

*dal fuoco al computer: l'evoluzione della **τέχνη***



## Προμηθεύς

πρὸς τοισδε μέντοι **πυρ** ἐγὼ σφιν ᾤπασα  
.....  
ἄφ' οὐ γε πολλὰς **ἐκμαθησονται τέχνας**

ΠΡΟΜΗΘΕΥΣ ΛΕΣΜΩΤΗΣ 254-256



Bergamo, 7 maggio 2014

ernesto hofmann

L'obiettivo della nostra chiacchierata è di cercare di capire come attrezzarci di fronte all'attuale evoluzione tecnologica, così impetuosa e variegata.

Ma occorre partire da lontano per capire bene il senso della sfida e vedere il da farsi.

La parola stessa, tecnologia, tecnica, τεκνη, è sfuggente e complessa

La troviamo già nell'Iliade (canto I, 571); Efesto è χλυτοτεκνηζ, ossia famoso per il suo saper fare ; e ancora nel terzo canto (61) Alessandro rimprovera Ettore, il cui cuore è duro come l'accetta che con la τεκνη intaglia la nave.

Invece in Esiodo (Teogonia) la τεκνη ha valore negativo, di inganno.

Ma è con Eschilo che nasce una vera analisi del senso della τεκνη.

Nel Prometeo incatenato Eschilo riprende il mito di Esiodo, ma lo amplia dandogli una dimensione tragica.

L'uomo vive in una perenne lotta, dilaniato tra la natura e le norme (φυσιζ ε νομοζ), tra agire (τεκνη) e destino (αναγκη).

Eschilo per primo capisce che l'uomo si identifica con la τεκνη, col saper fare: l'uomo è essenzialmente un animale tecnologico, che modifica la natura a suo vantaggio.

Prometeo gli ha donato il fuoco col quale l'uomo ha imparato tante tecniche: πολλαζ τεκναζ εκμαθησονται..

Ma Prometeo ha instillato nel cuore dell'uomo cieche speranze (τυφλαζ ελπιδαζ), nascondendogli il suo destino di morte (θνητουζ μορον), mentre è noto che la tecnica è inferiore al destino : τεκνη δ'αθαγκηζ ασθενεστερα μακροφ.

Eschilo intuisce quindi quelle che saranno le contraddizioni tecnologiche a venire e ha quindi il merito di aver per primo cercato di capire cosa fosse la τεκνη : essa è un modo di agire sul mondo a nostro vantaggio.

### ***- quando appar e la prima tecnologia?***

Ma quando è nata veramente la prima tecnologia? E perché tornare così indietro nel tempo?

Eschilo credeva che il fuoco fosse la prima tecnologia. Ma non è così.

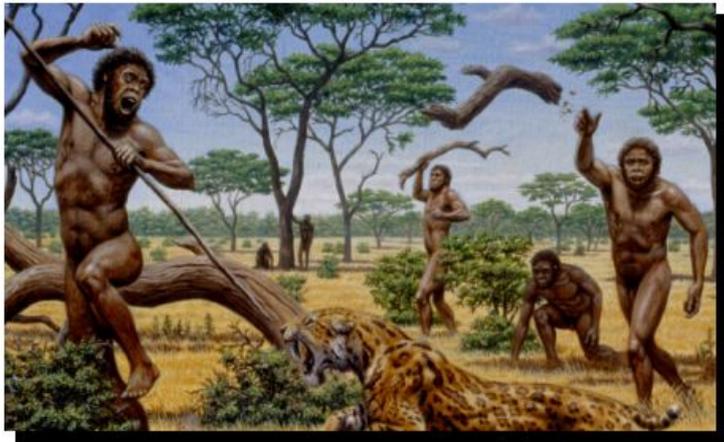
Le ultime scoperte (successive al 2010) indicano nella "cultura dei proiettili" la prima tecnica.

## **probabilmente la prima tecnologia : la cultura dei proiettili**

**due milioni di anni fa : homo erectus**



*N. Roach et al., Nature, June 2013*



*Fonte: Sabertooth by Mauricio Anton, 2013*



**homo erectus era capace di lanciare ma non di costruire modelli nella sua mente**



L'homo erectus (circa 2 mil. anni fa) ha iniziato a cacciare con armi quanto mai elementari: bastoni appuntiti, pietre scheggiate..

Recenti ritrovamenti in Africa lo provano con chiarezza (FLK Zinj in Olduvai Gorge). Se i primi ominidi fossero stati degli spazzini dei banchetti dei leoni, o di altri grandi carnivori, i ritrovamenti fossili dovrebbero mostrare un gran numero di resti di individui vecchi. E' noto che i leoni tendono a uccidere un numero sproporzionatamente elevato di individui vecchi in un tipico branco di erbivori. Invece a FLK Zinj sono stati trovati resti statisticamente più elevati di animali giovani, che è proprio quanto ci si aspetterebbe di vedere se gli ominidi selezionavano gli animali che volevano uccidere.

Ma la cosa importante è che durante una lunga fase di adattamento (durata centinaia di migliaia di anni) il fisico dell'homo erectus si è trasformato.

La spalla di un uomo è del tutto diversa da quella dei primati: l'uomo lancia una pietra a grande velocità (anche 150 kmh) e con grande precisione (basti oggi pensare al baseball, o ad altri giochi): uno scimpanzè lancia forse a un quinto di quella velocità.

Le spalle dell'uomo è bassa, quella della scimmia è alta.  
Alzare le spalle ha una connotazione negativa in tutte le lingue.

Ma l'homo erectus non sapeva modellare e non possedeva il linguaggio, almeno per un lunghissimo periodo. Forse il fuoco a partire da 600.000 fa. Homo erectus era in gran

parte istinto.

Ma cosa vuol dire modellare la realtà esterna nella propria mente? E come si fa?

L'evoluzione genetica ha perfezionato la spalla, la potenza e la mira, ma non ha perfezionato la comprensione del fenomeno del lancio con la stessa velocità genetica.

**- molto dopo apparve la Grande Tecnologia: il linguaggio**

Il linguaggio è una tecnologia? Come si possono comunicare agli altri i propri modelli, che sono più o meno filmati della realtà proiettati nella mente?

Non sappiamo ancora come tutto ciò sia accaduto e secondo quali meccanismi, sicuramente frutto di lunghissime evoluzioni cerebrali

Wittgenstein diceva:

- il mondo è la totalità dei fatti, non delle cose
- noi ci facciamo immagini dei fatti
- l'immagine logica dei fatti è il pensiero
- non possiamo pensare nulla di illogico

**molto dopo apparve la Grande Tecnologia: *il linguaggio***

***come posso raggiungerti ?***



Anne Bancroft & Patty Duke

William Gibson, *The Miracle Worker* 1957

***una sola parola e potrei mettere il mondo nelle tue mani***

Il pensiero ci porta inevitabilmente al linguaggio: la grande invenzione dell'uomo.  
Ma è una tecnologia?

Sappiamo ancora pochissimo e quel pochissimo che sappiamo lo sappiamo indirettamente.

C'è però una storia di un enorme valore conoscitivo che è diventata quasi una favola, una meravigliosa favola, che in Italia si chiama "Anna dei miracoli".

Il grande etologo Konrad Lorenz ne *L'altra faccia dello specchio* sostiene che il valore di questo documento storico non sarà mai stimato a sufficienza, perché unico e forse irripetibile: mentre nella scienza conta la ripetibilità dell'esperimento.

La vicenda di cui parliamo è quella di Helen Keller. E ciò perché da essa lo scrittore William Gibson ha tratto lo spunto per un dramma teatrale, "*The Miracle Worker*" (Anna dei miracoli), che andò in scena a Broadway nel 1957. Il successo fu tale che nel 1962 ne venne realizzata una versione cinematografica che resta, secondo i critici, tra i più bei film di tutti i tempi. Le due interpreti, le allora poco conosciute Anne Bancroft e Patty Duke, vinsero entrambe il premio Oscar nei ruoli rispettivamente di Anne Sullivan e di Helen Keller.

Quest'ultima, meno di due anni dopo la sua nascita, il 27 giugno 1880, aveva contratto una grave malattia infettiva (scarlattina o forse meningite) che l'aveva resa sorda e cieca. Nel 1887 Anne Sullivan venne ad abitare presso i Keller e ottenne di poter vivere da sola in un cottage nel giardino della casa insieme a Helen con la quale intraprese un'incredibile battaglia fisica e intellettuale.

Anne iniziò a tentare di comunicare con Helen regalándole subito una bambola e cercando di collegare l'oggetto bambola alla sequenza "doll" sillabata sulla mano secondo la tecnica dell'alfabeto muto. Oggi può sembrare sbalorditivo che in tal modo Helen, senza aver prima imparato a parlare, potesse cominciare a stabilire dei collegamenti mentali tra le percussioni delle dita di Anne sulla sua mano e la bambola.

I progressi furono solo apparenti. I miglioramenti finivano con l'incontrare una barriera apparentemente insormontabile: Helen non riusciva a distinguere i sostantivi dai verbi. Per dirla molto semplicemente, Helen non riusciva per esempio a distinguere acqua (o latte) e bere.

L'improvvisa soluzione del problema avvenne quasi per caso. Anne Sullivan la descrisse molto sinteticamente in una breve lettera a un'amica;

*Siamo andate verso la pompa e ho messo sotto il bicchiere di Helen mentre ho aperto il rubinetto. Quando l'acqua fredda ha iniziato a scorrere e a riempire il bicchiere le ho sillabato la parola water sul palmo della mano che aveva libera. La parola che veniva così a seguire direttamente la sensazione dell'acqua fredda che scorreva sulla sua mano l'ha resa perplessa. Ha fatto cadere il bicchiere ed è rimasta immobile come una statua. I suoi lineamenti erano illuminati da una luce del tutto nuova. Ha sillabato per molte volte la parola water. Poi si è inchinata, ha toccato la terra e ha chiesto come si chiamasse; nello stesso modo ha indicato la pompa e il cancello...**ormai possedeva la chiave del linguaggio....***

La stessa Helen dirà molti anni dopo: .. *il mistero del linguaggio mi si rivelò in pieno.*"

Ma il linguaggio è una tecnologia? In parte sì e in parte no. E' in parte innato, vedi Helen, ma va anche appreso. E i bambini che non sentono parlare non lo apprendono.

Salimbene da Parma ci parla dell'esperimento di Federico II (con tre neonati lasciati del tutto soli: due morirono e uno impazzì), ma il racconto è identico a quello che fa Erodoto nel II libro, parlando del faraone Psammetico.

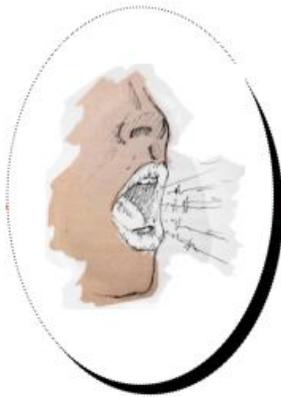
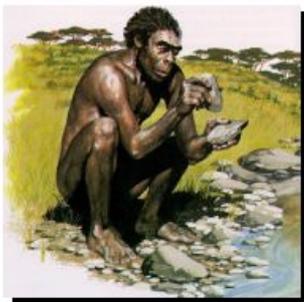
Comunque sia il linguaggio, benchè innato, va appreso.

***- e poi apparve un'altra grande tecnologia: la scrittura***

Anche Eschilo ne parla e la attribuisce a Prometeo. Sta di fatto che con la lingua scritta la tecnologia riceve un enorme impulso perché può essere non solo comunicata ma tramandata; diventa memoria: *μνημην απαντων*.

***e poi apparve un'altra grande tecnologia: la scrittura***

***la madre della scienza***



*καὶ μὴν ἀριθμὸν, ἔξοχον σοφισμάτων,  
ἔξηύρον αὐτοῖς, γραμμάτων τε συνθέσεις,  
μνημην ἀπάντων, μουσομήτορ ἐργάνην*

*Prometeo incatenato, 460-462*

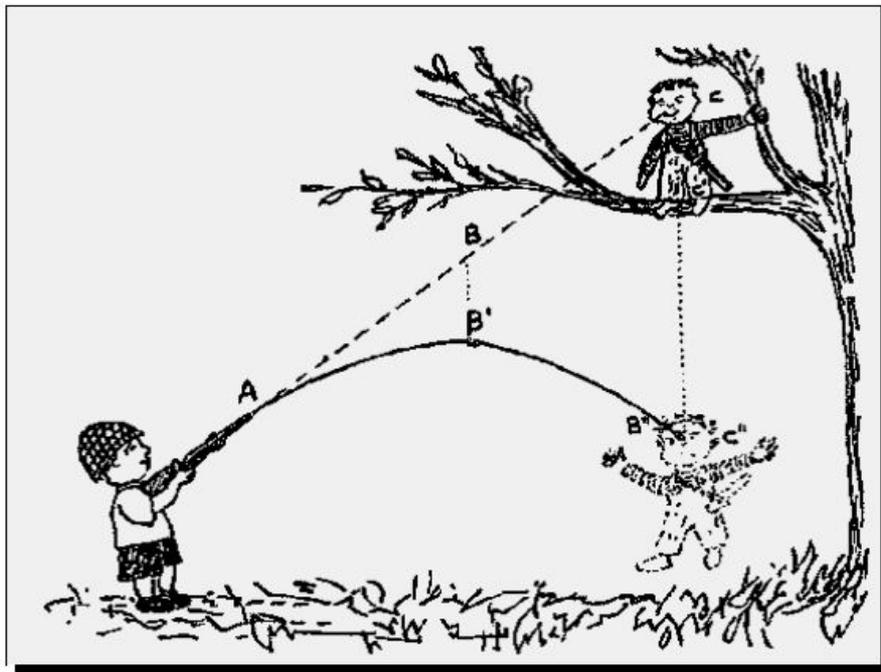
E la scrittura può diventare un formidabile strumento per modellare la realtà.

*- ma come si passa dalla cultura dei proiettili a i modelli?*

Centinaia di migliaia di anni di evoluzione (se non milioni) hanno perfezionato al massimo l'istinto, ossia la capacità di rispondere immediatamente a una situazione in realtà più complessa di quanto non appaia.

Per comprendere cosa sia la modellistica della realtà prendiamo questo semplice esempio di George Gamow (il vero padre del Big Bang).

**come si passa dalla cultura del proiettile ai modelli ?**



George Gamow, *The Great Physicists from Galileo to Einstein*, 1959

Se sparo con un fucile a un ragazzo fermo su di un ramo di un albero lo colpisco perfettamente in mezzo alla fronte e credo che sia solo una questione di mira.

Ma non è così. Quando sparo il ragazzo potrebbe farsi cadere e allora sembrerebbe che il proiettile non lo colpisca più con esattezza. E invece no.

Il ragazzo cade con una accelerazione (di gravità) identica a quella cui è sottoposto il proiettile: e quindi entrambi si muoveranno verticalmente della stessa lunghezza: e lo colpirò comunque.

Se invece di un fucile avessimo usato una cerbottana il fenomeno sarebbe stato molto più apparente.

L'uomo antico nulla sapeva di gravità, ma ovviamente si era dovuto adattare progressivamente tra successi e sconfitte: ma non sapeva modellare.

Ci voleva qualcuno che capisse profondamente il concetto della modellazione. Come già detto, il mondo è la totalità dei fatti. Noi ci facciamo immagini dei fatti. L'immagine logica del fatto è il pensiero.

Ecco il momento in cui dalla tecnologia, che non è comprensione ma utilizzo della natura, si passa alla scienza, che è comprensione dei fenomeni.

In questo momento, e lo vedremo meglio, il mondo occidentale prende il largo, e la Cina che era ancora il paese tecnologicamente più evoluto perderà alcuni secoli di progresso.

E' uno scenario incredibilmente complesso che cercheremo di semplificare al massimo.

L'artefice della rivoluzione scientifica è ovviamente Galileo Galilei.

***- come scrivere non il parlato ma il pensiero ?***

La grande intuizione di Galileo è che per modellare i fenomeni naturali, per poterli comprendere, occorre un linguaggio diverso da quello naturale, una lingua che tenga conto della struttura dei fatti che sono relazioni, forme, operazioni, ... intrinseche alla natura stessa.

Bisogna fare molta attenzione perché Galileo era un neoplatonico, che credeva in sostanza in un tessuto matematico della realtà, una lingua propria a quest'ultima, della quale anche noi ci saremmo dovuti servire per descriverla.

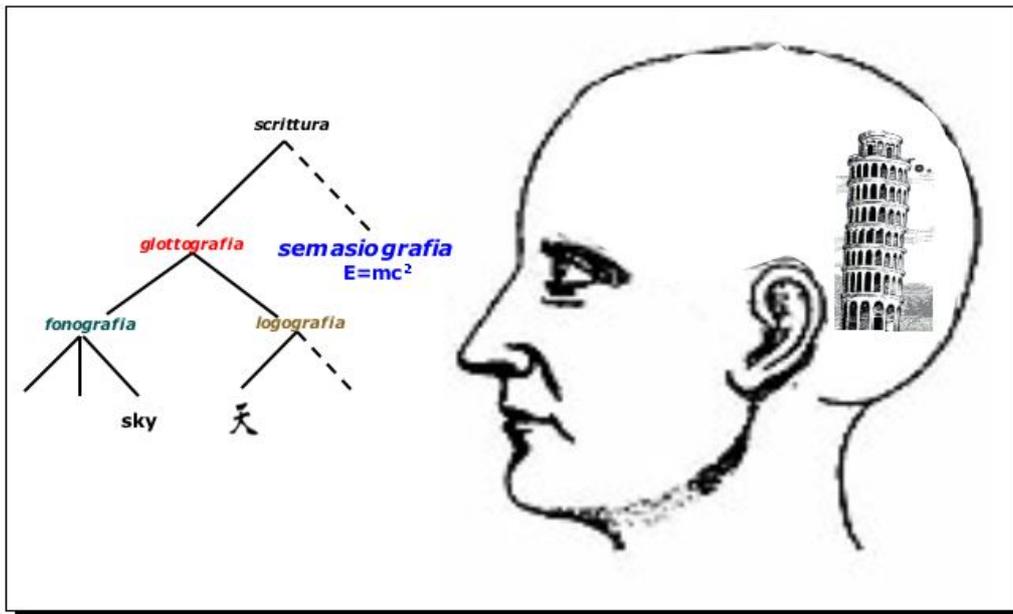
Non c'è dubbio che il lancio di una pietra possa essere descritto dall'equazione di una parabola che in qualche modo ci può far prevedere come tempi e spazi si relazionino nel lancio stesso.

Adesso ci sono alcune cose da dire. Il lancio avviene, ma il modello della parabola è nella nostra mente, fatto di connessioni cerebrali che potremmo esplicitare scrivendo una formula, ovvero un'equazione. Ma cosa avviene realmente in natura...

Galileo non era capace di completare la sua analisi. Non ha mai scritto un'equazione. Dei due grandi rami della matematica conosceva bene la geometria, ossia la disciplina che si occupa delle forme nello spazio e delle loro possibili relazioni (aveva letto gli *Elementi* di Euclide tradotti in italiano da Niccolò Fontana (Tartaglia)), ma non conosceva l'algebra, ossia la disciplina che si occupa di insiemi di entità e di operazioni atte a trasformare dette in entità in altre dello stesso insieme: per esempio l'aritmetica dei numeri naturali.

**e come scrivere non il parlato ma il pensiero?**

### **il ruolo di Galilei**



**occorre un linguaggio diverso che apre la strada alla scienza**

C'è da dire che l'algebra stava nascendo proprio allora. Il formidabile contributo degli italiani da Fibonacci, a Scipione del Ferro, a Tartaglia, a Cardano, a Luca Pacioli, a Bombelli,...aveva gettato le basi per la grande rivoluzione dell'analisi matematica che sarebbe nata poco dopo con Cartesio, Newton e Leibniz.

Allora sì che sarebbe stato possibile costruire modelli planetari realmente funzionanti, predire con esattezza fenomeni inspiegati, ...

Il punto chiave è che per ragionare di scienza bisogna poter costruire concretamente i modelli e per fare questo serve una lingua scritta.

Ma le lingue note erano più o meno tutte glottografiche, ossia trascrivevano i suoni delle parole che componevano la frase. Tutt'altra cosa è descrivere quella che Wittgenstein chiamava un'immagine logica di un fatto.

Le lingue glottografiche, poi, possono essere fonografiche o logografiche. Quando un inglese parla del cielo dice *sky*, un cinese dice *tian*. Sky riproduce i suoni della parola, tian riproduce la parola detta ma rappresentandola con un segno che per sua natura non è fonetico, ma ideografico. Un omino tagliato, 天 che è un uomo che guarda l'orizzonte, ossia il cielo! Un po' come il segnale stradale di divieto di transito; si sa cosa significhi ma non è una parola.

La lingua di cui aveva intuito l'esistenza Galileo era altra cosa e la sua rapida acquisizione da parte del mondo occidentale ha fatto sì che la Cina arretrasse culturalmente.

La semasiografia è la lingua delle immagini concettuali, e queste potrebbero essere formule, ossia vere e proprie ricette, per calcolare qualcosa, ossia algoritmi.

La celeberrima equazione  $E=mc^2$  è molto più di una semplice affermazione, è uno strumento di calcolo col quale posso deterministicamente prevedere un certo fenomeno.

Che questa lingua sia intrinseca alla natura è qualcosa che non sappiamo. Qualche neoplatonico pensa che sia preesistente, qualcun altro pensa che sia una costruzione della mente umana.

Ma potremmo prendere da Einstein un ulteriore esempio per vedere quanto sia potente il linguaggio semasiografico.

La prodigiosa costruzione intellettuale di Einstein del 1915, che prende il nome di teoria della relatività generale, potrebbe essere in un certo senso riassunta, in maniera un po' azzardata, in un'unica equazione, più complessa di  $E=mc^2$ , ma comunque abbastanza comprensibile con un po' di riflessione:

$$G = 8\pi G/c^4 T$$

La lettera  $G$  che compare a sinistra rappresenta la descrizione della curvatura dello spazio-tempo. La lettera  $T$  a destra rappresenta la descrizione della massa e dell'energia nella parte di spazio tempo-considerato.  $T$  è in sostanza un insieme di istruzioni (viene tecnicamente denominato un tensore, come  $G$ ) che descrive dove si trova una certa massa, quante vale, se è ferma o in rotazione...  $G$  allora, in funzione di  $T$ , dirà come un oggetto si muoverebbe in uno spazio-tempo così distorto.

Quanto detto è ovviamente tutt'altro che semplice da comprendere, eppure questo linguaggio permette di fare precise previsioni del fenomeno cui si è accennato.

Non è una lingua retorica, ma una lingua algoritmica che permette appunto di costruire modelli di funzionamento della realtà.

Sta di fatto che dentro a questa lingua c'è molto di più di quanto uno non possa immaginare. Facciamo un esempio.

Quando Einstein nel 1915 scrisse le sue equazioni del campo gravitazionale, ossia quando formulò i principi della relatività generale, non aveva assolutamente immaginato che dentro a quelle equazioni si nascondessero delle realtà fisiche del tutto sconosciute, come i cosiddetti buchi neri, che ormai, individuati con certezza, continuano a proporre, dopo oltre cento anni, fenomenologie di difficilissima comprensione.

Quindi per comprendere la natura bisogna parlare e scrivere in un linguaggio ad essa conforme, la semasiografia, che è il linguaggio dei concetti.

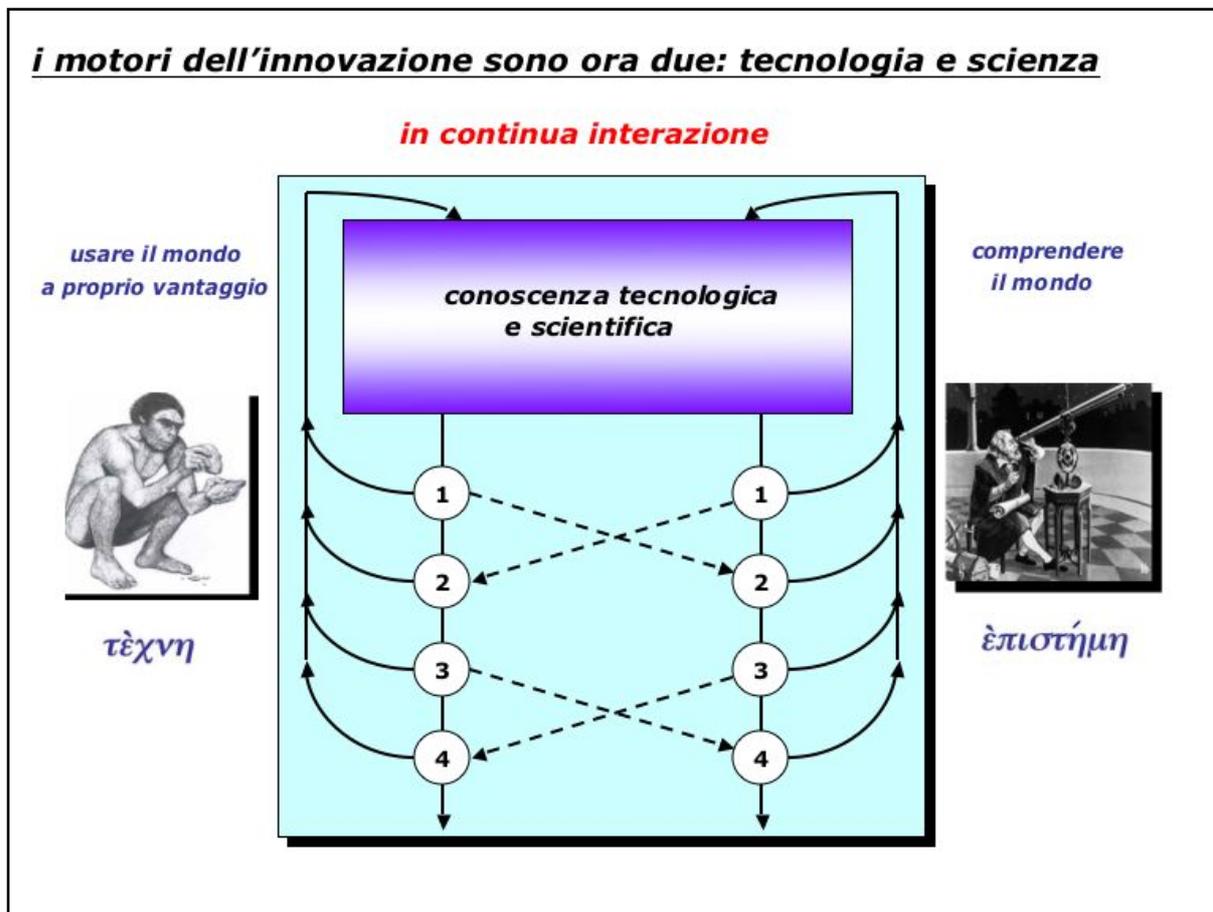
Allora diventa possibile una reale modellazione della natura e quindi si può fare scienza.

**- i motori dell'evoluzione culturale sono ora due; tecnologia e scienza**

A partire dal Seicento tecnologia e scienza esplodono in un reciproca interazione che finisce col creare un'immensa tecnostuttura nella quale ci troviamo oggi immersi, e che continua a evolversi.

Ma siamo culturalmente adeguati a usare questo nuovo linguaggio universale, ci è naturale, si creano forse delle divisioni culturali...?

Che predisposizione abbiamo alla semasiografia, ossia a gestire forme nello spazio o entità (diciamo numeri) nell'algebra?



**- Kant aveva ragione**

Alla fine del Settecento gli empiristi inglesi sostenevano che nel cervello non vi fosse nulla che non provenisse da fuori. E Kant ribatteva: *nulla, tranne il cervello stesso!*



I numeri delle ripetizioni di sequenze acustiche (come tu-tu-tu..., o anche ra-ra-ra-ra..., ovvero tuuuu-tuuuuuu..., e ancora raaaa-raaaa-raaaa...) variano tra quattro e diciotto e sullo schermo appaiono, in corrispondenza, o senza corrispondenza, quattro triangolini gialli, oppure sei o dieci cerchietti rosa e così via.

Si può quindi pensare, come pensava Kant, che il cervello umano sia pre-organizzato sin dalla nascita per fare tali abbinamenti, e questo ormai non ci stupisce.

Ma possiamo fare anche un'altra osservazione.

Culture del tutto indipendenti, come quella greco-classica e quella cinese, più o meno nel terzo secolo avanti Cristo, erano arrivate in via indipendente al fondamentale teorema di Pitagora, pur dandone una spiegazione differente.

### ***- erppure anche per un esercizio apparentemente banale***

E ancora oggi la geometria euclidea viene insegnata ai ragazzi, all'inizio dell'adolescenza, proprio per prepararli a una forma di ragionamento apparentemente innaturale. Con la geometria euclidea, dato un certo numero di premesse e di regole è possibile dedurre teoremi tutt'altro che intuitivi. Ma per fare ciò occorre essere fantasiosi e disciplinati: caratteristiche in un certo senso antitetiche.

Non è irrilevante notare che servirebbe una popolazione di insegnanti adeguati per un compito così difficile com'è quello di creare le basi di una migliore alfabetizzazione matematica. L'insegnamento della matematica è molto più complesso di quanto si immagini perché richiede un tipo di ragionamento che probabilmente non è stato ancora del tutto acquisito geneticamente, nonostante quanto detto finora.

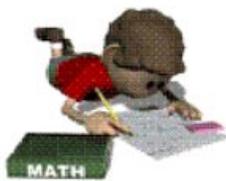
E' apparso da una decina di anni un libro della studiosa cinese Liping Ma, dal curioso titolo "*Knowing and Teaching Elementary Mathematics, Teachers' Understanding of Fundamental Mathematics in China and the United States*". Sostiene Liping Ma che gli insegnanti cinesi, pur meno colti dei loro colleghi americani, sono in realtà molto più vicini ai loro giovani allievi; non insegnano in modo essenzialmente procedurale, ma cercano di far comprendere l'essenza dei meccanismi di ragionamento che permettono di eseguire correttamente le quattro operazioni elementari dell'aritmetica. In realtà sembrano conoscere l'aritmetica meglio dei loro colleghi americani.

E' questo un aspetto importante cui è bene accennare perché ci consentirà di comprendere meglio uno strano paradosso di cui parleremo tra un momento.

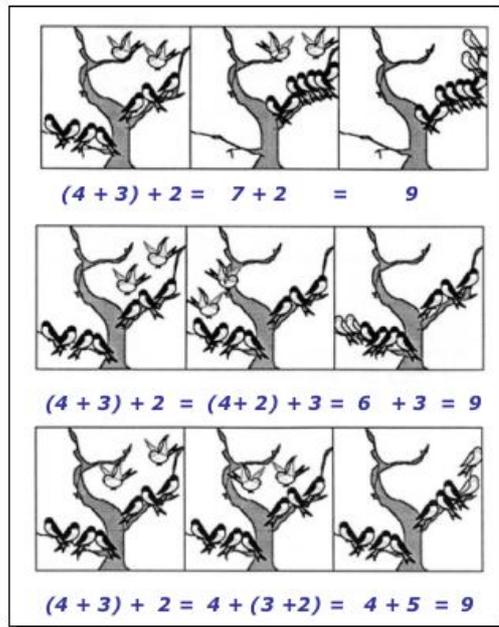
Liping Ma ha anche detto che nelle sue interviste gli insegnanti americani hanno dimostrato di non conoscere bene le formule dell'area e del perimetro di un rettangolo, di non sapere che l'algoritmo in colonna della moltiplicazione sfrutta la proprietà distributiva della moltiplicazione, di essere incapaci di calcolare la divisione, di non avere cognizione della rete delle connessioni logiche che fa sì che l'aritmetica sia così importante nelle scuole elementari.

**eppure anche un esercizio apparentemente banale...**

*mostra quanto sia ancora lunga la strada da percorrere per saper modellare*



**occorre iniziare presto e bene**



fonte: Liping Ma, *Knowing and Teaching Elementary Mathematics*

**- i test PISA**

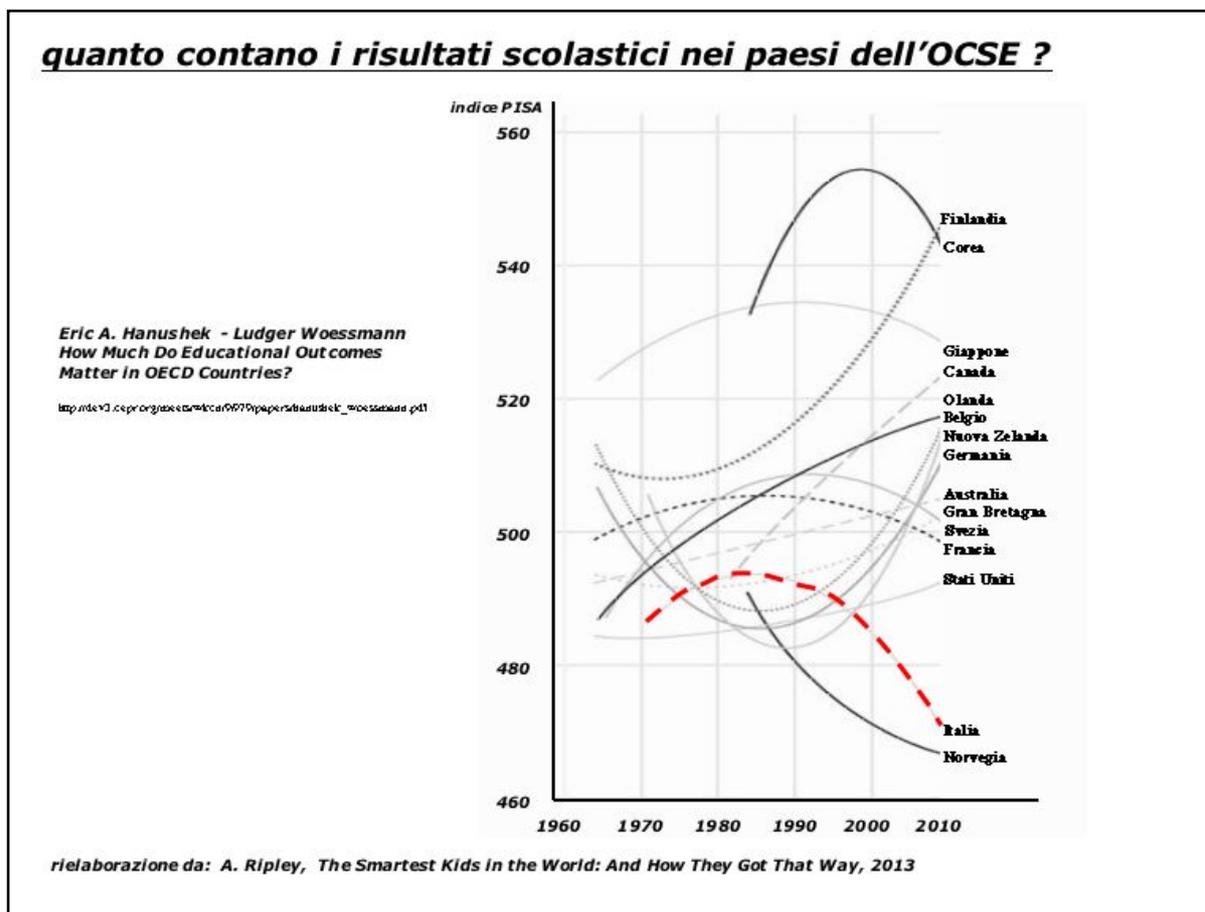
I cosiddetti test PISA fanno parte di progetto avviato nel 2000 che è stato sviluppato collegialmente dai paesi partecipanti e indirizzato alle scuole per ragazzi di età intorno ai 15 anni.

L'indagine valuta in che misura gli allievi prossimi alla conclusione dell'obbligo scolastico abbiano acquisito alcune delle conoscenze e delle abilità essenziali nel loro corso di studi.

L'indagine è stata effettuata in 43 paesi nella prima valutazione nel 2000, in 41 paesi nella seconda valutazione nel 2003, in 57 paesi nella terza valutazione nel 2006 e una sessantina nel 2009. Le prove hanno come destinatari, tipicamente, fra 4.500 e 10.000 allievi in ogni paese. Ogni studente partecipa ad un test scritto della durata di due ore.

Una analisi dell'indagine del 2003 ha mostrato che non necessariamente i paesi che spendono di più nell'educazione hanno risultati migliori. Gli USA hanno una spesa per l'istruzione relativamente elevata ma risultati non eccelsi e più o meno simili (2012) a quelli dell'Italia.

Questo fenomeno è stato esaminato recentemente da Amanda Ripley in un libro di grande successo (*The Smartest Kids in the World*) nel quale si sostiene che, invece di cercare di decodificare un tipo di insegnamento ad alte prestazioni attraverso complesse valutazioni, sarebbe molto più utile avere insegnanti meglio addestrati e più soddisfatti.



Ma la cosa che sorprende sono i risultati dei cinesi di Shanghai. Nel 2012 hanno ottenuto un punteggio equivalente a 612, ossia quasi 150 punti più degli italiani o degli americani, che si collocano intorno a 489.

Ci troviamo di fronte a un apparente paradosso.

Nel XIII secolo viaggi di Ibn Batuta e di Marco Polo avevano mostrato all'Occidente una Cina tecnologicamente molto più evoluta: povere da sparo, carta, bussola, sistemi idrici, fuochi d'artificio, seta e molto altro.

Ma, come già detto tecnologia e scienza sono due cose diverse. Si può essere ottimi tecnologi senza essere scienziati, ossia si può agire sul mondo anche senza comprenderne le leggi.

E questo apparente paradosso ha portato la Cina, nell'epoca Ming, a confrontarsi con un'Europa nella quale stava avvenendo una vera rivoluzione, ossia l'avvento della scienza.

E' noto che alla fine del Cinquecento un grande pensatore gesuita, Matteo Ricci, si era

recato in Cina nell'ambito di un programma di evangelizzazione di quella grande nazione.

Tra le tante cose che fece, tradusse in cinese anche i primi sei libri degli *Elementi* di Euclide, perché pensava che proprio attraverso un percorso intellettuale rigoroso l'uomo cinese potesse avvicinarsi al Dio cristiano.

Ricci si rivolse soprattutto alle élite culturali cinesi e riuscì ad entrare nella cerchia dell'imperatore. Sarebbe troppo complesso esaminare una vicenda così ampia e piena di fatti e sfumature.

Gli studiosi moderni che hanno esaminato da vicino la vasta documentazione cinese sulla impresa scientifica dei gesuiti in Cina sono in disaccordo su come interpretare gli sforzi cinesi per dominare nei loro propri termini quello che loro chiamavano cultura occidentale (Xixue)

Da un lato, Nathan Sivin (*The Way and the Word: Science and Medicine in Early China and Greece*) sostiene che i gesuiti, negando la conoscenza del sistema copernicano, di fatto non abbiano introdotto la scienza moderna in Cina.

Secondo Sivin, non solo i gesuiti non hanno tradotto qualsiasi opera di Copernico e Galileo, Keplero e Newton, Cartesio e Huygens, ma hanno anche semplificato e riscritto i testi di astronomia occidentale per conformarsi alle loro priorità di natura religiosa.

Questo ha anche voluto dire una sostanziale ignoranza di quella lingua semasiografica, essenziale per la scienza, che l'algebra e l'analisi infinitesimale stavano sviluppando in Europa con enorme impeto.

In sintesi, secondo Sivin, il primo incontro della Cina con la scienza moderna occidentale era incompleta a causa di un errato approccio dei gesuiti. Basti aggiungere che la versione cinese degli *Elementi* di Euclide era parziale e priva di quasi tutti i ragionamenti dimostrativi, limitandosi per lo più alle enunciazioni dei vari teoremi.

L'altro campo di esperti moderni ha posto l'accento sulle preoccupazioni comuni e condivise dei missionari e dei loro interlocutori cinesi, ma ha visto nella sostanziale incompatibilità della visione del mondo il fattore che ha realmente inibito ulteriormente sviluppo scientifico in Cina.

C'è infine una scuola di pensiero (soprattutto Kenneth Pomeranz, *La grande divergenza*) che vede nella sostanziale crisi economica (agricola e materie prime) che aveva colpito la Cina la causa del suo arretramento culturale.

In realtà solo nella seconda metà dell'Ottocento (e dopo la rivolta dei Boxer) avvenne in Cina qualcosa di realmente innovativo.

Si pensi per un momento che i cinesi ancora nel 1850 non utilizzavano la numerazione posizionale indiana e non avevano competenza di algebra.

Nel 1864 un missionario protestante, Calvin Wilson Maater, raggiunse la Cina e riuscì dopo breve tempo a raccogliere un piccolo gruppo di studenti, solo sei bambini, che nel tempo sarebbero diventati centinaia, e la sua scuola un vero college.

Con grande cura, CVM costruì tutti i tipi di "problemi pratici" che in modo naturale si adattassero alla vita sociale ed economica cinese, così che gli studenti potessero facilmente trarre beneficio dal contenuto del libro. Scrisse persino dei libri di aritmetica, di algebra e di geometria che ebbero un'enorme diffusione. Questa era l'alba della moderna didattica nella matematica cinese.

Non dovremmo dimenticare che una cosa simile, e ben più articolata, l'aveva fatta nel 1202 per l'Italia, e quindi per l'intera Europa, Leonardo Pisano (Fibonacci) col suo straordinario *Liber Abaci* (ristampato da Springer dopo esattamente 700 anni).

Il contributo di Maater è quindi un fondamentale contributo dell'ingegno e della cultura europea (e italiana) alla moderna evoluzione della Cina.

Ma resta una cosa su cui riflettere. Mentre la scienza europea stava esplodendo, soprattutto attraverso la visione galileiana e attraverso una profonda evoluzione della matematica, sia nella geometria sia nella nascente analisi infinitesimale, la Cina restava ferma su posizioni più o meno medioevali. In sostanza in Cina la lingua semasiografica non aveva fatto il suo pieno ingresso.

Occorreva invece partire dal basso, da semplici testi con semplici operazioni, (come aveva fatto Fibonacci) che è proprio quello che tre secoli dopo fece Calvin Maater, lui sì rivoluzionando veramente la matematica cinese e creando quindi le basi per una futura esplosione intellettuale, che è proprio quella cui stiamo assistendo.

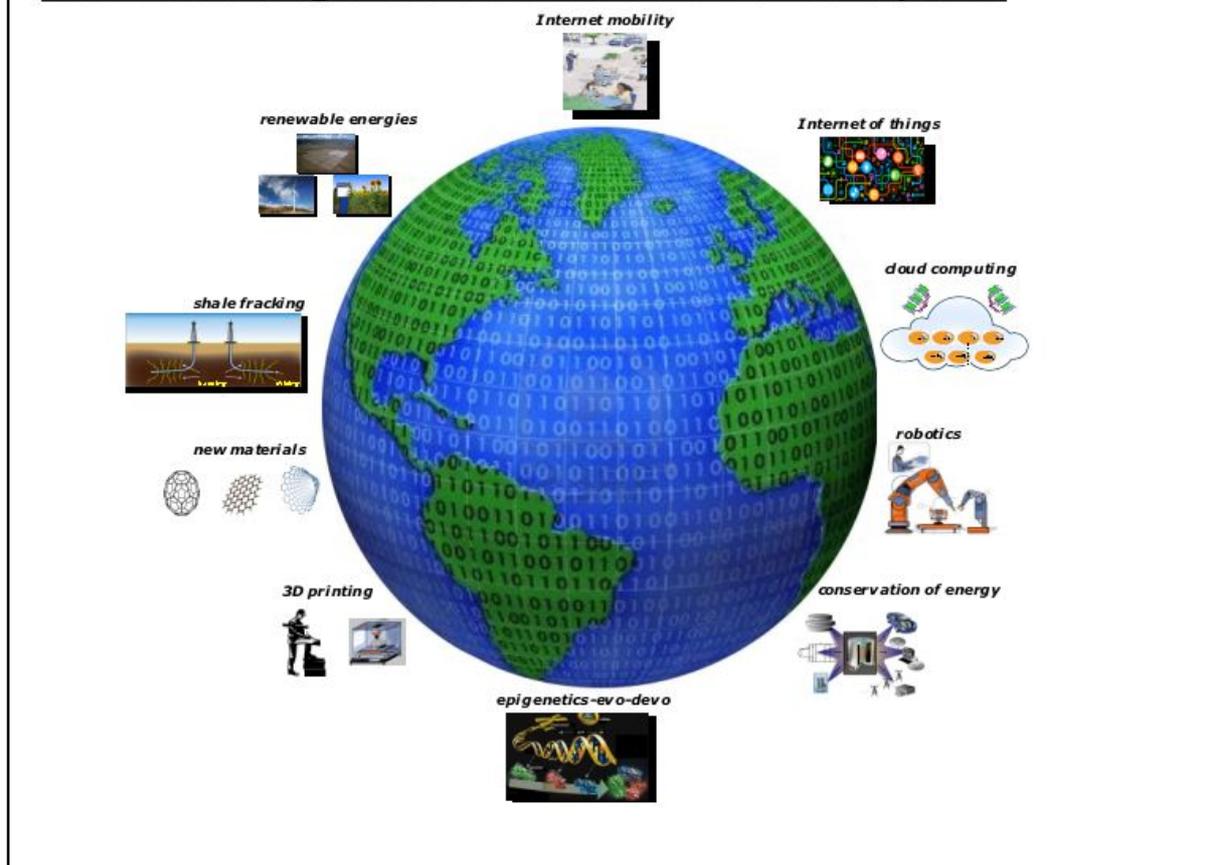
### ***- l'evoluzione tecnologica***

Anche a una semplice occhiata si comprende quante siano attualmente le diverse tecnologie in evoluzione e quanto ciascuna di esse possa essere complessa.

Come trarne partito?

Attraverso un più elevato e diffuso livello di alfabetizzazione matematica, ossia di capacità di modellazione dei fenomeni: noi ci facciamo immagini dei fatti. L'immagine logica del fatto è il pensiero!

## le sfide tecnologiche che ci attendono non sono poche



### **- Goethe e Feynman**

In un discorso sul tema di cosa sia la scienza, tenuto nel 1966, al 15mo meeting annuale della National Science Teachers Association, a New York, Richard Feynman, forse dopo Einstein il più grande fisico teorico del XX secolo, esordì con un breve racconto personale, molto significativo nel contesto di quanto detto finora. Feynman raccontò quanto segue:

*«Ero piccolissimo e mangiavo seduto sul seggiolone. Mio padre aveva acquistato, da qualche parte a Long Island, una partita di vecchie piastrelle da bagno, di forma rettangolare. Giocavamo: le mettevamo in piedi l'una vicina all'altra, e io avevo il permesso di spingere l'ultima e guardare tutta la costruzione che cadeva.*

*Poi, il gioco si complicò. Le piastrelle avevano colori diversi. Io dovevo disporre una bianca, due blu, una bianca, due blu... (Già riconoscerete la solita subdola astuzia: lo fate divertire per un pò, poi poco per volta passate al gioco educativo).*

*«Lascialo giocare in pace, povero bambino. Se gli piace quella blu, che la prenda pure» disse mamma, con aria protettiva.*

*«No, voglio che faccia attenzione alle regolarità» replicò mio padre. «E la sola cosa che a questa età gli possa insegnare e che abbia un significato matematico».* (il grassetto è mio!)

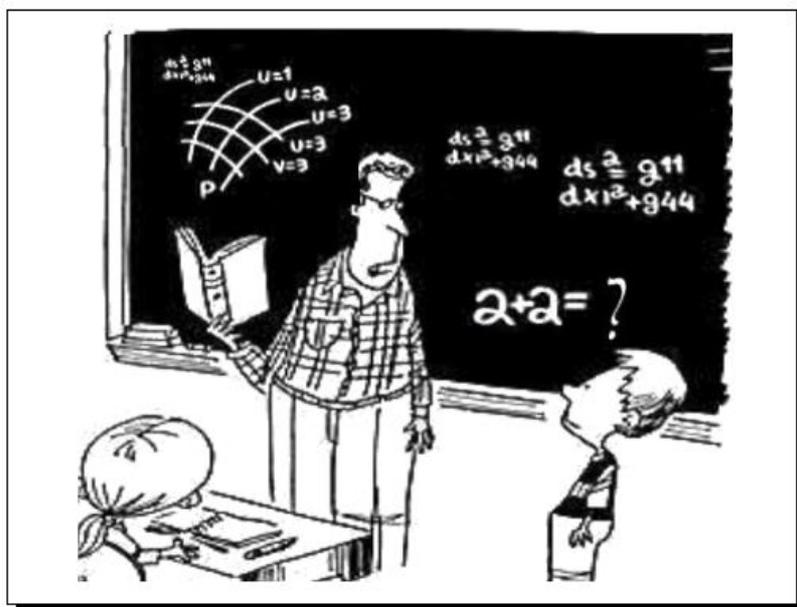
*Se il tema della conferenza fosse stato «Che cos'è la matematica?», vi avrei già risposto. La matematica è la ricerca di regolarità nelle strutture (pattern).»*

Feynman aggiunse anche che già all'asilo il suo insegnante era rimasto stupito delle sue capacità e ne aveva parlato col padre.

## se i bambini crescessero come accennano avremmo solo dei geni

Goethe, *Poesia e verità, II libro*

*Albert, smetti di giocare e rispondi alla mia domanda, quanto fa 2+2 ?*



Abbiamo detto che per descrivere il mondo serve un linguaggio matematico per il quale siamo tutti più o meno predisposti, chi più chi meno.

Si tratta attivare correttamente le relative funzioni cerebrali che tutti i bambini in generale possiedono.

I bambini hanno un'intelligenza straordinaria, che l'adulto non riesce a comprendere e troppo spesso tratta il bambino come se quest'ultimo fosse un adulto in miniatura.

In realtà la capacità di apprendimento di un bambino, frutto di una lunga evoluzione biologica, lo porta ad avere delle formidabili finestre di apprendimento, che tuttavia restano aperte per un breve periodo, trascorso il quale si richiudono.

Del resto che sia così lo mostrano gli stessi meccanismi di memoria. A settant'anni si ricordano dettagli dell'esame di maturità, o del primo bacio, o del primo goal... Ma già a quindici anni non si ricorda più chi e cosa si era a 4 anni: il cervello si è già modificato e con esso la memoria.

I bambini sono il vero patrimonio di una società che dovrebbe quindi educarli nel miglior modo possibile.

Wolfgang Goethe diceva: *se i bambini potessero crescere secondo le loro disposizioni naturali avremmo soltanto dei geni.*

Le sfide tecnico-scientifiche che l'umanità dovrà affrontare richiedono un profondo riesame delle tecniche di insegnamento infantile.