

Ma la scienza che dice?

Mariano Rocchi

In questo particolare momento storico che stiamo attraversando, la pandemia da coronavirus, questa domanda sicuramente se la sono posta in tanti, talvolta un po' disorientati. Questo articolo vuole essere di aiuto a districarsi in un mondo pieno di notizie "scientifiche", ma talvolta solo spacciate per tali.

Per rendere le cose più semplici, dopo qualche paragrafo iniziale userò degli esempi per far capire come la scienza funziona. Con gli esempi, la lettura e la comprensione, spero, risulteranno facilitate.

Iniziamo con una affermazione molto semplice, quasi semplicistica: una notizia può essere considerata scientifica se è stata pubblicata su una rivista scientifica. Certo questo non basta, e vedremo perché, ma aiuta molto.

Iter di una pubblicazione scientifica

Un ricercatore, più spesso un gruppo di ricercatori coinvolti in una ricerca, scrive un articolo sui risultati delle proprie ricerche e lo sottopone ad una rivista scientifica. Una prima lettura sommaria serve alla rivista per decidere se l'articolo è adatto alla rivista stessa e se contiene novità importanti rispetto a quello che già si sa sull'argomento. Se questo primo giudizio è positivo, l'articolo viene spedito a dei referee anonimi (referee = arbitro sportivo) che lo valutano. I referee sono solitamente persone molto competenti sull'argomento dell'articolo. Formulano i loro giudizi e li inviano all'editore che, in base ai questi giudizi, decide se accettare, e quindi pubblicare, o meno l'articolo. Dire "rivista scientifica" non è però dire tutto. Alcune riviste sono molto prestigiose (Nature e Science, per esempio). Su queste riviste arrivano solo articoli di notevole rilevanza. Che però non vuol dire che siano solo argomenti con risvolti salienti per la scienza applicata, nel campo medico ad esempio. La scienza è prima di tutto curiosità. Ci potete trovare del come un gecko riesce a camminare con disinvoltura sui muri o sul soffitto, attraverso la gestione delle forze deboli di van der Waals che si creano sulle sottilissime e numerosissime setole delle sue zampe (*Autumn e colleghi, 2000*).

Le riviste scientifiche sono moltissime, ora più che mai, per il seguente motivo. La carriera di un ricercatore, universitario in particolare, è spesso legata agli articoli scientifici da lui pubblicati. Da alcuni anni si è verificata una esplosione di riviste scientifiche, anche perché queste possono rendere soldini alla casa editrice. Alcune di queste riviste però sono definite "predatorie". Riviste, cioè, che pubblicano di tutto purché paghiate, senza una seria verifica della validità dei risultati (*Brainard, 2020*). Il riscontro? Nella mia casella di e-mail, come in quella di moltissimi colleghi, arrivano continui inviti a pubblicare da parte di riviste che non hanno nulla a che fare con le mie competenze. Qualsiasi argomento per loro va bene. Purché si paghi naturalmente. E questo fa il paio con le innumerevoli e-mail di inviti a parlare in congressi di tutti i tipi, con argomenti a scelta, purché si vada. A spese proprie, ovviamente. Un congresso serio che vi inviti a parlare vi assicura anche il supporto economico per il viaggio e per l'albergo, naturalmente.

Tornando alle riviste: come districarsi? E come valutare se una rivista è seria e prestigiosa? La risposta sta nel fatto che esiste una specie di graduatoria di importanza, una hit parade delle riviste. Ogni anno *Web of Science* calcola esattamente quante volte gli articoli di una rivista sono stati citati da altri articoli scientifici. Più una rivista è citata più alto è il suo impatto nel campo scientifico. Questo indice è appunto chiamato "Impact Factor" (IF). *Scimago*, basato su Scopus, ha una graduatoria basata su simili criteri. Ci sono molte discussioni su questo tipo di valutazione delle riviste, ma nessun algoritmo sarebbe immune da discussioni.

Quindi, se una rivista non è nella graduatoria vuol dire che è fuori dal circuito strettamente scientifico. In altre parole, se due articoli discordanti, uno è pubblicato su Nature e il secondo su

“Journal of rejected papers” ☺, la differenza c’è eccome! E c’è anche differenza se il secondo è su una rivista che ha una valutazione (IF) molto molto bassa, meno di 0,5 (valore arbitrario) per esempio (Nature per il 2018 ha un IF di 43,070). Per conoscere l’IF di una rivista (Nature nell’esempio): andare su Google e cercare “Impact Factor *nome rivista*”. In genere funziona.

C’è poi un’altra maniera di far conoscere i propri risultati scientifici. Portando cioè un poster ad un congresso, in modo da esporlo alla comunità scientifica. In questo caso, però, i risultati non sono vagliati. Gli abstract sono letti da alcuni esperti, ma in genere sono valutazioni il cui scopo è solo quello di evitare che vengano esposti poster che riportino stupidaggini troppo grossolane. “Ma i suoi risultati sono stati portati a congressi scientifici internazionali!” dicevano alcuni a proposito della cura Di Bella ([Wikipedia](#)). Erano poster con nessun avvallo della comunità scientifica. Molti dei risultati esposti come poster sono poi pubblicati su una rivista scientifica. Allora cominciano ad avere un valore. Non assoluto, però. I risultati devono essere riproducibili. Servono cioè conferme (vedi seguito).

Da qualche anno c’è la possibilità di rendere immediatamente pubblici i risultati delle proprie ricerche. Sono stati creati degli archivi dove depositarli. Non c’è valutazione di referee, ma c’è solo una grossolana analisi per evitare scherzi, cose offensive, plagio ecc. Il più famoso, nel campo biologico, è BioRxiv (la fonetica dice “bioarchive”, bioarchivio), organizzato dal Cold Spring Harbor Laboratory ([Wikipedia](#)). In parole povere gli articoli vengono parcheggiati in questi archivi aperti a tutti, ma, prima o poi, se sono validi, approderanno su una rivista scientifica (la speranza segreta degli autori è che qualche buona rivista offra direttamente la sua disponibilità a valutarlo).

Un’ultima considerazione. Quanto detto a proposito dell’IF delle riviste ha una validità abbastanza omogenea nel campo medico, che è molto vasto e con numerosissime riviste scientifiche dove afferiscono pubblicazioni non solo delle Università e delle istituzioni di ricerca biomedica ma anche dei numerosissimi ospedali sparsi in tutto il mondo. Per altre discipline le riviste specializzate sono in numero molto minore e quindi gli Impact Factor sono in media più bassi.

Il problema della lingua

La quasi totalità delle riviste scientifiche sono in inglese, che è, attualmente, il linguaggio comune della scienza. Un po’ come era il latino una volta: Newton ha scritto in latino. *Sidereus nuncius* di Galileo era in latino. Leonardo, “omo senza lettere” (così diceva di se stesso; ricordarsi che era figlio illegittimo) poté disegnare l’uomo di Vitruvio solo quando il trattato di architettura di Vitruvio fu tradotto in italiano, nel 1490.

Il problema della lingua ha una conseguenza non banale. Molti non possono attingere alla fonte delle informazioni. E anche conoscendo l’inglese, non tutte le riviste sono liberamente disponibili. Tutte cioè vi danno il riassunto (abstract), ma se volete leggere l’articolo per intero, in molti casi dovete avere un abbonamento alla rivista. Fortunatamente, come detto, alcune riviste sono liberamente accessibili. Altre rendono gli articoli accessibili dopo qualche mese dalla pubblicazione. In alternativa, si può chiedere l’articolo in formato pdf all’autore. Che però sarà in inglese.

Un parziale rimedio al problema della lingua, almeno per molti argomenti di base, c’è: Wikipedia, l’enciclopedia pubblica che ha quasi oscurato tutte le altre enciclopedie. La reputazione di Wikipedia nel campo scientifico è alta e gli argomenti più importanti sono presenti anche nella edizione italiana ([Wikipedia](#)). È per questo che in questo articolo ogni tanto Wikipedia compare, per approfondimenti. Però, anche conoscendo l’inglese, rimane la difficoltà di comprendere un argomento molto tecnico, di cui non si hanno le basi. Entra in gioco, allora, il giornalismo scientifico.

Giornalismo, scientifico e non

Esistono riviste di divulgazione scientifica che possiamo trovare all’edicola oppure online (qui [Wikipedia](#) elenca quelle italiane). Molte delle notizie scientifiche ci arrivano però da Internet e dai quotidiani. E qui possiamo trovare problemi, soprattutto per i titoli. Anche nei casi in cui l’articolo

consiste in una intervista ad uno degli autori di un articolo scientifico, il titolo è una esclusiva del capo-redattore. E deve attirare l'attenzione. Talvolta è sul filo della mistificazione del contenuto dell'articolo stesso. Paradossale, ma occasionalmente è così. E poi il secondo problema, il finale dell'articolo. Qui il giornalista e l'eventuale autore intervistato diventano alleati nell'adombrare, a seconda dei casi, applicazioni rilevanti, cure efficaci per questa o quella malattia ecc. Questo "adombrare" serve al giornale per attirare lettori, e al ricercatore per attirare fondi per i suoi programmi di ricerca. Un campo in cui questo si verifica spesso è il campo dei tumori, molto sentito dai lettori. Se un giornalista pignolo andasse a ricercare, dopo circa un anno, i risultati promessi, spesso non troverebbe seguito di quanto inopinatamente sbandierato. E chi ne esce malconcia è la credibilità della scienza. Un po', in un certo senso, come al lupo al lupo.

A proposito di tumori, chi vuole seguire il tormentato percorso della scienza in questo campo può leggere il libro, premio Pulitzer, di Siddhartha Mukherjee: "L'imperatore del male. Una biografia del cancro" (Recensione su [Wikipedia](#)). E' una storia dall'interno perché l'autore è un ricercatore impegnato proprio nel campo dei tumori. Questo libro è anche un ottimo esempio di giornalismo scientifico serio che in America e UK ha una tradizione molto solida. Basti pensare a tutta l'attività di divulgazione scientifica, tramite documentari naturalistici, di David Attenborough, un mito (94 anni e ancora in attività). Molti dei suoi documentari, o frammenti di essi, sono su Youtube. Ma anche qui torna il problema della lingua, perché sono quasi tutti in inglese.

Radiografia di un ricercatore

Dicevo all'inizio che questo articolo è stato innescato dalla pandemia dovuta al coronavirus. A parlarne, in TV, sui giornali e in Internet, sono moltissimi, ma con quale autorevolezza? Ci sono parametri per valutarla? Questo paragrafo l'ho scritto per questo.

Nel campo professionale le referenze contano. Se devo cercare un ingegnere che mi costruisca una casa, certo non mi affido a uno che non ne ha costruita nessuna.

Le referenze di un ricercatore sono il numero e soprattutto la qualità delle sue pubblicazioni. Importante è anche, ma indirettamente, la posizione che occupa. Un docente della Harvard University Medical School si presenta già con una certa autorevolezza, che però è legata alle sue pubblicazioni. E' soprattutto per le pubblicazioni che occupa quel posto. E vediamo dunque come possiamo elencare e valutare le pubblicazioni di un ricercatore.

Esistono, allo scopo, varie banche dati con motori di ricerca molto potenti. Nel campo biomedico c'è [PubMed](#) (per dettagli vedi [Wikipedia](#)). Tra poco sarà attivo in una [forma aggiornata](#). Potete andare su quest'ultima pagina e cliccate "advanced" (ricerca avanzata). Con un po' di pratica si possono impostare delle ricerche molto efficienti. Per evitare le omonimie, per esempio, si può aggiungere, fra i vari campi (Fields) quello della "Affiliation", dove cioè il ricercatore lavora.

Un altro potente motore di ricerca è fornito da [Google Scholar](#), che abbraccia tutto lo scibile. Una volta avuta la lista delle pubblicazioni si può poi andare a valutare se ci sono riviste importanti, con alto Impact Factor (vedi sopra).

E poi ci sono siti che, similmente all'IF per le riviste, vi danno il ranking di un ricercatore. Per esempio l'H-Index ([Wikipedia](#), che ne elenca anche i limiti).

In questi giorni ogni canale TV, giornale o rivista ha cercato un esperto di virologia o epidemiologia per interviste e pareri. Mi sono incuriosito di uno molto discusso e sono andato a vedere le sue pubblicazioni. Ne ho trovate pochissime e, di virologia in senso stretto, una. Non credo sia necessario aggiungere alcun commento, se non quello, riportato sopra, sul valore delle partecipazioni o poster a congressi internazionali, spesso sbandierati come garanzia inequivocabile.

I dogmi nella scienza non esistono

I più grossi contributi di Einstein alla fisica vanno sotto il nome di "teoria" generale della relatività. Teoria è una parola equivoca. Nel linguaggio comune può arrivare ad avere il significato di una ipotesi fantasiosa piovuta chissà come nella testa di qualcuno. Anche quando una ipotesi scientifica

è molto ben consolidata, il termine teoria rimane. Nel contesto scientifico ha quindi un significato molto diverso rispetto a quello colloquiale.

Nella scienza ci sono quindi molte teorie consolidate, ma non ci sono dogmi. Come ha detto Karl Popper, una teoria scientifica è tale solo se è “falsificabile”. Termine un po’ buffo. Significa semplicemente che una teoria è scientifica solo se si possono concepire e fare esperimenti che possono confermarla o confutarla (renderla falsa). Inoltre, deve essere capace di fare predizioni verificabili. La teoria generale della relatività aveva previsto, tra le altre cose, la curvatura della luce e, in alcune circostanze, le oscillazioni delle onde gravitazionali. La prima predizione fu confermata con le foto della eclissi di sole nel 1919 (Einstein per la seconda volta arriva sui giornali; per la prima vedi sotto). La predizione delle oscillazioni delle onde gravitazionali ha trovato conferma molto più di recente, nel 2016 ([Wikipedia](#)).

Ora passo a riportare una serie di esempi ognuno dei quali illustra uno dei concetti riportati finora.

Teorie e non dogmi. Il problema dell’orbita di Mercurio.

La legge di gravitazione universale di Newton, pubblicata nel 1687, spiegava perfettamente le orbite di tutti i corpi celesti. Poi però ci si accorse che l’orbita di Urano aveva anomalie inspiegabili. Le Verrier, ipotizzò che ci fosse un pianeta ancora sconosciuto che ne perturbava l’orbita. Fece i suoi calcoli e scrisse le indicazioni di dove trovare il disturbatore a vari astronomi (scettici; Le Verrier era un matematico, non un astronomo). Galle, astronomo tedesco, nel giro di pochissimo tempo dalla lettera di Le Verrier, trovò il pianeta profetizzato: Nettuno (notte 23-24/9/1846). La legge di gravitazione era salva (vedi [Wikipedia](#)). Poi però risultò che anche l’orbita di Mercurio, il pianeta più vicino al sole, aveva anomalie. Le Verrier, sulla foga dello scoop di Nettuno, ipotizzò l’esistenza di un altro pianeta “perturbatore”, dandogli addirittura il nome, Vulcano, sicuro della sua imminente scoperta. Ma Vulcano non fu mai trovato (molto bello [The Hunt for Vulcan: How Albert Einstein Destroyed a Planet and Deciphered the Universe](#) by Thomas Levenson,). La legge di gravitazione universale era quindi in bilico, perché incapace di imbrigliare Mercurio. Lo scostamento era minimo, ma sufficiente a minare le fondamenta della teoria della gravitazione universale. In realtà la parola “teoria” non era mai stata usata per la legge di gravitazione universale, che appunto era legge, e per di più splendidamente efficiente nella sua semplicità. La cometa di Halley apparve nel 1682. Gli astronomi calcolarono che dovesse tornare nel 1758, e (meraviglia!) fu puntuale! Si era nei tempi in cui la scienza sembrava non potesse essere mai messa in discussione. E invece sarebbe stato meglio usare la parolina teoria, perché nel 1915 Einstein (stupore nel mondo! Einstein per la prima volta va su tutti i giornali) spiegò l’anomalia di Mercurio con la teoria della relatività generale. Fu la fine della legge della gravitazione universale, in senso stretto. Bisogna dire che per il macrocosmo essa rimane fundamentalmente valida, perché relativamente precisa, ma non più valida in senso assoluto ([Wikipedia](#)). Di questi giorni: quello che succede a Mercurio succede alla stella S2 intorno al buco nero Sagittarius A*. [Youtube](#))

GPS

Accade poi che una scienza apparentemente astrusa come la relatività abbia insospettabilmente a che fare con la nostra vita di tutti i giorni ☺.

In effetti un po’ astrusa appare nel paradosso dei gemelli: uno dei due rimane sulla terra e l’altro se ne va per un viaggio con velocità vicina a quella della luce. Dopo 20 anni (calcolati dal gemello rimasto sulla terra) il fratello torna ma sul suo orologio sono passati solo 12 anni. Non hanno più la stessa età! Il tempo non è assoluto come invece pensava Newton (e noi con lui). L’esempio potrebbe ispirare diffidenza più che fiducia nella scienza in generale e nella teoria della relatività in particolare, che in effetti, talvolta ci appare come una sfida al buon senso e alla nostra capacità immaginativa. E invece impatta nella nostra vita di tutti i giorni.

Siamo in macchina e non conosciamo la strada precisa per arrivare in un luogo. La soluzione è semplice: impostiamo il navigatore satellitare, che utilizza il sistema GPS (Global Positioning

System). I dati del GPS sono basati su vari parametri, molto complessi. Qui ci interessa la comparazione (al microsecondo; milionesimo di secondo) tra l'orologio atomico dei satelliti del sistema GPS e quello dei loro analoghi a terra. La velocità e, soprattutto, la forza di gravità presente sui satelliti (20.000 km di altezza; raggio della terra 6.000 km) è molto diversa rispetto a quella del sistema a terra (la forza di gravità varia in ragione inversa del quadrato della distanza). La velocità tende ad accorciare i tempi; la minore gravità ad allungarli. Lo scarto compensato è di circa 38 microsecondi al giorno (in più sull'orologio del satellite). Un nulla, ma un nulla che si trasformerebbe in un errore, in sole 24 ore, dell'ordine di alcuni chilometri se lo scarto relativistico del tempo non fosse corretto dagli algoritmi del GPS ([Wikipedia](#)).

(Trucco relativistico per “perdere” qualcosina nel pesarsi: andare a pesarsi sull'Himalaya; il massimo sulla punta. Per tutti i trucchi: [Youtube](#)).

La memoria dell'acqua

Da quanto detto sulle pubblicazioni scientifiche non si deve concludere però che qualsiasi cosa pubblicata su una rivista, anche prestigiosa, non possa poi rivelarsi falsa. Ma la scienza trova sempre in sé stessa le risorse per correggersi. La cosiddetta “memoria dell'acqua” ne è un esempio curioso. Nel 1988 Nature pubblicò, sembra provocatoriamente, un articolo del gruppo di Jaques Benveniste che è passato alla storia come l'articolo sulla “memoria dell'acqua” ([Davenas e colleghi, 1988](#)). Una soluzione contenente un anticorpo veniva diluita talmente tanto che praticamente alla fine nell'acqua non c'era nemmeno una singola molecola di anticorpo. Eppure, l'acqua si comportava come se l'anticorpo ci fosse ancora. Ne conserva la memoria, fu la conclusione di Benveniste. Immaginate le implicazioni sull'omeopatia. Le dava un solido e inaspettato supporto scientifico. È chiaro che un errore doveva esserci. E in effetti fu poi trovato. Alcuni risultati venivano erroneamente scartati a priori (in buona fede?) e questo, si trovò, inficiava completamente l'analisi statistica, portando alle sopradette conclusioni “omeopatiche” ([Wikipedia](#)). Ne parla in esteso, e con molta competenza, Marco Malvaldi (quello del Barlume) nel suo libro *L'infinito tra parentesi. Storia sentimentale della scienza da Omero a Borges (2016)*.

Dicevo che la scienza trova sempre in sé stessa le risorse per correggersi. In effetti la riproducibilità di un risultato è cruciale. Ogni articolo riporta sempre i metodi e i materiali che i ricercatori hanno utilizzato, per dare la possibilità ad altri di riprodurre, e quindi validare o contraddire, i risultati. Nel caso di Benveniste, nessuno era riuscito a riprodurre i risultati dei suoi esperimenti.

A proposito di riproducibilità: questa diventa un problema acuto quando se si ha a che fare con lavori nel campo psicologico. La rivista Science alla fine di ogni anno elenca le 10 pubblicazioni che, a giudizio dei lettori, sono state dei “breakthrough” (delle... bombe). Nel 2015 una di queste (la terza nel filmato di Science che è su [Youtube](#)) fu la poca riproducibilità dei lavori nel campo della psicologia ☹. La psiche umana è complessa e difficile da decifrare! ☺. Uno degli obiettivi della rivista “[Experimental Results](#)” recentemente lanciata è quello di pubblicare i tentativi di riprodurre esperimenti precedentemente pubblicati.

SIRT1 e la vecchiaia

Un altro esempio clamoroso di errore con conseguenze... economiche importanti. Una pubblicazione di [Cohen e collaboratori \(2004\)](#) aveva individuato alcuni geni, in particolare il gene *SIRT1*, come fortemente implicati nei fenomeni di invecchiamento. Prodotti anti-invecchiamento hanno ovviamente un mercato vastissimo, per cui gli autori, di Harvard, avevano subito fondato la Sirtris per lo sfruttamento di queste conoscenze. La casa farmaceutica GlaxoSmithKline acquistò la Sirtris per 720 milioni di dollari! (buttati ☹). Il fluorocromo usato in alcuni esperimenti, si trovò poi, aveva alterato i risultati ([Wikipedia](#)).

Anche qui, comunque, è da sottolineare come la scienza possa cadere, ma poi si rialza.

Nota curiosa: coronavirus e isolamento sociale

L'isolamento sociale degli infettati può sembrare solo umano, perché nasce da un ragionamento. Però l'*Homo sapiens* non è stato il primo ad arrivare a questo comportamento. Era stato già notato che le api infettate si isolano e vanno a morire lontano dall'alveare (*Shakar e colleghi, 2015*). Alcuni ricercatori hanno fatto di recente un lavoro che arriva sperimentalmente alle stesse conclusioni (*Stroeymeyt e colleghi, 2018*). Hanno collocato sul dorso di varie formiche un (micro) codice a barre leggibile da un computer che può perciò seguirne i movimenti. Poi alcune formiche sono state infettate con un fungo. Le formiche infettate hanno mostrato di frequentare significativamente di meno il nido. Non ci sono arrivate certo con il ragionamento. È stata la selezione naturale a favorire questo comportamento, sorto verosimilmente per caso, che produce un ovvio vantaggio di sopravvivenza da parte della colonia. Questa nota curiosa mi è servita anche ad introdurre un concetto che si è rivelato centrale alla comprensione della vita sulla terra: la "teoria" della evoluzione attraverso la selezione naturale di Darwin.

Darwin

La teoria di Darwin è probabilmente la teoria scientifica più controversa per le non banali implicazioni, come ad esempio l'origine dell'uomo. D'altra parte, però, ha avuto un così gran numero di conferme che possiamo senza dubbio considerarla fra le più consolidate. Il primo caso di selezione naturale documentato fu quello della *Biston betularia* nelle aree industriali inglesi dell'800. Questa falena aveva un colore chiaro che si mimetizzava molto bene sui tronchi delle betulle. Con la rivoluzione industriale, e con la pochissima attenzione all'inquinamento che l'uso massiccio del carbone comportava, i tronchi degli alberi (e non solo) si annerirono in queste zone. La falena si trovò quindi esposta ad una facile individuazione da parte dei predatori, in genere uccelli. Nella popolazione di questo lepidottero esistevano però rari individui con ali scure, non certo avvantaggiati in una situazione normale. Ma si trovarono ad essere molto avvantaggiati (selezione a favore perché meglio mimetizzati) in queste aree industriali, e divennero molto più frequenti della forma chiara (*Wikipedia; Youtube*). Questo video (*Betularia*), preso da un documentario della BBC su Darwin (*Darwin's dangerous idea, 2009*), narra in dettaglio la storia della *B. betularia*.

Abbiamo visto prima le predizioni della teoria della relatività. Anche per la teoria di Darwin si possono fare predizioni. Una verifica simpatica è stata quella effettuata in occasione dei 200 anni dalla nascita di Darwin e dei 150 anni dalla pubblicazione del *On the Origin of Species* (1859). Antefatto: i mammiferi hanno i denti. Se tutti hanno i denti significa che i loro antenati avevano i denti. Esistono però dei mammiferi senza denti (balene, delfini, formichiere, pangolino...). Predizione: i denti non li hanno, ma il gene per lo smalto dei denti deve esserci, anche se non funzionante. L'analisi del genoma di questi sdentati ha confermato: il gene non funziona a causa di mutazioni varie, ma c'è. Vedi *Meredith e colleghi, 2009*.

Coronavirus

E Darwin e il coronavirus entrano in gioco proprio a fagiolo. La prima delle formidabili intuizioni di Darwin è stata l'unitarietà della vita sulla terra (vedi [l'albero della vita](#), 1837), da cui consegue che siamo tutti soggetti alle stesse leggi. Le regole della fitness (selezione naturale) valgono anche per lui, il coronavirus. Bisogna però mettersi dal suo punto di vista (come insegna la relatività generale ☺). Se arriva una mutazione che aumenta l'efficienza della sua infettività (fitness maggiore), si avvantaggia rispetto ai suoi colleghi. Le mutazioni sono il motore della evoluzione. Però, se sono troppo poche un organismo evolve troppo lentamente; se sono troppe l'organismo rischia di soccombere. L'equilibrio è molto difficile! In questo contesto è utile ricordare che il 99.99% delle specie che sono esistite sulla terra si sono estinte. Ma per batteri e virus questa considerazione vale fino ad un certo punto, perché loro giocano sui numeri, che sono elevatissimi. L'HIV ne è l'esempio migliore. Ha un altissimo tasso di mutazione. Molte di queste mutazioni possono essere letali per la singola particella virale, ma la chance che capiti quella giusta (sempre per lui ovviamente ☺) è molto alta, visti i miliardi di copie del virus presenti in una persona infetta,

e non si riesce a tenergli testa. Un po' quello che succede al virus dell'influenza, che però non ha un tasso di mutazione così alto. A quanto pare il coronavirus, per fortuna, non ha un tasso di mutazione molto elevato.

Una dimostrazione insolita della selezione naturale attraverso una illusione ottica: la scacchiera di Adelson

Di illusioni ottiche ne esistono tantissime. Prima una premessa. Gli occhi fanno una cosa relativamente semplice: registrano una immagine e la trasmettono al cervello. E' qui che cominciano le elaborazioni: le immagini dei due occhi vengono fuse e riportate dritte, nascono i colori, si riconoscono le facce... e sorgono le illusioni ottiche. Ci sono vari libri di neurobiologia che illustrano come il nostro cervello sia un creativo. E le direzioni che ha preso la creatività nei vari milioni di anni di evoluzione dipendono non dalla maggiore o minore oggettività che un processo può fornire, ma dal suo contributo alla fitness. Fitness in gergo scientifico, numero di figli in parole povere. Un esempio di un altro campo. Durante il neolitico, in una regione compresa fra Germania, Danimarca e la penisola scandinava, si sviluppò l'allevamento del bestiame e divenne quindi disponibile il latte. Ma gli adulti non potevano berlo, come del resto succede a moltissimi altri uomini anche attualmente in varie parti del mondo. Questo perché l'enzima lattasi, responsabile della digestione del lattosio, cessa di essere prodotto dopo i primi anni di vita. Questione di parsimonia, non serve più. Del lattosio non digerito ne approfittano i batteri intestinali per far gran festa, con conseguenze poco simpatiche ☺. Circa 10.000 anni fa, nella regione di cui sopra comparve un individuo con una mutazione che gli permetteva di digerire il latte da adulto. La mutazione consisteva appunto nel fatto che la produzione dell'enzima lattasi persisteva nella vita adulta. Grossissimo vantaggio in un contesto in cui la fame, soprattutto nei periodi invernali, era la regola. Vantaggio che significava una probabilità maggiore, rispetto agli altri, di arrivare all'età riproduttiva e di avere figli. Questa mutazione assicurava cioè una fitness maggiore. In effetti questo è l'esempio più eclatante di come una mutazione favorevole può espandersi molto velocemente in una popolazione (Wikipedia).

Torniamo all'occhio e al cervello. Riuscire a vedere le cose in maniera più contrastata rispetto all'immagine piatta fornita dall'occhio, aiuta, per esempio, ad accorgersi tempestivamente di un predatore nascosto tra gli arbusti. Quindi è un vantaggio (a danno della oggettività; l'immagine è alterata), e questo processo di aumento del contrasto è diventato innato, automatico, inconscio. Una bella dimostrazione di questo ci è fornita proprio dalla scacchiera disegnata da Edward H. Adelson nel 1995. Due quadri della scacchiera hanno oggettivamente la stessa tonalità di grigio, ma noi, dopo l'automatico aumento di contrasto rispetto alle caselle vicine operato dal nostro cervello (Photoshop incorporato) li vediamo diversissimi. Il nostro cervello ha cioè dei bug (preferisco dirlo in gergo informatico piuttosto che in quello colloquiale, in cui verrebbe fuori che abbiamo un cervello bacato ☹). Però il bug è a fin di bene: è per la fitness ☺. (Per i dettagli sulla scacchiera di Adelson vedere Wikipedia e/o Youtube. Wikipedia in italiano enumera varie illusioni ottiche, tra cui quella della scacchiera).

La fitness, dunque, è la pietra di paragone, la stella polare, il giudice inappellabile della evoluzione. E, per garantirla, la selezione naturale ci ha dotato di un set di comportamenti cruciali, comuni a tutte le specie: sessualità e cure parentali in primis. La sopravvivenza della specie passa però per la sopravvivenza dell'individuo fino all'età riproduttiva. Ed ecco allora un altro set di stimoli molto forti: fame, sete, dolore fisico, per citarne alcuni, che ci mantengono sulla retta via. Data la loro importanza per la fitness, non c'è da stupirsi che tutti questi stimoli siano così fortemente... convincenti.

Evoluzione e tumori

Un altro esempio paradigmatico della unitarietà della vita sulla terra è dato dallo studio della evoluzione dei tumori. La genetica di popolazione studia l'evolversi appunto di una popolazione attraverso lo studio dei singoli individui che la compongono.

Alcuni anni fa la tecnologia ha reso possibile lo studio di molte caratteristiche biomolecolari a livello di una singola cellula. Questo ha innescato lo studio della evoluzione dei tumori attraverso l'analisi delle singole cellule che lo compongono. E ci si è così accorti che evoluzione delle specie ed evoluzione dei tumori seguono le stesse regole darwiniane. Basta sostituire la "fitness" con "proliferazione cellulare", concettualmente equivalenti. Nella [prima review](#) su questo argomento appare appunto l'albero della vita di Darwin.

Altri tipi di bug

Dunque, abbiamo dei bug. Alcuni però sono subdoli e riguardano il comportamento. Forse, più che bug potremmo chiamarli istinti innati... poco razionali, residui di milioni di anni di evoluzione. Eccone un esempio.

Per capire bisogna prima guardare questo filmato, intitolato "Macaco alfa" (dal documentario Life story di David Attenborough, BBC 2014). E' preso dalla vita di una colonia di macachi giapponesi, con il suo maschio alfa (Blue-eye, il boss) e il suo harem. Una femmina, ai margini della colonia, se la fa con un giovane maschio. Blue-eye li scopre e giù botte alla femmina! Perché questo comportamento? Verosimilmente perché ha un vantaggio evolutivo. Il più forte, con geni migliori (il boss), è l'unico, con questo comportamento (se però vigila bene), a passare i suoi fantastici geni alle future generazioni.

Verosimilmente, questo bug/istinto proveniente dal passato è quello che, inconsciamente, ha ispirato l'ex articolo 587 del codice penale italiano (conosciuto come articolo del "delitto d'onore") abolito solo nel 1981 ([Wikipedia](#)).

Commento personale: molti asseriscono di sapere cosa ci insegna la natura. Io consiglierei di controllare se l'hanno studiata bene. In effetti, secondo me, se gli estensori dell'art. 587 avessero prima visto il documentario di cui sopra, forse si sarebbero vergognati di scriverlo.

In conclusione: questo bug (dei tanti che abbiamo) è verosimilmente frutto della evoluzione attraverso la selezione naturale, ma l'esempio dimostra anche che con la riflessione scientifica possiamo cogliere in castagna noi stessi!

Dietrologia... antica

L'uomo ha sempre cercato di dare spiegazioni ai fenomeni che lo circondano. Per moltissimi di questi fenomeni, soprattutto nel lontano passato, non esistevano gli strumenti adatti a studiarli, e forse nemmeno la mentalità appropriata. E allora "dietro" c'era qualcuno che le causava. Giove dietro ai fulmini, per esempio. La moderna scienza sperimentale nasce con Galileo. E allora l'approccio da dietrologico diventa (ma non per tutti) sperimentale, con la convinzione che una spiegazione c'è. Sta a noi trovarla. E anche se non riusciamo a trovare la spiegazione di alcune cose, non vuol dire che la spiegazione non esista. Della storia evolutiva dell'uomo conosciamo molte cose, soprattutto ora che siamo capaci di ricostruire la sequenza del DNA da reperti paleontologici. Se vogliamo però fare la storia degli ultimi milioni di anni dello scimpanzé, ci dobbiamo arrendere, perché le condizioni climatiche della foresta equatoriale dove esso vive non permettono la conservazione di nulla, nemmeno delle ossa. Quindi una sua storia evolutiva paragonabile qualitativamente a quella dell'uomo forse non potrà mai essere scritta. Ma, appunto, non vuol dire che non c'è.

Ultima considerazione

"Ma misi me per l'alto mare aperto", racconta Ulisse nel canto XXVI dell'Inferno. Dopo la lunga guerra di Troia e un viaggio di ritorno lungo e tormentato (un'odissea!) Ulisse riesce a tornare a Itaca. Ma

*né dolcezza di figlio, né la pietà
del vecchio padre, né 'l debito amore
lo qual dovea Penelopè far lieta,
vincer potero dentro a me l'ardore*

*ch'i' ebbi a divenir del mondo esperto
e de li vizi umani e del valore;
ma misi me per l'alto mare aperto*

E la curiosità maggiore riguardava cosa ci fosse al di là delle colonne d'Ercole. Gli dèi però avevano posto un limite alla conoscenza umana. Era proibito oltrepassare quelle colonne. Ma Ulisse non si ferma. Sprona i suoi recalcitranti compagni:

*Considerate la vostra semenza:
fatti non foste a viver come bruti,
ma per seguir virtute e canoscenza.*

E il salto fatale nell'ignoto Ulisse lo racconta con un verso di una bellezza rara:

de' remi facemmo ali al folle volo

Ma gli dei non lo tollerano e mandano una tempesta che

*... percosse del legno il primo canto.
Tre volte il fè girar con tutte l'acque;
a la quarta levar la poppa in suso
e la prora ire in giù, com'altrui piacque,
infin che 'l mar fu sovra noi richiuso.*

Anche se sta all'inferno, io proporrei di elevare Ulisse a santo protettore dei ricercatori ☺. Beh, la scienza è proprio questo, è un viaggio di scoperta senza pregiudizi ideologici, aperta, e pronta a mettersi in discussione. Ma questo atteggiamento mentale non è innato. È una conquista. Il cervello del cucciolo dell'*Homo sapiens* si sviluppa assorbendo come una spugna, in maniera acritica, il contesto culturale in cui nasce. E questo, soprattutto in contesti sociali chiusi, ha portato a disastri immani, vedi le guerre di religione.

Internet ha ora aperto a dismisura, potenzialmente, il contesto culturale. Però. Riporto una frase emblematica che ho trovato in un libro di David P. Barash (*Through a glass brightly*, 2018). “... Internet diventa una cassa di risonanza in base alla quale le persone cercano idee e prospettive che si accordano con le proprie, rafforzando l'illusione che le loro idee e prospettive siano centrali nella pubblica opinione, e che le opinioni alternative sono marginali o non esistono”. I no-vax, i terrapiattisti ecc. insegnano. Un riscontro? Chi arriva a leggere questo articolo fino in fondo, verosimilmente era già in qualche modo d'accordo con il contenuto. Chi era poco o per niente d'accordo sicuramente si è fermato alle prime righe, schifato forse della solita presunzione della scienza.

E allora? E allora, bel problema. Le conversioni alla San Paolo sono rarissime. Forse può giovare a quelli della terra di mezzo.

E che altro si può fare? Per me l'unico passaggio in cui si può intervenire è la scuola. È lì che i ragazzi possono capire cosa è il metodo scientifico. E l'Università è deputata a preparare docenti che, consci del problema, siano all'altezza della situazione.

Mariano Rocchi
Professore Emerito di Genetica
Presidente della European Cytogenetics Association
Dipartimento di Biologia
Università degli Studi Aldo Moro di Bari
mariano.rocchi@uniba.it
Bari, 15 maggio 2020
Mensis IV ab coronaviro condito (còndito)