

Studi

La scienza dell'amore e i suoi limiti

Domenica Bruni

Ricevuto il 20 dicembre 2012; accettato il 28 marzo 2013

Riassunto Indagare l'amore come fenomeno naturale significa mettere a disposizione questo particolare aspetto della vita umana – da sempre considerato come qualcosa di evanescente, impalpabile e profondamente soggettivo – al contributo offerto alla sua comprensione dalla scienza contemporanea. Le scienze della natura stanno modificando il concetto intuitivo che ognuno di noi ha del sentimento amoroso. Ciò che emerge è una immagine dell'uomo meno libero di quanto ciascuno di noi è abituato a pensare. Una volta scoperto quanto siamo condizionati dalla biologia anche nell'amore, resta qualcosa di cui la scienza moderna non riesce ancora a rendere conto. Alla fine della sua storia naturale, l'amore esce ridimensionato nelle sue pretese, ma ancora vivo e perciò forse ancora più genuino.

PAROLE CHIAVE: Amore; Neuroscienze; Naturalizzazione; Chimica cerebrale; Evoluzionismo.

Abstract *The Science of Love and its Limits* – To investigate love as a natural phenomenon entails subjecting this aspect of human life – up till now considered evanescent, impalpable and deeply subjective – to the scrutiny and understanding of contemporary science. The natural sciences continue to modify our intuitive concepts of love suggesting that even in love man is much less free than we like to think. Nevertheless, once we discover the extent to which we are constrained by our biology even where love is concerned, something remains that contemporary science cannot explain. At this point in its natural history, the claims made for love appear weakened but love is still alive and – precisely for this reason – perhaps even more heartfelt.

KEYWORDS: Love; Neurosciences; Naturalization; Brain Chemistry; Evolutionism.



A volte mi capita di fare una sciocchezza dopo l'altra, e non c'è nulla che possa fermarmi. Il giorno che incontrai quella donna avrei dovuto fuggire subito, se avessi conservato un filo di buon senso. Ma appena l'ebbi vista perdetti del tutto la ragione e irrimediabilmente.

ORSON WELLES, *La signora di Shanghai*

Di tutti i modi di produzione dell'amore, di tutti gli agenti di disseminazione del male

sacro, uno dei più efficaci è certo questo gran soffio d'ansia che passa a volte su di noi. La sorte è segnata, allora: sarà lui, l'essere della cui compagnia godiamo in quell'istante, sarà lui che ameremo.

Non c'è nemmeno bisogno che, prima, ci piacesse più di altri, e nemmeno altrettanto. Occorreva solo che la nostra inclinazione per lui divenisse esclusiva.

MARCEL PROUST, *Alla ricerca del tempo perduto*

D. Bruni - Dipartimento di Scienze Cognitive - Università di Messina (✉)
E-mail: dbruni@unime.it



L'ambiguità dell'amore

MANUEL CRUZ IN *L'amore filosofo* afferma che «parlare d'amore è simile all'esperienza di scrivere sulla sabbia affrontare la questione dell'amore rappresenta un'impresa rischiosa. Non tanto per l'evidente difficoltà che può presentare fin dall'inizio, ma proprio per il contrario, per la sua apparente facilità».¹

L'amore è l'esperienza universale per eccellenza. Tutti ne parlano e lo fanno indipendentemente dalle proprie competenze, dalle proprie conoscenze o qualifiche. Se, infatti, ci esercitassimo nell'individuare l'argomento principale delle nostre conversazioni tra la molteplicità dei comportamenti che caratterizzano la specie umana ci renderemmo subito conto che l'amore è il tema sul quale si discute maggiormente e in molti modi.

Ed è proprio l'universalità dell'esperienza amorosa che, in un certo senso, ci autorizza a dire la nostra. La scienza, invece, ha mantenuto il silenzio e un certo riserbo sull'argomento come se esistessero aspetti dell'amore caratterizzati dall'impossibilità di effettuare indagini e analisi, come se fosse un fenomeno imperscrutabile e avvolto da un mistero che risulta insondabile.

Esiste un luogo comune piuttosto consolidato, dunque, che consiste nell'affermare che amore e scienza, in realtà, non si sposino bene. Una convivenza difficile anche in camere separate. Penso, tuttavia, che le cose stiano diversamente. Forse sarebbe giusto chiedersi se la scienza ha prestato sufficiente attenzione all'amore.

I filosofi certamente sì. Quest'ultimi lo hanno fatto in un modo piuttosto evidente, basterebbe citare il *Simposio* o il *Fedro* di Platone. I pensatori del passato hanno dedicato molte delle loro energie intellettuali a parlare di sentimenti, emozioni, passioni e affetti e sommovimenti dell'animo umano.

Per molti l'amore è la *conditio sine qua non* della felicità, una fonte inesauribile per qualsiasi genere di letteratura, una forza costitutiva e dominante che sperimentiamo. Questo accade da un lato, dall'altro, però occorre osservare che

il fascino esercitato dalla passione amorosa va di pari passo con la sua labilità ed evanescenza.

Il sentimento amoroso è, infatti, costitutivamente ambiguo. Lo è a tal punto che risulta impossibile rintracciarne una definizione precisa. L'amore pervade ogni sfera della nostra esistenza e racchiude stati emotivi e psicologici, nonché una molteplicità di sfaccettature che vanno dalla tenerezza, all'impegno, alla passione, al desiderio, alla gelosia e alla sessualità, tutte cose estremamente difficili da circoscrivere e inscindibili dall'esperienza amorosa.

Esempi dell'ambiguità di cui soffre l'amore sono offerti dalla letteratura che sovente riesce a farlo in maniera esemplare. Ricorrerò solo a due esempi.

Il primo passo è tratto da un romanzo di Philip Roth, *L'animale morente*:

L'unica ossessione che vogliono tutti: "l'amore". Cosa crede, la gente, che basti innamorarsi per sentirsi completi? La platonica unione delle anime? Io la penso diversamente. Io credo che tu sia completo prima di cominciare. E l'amore ti spezza. Tu sei intero, e poi ti apri in due.²

Marcel Proust, invece, descrive così l'esperienza dell'amore in *La strada di Swann*:

E questa malattia che era l'amore di Swann s'era così moltiplicata, era avvinta così strettamente ad ogni consuetudine di lui, ad ogni suo atto, alla sua mente, alla sua salute, al suo sonno, alla sua esistenza, perfino ciò che egli desiderava dopo la morte, aveva finito ormai con il formare una sola cosa con lui a tal punto che non sarebbe stato possibile strappargliela senza distruggere lui stesso quasi per intero: come si dice in chirurgia, il suo amore non era "operabile".³

L'ambiguità di cui soffre l'amore non deve condurre, a mio avviso, a considerazioni scettiche perlomeno riguardo alla possibilità di scrivere qualcosa che sia sensato su questo argomento. L'amore sembra offrire un fine preciso alle nostre azioni partecipando ai processi di costruzio-

ne della nostra identità. La natura umana possiede due caratteristiche fondamentali, vale a dire la razionalità e la capacità di amare.

La ragione e l'amore sono delle autorità normative che ci guidano nelle scelte da compiere, forniscono le motivazioni al nostro agire e lo vincolano costruendo un recinto che perimetra il nostro spazio d'azione.⁴

Da un lato la capacità di riflettere e di ragionare su noi stessi porta a una paralisi. La riflessività, infatti, offre gli strumenti per realizzare i nostri desideri, ma allo stesso tempo spesso costituisce una remora per la loro soddisfazione conducendo a una scissione interiore. Dall'altro lato la capacità di amare unisce tutti i nostri frammenti strutturandoli e indirizzandoli verso un fine preciso. L'amore, dunque, sembra essere coinvolto nei processi di integrazione dell'identità personale.

■ Questioni epistemologiche

Lasciamo da parte la filosofia e la letteratura e ritorniamo alla nostra domanda iniziale, ossia se la scienza ha prestato adeguata attenzione al sentimento amoroso. La mia risposta è: non ancora abbastanza.

Per anestetizzare l'ambiguità e l'evanescenza insita nel sentimento amoroso è necessario fare un tentativo, ossia cercare di ancorare l'amore a vincoli naturali rendendolo così un concreto "oggetto" di studio.

Individuare i vincoli del fenomeno al quale siamo interessati non significa di certo ridurre il fenomeno ai vincoli stessi ma delimitarne l'esercizio. Inoltre l'individuare dei vincoli rende maggiormente possibile la strada della naturalizzazione.⁵

Naturalizzare un determinato fenomeno significa molte cose, tante quante sono le definizioni che noi diamo al termine "natura". Ho adottato una di queste accezioni, quella che porta con sé un'utilità conoscitiva: "naturalizzare x" consiste nel trattare il fenomeno che si cerca di investigare (per esempio: giudizio estetico, coscienza, credenze religiose, giudizio morale) come un oggetto delle scienze naturali. È un genere di naturalismo che in letteratura vie-

ne definito "naturalismo filosofico".

Esso rappresenta una posizione continuista all'interno del dibattito sulla relazione tra filosofia e scienza sperimentale. Il naturalismo aspira a stabilire un'autentica collaborazione tra filosofia e scienza, in modo tale da accantonare le pretese di chi sostiene sussista un conflitto insormontabile tra questi due ambiti disciplinari.

Il tipo di naturalismo che ho deciso di adottare è un metodo di indagine attraverso il quale, una volta individuato ciò che si ritiene essere parte del mondo naturale, è possibile anche porre sulla linea della compatibilità la spiegazione scientifica e quella filosofica dei fenomeni.⁶ Ci sono almeno due tesi di fondo dalle quali non si può prescindere se si vuole professare il naturalismo: «il rifiuto di elementi di spiegazione ultraterreni per render conto dei fenomeni e in generale l'inclinazione a considerare come naturali una serie di fenomeni che non fanno parte di ciò a cui le scienze empiriche hanno tradizionalmente rivolto la loro attenzione) e decretare uno stato di eccezione»⁷ o di anomalia evolutiva delle creature umane all'interno della natura, ipotesi che aprirebbero di nuovo la strada a una forma di dualismo.

Le derive dualistiche, infatti, sono improponibili in un quadro interpretativo di tipo naturalistico. Questo fa sì, ad esempio, che il riferimento all'evoluzionismo e a Charles Darwin, anche per quel che riguarda l'amore, sia comune tra coloro che adottano il punto di vista naturalistico.

La mia, dunque, non vuole essere una brutale forma di riduzionismo e, dunque, sarebbe il caso di sottolineare in via preliminare che individuare i vincoli di un determinato fenomeno, in questo caso dell'amore, non significa di certo ridurre il fenomeno ai vincoli stessi ma delimitarne l'esercizio. Inoltre l'individuazione dei "vincoli" rende maggiormente possibile la strada della naturalizzazione. Le scienze della natura stanno via via modificando il concetto intuitivo che ognuno di noi ha di se stesso.

L'idea di base è che sia cambiata l'antropologia delle scienze umane sotto la pressione del naturalismo scientifico. Emerge una nuova immagine dell'uomo, non più diviso tra anima e corpo, libero, razionale, bensì frutto

dell'evoluzione, irrazionale e dominato dalle passioni, forse molto meno libero di quanto riteniamo per i condizionamenti genetico-cerebrali.⁸

■ Il comportamento amoroso

Messe da parte le brevi premesse epistemologiche e metodologiche vorrei tentare di dare una risposta alla seguente domanda: *Cosa accade quando ci innamoriamo?*

Vorrei dividere il mio racconto in due parti. Una prima parte in cui le creature umane sono spettatori – seppur interessati – di quel che accade e una seconda parte in cui ci si scopre, almeno in parte, attori protagonisti nelle scelte amorose e in particolar modo nella scelta del compagno.

Nel primo caso mi verrà in aiuto il funzionamento della biochimica cerebrale che rappresenta la condizione di possibilità del verificarsi di un determinato comportamento mentre nel secondo caso farò riferimento a studi di psicologia evolutivista.

Prima di passare alla chimica cerebrale dell'amore vorrei che spostassimo la nostra attenzione sul ciò che caratterizza il "comportamento amoroso".

Se da un lato il comportamento umano riguardo alle droghe o al cibo è sostanzialmente uguale a quello degli altri mammiferi,⁹ non è possibile affermare la stessa cosa per quel che riguarda il nostro peculiare sistema di accoppiamento. Gli esseri umani, sotto questo punto di vista, sono fuori dal comune.

Nella maggior parte dei mammiferi la femmina manifesta la propria fertilità con segnali chiari (gesti sessuali tipici, odori, colori, rigonfiamenti), ma al di fuori dei periodi di fertilità maschio e femmina tendono a non cercarsi l'un l'altra.

Le femmine della specie umana, al contrario, hanno l'ovulazione nascosta e non esistono dunque manifestazioni visibili e palesi del ciclo dell'ovulazione. Tutto questo ha un'importante conseguenza, che consiste nel fatto che la maggior parte dei rapporti sessuali umani è di tipo ricreativo. Essi infatti non sono sincronizzati con la fase ovulatoria e a volte si verificano in

caso in cui il concepimento è del tutto impossibile come nel caso di gravidanze in atto o la presenza della menopausa.

Un'altra cosa che caratterizza le creature umane è il modo in cui scegliamo il nostro partner. Più del 90% dei mammiferi è spiccatamente promiscuo e sia i maschi che le femmine hanno numerosi partner sessuali. Gli animali umani tendono a essere monogami o come si ama dire adesso "monogami seriali".¹⁰

Infine, in quasi tutte le specie dei mammiferi, dopo l'accoppiamento il maschio e la femmina non formano una coppia duratura. Il maschio, non ha alcun ruolo nella crescita della prole e, spesso, lascia il gruppo sociale o nel caso in cui rimanga è improbabile che riconosca la sua progenie.

Nelle creature umane, invece, i legami di coppia duraturi sono molto comuni e il maschio contribuisce al benessere dei suoi figli.¹¹

Quindi le creature umane assumono un insieme di comportamenti sessuali unici, sebbene esistano comunque degli aspetti che vengono condivisi con alcuni animali, notoriamente con i bonobo e i delfini, i gibboni, le arvicole delle praterie e i pinguini imperatori che hanno un sistema di accoppiamento monogamico in cui il maschio collabora al mantenimento della prole. Perché ci comportiamo in questo modo?

Le ipotesi in campo sono numerose ma ce n'è una che sembra essere più convincente delle altre. Lo sviluppo del nostro sistema di accoppiamento è stato condizionato dalla nostra neotenia, ossia dal fatto che la nostra è la specie con l'infanzia più lunga e indifesa di tutti gli altri animali.¹²

Il volume del cervello umano adulto, infatti, è molto più grande rispetto alle dimensioni del bacino della madre e se fosse completamente sviluppato fin dalla nascita non riuscirebbe a passare attraverso il canale del parto. Il cervello di un neonato misura all'incirca quattrocento centimetri cubici e passa già con estrema difficoltà, testimonianza ne è il fenomeno unicamente umano della mortalità materna da parto.

Il neonato successivamente andrà incontro a uno sviluppo cerebrale post-natale fino all'età di cinque anni con un ritmo molto veloce che

diminuirà in un secondo momento fino a quando il cervello avrà raggiunto la completa maturazione.

Per sintetizzare: il bisogno di prendersi cura dei piccoli spiega il nostro atipico sistema di accoppiamento e le sue peculiarità: (1) l'ovulazione nascosta; (2) il sesso generalmente ricreativo; (3) la monogamia; (4) il contributo paterno all'allevamento della prole.

Qual è la componente emotiva che sta dietro a questi comportamenti appena descritti? Cosa succede nei nostri cervelli quando ci innamoriamo?

■ Le vie (chimiche) dell'amore

Il comportamento amoroso è, senza dubbio, un'interessante tipologia di comportamento paragonabile ad avere fame o sete. Quando si ha fame, per esempio, ci sono dei segnali interni che ci inducono a mangiare per ripristinare un equilibrio all'interno dell'organismo allo stesso modo esistono segnali che ci rendono disponibili a una relazione amorosa.

Quello che sappiamo è che siamo incapaci di concentrarci, che contiamo le ore che ci separano dalla persona amata e sappiamo che il cuore batte all'impazzata quando abbiamo di fronte l'oggetto del nostro desiderio.

Ci si chiede se quando si verifica tutto questo siamo di fronte alla nostra anima gemella. Siamo di fronte a un *reale incontro di cuori e menti*? La risposta da un lato potrebbe essere affermativa, ma dall'altro lato, tutto questo potrebbe essere una sensazione causata da una serie di reazioni chimiche che si verificano all'interno del nostro sistema cerebrale, qualcosa che potremmo ragionevolmente definire "follia temporanea".

Tra gli "scienziati dell'amore" vi è sicuramente l'antropologa della Rutgers University nel New Jersey, Helen Fisher che studia l'amore da circa trentacinque anni. Il suo libro, *Why We love: The Nature and Chemistry of Romantic Love*,¹³ individua nell'amore tre fasi distinte: desiderio-attrazione-attaccamento. Ognuna coinvolge distinti sistemi cerebrali caratterizzati da una specifica biochimica.

Nella prima fase, ossia quella del desiderio, a farla da padrone e da guida è il testosterone negli uomini e gli estrogeni nelle donne, ormoni che ci fanno interessare (in maniera indistinta) a qualcuno.

La seconda fase è l'attrazione. Essa rappresenta tutta la forza dell'amore romantico. È la fase dell'ossessione per la persona amata. In una sola parola: è il momento in cui siamo innamorati. Chi sono i responsabili di questo caos?

Sono tre potenti sostanze chimiche presenti nel cervello che ci aiutano a mandare messaggi all'interno del sistema nervoso: *adrenalina*, *dopamina*, *serotonina*. Le mani sudate, il cuore che va di corsa sono solo alcuni dei segnali che testimoniano un alto livello di adrenalina nel sangue. Le pupille dilatate, l'aumento dell'energia, l'irrequietezza che proviamo con un nuovo amore sono causate dalla dopamina che lavora dentro di noi.

La dopamina è la maggiore responsabile del sentimento amoroso. È associata con il desiderio e con il sistema di ricompensa del cervello (maggiormente stimolato quando beviamo caffeina). Elevati livelli di dopamina nel cervello producono un'attenzione estremamente concentrata, una motivazione determinata e comportamenti diretti a uno scopo ben preciso.

Queste in effetti sono le caratteristiche principali dell'amore. Gli innamorati si concentrano intensamente sulla persona amata, escludendo tutti gli altri. La loro attenzione è focalizzata sulle qualità positive del partner, non badano ai loro tratti negativi e si spingono a venerare momenti e oggetti condivisi con l'amato.

Un'elevata concentrazione di dopamina, inoltre, produce euforia, energia, ipercinesia, insonnia, perdita di appetito, accelerazioni del battito cardiaco e del respiro. Inoltre l'amore è una forma di dipendenza (felice se l'amore è ricambiato, ma carica di sofferenza e spesso distruttiva se l'amore è respinto). Tutte le forme di dipendenza sono legati a elevati livelli di dopamina nel cervello. Infatti, la dopamina è cruciale nel sistema di ricompensa e motivazione del cervello.

In un certo senso potremmo sostituire alla

parola dopamina quella di "tenacia". Quando una ricompensa o un premio tende a svanire, le cellule che producono la dopamina aumentano la secrezione di questo stimolante naturale per dare maggiore energia al cervello, far concentrare l'attenzione e spingere l'individuo a raddoppiare gli sforzi per ottenere la ricompensa attesa, ossia la conquista della persona amata.

La serotonina può effettivamente cambiare il nostro modo di pensare (e di agire). Nella fase dell'infatuazione, infatti, i nostri livelli di serotonina sono bassi rispetto a quanto accade nella norma (gli stessi livelli sono presenti nelle persone ossessivo-compulsive, questo spiegherebbe come mai non possiamo fare a meno di pensare alla persona amata).

Come se tutto questo non bastasse, sembra che parti del cervello che hanno a che fare con il giudizio sociale e le emozioni negative siano inibite nelle prime fasi dell'amore. Questo ostacolerebbe di molto la nostra capacità critica tanto da idealizzare la persona oggetto del nostro amore che vediamo attraverso "occhiali tinti di rosa", rimanendo beatamente inconsapevoli dei suoi difetti.

In un certo senso, è possibile affermare che tutti i *cliché* sono veri: l'amore è cieco, l'amore è una droga ed è anche una sorta di pazzia temporanea. Questo stato di cose, evidentemente, non può andare avanti per il resto della nostra vita. Ci renderebbe esausti. Per fortuna, la fase dell'infatuazione dura un minimo di sei mesi e tende a svanire dopo tre anni di relazione. A meno che non si sia nella fase dell'adolescenza.

Uno dei motivi che rende l'adolescenza un percorso accidentato è che gli adolescenti sperimentano la fase dell'attrazione in maniera più forte rispetto agli adulti e non riescono a passare alla fase successiva. Non è un'attenzione focalizzata di breve durata come invece accade superata la fase adolescenziale.

Gli adulti, invece, dopo la fase dell'infatuazione passano a quella dell'attaccamento, quel senso di vicinanza e di contentezza che si prova con un partner stabile nel tempo.

In questa fase ci vengono in aiuto degli ormoni come l'ossitocina e la vasopressina entrambi stimolati dal contatto fisico (dal tenersi

per mano, a baciarsi o a fare l'amore). Gli ormoni aumentano la sensazione di attaccamento e di vicinanza al partner. La vasopressina aumenta la probabilità della monogamia. In questa fase si assiste anche ad un aumento del rilascio delle *endorfine*. Il rilascio delle endorfine, infatti, caratterizza la fase dell'attaccamento.

Le endorfine, scoperte nel nostro corpo solo nel 1975, sono sostanze chimiche prodotte dal sistema nervoso centrale e dotate di una potente attività analgesica, fungono da "anestetico naturale" con benefici simili a quelli della morfina e ad altre sostanze oppiacee. Le endorfine inducono a una sensazione di appagamento e creano la sensazione della dipendenza, in maniera tale che se il nostro partner è lontano desideriamo che torni. Vengono rilasciate dal corpo, per esempio, durante l'attività sportiva, baci, carezze o altre forme di contatto.

Per questi motivi l'endorfina viene anche definita "ormone della felicità" in quanto blocca il dolore e produce analgesia, danno euforia, felicità e senso di benessere. Il rilascio delle endorfine è stimolato da rapporti stabili nel tempo.

L'amore, dunque, sembra essere stato progettato per focalizzare l'attenzione su una persona in particolare e per rimanere con lei abbastanza a lungo da prendersi cura dei bambini. In definitiva l'amore fa parte dell'istinto biologico per la sopravvivenza della specie. Serotonina, norepinefrina e dopamina, dunque, sembrano esercitare un ruolo molto importante dell'innescare della passione d'amore.

In sintesi l'amore con tutte le sue caratteristiche sarebbe determinato da bassi livelli di serotonina (causa, ad esempio, del pensiero ossessivo della persona amata) e da alti livelli di dopamina e norepinefrina (gli alti livelli dei due neurotrasmettitori causano sensazioni di euforia, perdita di appetito, insonnia, attenzione focalizzata).

Una seconda fase della stessa ricerca consisteva nel focalizzare le aree cerebrali che erano interessate a ciò che Omero definisce "irruenza del desiderio".

Per far questo la Fisher ha sottoposto ad analisi l'attività cerebrale di venti uomini e venti donne, che si dichiaravano follemente inna-

morati, mediante lo scanner della risonanza magnetica. L'esperimento ha avuto una durata totale di dodici minuti per ogni singolo soggetto, durante i quali venivano mostrate le foto della persona amata per circa trenta secondi.

La scoperta è stata la seguente: una forte attività del nucleo caudato destro, una struttura subcorticale contenuta nei gangli basali. L'attività di questo sistema aumenterebbe in proporzione alla passione amorosa provata dai soggetti esaminati e alla vista di una fotografia della persona amata.¹⁴

Il nucleo caudato insieme al sistema limbico (area tegumentale ventrale VTA e nucleus accumbens NAc) rappresenta uno dei centri più importanti implicati in ciò che viene definito meccanismo di ricompensa e attesa di un premio.¹⁵

Mediante questa particolare struttura siamo in grado di mettere in atto azioni di discriminare tra le varie ricompense possibili, di esercitare una preferenza su di esse, tutto questo in una generale situazione di attesa, di anticipazione e di motivazione. Il caudato fa parte del cervello rettiliano o complesso-R. Il motivo di questa particolare denominazione risiede nel fatto che tale regione cerebrale si è evoluta circa sessantacinque milioni di anni fa, molto tempo prima, dunque, della comparsa dei mammiferi.

Un altro circuito cerebrale coinvolto nella passione romantica, la cui attività è stata rilevata durante lo stesso esperimento, è l'area tegumentaria ventrale destra, ATV.¹⁶ Quest'ultima è una delle principali vie dopaminergiche.

Stiamo affermando così che il compito dell'ATV è quello di distribuire dopamina in molte aree del cervello compreso il nucleo caudato. L'energia, la capacità di concentrarsi, il vigore, l'attenzione focalizzata, l'euforia e la forte motivazione rappresentano le conseguenze di una distribuzione tanto massiccia di dopamina. Queste caratteristiche appena elencate sono tutte manifestazioni presenti e riscontrabili nell'amore romantico.

Saremmo dunque vittime impotenti di un istinto biologico. Questo è in estrema sintesi il risultato a cui conducono gli studi della Fisher. Lo stesso risultato è stato raggiunto contempo-

aneamente da due ricercatori dell'University College di Londra, Andreas Bartels e Semir Zeki.

Lo studio londinese¹⁷ riguarda l'analisi, mediante la tecnica dell'fMRI, dell'attività cerebrale di soggetti dichiaratisi "profondamente innamorati" durante l'osservazione di fotografie della persona amata e di amici. E anche questa volta le immagini provenienti dalla risonanza magnetica funzionale rivelavano l'attività del nucleo caudato. I dati sperimentali aggiungono, però, diversi elementi dal momento che mettono in risalto l'attività di altre aree cerebrali tra le quali il cingolato anteriore e la corteccia insulare.

Secondo la Fisher l'attivazione di questo *network* cerebrale e, dunque, la parziale differenza con i dati sperimentali della sua équipe è dovuta al fatto che i soggetti presi in esame dallo studio londinese avevano una relazione amorosa da più anni mentre gli individui esaminati dalla Fisher dichiaravano di essere innamorati da appena sette mesi o poco più. L'interpretazione di questi dati è certamente dubbia.

Proviamo a capire le funzioni ascrivibili alle suddette aree cerebrali. Il cingolato anteriore svolge più funzioni: capacità di valutare i sentimenti degli altri nelle relazioni sociali e consapevolezza del proprio stato emotivo.

Studi recenti hanno dimostrato come questa regione del cervello sia responsabile del recupero e della conservazione dei ricordi remoti. La corteccia insulare è intimamente connessa ai circuiti emotivi come l'amigdala e l'ippocampo e, inoltre, riceve dati inviati dall'organismo che provengono da stimoli sensoriali esterni, dalle attività dello stomaco e dell'intestino.

La Fisher, dunque, constatò che la risposta delle aree cerebrali associate all'attenzione, alla memoria e alle emozioni varia a seconda della durata temporale della relazione amorosa. Ma ancora su questa questione non vi è alcun punto finale.

Proviamo a sintetizzare ciò che abbiamo descritto fin qui. Una forte dipendenza dall'oggetto del proprio amore, insonnia e inappetenza, energia propositiva, stati di euforia in presenza di chi si ama e ansia da separazione in sua assenza sono, in estrema sintesi, i sintomi della passione amorosa. Sono gli stessi sintomi che carat-

terizzano le manie e le dipendenze.

L'amore romantico, dunque, avrebbe l'aspetto di una motivazione più che di un'emozione, di uno stato motivazionale che guarda al raggiungimento di un obiettivo e di una ricompensa. Sembrerebbe, più che un impulso sessuale vero e proprio, qualcosa di molto simile a una pulsione biologica come la fame o il sonno, oppure di analogo al desiderio di qualcosa da cui si è fortemente dipendenti.

La sola visione della persona amata o di una sua immagine attiva specifiche aree cerebrali ricche di dopamina (area tegumentale ventrale destra; corpo caudato dorsale destro). Sono proprio queste aree che danno vita al sistema di ricompensa del cervello che ci consente di motivare un'azione, pianificarla, dirigerla verso un obiettivo tentando di raggiungerlo. Ovviamente il sistema di ricompensa è coadiuvato da altre aree come, per esempio, i gangli della base che sono responsabili del controllo del movimento.

Nell'amore romantico sembrerebbero non essere coinvolte regioni che riguardano la sessualità, né la percezione della bellezza dei volti osservati (processata dall'area tegumentale ventrale sinistra). È importante osservare come i soggetti impegnati in storie d'amore lunghe mostrassero, al momento della scannerizzazione cerebrale, attività in quelle regioni ricche di vasopressina (porzione ventrale del pallidum), ormone che ha una fondamentale importanza nel processo di attaccamento affettivo e sentimentale.

L'attrazione e la scelta

Siamo completamente in balia della nostra biochimica? È questa la fine della storia? Non proprio. Ci sono alcuni punti decisivi in cui ciascuno di noi sembra valutare la propria relazione, nonostante tutte le componenti inconsapevoli che abbiamo esaminato.

Fino a questo punto l'immagine dell'uomo è piuttosto passiva, in un certo senso siamo agiti dalla nostra biochimica che modifica il nostro modo di pensare influenzando il nostro modo di agire. Tuttavia l'amore presenta un'ulteriore connotazione.

Esso è, infatti, una modalità di conoscenza,

non è soltanto un comportamento manifesto. Si trova nella testa delle persone tanto quanto nelle pratiche sociali e dà una forma alle loro menti che si misura su un terreno che è evidentemente cruciale per la teoria dell'adattamento, come la riproduzione. Se l'insieme dei vincoli naturali (biologici, percettivi, cognitivi) fosse in grado di spiegare interamente il fenomeno a cui stiamo interessati, l'amore e l'attrazione sessuale sarebbero completamente naturalizzati.

Sfortunatamente, le scienze naturali non sono in grado di rendere conto di tutte le manifestazioni dell'amore. Un aspetto centrale nell'amore che non ha a che fare con la biochimica, ad esempio, è "la scelta" del compagno. La scelta è un meccanismo naturale presente anche negli altri animali. I vincoli che sono esercitati sulla scelta, però, sono più forti negli altri animali che nelle creature umane.

Questo perché nel caso degli esseri umani la scelta ha una dose maggiore di simmetria. Al contrario invece di ciò che accade negli altri animali in cui è la femmina che sceglie il compagno per la forte asimmetria che esiste tra maschi e femmine nell'investimento parentale (motivo per cui è presente un accentuato dimorfismo sessuale). Nelle creature umane, invece, in cui di norma sono i genitori che si prendono cura dei propri figli, la scelta del compagno è compiuta sia dall'uomo che dalla donna e dunque le differenze tra i sessi sono molto ridotte.

Osservando l'amore dal punto di vista della scelta del compagno ci rendiamo conto di come quest'ultima non sia altro che una tattica (al pari delle altre tattiche che impieghiamo nella vita di tutti i giorni). Lo scopo della strategia amorosa sarebbe aumentare le probabilità individuali di attrarre un partner ideale. Individuare e scegliere la persona ottimale tra più di sei miliardi di individui, però, è un'impresa impossibile e forse sarebbe meglio accontentarsi della persona migliore incontrata fino a quel momento. Ed è questo ciò che facciamo.

Il corteggiamento è, così, un vero e proprio mercato all'interno del quale ciascuno cerca di "comprare" la persona migliore dietro la spinta di motivi razionali (bell'aspetto, carattere equi-

librato e amabile, disponibilità economica e così via).

Non agiamo in un mondo ideale ma in un mercato all'interno del quale siamo in costante competizione e facciamo dei compromessi in maniera consapevole e inconsapevole. Nella scelta del compagno entrano in gioco, dunque, valutazioni soggettive e razionali. Siamo di fronte a una negoziazione e questo vuol dire che siamo di fronte alla "valutazione" che è una operazione riflessiva e soggettiva, meno vincolata rispetto a quello che accade negli altri animali che sono attratti e scelgono caratteristiche che hanno una forte valenza percettiva (colore, dimensioni, suoni).

I fattori che il nostro cervello decodifica nell'influenzare l'attrazione sessuale e, dunque, la scelta del compagno sono indagati molto diffusamente dallo psicologo evoluzionista Robin Dunbar.¹⁸

I fattori che influenzano la scelta cambiano a seconda se siamo coinvolti nella scelta di un partner per una relazione di breve durata o per una relazione un po' più lunga. La selezione di un partner per una relazione a lungo termine è influenzata da molti fattori, il principale dei quali è l'investimento parentale, quest'ultimo è il fattore adattivo principale nella promozione di una storia a lungo termine. Maschi e femmine scelgono, infatti, in modo diverso.

I maschi sembrano tener maggiormente in conto la qualità genetica della compagna; le femmine esercitano una scelta più complessiva che sostanzialmente ha a che fare con il valutare lo status sociale e la sicurezza per la cura della prole.

A sostegno di questa tesi vi sono numerosissimi esperimenti che traggono i medesimi risultati. Vorrei citare solo lo studio dello psicologo evoluzionista David Buss,¹⁹ che considero esemplare in questo genere di studi, sia per l'alto numero dei soggetti studiati (più di 10 mila) sia perché è una indagine transculturale che coinvolge 37 culture (situate su sei continenti e cinque isole).

Il campione include gli indiani, gli Estoni, i Cinesi, Zagabria, Brasile, gli Zulù del Sud Africa: 272 individui per ciascuna delle 37 culture).

Dai dati emerge l'universalità dei desiderata per entrambi i sessi. Sia le donne che gli uomini desiderano compagni intelligenti, gentili, comprensivi, affidabili e sani. Entrambi i sessi valutano positivamente la somiglianza per quel che riguarda l'orientamento politico e le credenze religiose.

Quello che vogliono le femmine, tuttavia, è un maschio più grande d'età, dotato di denaro e potere, prestigio e di tutte le risorse necessarie per allevare figli e per provvedere al loro sostentamento. Gli uomini preferiscono le donne belle, giovani e attraenti. Varia di grado, invece, il valore che le popolazioni attribuiscono a certe caratteristiche come la verginità e la castità.

Un elemento valutato dalle creature umane nella scelta del compagno è il viso. Nella maggioranza dei gruppi e delle società umane il viso è senz'altro la parte del corpo sempre in mostra e la semplice osservazione della foto di una faccia (eliminando tutti i tipi di tracce veicolate dalla cultura) conduce a un'esatta individuazione del sesso quasi nella totalità dei casi. Il volto maschile e femminile rientra nei caratteri sessuali secondari. Anche in esso, infatti, è presente un evidente dimorfismo sessuale.

Ci sono vari modi per riferirsi al tema dell'attrattività presente nei volti. L'approccio biologico-evolutivo, che prendo in esame in questa sede, considerano la funzione adattativa sottesa i meccanismi che presiedono alla percezione della bellezza. Meccanismi, dunque, che sono regolati dalla selezione sessuale darwiniana. I tratti fenotipici che sono stati selezionati rappresentano indicatori molto importanti della qualità genotipica dei portatori anche quando costituiscono degli evidenti ostacoli in termini di sopravvivenza.²⁰

A questo genere di approccio si contrappone il modello noto come *runaway model*,²¹ che considera le preferenze per un determinato partner piuttosto che per un altro in maniera casuale. È solo successivamente che le preferenze diventano vantaggiose da un punto di vista biologico. Esiste una terza proposta in campo che si basa sul modello parassitario della selezione sessuale.²²

L'evoluzione, seguendo le indicazioni del

Parasite Model, avrebbe favorito maggiormente l'attrazione per tutte quelle caratteristiche che sono segnali "onesti" di assenza di patologie parassitarie e testimoniano una certa capacità di resistenza del soggetto alle infezioni virali o batteriche.

Nel 1993, il biologo Randy Thornhill e lo psicologo Steven Gangestad, estendono questa teoria alla percezione dell'attrazione per determinati volti umani cavalcando la correlazione tra salute e bellezza²³, anche in altre specie animali.²⁴ All'interno di questa tradizione scientifica si inserisce un nuovo dibattito tra i sostenitori della *Averageness Theory*²⁵ da un lato e i sostenitori della *Outstanding Attractiveness Theory* dall'altro.²⁶

Per i primi, i volti che appaiono attraenti sono quelli che maggiormente si avvicinano a volti prototipici; per i sostenitori della seconda ipotesi i volti belli risultano essere quelli maggiormente femminilizzati. L'*Averageness Theory* stabilisce, quindi, una forte relazione e dipendenza tra la prototipicità e l'attrattività dal momento che un volto maggiormente prototipico viene riconosciuto più facilmente in quanto miglior esempio della categoria alla quale appartiene, nel nostro caso quella dei "volti umani".

L'idea di fondo (che si allontana dal comune sentire) sarebbe che i meccanismi che favoriscono l'attrazione verso determinate caratteristiche fenotipiche non sono strettamente relate alle dinamiche sociali o alla cultura di appartenenza di una determinata popolazione ma a processi cognitivi di prototipizzazione di stimoli complessi.²⁷

Altri studi²⁸ suggeriscono l'idea che esista un legame tra caratteristiche considerate attraenti e la rapidità con cui quest'ultime vengono processate. In sintesi, i volti considerati belli e attraenti non piacciono solo per il legame con la prototipicità, ma anche perché richiedono meno tempo per essere processati e categorizzati.

L'utilizzo delle moderne tecniche di *morphing* geometrico con cui è possibile realizzare volti medi è possibile osservare che all'aumentare del numero di volti sovrapposti aumenti la bellezza del volto ibrido, come se

proprio la somiglianza alla media sia ciò che rende un volto particolarmente attraente.²⁹

Una spiegazione per la preferenza nei riguardi di un volto medio potrebbe risiedere nella tendenza della selezione naturale a una certa stabilizzazione che, agendo contro le caratteristiche estreme appartenenti alle popolazioni, favorirebbe i possessori delle caratteristiche medie identificati come ideali partner riproduttivi (di conseguenza, sarebbe selezionata positivamente anche la preferenza per simili caratteristiche).

Esistono, tuttavia, spiegazioni diverse. Una di queste chiama in causa il nostro sistema percettivo dal momento che siamo attratti da altri stimoli presenti in natura che hanno caratteristiche medie. Oltre alle caratteristiche medie siamo attratti e, dunque, anche vincolati nell'esercitare una preferenza dalla simmetria. La simmetria bilaterale del volto suggerisce di solito l'idea di armonia e bellezza e questo accade non solo per il volto ma anche per le altre parti del corpo.

La presenza di simmetria nel corpo rappresenta un segnale di buona salute, indice di uno sviluppo stabile e normale. È molto faticoso e costoso da un punto di vista energetico sviluppare due metà identiche tra loro. Un organismo che vi riesce è stato in grado di resistere agli stress a cui l'ambiente lo sottopone.

Esistono altre interpretazioni sul perché la simmetria è spesso percepita come attraente. Una di queste riguarda il modo in cui è fatto il nostro sistema percettivo: le creature umane sono maggiormente capaci di percepire la simmetria bilaterale. Gli oggetti con una simile caratteristica risultano essere più piacevoli rispetto a quelli asimmetrici.

Gli studi in questo campo, però, testimoniano come non vi sia un'universale correlazione tra i volti simmetrici e la percezione di questi ultimi come belli e attraenti. Ci sono studi che attestano una correlazione positiva tra bellezza e simmetria, altri invece che ne evidenziano una negativa.

I sostenitori dell'*Outstanding Attractiveness Hypothesis* affermano che le caratteristiche che rendono un volto attraente sono tutti quegli

aspetti che rendono un volto più femminile. I volti maggiormente femminilizzati, quindi, sarebbero maggiormente apprezzati. Questo accade sia per i volti femminili che per quelli maschili. Il dimorfismo rappresenta un indicatore delle caratteristiche vantaggiose, testimoniano ad esempio la fertilità femminile e la forza nell'uomo, ma è stato notato come gli aspetti fortemente maschili siano anche associati a giudizi negativi sulla personalità.

Un alto livello di testosterone (causa di alcune caratteristiche fenotipiche) sembra essere sinonimo di instabilità nella costruzione di relazioni di lunga durata:³⁰ da questo deriverebbe un'accentuata preferenza femminile per i volti maschili che testimoniano una maggiore presenza di estrogeni.

Sono stati effettuati alcuni esperimenti per testare quanto il dimorfismo sessuale presente nel viso influenzi la percezione della sua attrazione. I soggetti di entrambi i sessi esaminati avevano la possibilità, attraverso un programma di *morphing*, di modificare, aumentandolo o diminuendolo, il grado dimorfico dei visi maschili e femminili oggetto della loro osservazione fino a ottenere come risultato un viso che sembrava loro attraente.

Se a soggetti, sia di sesso maschile che femminile, veniva chiesto di valutare il grado di attrazione di un viso femminile o maschile, entrambi i sessi preferiscono una versione femminilizzata del volto medio. La ricerca su quali siano i fattori determinanti per percepire un volto come attraente non può evidentemente dirsi conclusa né pacificata.

Inoltre si stanno aprendo nuove prospettive che prenderebbero in esame il grado di esposizione androgenica nell'utero materno,³¹ che avrebbe degli effetti sulle nostre preferenze estetiche.

■ L'amore fa il gioco della natura

Un'ipotesi interessante che porta con sé l'idea che l'amore "faccia il gioco della natura", come il resto delle emozioni fondamentali, ma che racchiuda in sé anche elementi consapevoli, è stata avanzata dal filosofo Paul Griffiths,³² il

quale, accanto alle emozioni fondamentali, pone un'altra categoria, ossia le "emozioni cognitive superiori".

Queste ultime hanno una differenza di grado rispetto alle emozioni fondamentali relativamente al loro carattere innato. Non sono automatiche, non hanno una manifestazione così rapida come le emozioni di base e non è possibile rintracciare in esse una precisa espressione del volto.

L'amore romantico rientrerebbe in questa categoria di cui fanno parte tutte quelle emozioni che per essere elaborate e processate hanno bisogno dell'impegno del neocortice, ossia di quella parte del cervello sviluppatasi cinque milioni di anni fa e che presiede alle nostre più complesse abilità cognitive. Qual è l'importanza di un maggiore coinvolgimento della corteccia cerebrale?

L'importanza potrebbe risiedere nell'influenza che simili emozioni possono ricevere dai pensieri di natura cosciente che spiegherebbe le variazioni di natura culturale che caratterizzano l'amore, il significato e le sfumature di senso che ciascuna cultura conferisce a esso, le innumerevoli idiosincrasie presenti nei comportamenti umani e nelle preferenze degli individui. Le emozioni cognitive superiori presentano un grado di socialità maggiore rispetto alle emozioni fondamentali. Questa differenza consiste nella necessaria presenza di un altro individuo perché sia possibile provarle.

Non è forse così per il senso di colpa, la gelosia, il pudore o la vergogna? Anche le emozioni cognitivamente superiori sembrano fare il gioco della natura così come le emozioni fondamentali, sono alleate della nostra razionalità e ci guidano nelle decisioni da prendere e danno corpo alla fitta rete di relazioni che caratterizzano in modo così particolare le creature umane.

Man mano che si va avanti nel tentare di costruire una storia naturale dell'amore, ci si rende conto vividamente che le creature umane fanno parte di una specie capace di dire di no ai propri vincoli naturali o meglio di rinegoziarli. E tuttavia è la natura stessa che ha prodotto qualcosa che è capace di riflettere su se stessa,

capace di costruire ideali e di organizzare un'intera esistenza intorno a essi.

Gli esseri umani appartengono a una specie che, per via naturale, concepisce di avere una vita mentale, diventa consapevole dei vincoli naturali che ha e decide di rinegoziarli soggettivamente. L'elemento della negazione, come la capacità di direzionare i propri istinti in un modo che agli altri animali sembra precluso, diventa così estremamente affascinante. Nel sentimento amoroso gli aspetti consapevoli e inconsapevoli lavorano contemporaneamente.

Note

¹ M. CRUZ, *Amo, luego existo*, Espasa, Tapa Blanda 2010 (trad. it. *L'amore filosofo*, traduzione di F. NIOLA, Einaudi, Torino 2012, p. 3).

² P. ROTH, *The Dying Animal*, Houghton Mifflin, New York 2001 (trad. it. *L'animale morente*, trad. di F. MANTOVANI, Einaudi, Torino 2004, p. 74).

³ M. PROUST, *Du côté de chez Swann*, Grasset, Paris 1913 (trad. it. *La strada di Swann*, traduzione di N. GINZBURG, Einaudi, Torino 1971, p. 330).

⁴ H.G. FRANKFURT, *Prendersi sul serio. Filosofia essenziale dell'amore per sé*, a cura di D. GIUSTI, Rizzoli, Milano 2008; H.G. FRANKFURT, *Catturati dall'amore*, a cura di G. PELLEGRINO, Diabasis, Reggio Emilia 2009.

⁵ D. BRUNI, *Storia naturale dell'amore*, Carocci, Roma 2010; A. CELLERINO, *Eros e cervello. Le radici biologiche di sessualità, estetica, amore*, Bollati Boringhieri, Torino 2002.

⁶ M. DE CARO, D. MACARTHUR (eds.), *Naturalism in Question*, Harvard University Press, Cambridge (MA) 2004 (trad. it. *La mente e la natura. Per un naturalismo liberalizzato*, traduzione di L. GRECO, G. PELLEGRINO, Fazi Editore, Roma 2005); P. PERCONTI, *Varietà di naturalismo*, in: «Paradigmi», vol. XXXI, n. 1, 2009, pp. 185-191.

⁷ P. PERCONTI, *Coscienza*, Il Mulino, Bologna 2011, p. 27.

⁸ A. LAVAZZA, L. SAMMICHELI, *Il delitto del cervello. La mente tra scienza e diritto*, Codice, Torino 2012, p. 14.

⁹ Occorre sottolineare che, nonostante la nostra neocorteccia sia più grande rispetto a quella di un topo o di una scimmia e quindi le creature umane manifestano una maggiore abilità nel porre un controllo cognitivo su impulsi subconsci, le nostre risposte al cibo o alle sostanze psicoattive sono le

stesse dei nostri parenti mammiferi. Cfr. D.J. LINDEN, *The Compass of Pleasure: How Our Brains Make Fatty Foods, Orgasm, Exercise, Marijuana, Generosity, Vodka, Learning, and Gambling Feel So Good*, Penguin, New York 2011 (trad. it. *La bussola del piacere. Ovvero perché junk food, sesso, sudore, marijuana, vodka e gioco d'azzardo ci fanno sentire bene*, traduzione di F. DEOTTO, Codice, Torino 2012).

¹⁰ Con l'espressione "monogamo seriale" si intende una persona che ha molti partner sessuali nel corso della sua vita, ma sempre e solo uno alla volta. Il monogamo seriale apparentemente dà vita a qualcosa che sembra un impegno duraturo con una persona, ma l'impegno è di solito superficiale.

¹¹ Negli ultimi anni, i cambiamenti delle convenzioni sociali e lo sviluppo della tecnologia hanno reso la maternità *single* un'alternativa più realizzabile di prima, pur essendo ancora un fenomeno molto raro e che si è manifestato solo di recente nella scala temporale evolutiva.

¹² In questa competizione per l'infanzia più lunga i secondi classificati sembrano essere gli oranghi che si allontanano dalla madre tra i sei e gli otto anni d'età. Tuttavia gli oranghi padre sono creature solitarie e si disinteressano totalmente dell'allevamento della prole.

¹³ Cfr. H. FISHER, *Why We Love. The Nature and Chemistry of Romantic Love*, Henry Holt, New York 2004 (trad. it. *Perché amiamo. Essenza e chimica dell'innamoramento*, traduzione di F. GERLI VILLARI, Corbaccio, Milano 2005).

¹⁴ Cfr. H.E. FISHER, A. ARON, D. MASHEK, H. LI, G. STRONG, L.L. BROWN, *Defining the Brain Systems of Lust, Romantic Attraction, and Attachment*, in: «Archives of Sexual Behavior», vol. XXXI, n. 5, 2002, pp. 413-419; H.E. FISHER, A. ARON, D. MASHEK, H. LI, G. STRONG, L.L. BROWN, *The Neural Mechanisms of Mate Choice: A Hypothesis*, in: «Neuroendocrinology», vol. XXIII, Suppl. 4, 2002, pp. 92-97; H. FISHER, A. ARON, D. MASHEK, H. LI, G. STRONG, L.L. BROWN, *Early Stage Intense Romantic Love Activates Cortical-basal-ganglia Reward/Motivation, Emotion and Attention System: An fMRI Study of Dynamic Network that Varies with Relationship Length, Passion Intensity and Gender*, Annual Meeting of the Society for Neuroscience, Poster Session, New Orleans, November II, 2003.

¹⁵ M.R. DELGADO, L.E. NYSTROM, C. FISSELL, D.C. NOLL, J.A. FIEZ, *Tracking the Hemodynamic Responses to Renard and Punishment in the Striatum*,

in: «Journal of Neurophysiology», vol. LXXXVI, n. 6, 2000, pp. 3072-3077; W. SCHULTZ, *Multiple Reward Signals in the Brain*, in: «Nature Reviews Neuroscience», vol. I, n. 3, 2000, pp. 199-207; R. ELLIOT, *Differential Response Patterns in the Striatum and Orbito-frontal Cortex to Financial Reward in Humans. A Parametric Functional Magnetic Resonance Imaging Study*, in: «Journal of Neuroscience», vol. XXIII, n. 1, 2003, pp. 303-307; J.I. GOLD, *Linking Reward Expectation to Behaviour in the Basal Ganglia*, in: «Trends in Neuroscience», vol. XXVI, n. 1, 2003, pp. 12-14.

¹⁶ R.A. WISE, *Neurobiology of Addiction*, in: «Current Opinion in Neurobiology», vol. VI, n. 2, 1996, pp. 243-251; W. SCHULTZ, P. DAYAN, P.R. MONTAGUE, *A Neural Substrate of Prediction and Reward*, in: «Science», n. CCLXXV, n. 5306, 1997, pp. 1593-1598; N.D. VOLKOW, G.J. WANG, M.W. FISCHMAN, R.W. FOLTIN, J.S. FOWLER, N.N. ABUMRAD, S. VITKUN, J. LOGAN, S.J. GATLEY, N. PAPPAS, R. HITZEMANN, C.E. SHEA, *Relationship Between Subjective Effects of Cocaine and Dopamine Transporter Occupancy*, in: «Nature», n. CCCLXXXVI, n. 6627, 1997, pp. 827-830; H.C. BREITER, I. AHARON, D. KAHNEMAN, A. DALE, P. SHIZGAL, *Functional Imaging of Neural Responses to Expectancy and Experience of Monetary Gains and Losses*, in: «Neuron», vol. XXX, n. 2, 2001, pp. 619-639; C.D. FIORILLO, P.N. TOBLER, W. SCHULTZ, *Discrete Coding of Reward Probability and Uncertainty by Dopamine Neurons*, in: «Science», n. CCXCIX, n. 5614, 2003, pp. 1898-1901.

¹⁷ A. BARTELS, S. ZEKI, *The Neural Basis of Romantic Love*, in: «NeuroReport», vol. XI, n. 17, 2000, pp. 3829-3834.

¹⁸ R. DUNBAR, *The Science of Love and Betrayal*, Faber & Faber, London 2012.

¹⁹ D. BUSS, *Sex Differences in Human Mate Preferences: Evolutionary Hypotheses Tested in 37 Cultures*, in: «Behavioral and Brain Sciences», n. XII, n. 1, 1989, pp. 1-49.

²⁰ Cfr. A. ZAHAZI, *Mate Selection: A Election for a Handicap*, in: «Journal of Theoretical Biology», n. LIII, n. 1, 1975, pp. 205-214.

²¹ Cfr. R.A. FISHER, *The Evolution of Sexual Preference*, in: «Eugenics Review», vol. VII, n. 3, 1915, pp. 184-192.

²² Cfr. W.D. HAMILTON, M. ZUCK, *Heritable True Fitness and Bright Birds: A Role for Parasites?*, in: «Science», n. CCXVIII, n. 4570, 1982, pp. 384-387.

²³ Sulla simmetria facciale e la sua attrattività si

veda anche J.H. LANGLOIS, L.A. ROGGMAN, *Attractive Faces are only Average*, in: «Psychological Science», vol. I, n. 2, 1990, pp. 115-121; J.H. LANGLOIS, L.A. ROGGMAN, L. MUSSELMAN, *What is Average and What is not Average About Attractive Faces?*, in: «Psychological Science», vol. V, n. 4, 1994, 214-220; K. GRAMMER, R. THORNHILL, *Human (Homo sapiens) Facial Attractiveness and Sexual Selection: The Role of Symmetry and Averageness*, in: «Journal of Comparative Psychology», n. CVIII, n. 3, 1994, 233-242; L.A. ZEBROWITZ, L. VOINESCU, M.A. COLLINS, *“Wide-eyed” and “Crooked-faced”: Determinants of Perceived and Real Honesty Across the Life Span*, in: «Personality and Social Psychology Bulletin», vol. XXII, n. 12, 1996, pp. 1258-1269.

²⁴ Cfr. A.P. MØLLER, *Female Swallow Preference for Symmetrical Male Sexual Ornaments*, in: «Nature», vol. CCCLVII, n. 6375, 1992, pp. 238-240.

²⁵ Cfr. J.H. LANGLOIS, L.A. ROGGMAN, *Attractive Faces are only Average*, cit.

²⁶ Perrett *et al.*, 1994; Johnston e Franklin, 1993; Hoss *et al.*, 2005.

²⁷ A.J. RUBENSTEIN, I. KALAKANIS, J. H. LANGLOIS, *Infant Preferences for Attractive Faces: A Cognitive Explanation*, in: «Developmental Psychology», vol. XXXV, n. 3, 1999, pp. 848-855; G. RHODES, T. TREMEWAN, *Averageness, Exaggeration, and Facial Attractiveness*, in: «Psychological Science», vol. VII, n. 2, 1996, pp. 105-110.

²⁸ Cfr. J.L. HOSS, J.L. RAMSEY, A.M. GRIFFIN, J.H. LANGLOIS, *The Role of Facial Attractiveness and Facial Masculinity/Femininity in Sex Classification of Faces*, in «Perception», vol. XXXIV, n. 12, 2005, 1459-1474; R.A. JOHNSTONE, H.D. ELLIS, *Age Effects in the Processing of Typical and Distinctive Faces*, in: «The Quarterly Journal of Experimental Psychology», vol. XLVIII, n. 2, 1995, pp. 447-465.

²⁹ Per ulteriori approfondimenti relativi alla percezione della bellezza nel momento in cui lo sguardo del volto è direzionato verso l'osservatore rimandiamo alla lettura delle ricerche di K.W. KAMPE, C.D. FRITH, R.J. DOLAN, U. FRITH, *Reward Value of Attractiveness and Gaze*, in: «Nature», vol. CDXIII, n. 6856, 2001, p. 589. Per approfondire i risultati ottenuti nel momento in cui i soggetti presi in esame sono chiamati a esprimere giudizi sulla bellezza dei volti cfr. J. O'DOHERTY, J. WINSTON, H. CRITCHLEY, D. PERRETT, D. M. BURT, R.J. DOLAN, *Beauty in a Smile: The Role of Medial Orbitofrontal Cortex in*

Facial Attractiveness, in: «Neuropsychologia», n. XLI, n. 2, 2003, pp. 147-155. Per ulteriori utilizzi della tecnica del *morphing* cfr. P. PERCONTI, *L'autocoscienza. Cosa è, come funziona, a cosa serve*, Laterza, Roma-Bari 2008, pp. 65 e segg.

³⁰ Cfr. D.I. PERRETT, K.J. LEE, I. PENTON-VOAK, D. ROWLAND, S. YOSHIKAWA, D.M. BURT, S.P. HENZILL, D.L. CASTELS, S. AKAMATSU, *Effects of Sexual Dimorphism on Facial Attractiveness*, in: «Nature», n. CCCXCIV, n. 6696, pp. 884-887; D.I. PERRETT, K.A. MAI, S. YOSHIKAWA, *Facial Shapes and Judgments of Female Attractiveness*, in: «Nature», vol. CCCLXVIII,

n. 6468, 1994, pp. 239-242.

³¹ P. SCARBROUGH, V.S. JOHNSTON, *Individual Differences in Women's Facial Preferences as a Function of Digit Ratio and Mental Rotation Ability*, in: «Evolution and Human Behaviour», vol. XXVI, n. 6, 2005, pp. 509-526; V.S. JOHNSTON, *Mate Choice Decisions: The Role of Facial Beauty*, in: «Trends in Cognitive Science», vol. X, n. 1, 2006, pp. 9-13.

³² Cfr. P. GRIFFITHS, *What Emotions Really Are. The Problem of Psychological Categories*, Chicago University Press, Chicago 1997.