione e azione, sono <fecondate> (cfr Averroè) dalle ‘potenzialità cognitive’ caratteristiche della cultura. Ma proprio la dinamica di ‘parassitaggio’ dell’immaginazione percettivo-motoria in base a cui si sviluppa il pensiero astratto organizzato nel ‘discorso’ (logos) (cfr Aristotele, <De Anima>) necessariamente conduce a gruppi di metafore solo parzialmente ‘isomorfe’ (equi-valenti) tra loro: come nell’esempio visto per la struttura additiva elementare. E questo costituisce un cruciale e generale problema cognitivo, ad ogni livello di conoscenza – ‘comune’ o ‘scientifica’. Ascoltiamo il buon Protagora. Inevitabilmente si producono ‘dissòì lògoi’: ‘discorsi’ cioè non (sol)tanto a volte contrastanti, ma più in generale reciprocamente ‘sghembi’. E la ‘soluzione progressiva’ consiste nella produzione di un nuovo discorso che risulti ‘più forte/potente’, capace cioè di raccogliere in unica coerenza gli aspetti più significativi dei discorsi originari: nuovo discorso sulla cui (sempre provvisoria) validità (forza/potenza) unico giudice resta la stessa ‘natura umana’ che lo ha prodotto. E’ questo il senso di quel <metron anthropos> (misura è l’uomo, per tutte le cose) che tanto scandalo ha suscitato attraverso i millenni. (cfr Untersteiner, <I Sofisti>).

⁷ <a scuola ‘per’ insegnare/imparare a pensare> (da Alberto Manzi) - <speranze per un rinnovamento radicale della nostra scuola? io non ne ho più> (da Umberto Galimberti) - <sono convinto che anche quando tutto è o pare perduto bisogna rimettersi all’opera, ricominciando dall’inizio> (da Antonio Gramsci).