

Ideae ante Verba

Il linguaggio può esprimere in maniera inequivocabile il nostro pensiero?

Il problema dell'espressione delle proprie idee al di fuori della sfera concettuale delle nostre sinapsi ha sicuramente rappresentato, per qualsivoglia tentativo di comunicazione interpersonale, tanto una necessità quanto un problema che ha richiesto da sempre, per una migliore risoluzione ad entrambe le motivazioni, approcci teorici e tecnici da parte degli esseri umani.

Difatti la comunicazione è tutto nella vita sociale e ciò, a dire il vero, non rappresenta di certo una novità per la natura, che ha basato sulle più disparate forme informative trasmissibili la sopravvivenza e l'evoluzione stessa delle specie.

La comunicazione nelle specie vegetali

Apparentemente, poiché non abbiamo sensori naturali per percepire i segnali chimici ed elettrici emessi dalle piante ci è sempre sembrato che queste fossero incapaci di comunicare. In realtà non è così: difatti la ricerca ha dimostrato che, sebbene in modo sostanzialmente diverso dalle specie animali, anche quelle vegetali possiedono informazioni trasmissibili alle altre. Queste includono appunto segnali chimici, elettrici e meccanici, che vanno a costituire una rete di comunicazione diretta e indiretta: sono stati infatti rilevati molteplici composti organici volatili che vengono propagati nell'ambiente in risposta ad attacchi da parte di insetti od altri agenti patogeni. Quando vengono percepiti dalla flora circostante, si attiva un meccanismo di difesa a catena che protegge l'intera piantagione, fenomeno noto come "comunicazione chimica tra piante".

In modalità diretta è stato dimostrato ad esempio che gli alberi sono in grado di generare segnali elettrici attraverso la rete radicale e vascolare, i quali vengono utilizzati per trasferire informazioni su condizioni ambientali o risorse disponibili. Questo fenomeno, sebbene coinvolga principalmente la propagazione di tali impulsi all'interno dello stesso tronco (permettendo il coordinamento di risposte fisiologiche e comportamentali a livello locale), può estendersi anche nel terreno: tali segnali sono infatti rilevabili da altri appartenenti alla specie nelle vicinanze. Questo può avvenire anche in modalità meccanica: difatti i sensori trasmettitori reagiscono al tocco o al movimento emettendo risposte elettrochimiche percepibili dal fogliame in prossimità.

Nella comunicazione indiretta si sono rilevati reagenti rilasciati dalle foglie mangiate da parassiti o predatori, a cominciare dagli stessi tessuti recisi che vengono trasportati dal vento, fino alla produzione di specifiche tracce chimiche in risposta al danno: una volta captate dalla piantagione si attivano una serie di risposte di difesa nelle zone limitrofe, anche se non sono state ancora direttamente aggredite. Si è infatti osservato :

- Aumento della produzione di sostanze tossiche per parassiti o predatori.
- Attivazione del sistema di difesa innato: questo comprende una serie di risposte come la produzione di fitoalessine (composti aromatici antimicrobici), sintesi di proteine antiparassitarie e segnali elettrici che stimolano una propagazione difensiva preventiva in tutta l'area di ricezione.
- Produzione di composti resinosi o latticini che ostacolano meccanicamente attraverso la viscosità o tossicità l'accesso alle foglie danneggiate.
- Richiamo di predatori naturali: emissioni di richiami olfattivi che attirano uccelli predatori dei parassiti, contribuendo così ad aumentare la protezione non solo della specie infestata ma di tutta la macchia, metodo particolarmente efficace nelle zone boschive.

Tutto questo ha sicuramente garantito, a livello evolutivo, una maggiore resilienza e adattabilità alle mutevoli condizioni ambientali ed alle risorse, garantendo la sopravvivenza delle specie giunte fino ai giorni nostri.

La comunicazione nelle specie animali

Le forme comunicative nel mondo animale sono molteplici e dalle modalità più disparate: si cita qualche esempio, a funzione di breve prospetto, su quanto siano complessi ed elaborati tali meccanismi, i quali tutt'ora sono oggetto di studi, in quanto non ancora del tutto compresi o decodificati.

- La danza delle api (*Apis mellifera*) è un esempio di alto livello comunicativo utilizzato da questi insetti sociali per indicare la distanza e la direzione di fonti di cibo attraverso movimenti coreografati all'interno del loro alveare. È altresì fondamentale il suo utilizzo nel tracciare la mappa dei potenziali punti di interesse geolocalizzati durante l'importante fase della sciamatura, dove le api esploratrici tracciano la mappa da seguire per far raggiungere alle altre il luogo migliore nel quale si costruirà un nuovo alveare.

- Nelle formiche (Famiglia Formicidae), il contatto delle antenne è essenziale: vengono infatti rilasciati feromoni dalle ghiandole mandibolari che vengono percepiti dalle altre appartenenti alla stessa colonia, trasmettendo informazioni sull'appartenenza al formicaio, il cibo, il pericolo o la presenza della regina. Nella sottofamiglia delle tagliafoglie (Genere *Atta*) le formiche comunicano attraverso segnali chimici rilasciati durante il taglio delle foglie (da cui il nome) e durante la costruzione di nuovi nidi sotterranei. Questi composti chimici permettono alle formiche di coordinare le attività di raccolta, difesa e riproduzione all'interno della comunità.

- Gli ultrasuoni emessi dai pipistrelli (Ordine Chiroptera) sono utilizzati per la caccia e la comunicazione all'interno delle colonie. Queste vibrazioni ad alta frequenza permettono ai pipistrelli di navigare, individuare prede e comunicare con i loro simili la presenza di eventuali ostacoli od intrusi nel loro territorio.

- Gli uccelli canori come il pettirosso (*Erithacus rubecula*) utilizzano il canto per stabilire il proprio territorio, attrarre un compagno o avvertire di potenziali minacce. Questo tipo di comunicazione vocale è molto complesso, in quanto include variazioni di tono, lunghezza e intensità: un vero e proprio linguaggio in fase di studio da parte di biologi ed allevatori.

- Gli elefanti (Famiglia Elephantidae) comunicano attraverso una combinazione di segnali visivi, tattili e acustici: utilizzano infatti potenti trombe per chiamare i loro compagni o per segnalare pericoli imminenti; tali barriti sono inoltre in grado propagarsi attraverso il terreno in forma di vibrazioni, in quanto percepibili da altri appartenenti al branco per la comunicazione a lunga distanza.

- I delfini (Famiglia Delphinidae) utilizzano una serie di suoni complessi e vocalizzazioni per comunicare tra loro e coordinare attività di caccia. Questi mammiferi marini sono in grado di emettere suoni ad alta frequenza in grado di propagarsi in maniera ottimale attraverso l'acqua e possono essere uditi a distanze scientificamente provate fino a 20 chilometri.

- Le balene (Ordine Cetacea) comunicano attraverso canti lunghi e complessi che possono durare anche diverse ore. Questi suoni vengono utilizzati per il corteggiamento, la navigazione, la ricerca di cibo e per mantenere il contatto con gli altri membri del gruppo. Menzione particolare per la loro capacità di emettere frequenze di eccezionale propagazione: i ricercatori (utilizzando idrofoni spesso riadattati dal loro uso militare, originariamente utilizzati per tenere traccia dei sottomarini) hanno scientificamente dimostrato una capacità di diffusione fino a 3000 chilometri, non escludendo che tale distanza possa essere perfino superiore, ovvero diramarsi da una sponda all'altra dell'oceano. Oltre a fornire informazioni sulla composizione dei canti, i dati hanno permesso inoltre di seguire i percorsi migratori durante la stagione dell'accoppiamento (definita appunto "canora"). Proprio in virtù della complessità di tali meccanismi, che hanno segnato l'evoluzione di questi antichissimi mammiferi, l'opinione scientifica è propensa a credere che tale peculiarità vada ben oltre la comprensione attuale e svolga una funzione fondamentale e vitale per la sopravvivenza della specie dei cetacei stessi. Non a caso tale sistema comunicativo è stato scelto, in virtù della sua unicità e funzionalità, tra le tracce sonore memorizzate nel disco "Voyager Golden Record", spedito nello spazio nel programma Voyager.

La comunicazione nei primati

Spostiamo ora il discorso ai primati non umani: la specie che più si avvicina alla nostra, come scimmie, gorilla, scimpanzé, bonobo, oranghi ed altri: questi possiedono sistemi di comunicazione estremamente complessi e variegati, rivestendo ovviamente un ruolo fondamentale nelle interazioni sociali, nelle dinamiche di gruppo e nel mantenimento delle relazioni all'interno delle comunità, includendo:

- Comunicazione vocale: molti primati utilizzano una varietà di vocalizzazioni per esprimere emozioni, necessità, minacce o per coordinare attività di gruppo. Ad esempio, i gorilla emettono vocalizzazioni basse e profonde per comunicare la loro presenza e il loro stato emotivo, mentre gli scimpanzé possono produrre una gamma ampia di suoni, compresi richiami di avvertimento, di allarme o di richiesta di aiuto.
- Comunicazione gestuale: ampiamente utilizzata tramite segnali meccanici degli arti per comunicare intenzioni, emozioni, dominanza o sottomissione. Gestualità come abbracci, carezze, posture di minaccia e riconoscimento del rango sociale sono importanti per la comunicazione all'interno dei gruppi sociali.
- Espressioni facciali: tali espressioni (comuni anche alla specie umana) sono spesso utilizzate dai primati per comunicare emozioni come la paura, la gioia, la rabbia o l'aggressività. Ad esempio, i gorilla possono allargare le labbra per esprimere una minaccia, mentre i bonobo possono sorridere per indicare un legame di assicurazione e cooperazione.
- Comunicazione olfattiva: molti primati utilizzano anche segnali olfattivi per comunicare informazioni sullo stato riproduttivo, lo stato di salute o l'appartenenza al gruppo. Gli oranghi, ad esempio, possono marcare il territorio con le ghiandole odorifere per comunicare la loro presenza o per stabilire confini territoriali.
- Comunicazione tattile: il contatto fisico reciproco è altrettanto fondamentale per la comunicazione, che oltre a favorire l'igiene e il benessere fisico rafforza i legami sociali e la coesione all'interno del gruppo.

Lo studio e la comprensione di questi diversi sistemi espressivi è fondamentale per capire le basi della comunicazione umana, essendo specie a noi affini. Difatti si è proprio partito dalle modalità usate dai nostri "cugini" per lo studio dell'evoluzione del linguaggio naturale, spaziando nel campo dell'antropologia, della primatologia e della biologia evoluzionistica. A data attuale diverse evidenze e studi scientifici supportano l'idea che la comunicazione tra primati non umani abbia giocato un ruolo significativo nello sviluppo per la nostra stessa evoluzione sociale. Teorie avvalorate dai seguenti studi scientifici:

- Teoria della comunicazione animale: studi condotti da ricercatori come Frans de Waal, Jane Goodall, Dian Fossey e altri primatologi hanno evidenziato le similitudini nella comunicazione gestuale, vocale, facciale e sociale tra primati non umani e umani. Queste similitudini suggeriscono che la comunicazione umana abbia radici evolutive comuni con quella di tutti i primati.
- Studio del linguaggio: studi condotti su scimpanzé e bonobo hanno evidenziato la capacità di questi primati di utilizzare suoni complessi per comunicare concetti e interagire con gli esseri umani. Questi studi, come quelli condotti da Herbert Terrace, hanno evidenziato che i primati possono imparare a comunicare mediante la ricezione e la modulazione di molteplici forme acustiche, aprendo la strada alla comprensione della base evolutiva del linguaggio umano, nonché all'evoluzione del nostro sistema vocale, che secondo alcuni ricorda da vicino i richiami degli scimpanzé, per le sue peculiari caratteristiche fonetiche.
- Aspetti cognitivi e sociali: scientificamente dimostrato come la comunicazione tra primati sia strettamente legata a processi cognitivi, mentali ed alle dinamiche sociali all'interno dei gruppi. Si è inoltre evidenziato quanto le loro dinamiche siano fondamentali nel comprendere gli stati mentali del gruppo, di cooperare, di condividere informazioni e di esprimere empatia, incorporando molti aspetti propri della comunicazione umana.

Gli strumenti di comunicazione umana

Da tutto questo emerge la realtà di fatto che la comunicazione non sia stata certamente "inventata" o "scoperta" dall'uomo, casomai si è cercato di adattare le nostre idee, sempre più articolate e complesse, agli strumenti comunicativi naturali di cui abbiamo da sempre, evolutivamente parlando, disposto. Non ci si deve stupire quindi se tali strumenti, essendo un retaggio del nostro passato evolucionistico, siano a volte tecnicamente non idonei ad esprimere pensieri complessi od astratti: difatti aumentando esponenzialmente le variabili che possano concettualizzare un'idea o un concetto, aumenta anche il numero di unità comunicative che dovremo utilizzare per la descrizione dello stesso. Se tale compito è affidato al linguaggio naturale, risulta quanto mai evidente che un compendio basico di parole non sarà più sufficiente a comunicare tale idea in maniera dettagliata. Difatti, nonostante la ricchezza e la complessità del linguaggio umano, ci sono situazioni in cui esso può risultare limitato nell'esprimere pensieri. Questo problema emerge quando si tenta di comunicare concetti che coinvolgono un'interconnessione descrittiva dettagliata e precisa. Poiché il linguaggio è costituito da un insieme finito di parole, può, in alcuni campi essere carente di aspetti e sfaccettature. Inoltre, la capacità del linguaggio di descrivere in maniera precisa concetti complessi è spesso limitata dall'ambiguità e dalla polisemia delle parole stesse, che possono essere interpretate in modo diverso da diverse persone o in altri contesti, dando luogo a malintesi e fraintendimenti: ovvero una molteplice interpretazione del pensiero e delle idee. Ci troviamo quindi costretti a compiere una scelta riguardo le parole da utilizzare e le modalità di organizzazione del discorso. Questa selezione e semplificazione dei concetti può portare a una perdita di unità informative, poiché parte della complessità e della suttilità del pensiero può andare persa nel processo di scelta delle parole e formulazione della frase.

L'inventiva umana ha cercato comunque di correre ai ripari, compensando la complessità e l'astrattezza dei concetti attraverso strumenti comunicativi più sofisticati e specializzati rispetto al linguaggio naturale, come ad esempio il linguaggio specialistico, la matematica, la logica formale, la rappresentazione grafica o la modellazione computazionale.

Ad esempio per descrivere un oggetto potremmo scomporlo in equazioni dimensionali da collocare in uno spazio (definito vettoriale, tecnica attualmente utilizzata nella computer grafica): più saranno i poligoni vettoriali vicini al numero di poligoni corrispondenti all'oggetto stesso più la sua resa sarà accurata all'oggetto reale. Se a tali poligoni si applica anche una colorazione quanto più fedele all'originale il risultato finale sarà non solo di gran lunga superiore a qualsiasi descrizione a parole che se ne possa fare, ma anche maggiore di un disegno, ritratto o fotografia, in quanto nessuna di queste forme descrittive si avvicina alla rappresentazione dell'oggetto stesso come quella poligonale, che rappresenta quindi meglio la realtà.

Come ulteriore esempio potremmo fornire la rappresentazione biologica di una forma di vita: potremmo ad esempio descrivere un'entità vivente attraverso la catalogazione completa di tutte le sue cellule in un dato momento del suo stato biologico. Potremmo anche andare ad un livello più basso integrando il suo genoma completo: in questo modo ne daremmo un quadro sicuramente più completo rispetto ad una qualsiasi scansione (radiografica, elettromagnetica o che dir si voglia) che, per quanto dettagliata, non si avvicinerrebbe alla catalogazione di livello precedentemente proposta.

Se unissimo tutte queste forme descrittive tecniche avanzate in una sola lunga equazione, avremmo sicuramente un sistema migliore per definire in maniera assai più precisa e meno equivocabile il mondo che ci circonda. Ovviamente tale sistema non si adatta neppure minimamente alla velocità di trasmissione delle nostre parole, stimata nella media di circa 100 – 120 parole preferibili al minuto oppure alla media di circa 200 – 300 parole scritte elaborabili al minuto dalla nostra mente. Da qui emerge la limitatezza e la primitività del nostro linguaggio come strumento di comunicazione moderno.

L'idea come unità informativa del pensiero

Tutto quanto prima disquisito, in ogni caso, non tiene conto che, di qualsivoglia natura o forma sia l'oggetto della nostra comunicazione, questo verrà necessariamente convertito dai nostri sensori (che fintantoché non ne avremo altri sono sempre vista, udito, tatto, olfatto e gusto), per farlo confluire nel nostro apparato sinaptico in ciò che definiamo "idea".

Molteplici sono gli studi e le ipotesi su cosa sia fisiologicamente un'idea, ovvero di quale base fisica o chimica sia essa composta: tuttavia, a data attuale, non disponiamo ancora della strumentazione necessaria alla sua misurazione, ovvero non abbiamo una concettualizzazione definita della stessa, né disponiamo dei mezzi per comprendere a livello cellulare-biologico di come l'insieme delle idee possa costituire il nostro pensiero cosciente. Ovviamente passi in avanti nella localizzazione del nostro pensiero ne sono stati fatti dagli albori delle civiltà ed è opinione scientifica comune che:

- Le idee della nostra mente sono il risultato di complessi processi neurali che avvengono nel nostro cervello; a livello biologico, sono l'espressione e l'interazione di cellule specializzate del sistema nervoso (i cosiddetti neuroni) che trasmettono segnali elettrici e chimici tra di loro attraverso sinapsi, ovvero le connessioni che permettono il passaggio di informazioni da un neurone all'altro.

- L'elettrofisiologia del cervello umano è un complesso (alcuni pensano sia di quanto più complesso esista in natura) sistema che si basa sulla comunicazione tra neuroni attraverso una serie di innumerevoli processi biochimici e biologici. La trasmissione dei segnali neurali avviene attraverso una combinazione di gradienti di concentrazione di ioni, potenziali d'azione e neurotrasmettitori, che agiscono sinergicamente per modulare l'attività neuronale e formare le basi delle idee nel cervello.

- I neuroni sono le unità funzionali del sistema nervoso e sono essenziali per la trasmissione dei segnali cerebrali. Sono composti da tre parti principali: il soma, l'assone ed i dendriti. Il soma contiene il nucleo cellulare ed i componenti cellulari essenziali per il loro funzionamento. L'assone è la parte del neurone che si prolunga dalla cellula stessa e che trasmette gli impulsi nervosi ad altre cellule. I dendriti ricevono segnali da altri neuroni tramite sinapsi e integrano le informazioni per generare altri impulsi di risposta.

- La trasmissione dei segnali neurali avviene attraverso la generazione di potenziali d'azione, ovvero impulsi che si propagano lungo l'assone del neurone. Tali potenziali sono innescati da stimoli che inducono la depolarizzazione della membrana cellulare: questo processo coinvolge il passaggio di ioni attraverso i relativi canali che regolano un flusso, chiamato appunto ionico, generando un impulso elettrico.

- A livello chimico, la trasmissione dei segnali neurali avviene attraverso una serie di neurotrasmettitori, sostanze chimiche che agiscono come messaggeri tra neuroni e permettono la comunicazione tra di essi. I neurotrasmettitori sono rilasciati nella sinapsi, lo spazio microscopico tra due neuroni, in risposta all'arrivo del potenziale d'azione. Una volta rilasciati, i neurotrasmettitori si legano ai recettori presenti sulla membrana del neurone postsinaptico, attivando canali ionici e generando il potenziale che cambia il potenziale elettrico della membrana, definito postsinaptico.

- I principali neurotrasmettitori coinvolti nella trasmissione dei segnali neurali includono il glutammato, che agisce come neurotrasmettitore eccitatorio e favorisce l'attivazione neuronale, e l'acido gamma-aminobutirrico (GABA), che agisce come neurotrasmettitore inibitorio e riduce l'attività neuronale. Altri neurotrasmettitori, come la dopamina, la serotonina e l'acetilcolina, svolgono ruoli specifici nella regolazione dell'umore, del sonno e delle funzioni cognitive.

Tali progressi scientifici non rispondono però all'esigenza definire un modello unico e completo che possa definire ed estrapolare un ricordo o un'idea da un cervello in modo preciso e completamente riproducibile. La complessità e la diversità dei processi neurali e cognitivi coinvolti nella formazione, conservazione e richiamo di idee e ricordi rendono questo processo ancora poco compreso ed oggetto di ricerca attiva in diversi campi scientifici, come la neuroscienza, la psicologia cognitiva e l'intelligenza artificiale.

Dove volge la ricerca attuale

Non ci si deve quindi stupire se la ricerca odierna sia focalizzata nel perscrutare cosa effettivamente avvenga all'interno del neurone e poiché deficiamo degli strumenti, la tecnologia si sta orientando su neuroprocessori che permettono di essere impiantati direttamente nell'apparato cerebrale umano. Si auspica infatti che tali chip neurali siano non solo in grado di dare una visione corrispondente a come sia fisicamente composto un ricordo e quindi un'idea. Progetti in via sperimentale già esistono, con parziali riscontri positivi, come interfacciare un cervello con un computer, immettere impulsi visivi e regolare le emissioni sinaptiche cerebrali in modo da controllare dispositivi elettronici; tuttavia siamo solo ad un punto di partenza e fra ricercatori che ritengono impossibile una connettività reale che vada oltre i neuroni motori o sensoriali (di più facile interpretazione rispetto ai neuroni ippocampali dove si presume siano localizzati i nostri ricordi) ed altri scienziati più ottimisti, è ancora un terreno di scontro aperto.

Si prenda però in considerazione il vantaggio che si avrebbe tramite una connessione neurale diretta, tanto fra individuo-individuo, tanto tra individuo-macchina:

In primo luogo potremmo esponenzialmente incrementare le unità comunicative che esprimiamo in un intervallo di tempo predefinito, ovvero trasmettere ad esempio molte più parole di quante ne riusciamo a proferire ora: questo risolverebbe (almeno in parte) il problema della mole di dati necessario a descrivere un concetto o un oggetto tramite una rappresentazione polidimensionale prima citata, ovvero che coinvolga diversi elementi informativi, consentendo di esprimere in maniera più precisa e rigorosa concetti complessi od astratti, evitando ambiguità e le limitazioni del linguaggio naturale.

- Si riuscirebbe anche a comunicare pensieri scaturiti da ciò che si definisce come "euristica avanzata", ovvero l'"homo sapiens possiede la capacità di superare la logica lineare attraverso un'associazione che, pur se sempre legata alle nostre esperienze ed informazioni memorizzate nelle nostre sinapsi (in quanto è stato ampiamente dimostrato che i nostri ricordi vengono sensorialmente immagazzinati nel nostro cervello ed il nostro pensiero nasce da tali memorie), ha un livello di astrazione ben maggiore potendo ipotizzare concetti non ancora rilevati o rilevabili direttamente dai nostri strumenti di misurazione (naturali o artefatti che siano). Fino ad ora l'espressione di tali pensieri è sicuramente più difficile e complessa, in quanto esulano dalla nostra esperienza sensoriale diretta.

- Si risolverebbe il problema della "trasformazione dell'idea", ovvero:

- L'idea nasce da un processo sinaptico sorgente.

- L'idea viene convertita in unità comunicative che, non avendo le caratteristiche fisiche dell'originale, ne comporteranno inesorabilmente un degrado che (per quanto in quantità massiccia o minima) sarà sempre presente.

- L'idea viene ricomposta nelle sinapsi di un sistema ricevente.

Tale problema di errore o imperfezione nella trasmissione informativa verrebbe quindi superato in quanto non ci sarebbe alcuna trasformazione dell'idea in alcun linguaggio naturale o in altro mezzo sensoriale, ma la ricezione di questa come unità informativa nativa sola ed unica del nostro pensiero (una volta compreso ovviamente di quale forma e sostanza esso sia). C'è anche chi pensa che una ricezione "completa" del nostro flusso sinaptico possa trasmettere unità che, all'atto pratico, non contengano entropia informativa strettamente necessaria all'oggetto della comunicazione: si pensi ad esempio allo stato d'animo, alla condizione fisica, ad eventuali problemi che, essendo nell'intimo di ciascuno di noi, condizionano comunque la genesi della sinapsi ma non la formulazione di questa in linguaggio naturale, ovvero non le includiamo nel messaggio finale. Personalmente sono invece dell'ipotesi che ogni dettaglio, per quanto non fondamentale alla comprensione del modello da noi elaborato, semplicemente esista, pertanto per quale motivo, se non crea problemi aggiungerla ai dati immagazzinati, dovremmo escluderla? I dettagli non sono forse parte dell'insieme?

Ovviamente per ora sono solo disquisizioni, che però fanno riflettere su temi ben più complessi, che coinvolgono la nostra stessa concezione di vita. Già ora si addita ad un trans-umanesimo, ad implicazioni etiche, al controllo in remoto della singola persona e delle masse, ad una tecnologia che si teme sarà alla portata dei potenti, dei ricchi e non di tutti. Ci si augura sempre che scienza e tecnologia vengano usate per il bene dell'umanità e non nella deprecazione delle aspettative, tuttavia la storia ci insegna il contrario, in quanto sembra che la matrice mammifera predominante della specie "sapiens" sia lungi dall'essere abbandonata. Appunto per questo dovremmo adoprarcì fin d'ora per costituire una coscienza storica, civica e sociale, che spazi dalla comprensione più che completa della scienza e della tecnologia, per culminare in un'etica costruttiva che vada oltre la nostra natura territoriale, ovvero invertire la tendenza storica dove gli scienziati hanno sempre costituito una minoranza e la maggioranza ha d'altro canto semplicemente seguito la propria programmazione biologica limitata al processo di nascita, vita riproduzione e morte.

Ubi iustum est?

Idealmente vostro... Mike Yoshi

Bibliografia:

- Bradbury, J. W., & Vehrencamp, S. L. (2011). "Principi di comunicazione animale"
- Karban, R., & Shiojiri, K. (2009). "Comunicazione tra piante"
- Haim, A., Shanas, U., Zubarah, C., & Scantland, S. (2016). "Comunicazione chimica tra piante e animali"
- Jaffe, M. J. (2013). "Comunicazione e percezione tra piante"
- De Waal, F. B. (2008). "Ristabilire l'altruismo nell'altruismo: l'evoluzione dell'empatia"
- De Waal, F. B. (2016). "Siamo abbastanza intelligenti da sapere quanto siano intelligenti gli animali?"
- Goodall, J. (1963). "I miei amici, i selvaggi scimpanzé" (National Geographic)
- Goodall, J. (2000). "Attraverso una finestra: i miei trent'anni con gli scimpanzé di Gombe"
- Fossey, D. (1984). "Gorilla nella nebbia" (Mariner Books)
- Fossey, D. (1972). "Vocalizzazioni del gorilla di montagna (Gorilla gorilla beringei)"
- Terrace, H. S. (1979). "Nim: Uno scimpanzé che ha imparato il linguaggio dei segni" (Columbia University Press)
- Terrace, H. S., Petitto, L. A., Sanders, R. J., & Bever, T. G. (1979). "Può una scimmia creare una frase?"
- Kandel, Eric R., Schwartz, James H., Jessell, Thomas M. "Principi di Neuroscienza"
- Alberts B., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P. "Biologia Molecolare della Cellula"
- Hirsch, William S. "Dinamica Neuronale"