

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DEL MOLISE



INAUGURAZIONE ANNO ACCADEMICO 2003-2004

Giuseppe Castaldo

La Biologia dell'amore

Isernia 17 novembre 2003

Grafica e Stampa
a cura del Centro Progettazione Grafica & Stampa dell'Università
(responsabile: Maria Rosaria Napoleone)
Videoimpaginazione: Carlo Del Balso

Ogni tanto dagli archivi della nostra infanzia riaffiora il ricordo di una bella fanciulla che dopo tante avventure sposa il suo principe azzurro, e insieme... vissero felici e contenti con tanti bambini. Ebbene la bella fanciulla e il principe, protagonisti dei capolavori della letteratura per l'infanzia di tutti i popoli, sono uniti da un filo biologico indissolubile. In questo intervento vorrei discutere di come la bella fanciulla e il principe siano la migliore combinazione per la sopravvivenza della nostra specie.

“L'amore è la spiritualizzazione dei sensi”. Così dice nel “Convito” Diotima, sacerdotessa e maestra di Socrate. Ma oggi qualche velo romantico comincia a cadere di fronte alla scienza che ha iniziato a rivelarci i più intimi segreti molecolari dell'amore. Già 40 anni fa Francesco Cedrangolo, fondatore di una Scuola Biochimica presso l'Università di Napoli che ha dato tanti ed illustri Docenti all'Università italiana e alla quale, con poco merito, mi onoro di appartenere, in un'affascinante conferenza ai Lions intitolata “Le basi biochimiche dell'amore” diceva: *“Oggi, e ancor meglio domani, l'amore si studia nella provetta del chimico”*.

A quell'epoca, agli inizi degli anni '60, si studiavano i feromoni, sostanze chimiche capaci di stimolare l'attrazione tra organismi viventi e favorirne l'accoppiamento. Partendo da quei lavori pionieristici, sono state isolate centinaia di questi attrattivi sessuali prodotti da altrettanti organismi di tutte le specie, sostanze capaci di recare il loro messaggio a concentrazioni bas-

sissime: una di queste, attiva nella blatta (*Periplaneta*) americana, agisce ad una concentrazione di 10^{-14} grammi, che equivale a 30 sole molecole!

Oggi sappiamo che non solo negli insetti, ma anche in gran parte dei mammiferi i feromoni scatenano una serie di reazioni involontarie, che favoriscono l'accoppiamento e la riproduzione (FIGURA 1).



Didier Trotier, Le Scienze, 2000

L'importanza di questi meccanismi nell'uomo è controversa. Nel 1813 il danese Ludvig Jacobson descrisse, in molti mammiferi, l'organo "vomeronasale". Si tratta di un gruppo di cellule contenute nella cavità nasale, riccamente irrorato da vasi e collegato, attraverso fasci nervosi, al bulbo olfattivo accessorio. Questo costituisce il cosiddetto sistema olfattivo accessorio, che analizza stimoli e scatena risposte involontarie. In molte specie di mammiferi l'ablazione di quest'organo si associa a un comportamento riproduttivo

ridotto. Nell'uomo, l'organo "vomeronasale" appare poco sviluppato, come ci dimostra l'analisi tomografica, scarsamente vascolarizzato e non collegato ad altre zone del cervello. Sembrava ormai concluso che quest'organo, nell'uomo, non fosse altro che il ricordo di un meccanismo ancestrale, ma studi di embriologia hanno ribaltato la questione. Nel feto, già alla nona settimana di sviluppo, l'organo vomeronasale è ben evidente, e mostra chiari collegamenti con altre strutture nervose. E lungo questi fasci nervosi, tra la dodicesima e la diciannovesima settimana di gestazione scorrono alcune cellule neuroendocrine nella loro migrazione verso la destinazione finale, l'ipotalamo. Questo gruppetto di cellule sarà deputato a produrre l'ormone "*GnRH*", che a sua volta regolerà la sintesi degli altri ormoni che guideranno lo sviluppo degli organi sessuali. L'alterazione di questo meccanismo determina la sindrome di *Kallman*, una malattia genetica in cui si associano alterazioni dello sviluppo delle gonadi e carenza dell'olfatto.

Questi studi hanno riaperto con prepotenza la questione dell'esistenza di feromoni nell'uomo e di un loro ruolo nella sessualità. Tra i principali indiziati l'androstenolo, prodotto dalle ghiandole ascellari maschili. Anche il maiale produce questo stesso feromone che stimola le scrofe all'accoppiamento. E proprio per questo la scrofa è attirata dall'androstenolo prodotto in piccole quantità dal tartufo e ci aiuta nella ricerca di questo prelibato tubero. E forse le presunte virtù afrodisiache del tartufo, nell'uomo, dipendano dalla stessa molecola. Gli studi sui feromoni umani hanno prodotto risultati più aneddotici che scientifici alimentando anche qualche fine commerciale. Ma almeno per ora, conclude un recente articolo su *Scientific American*, il Viagra esiste soltanto in pillole.

Viceversa è ben noto che ogni individuo ha un suo odore, riconosciuto dal sistema olfattivo principale, quindi "decodificato" a livello della corteccia. Questo "*fingerprint*" olfattivo dipende soprattutto da una miscela di acidi grassi "volatili" da 1 a 8 atomi di

carbonio che si combinano in un pattern peculiare di ogni individuo. Ne è testimone la capacità del cane di riconoscere, tra mille, la pista del suo padrone. Gli odori sembrano avere un ruolo importante nelle strategie riproduttive. Uno studio abbastanza curioso ha dimostrato che le donne sono influenzate dall'odore nella scelta del partner, e nel periodo fertile sono attratte dall'odore che corrisponde all'uomo che possiede il viso più simmetrico, e che è più diverso da loro geneticamente (sulla base del genotipo HLA). In altri termini l'odore spingerebbe la donna a scegliere il partner con cui generare un figlio il più possibile geneticamente eterogeneo, e quindi in grado di adattarsi meglio all'ambiente.

Ma fin qui abbiamo parlato di molecole responsabili di fenomeni chimici che non sono amore. O, per usare ancora le parole di Cedrangolo, abbiamo parlato di un "*amore a livello cellulare*". L'amore implica in primo luogo una scelta che non può essere affidata a una sostanza chimica, una preferenza che a volte si oppone a qualunque legge della riproduzione, o almeno, così potrebbe sembrare.

Non c'è dubbio che la scelta dell'uomo cade sulla bella fanciulla. Anzi potremmo dire che l'uomo, sin dalla nascita, ospita nel subcosciente l'immagine della sua donna, e la cerca affannosamente nella vita d'ogni giorno. E forse non è azzardato dire che quest'immagine non è scritta nel suo subcosciente, ma nei suoi geni. L'interesse verso alcuni tratti che noi identifichiamo con la bellezza, è universale: il volto di Nefertiti raffigurato sulla famosa statuina conservata al museo egizio di Berlino è giudicato bello da uomini appartenenti a culture, religioni, etnie completamente diverse. E qualche mese fa tecniche di imaging ci hanno finalmente rivelato, dopo 3200 anni, quello che potrebbe essere il vero volto della regina, che è ancora più bello di come

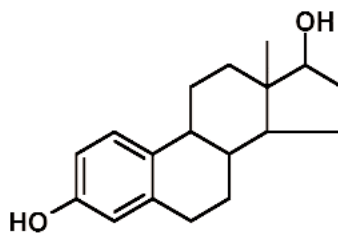
appare sulla statua (FIGURA 2).



E una ponderosa produzione scientifica ci lascia pochi dubbi sul fatto che i criteri di bellezza siano innati: un neonato, posto di fronte alla scelta, fisserà il suo sguardo più a lungo su un volto che gli adulti giudicano bello. E se lo sguardo dell'uomo si sofferma su un volto bello, entro pochi centesimi di secondo in alcune cellule della corteccia frontale appare un segnale elettrico che denota il gradimento. Anzi, oggi è ben noto che esistono aree cerebrali diverse ed indipendenti, che si attivano se osserviamo un volto bello, o se osserviamo un volto brutto.

Ma quali sono questi tratti che attirano l'attenzione dell'uomo? Il mento piccolo, la fronte alta, gli occhi grandi, le labbra pronunciate. E sono caratteri scelti da tutti gli uomini, indipendentemente dal gruppo etnico di appartenenza, come ha dimostrato David Buss in uno studio che ha coinvolto migliaia di individui appartenenti a 37 culture diverse dimostrando che l'uomo, nella scelta della partner, punta principalmente sulla bellezza del volto. E sono quei caratteri che conosciamo da sempre, che l'industria dei *cartoon* utilizza

per creare delle figure che tengono incollati allo schermo grandi e bambini, in immagini realizzate al computer oppure dal tratto di matita di un abile disegnatore. Ma perché l'uomo è attirato da questi tratti del volto e non, ad esempio, dalle orecchie o dalle mani che sono altrettanto diverse in ogni donna? Forse perché qualcuno di questi tratti esprime la fertilità della donna. Banalmente potremmo dire che le labbra pronunciate dipendono da quegli stessi ormoni steroidei che regolano i cicli riproduttivi della donna (FIGURA 3).



Estradiolo

Oppure questi tratti attirano l'attenzione dell'uomo perché denotano un volto tipicamente infantile e corrispondono quindi ad una donna giovane, nell'età della massima fertilità. L'analisi di *morphing* ci consente facilmente di identificare questi tratti del volto come tratti "infantili".

L'altra caratteristica del volto su cui si sofferma l'attenzione sia dell'uomo che della donna è la simmetria. Francis Galton fu un pioniere degli studi scientifici sulla bellezza e a quei tempi, in mancanza della computer grafica, studi un po' più artigianali ottenuti dalla sovrapposizione di immagini fotografiche, già dimostravano che l'interesse dell'uomo e della donna cadevano su un volto privo di segni o difetti di asimmetria.

In altri termini, il volto più attraente è quello che si ottiene dalla "media" degli altri volti, cioè quello che corrisponde all'individuo più eterogeneo geneticamente, e dotato del sistema immunitario più efficiente.

Ma il mento piccolo, la fronte alta, gli occhi grandi, le labbra pronunciate, sono anche quei tratti che ci distinguono dall'uomo di *Neanderthal*. Abbiamo convissuto per tante generazioni, con quest'ominide, ma i nostri antenati "*homo sapiens*" hanno sempre avuto pochi dubbi nella scelta del loro partner. Studi del DNA mitocondriale da *Neanderthal* hanno dimostrato che quest'ominide non ha contribuito all'evoluzione della nostra specie, confermando che *Neanderthal* e *homo sapiens* sono il punto d'arrivo di due binari divergenti.

Ma perché le due specie non si sono incrociate? Alcuni ricercatori hanno prospettato che l'eventuale accoppiamento tra il *Neanderthal* e l'*homo sapiens* avrebbe incontrato un destino genetico di sterilità. Chissà invece se l'ostacolo a questi accoppiamenti non sia dipeso dai criteri innati di bellezza che ciascuna delle due specie aveva selezionato nei suoi geni, come racconta il neurobiologo italiano Alessandro Cellerino, nel suo volumetto intitolato "*Eros e cervello*".

E la donna? La donna cerca il principe, lo sappiamo tutti. Però la situazione è un po' più complessa, perché esiste una vasta gamma di principi. C'è il principe bello e forte ma povero, oppure quello facoltoso ma brutto. Ebbene la donna, nel periodo di fertilità del ciclo, orienta la sua scelta verso un partner esteticamente bello, dal volto simmetrico, quindi geneticamente eterogeneo e dotato di un sistema immunitario ben efficiente. Ma lontana da questi periodi, sulla scelta sembrano pesare di più elementi di tipo "sociale", orientati verso la necessità di garantire maggior protezione e benessere ai figli. In altri termini sembrerebbe che la donna sia portata a scegliere seguendo criteri diversi, a seconda che si tratti di un partner occasionale o stabile. E in questa scelta il criterio visivo riveste un ruolo prezioso: nel periodo fertile la donna è attirata da un viso più "mascolino", virile, ma come compagno duraturo tende a prediligere un volto più dolce e femminile forse perché quello mascolino viene visto come un volto "cattivo", espressione di un compagno poco propenso a destinare le sue premure alla progenie.

Il mondo animale ci offre un ampio panorama di scelte basate su criteri estetici. Tuttavia negli animali, a parte un breve ed articolato corteggiamento in alcune specie, non esiste alcun modello comparabile alla nostra promessa d'amore, a quel delizioso periodo di "rodaggio" di convivenza che è l'innamoramento. Gli animali non hanno nessuna possibilità, prima della scelta, di tenere sotto osservazione le capacità del partner. Il loro è spesso un vero amore a prima vista. E quindi questo amore deve essere basato su un rapporto semplice ed inequivocabile tra caratteristiche estetiche e capacità riproduttive. Nelle specie dove esiste competizione tra maschi, la femmina sceglie l'animale più grosso, o con le corna più ramificate. In altri casi, se c'è competizione per il cibo, la femmina sceglie l'animale che denota il maggior grado di benessere: quello che sarà capace di procurare meglio il cibo ai figli. Lo spinarello è la passione degli etologi. In alcuni habitat la femmina sceglie il

maschio che ha un colore rosso più acceso, soprattutto in condizioni ambientali dove scarseggiano le risorse. Ebbene, il colore rosso dipende da un pigmento che deriva dal carotene assunto con la dieta. L'animale che sfoggia la livrea più rossa è quello più capace di procurare il cibo (FIGURA 4).



Gerard Fitzgerald, Scientific American, 1993

Nell'uomo la situazione è molto più complessa e oltre ai criteri innati, anche la cultura, le mode, la religione, le convenzioni sociali, o i criteri di imitazione somministrati dai media hanno un peso rilevante nella scelta del partner, anche se a volte questi condizionamenti sembrano quasi coincidere con i criteri innati, dettati dalla selezione naturale, e diventa quasi difficile distinguerli. Ad esempio nei periodi di guerra e carestia, l'ideale di bellezza femminile sembra coincidere con le prosperità di alcuni quadri di Rubens mentre oggi, nei paesi industrializzati dove si vive nel terrore del colesterolo, l'ideale si avvicina di più a quello di qualche modella anoressica, di fronte alla quale i nostri nonni avrebbero arricciato il naso.

Al contrario, l'animale non ha alcuna possibilità di essere guidato nella scelta da genitori che, a loro volta, hanno compiuto le loro scelte in modo istintivo. Quindi negli animali il senso estetico, ancor più che nell'uomo, deve poggiare su criteri innati, e dunque custoditi nei geni. In molte specie di uccelli, ad esempio, la femmina sceglie il suo partner in base alla lunghezza della coda o all'ampiezza delle ali. E addirittura la proiezione di questi "tratti" le permette di riconoscere i maschi della stessa specie. Un elegante studio pubblicato qualche anno fa su *Nature Genetics* da un gruppo di zoologi svedesi, ci dice che se mostriamo una serie di immagini artificiali alla femmina, essa dirige la sua attenzione verso l'immagine che raffigura la coda o le ali più lunghe. Cioè nel sistema visivo dell'animale, a livello della retina, deve esistere la capacità innata di riconoscere, tra miliardi di immagini, quella della coda lunga, che la guiderà nella scelta del compagno. E non c'è dubbio che quest'immagine debba essere codificata da geni.

L'evidenza che la scelta dei tratti estetici sia codificata dal DNA ci viene da un altro elegante studio effettuato in una specie di lepidottero, *Utetheisa ornatix*. Questa specie è uno dei pochi casi di lepidottero in cui il maschio è più grande della femmina, e la femmina tende a scegliere il maschio più grande. C'è anche un motivo biochimico in questa scelta: il seme dei maschi più grandi contiene maggiori quantità di un alcaloide che viene trasmesso alle femmine durante la copulazione e ha molteplici funzioni: stimola la femmina a produrre più uova, difenderà le uova dall'attacco dei predatori, ma soprattutto, questo dono nuziale biochimico proteggerà la femmina dall'attacco dei predatori. Ebbene, è stato dimostrato che la tendenza della femmina a scegliere un maschio grosso dipende da un gene trasmesso dal padre, attraverso il cromosoma Z. Il risultato curioso è che questo gene è presente soltanto nei maschi grossi, i quali a loro volta sono grossi perché posseggono un altro gene, da cui dipende lo sviluppo corporeo. I due geni viaggiano in "packa-

ge”, cioè sono contigui, vengono coereditati e cotrasmessi. Quindi possiamo immaginare questo scenario: il padre grosso possiede il gene che favorisce lo sviluppo corporeo, e possiede anche il gene della “scelta”, e li trasmette alla figlia femmina. La figlia femmina seguirà l’imposizione genetica paterna, scegliendosi un compagno grosso, e trasmetterà ai suoi figli entrambi i geni, assicurandosi così una discendenza più sicura per i propri geni (FIGURA 5).



E se qualche fanciulla ha pianto lacrime amare di fronte ad un matrimonio combinato dai genitori con qualche giovanotto poco gradito, forse si potrà consolare pensando che la natura le ha previsto una buona compagnia. E chissà se qualche antico “busto” greco ha mai azzardato l’ipotesi dell’esistenza dei miti anche negli animali... Almeno in *Utetheisa*, Edipo, Elettra, Fedra, avrebbero una robusta “base” genetica.

Sicuramente nell’uomo i criteri di scelta sono molteplici e più

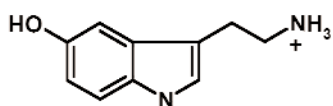
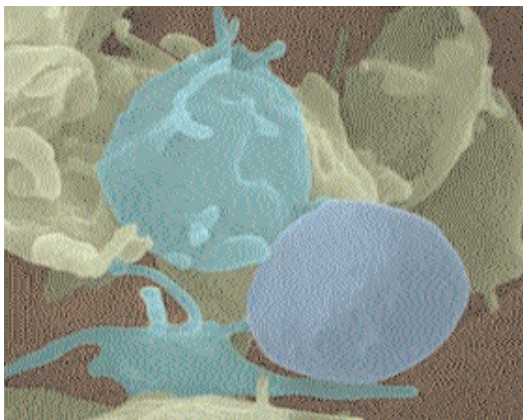
complessi, ma non c'è dubbio che siano custoditi anche nel DNA. Il futuro ci farà conoscere i geni coinvolti, i loro meccanismi d'interazione e i modelli di trasmissione che forse ancora non riusciamo ad immaginare.

Ma la principale difficoltà a racchiudere l'amore in una provetta di laboratorio è l'estrema eterogeneità dell'amore stesso. Nessuno, scienziato o poeta, ha mai saputo trovare una definizione dell'amore che vada bene per tutti. Eppure, nessuno può dire di non aver provato, almeno una volta nella vita, un brivido d'amore. Ebbene, oggi sappiamo che le modalità diverse con cui l'amore si presenta dipendono dalla partecipazione di una serie di aree cerebrali diverse, che attivandosi o disattivandosi in misura differente sotto la spinta di neurotrasmettitori, possono produrre tutta la gamma di sensazioni che si associano all'amore.

Con l'aiuto della risonanza magnetica funzionale, oggi conosciamo queste aree del cervello che partecipano all'amore. Se osserviamo la fotografia di un partner di cui siamo innamorati, si "accendono" le aree cerebrali del sistema limbico. Il giro del cingolo ci aiuta a riconoscere i sentimenti; l'insula riunisce le informazioni che vengono dagli organi di senso, e le aree del nucleo caudato e del putamen conferiscono l'elemento erotico. Ma l'amore aiuta anche a scacciare i sentimenti cattivi, come la depressione, e ancora la risonanza ci dice che l'amore inibisce alcune aree del lobo destro responsabili dei sentimenti negativi. Ma è possibile pensare che 4 o 5 gruppetti di cellule cerebrali, combinando la loro attività, riescano a produrre l'amore? Sì, se pensiamo che 4 sole basi azotate, combinandosi tra loro, riescono a produrre la vita.

Forse la storia della bella fanciulla e del principe ha perso un po' di poesia, ora che sappiamo che è stata scritta per noi dalla natura, ed è modulata da una serie di sostanze chimiche. Qualche anno fa una ricerca di farmacologia dimostrò che nella fase "acuta"

dell'innamoramento aumentano i livelli di serotonina rilasciati dalle piastrine nel sangue, e poi questi livelli tendono a scendere, man mano che alla fase di innamoramento subentra la fase del "volersi bene" (FIGURA 6).



Serotonina

Certo, fa effetto pensare che un giorno un baldo giovanotto si presenterà alla sua futura suocera recando con sé il referto di un'analisi di laboratorio.

Ma in attesa di quel giorno, per sapere se il nostro compagno è innamorato, possiamo contentarci di metodi meno scientifici ma certamente più romantici, e per ora forse più veri (FIGURA IN COPERTINA).