



[www.gdsdolomiti.org](http://www.gdsdolomiti.org)  
[info.gdsdolomiti@gmail.com](mailto:info.gdsdolomiti@gmail.com)

---

# LA CHIMICA DELL'AMORE

*Note integrative al seminario*

---

**Autore:** Dr. Fabiano Nart

---

*Dolomiti in Scienza 2017*

---

### **Nota dell'autore**

Questo testo rappresenta una nota integrativa al seminario "La chimica dell'amore" tenuto in occasione della manifestazione di divulgazione scientifica *Dolomiti in Scienza*, organizzata dal GDS Dolomiti "E. Fermi" il 28 gennaio 2017.

### **Dr. Fabiano Nart**

Fondatore e Presidente del GDS, il Dr. Fabiano Nart, nato a Belluno nel 1981, si è laureato in Chimica (indirizzo teorico) e successivamente in Fisica ed Astrofisica presso l'Università degli Studi di Ferrara. Iscritto all'Ordine dei Chimici e membro della Società Italiana di Fisica, dopo aver lavorato in collaborazione con centri di ricerca austriaci nel campo dei trattamenti superficiali PECVD e LASER (in questo campo ha all'attivo una pubblicazione su una nuova tecnica di deposizione di metalli preziosi), è ora responsabile di gruppo delle materie prime presso una importante multinazionale chimica svedese. È in possesso della certificazione *Six Sigma Black Belt*. Per questa multinazionale è coinvolto nella progettazione e realizzazione del nuovo impianto produttivo in Cina, trascorrendo in questo Paese parecchio tempo. Nello specifico si è occupato della ricerca delle materie prime e dell'avvio della produzione, in particolare della gestione della chimica di processo. Per il GDS ha all'attivo numerose conferenze di divulgazione scientifica, è impegnato in tutte le attività del gruppo e cura i laboratori didattici di chimica, che tiene anche in tedesco. Parla fluentemente l'inglese e il tedesco, per questa lingua è in possesso della certificazione C2: Großes Deutsches Sprachdiplom del Goethe Institut. Ultratrailer per passione, pratica lo sci di fondo, nel tempo libero si dedica all'alpinismo in Dolomiti e sulle Alpi e alla costante ricerca scientifica, in particolare di minerali. È stato correlatore di una tesi di laurea presso l'Università degli Studi di Venezia, con tema l'analisi isotopica dei minerali di piombo del Bellunese, Trentino ed Alto Adige.

Un CV più dettagliato è disponibile al seguente link:

<https://www.linkedin.com/pub/fabiano-nart/20/588/3a0>

# Indice

<b>I</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Che cos'è l'amore</b>	<b>2</b>
1.1	L'amore nella letteratura . . . . .	2
1.2	La persona innamorata . . . . .	3
<b>2</b>	<b>L'amore e la chimica</b>	<b>4</b>
<b>II</b>	<b>Lui &amp; lei</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>La chimica del sesso</b>	<b>6</b>
3.1	Gli ormoni maschili . . . . .	6
3.2	Gli ormoni femminili . . . . .	7
3.3	Lei & lui a confronto . . . . .	8
<b>III</b>	<b>La chimica dell'amore</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Amore, chimica e cervello</b>	<b>10</b>
4.1	Introduzione . . . . .	10
4.2	Il colpo di fulmine . . . . .	11
4.3	L'amore romantico . . . . .	11
4.3.1	Dopamina . . . . .	12
4.3.2	Noradrenalina . . . . .	12
4.3.3	Serotonina . . . . .	12
4.4	La fase del legame . . . . .	13
4.4.1	Endorfine ed encefaline . . . . .	13
4.4.2	Ossitocina e vasopressina . . . . .	14

---

<b>5</b>	<b>Il desiderio sessuale</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>In caso di crisi, cioccolato!</b>	<b>16</b>
<b>IV</b>	<b>Love is in the air</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Comunicazione chimica</b>	<b>18</b>
7.1	L'odore dell'uomo . . . . .	18
7.2	L'odore della donna . . . . .	19
7.3	I feromoni . . . . .	19
<b>V</b>	<b>Amore ed evoluzione</b>	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>Amore ed evoluzione</b>	<b>22</b>
8.1	Aspetti evolutivi . . . . .	22
8.2	L'entropia dell'amore . . . . .	22
8.3	Una rete complessa . . . . .	23
<b>VI</b>	<b>Bibliografia e indice analitico</b>	<b>I</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>II</b>
	<b>Indice analitico</b>	<b>III</b>

**Parte I**  
**Introduzione**

# Capitolo 1

## Che cos'è l'amore

In questo seminario cercherò di dare una risposta ad una delle domande più importanti sollevate dal grande William Shakespeare: che cos'è l'amore? Scopriremo che la chimica può dare alcune risposte alla questione, sicuramente non basta la chimica per darne una esaustiva e completa, ma è comunque un contributo.

### 1.1 L'amore nella letteratura

L'amore è un'esperienza umana universale, condivisa e che coinvolge tutto il nostro corpo. Amore deriva dal sanscrito *Lubh* che significa desiderare.

Omero nella sua Iliade (libro XIV, righe 260-265) scriveva:

*Vi sono la foga dell'Amore*

*Il flusso pulsante del Desiderio*

*I sussurri segreti degli amanti,*

*Quella irresistibile malia*

*Che fa impazzire*

*Anche l'uomo più razionale.*

Questa parte di testo contiene un po' tutta l'essenza dell'amore, varie sfaccettature che sono state rappresentate da varie coppie di innamorati in opere letterarie e di teatro, come Romeo e Giulietta o Tristano ed Isotta. Come queste storie ci raccontano, per amore si sono fatte pazzie, si è persino ucciso, ma per, o di, amore si è anche morti!

## 1.2 La persona innamorata

Se osserviamo una persona innamorata, oppure se ricordiamo noi stessi in una delle nostre esperienze (passate od attuali), noteremo queste caratteristiche singolari: la persona innamorata è piena di energia, soffre di inappetenza e di insonnia, è molto speranzosa e fiduciosa, solitamente cambia stile di vita o abitudini e (solitamente) sviluppa una migliore empatia.

L'amore nella sue prime fasi embrionali è inoltre caratterizzato da un'esclusività sessuale, difatti finchè non siamo innamorati della donna che frequentiamo non ci interessa molto se nel frattempo va a letto con un altro uomo, ma la faccenda cambia non appena ci innamoriamo di lei! Un proverbio cinese, non a caso, dice che un legame stretto è possibile solo tra due persone, un gruppo di tre scatena gelosia.

## Capitolo 2

### L'amore e la chimica

Non tutti sono dei chimici, o necessariamente hanno delle nozioni di chimica, eppure l'amore è sempre associato alla scienza degli elementi. Note sono in effetti frasi del tipo: è tutta questione di chimica, tra di noi c'è chimica, è questione di pelle. Quante volte succede che due persone si piacciono al primo sguardo e sentono una grande affinità? Queste due persone si innamorano, unendosi come due elementi chimici in una molecola. Quando due persone si incontrano sono come due elementi chimici: se avviene una reazione, entrambe ne escono trasformate.

Amore è sinonimo di chimica. Lo abbiamo imparato anche guardando alla TV un (noioso e brutto) spot pubblicitario della nota compagnia aerea Lufthansa: un'impertinente ed antipatica bambina racconta come fa un aereo a volare chiamando in causa la fisica, poi chiede quanti si sentono a proprio agio a bordo e l'hostess la zittisce rispondendo che questo è questione di chimica.

In questo seminario si cercherà di fare luce su come la chimica intervenga nell'amore, quali sono le molecole interessate e come agiscono.



**Parte II**  
**Lui & lei**

# Capitolo 3

## La chimica del sesso

Parlando di amore, non si può non coinvolgere il sesso, inteso come distinzione tra uomo e donna <sup>1</sup>. La chimica associata al sesso è indubbiamente quella degli ormoni.

Gli ormoni sono molecole coinvolte nello sviluppo e nella differenziazione tra maschio e femmina; chimicamente sono steroidi, ovvero derivati della molecola capostipite ciclopentanoperidrofenantrene. Questa molecola progenitrice è formata da un ciclopentano (anello a cinque) legato al fenantrene (tre anelli a sei), dove tutti i carboni sono idrogenati, quindi è una struttura completamente satura. I derivati del ciclopentanoperidrofenantrene possono avere due strutture spaziali: a barca o a sedia, in base a come l'anello del ciclopentano è orientato (verso il basso o verso l'alto). La conformazione spaziale adottata dagli ormoni è importante per il loro riconoscimento sui vari recettori, quindi per gli effetti sul corpo umano.

### 3.1 Gli ormoni maschili

Gli ormoni maschili sono definiti come androgeni.

Il primo ormone maschile che venne separato ed identificato nel 1931 fu l'androsterone. Solo quattro anni più tardi venne identificato il più potente testosterone.

Come si vede dalla formula chimica, lo steroide è ossidato con un chetone in posizione 3 e da un ossidrilico in posizione 17, inoltre c'è una insaturazione in  $\alpha - \beta$  in prossimità del gruppo chetonico.

---

<sup>1</sup>L'autore non vuole discriminare le coppie omosessuali, ma per una più completa comprensione della chimica, ritiene opportuno considerare la coppia eterosessuale.

Gli ormoni maschili hanno effetti androgenici ed anabolizzanti <sup>2</sup>: sviluppano le caratteristiche secondarie dell'uomo (voce più profonda, peli sul viso, spalle larghe ...), sviluppano e fanno scendere i testicoli e sono i responsabili della libido dell'uomo.

La cosa forse meno nota è che il testosterone è presente anche nelle donne, ma ad una concentrazione variabile tra  $\frac{1}{10}$  ed  $\frac{1}{20}$  di quella maschile. Anche nelle donne il testosterone è responsabile della libido, per cui questa molecola può essere considerata la molecola del desiderio.

## 3.2 Gli ormoni femminili

Nel caso delle donne la faccenda si fa più complicata (guarda che caso!).

Gli ormoni femminili si dividono in due categorie:

- estrogeni;
- progestinici.

Gli estrogeni sono prodotti nelle ovaie, regolano lo sviluppo, sono responsabili delle caratteristiche femminili secondarie (voce più sensuale, rigonfiamento del seno, lordosi<sup>3</sup> ...), della riproduzione, regolano il ciclo mestruale e l'ovulazione. Questi ormoni sono abbondanti nelle prime due settimane del ciclo mestruale, conferendo alla donna una maggiore libido e propensione ai rapporti sessuali; quindi servono a massimizzare la probabilità di una gravidanza.

Nelle due settimane successive intervengono i progestinici che preparano alla gravidanza in quanto prevengono una nuova ovulazione e preparano l'utero all'impianto dell'ovulo fecondato.

La chimica di estrogeni e progestinici è molto simile. Gli estrogeni sono tre, la molecola capostipite è l'estrone che per ossidazione nel fegato si trasforma in estradiolo, la quale per idrolisi produce l'estriolo. I progestinici sono una classe molto ampia, ma possiamo ricondurre il loro chimismo alla formula chetonica del progesterone.

---

<sup>2</sup>gli steroidi anabolizzanti usati dai praticanti della palestra sono derivati di queste due molecole, dove però viene ridotto l'effetto androgenico.

<sup>3</sup>lo spostamento simultaneo del busto in avanti e del fondo schiena indietro.

### 3.3 Lei & lui a confronto

Se mettiamo a confronto gli ormoni maschili con quelli femminili notiamo parecchie similitudini. Queste sono più evidenti se analizziamo il loro processo formativo che parte dal colesterolo (anch'esso uno steroide): si nota che per ossidazione si ottiene il progesterone, da questo tramite due possibili e distinti vie si ottiene il testosterone, il quale direttamente o indirettamente produce l'estradiolo. Analizzando meglio le formule chimiche di questi tre ormoni si nota come il testosterone contenga entrambi i due gruppi funzionali di estradiolo (ossidrile, in blu) e di progesterone (chetone, in giallo). È interessante il confronto del numero medio di carboni: 19 per il maschio e 19,5 per la donna. Forse questa differenza in favore delle donne potrebbe spiegare il loro spiccato sesto senso???

**Parte III**

**La chimica dell'amore**

# Capitolo 4

## Amore, chimica e cervello

### 4.1 Introduzione

L'amore si può, grosso modo, dividere in tre fasi:

1. inizio dell'attrazione, quindi della passione vera e propria;
2. amore calmo e sicuro, quello che viene definito l'amore romantico;
3. desiderio sessuale.

Se le prime due fasi sono generalmente in successione, il desiderio sessuale può essere slegato da queste, quindi essere indipendente. In effetti il desiderio sessuale si manifesta anche in assenza di un sentimento amoroso.

L'amore è sempre dipinto come una questione di cuore, ma in realtà lo è di testa. Sicuramente questo toglie un po' di romanticismo, ma la scienza ha dimostrato che tutti gli effetti dell'amore che proviamo si sviluppano nel cervello. Come diceva Shakespeare, l'amore non guarda con gli occhi ma con la mente e perciò l'alato Cupido viene dipinto cieco.

Il cervello è costituito da milioni di coppie di neuroni dette sinapsi. Le sinapsi non sono dei circuiti chiusi, difatti tra i due neuroni della coppia esiste uno spazio vuoto denominato fessura sinaptica; è proprio in questa sede che si sviluppano tutte le comunicazioni cerebrali responsabili dell'amore. Le comunicazioni sinaptiche possono avvenire tramite impulsi elettrici, così come attraverso molecole dette neurotrasmettitori.

Tipicamente un neurotrasmettitore viene rilasciato dal neurone pre-sinaptico in seguito a dei stimoli (e.g. visivi o sensoriali) e viaggia nella fessura sinaptica

raggiungendo il neurone post-sinaptico che contiene milioni di recettori specifici per il tipo di molecola rilasciata. Quando il neurotrasmettitore viene agganciato dal recettore, il circuito si chiude e si scatenano gli effetti macroscopici. L'interazione neurotrasmettitore-recettore non dura all'infinito ma si interrompe quando interviene una molecola specifica che blocca il neurotrasmettitore e lo riporta indietro, oppure quando un enzima lo trasforma in una molecola diversa.

Parlando di chimica dell'amore, quattro sono le molecole principali che intervengono: dopamina, serotonina, ossitocina e vasopressina.

Più in generale, come vedremo nelle prossime pagine, le molecole dell'amore appartengono alle più svariate classi di composti chimici: ammine, proteine, indoli etc ...

## 4.2 Il colpo di fulmine

La prima fase dell'innamoramento è il colpo di fulmine. In questo momento i due partners si piacciono a prima vista, o per lo meno sentono una certa sintonia ed attrazione.

La molecola responsabile del colpo di fulmine è la  $\beta$ -feniletilammina, detta anche Cupido chimico. Come il nome ricorda, è un'ammina, quindi è caratterizzata dal gruppo amminico, nello specifico è un'ammina primaria dato che presenta il gruppo  $-NH_2$ . La  $\beta$ -feniletilammina è un parente stretto dell'anfetamina, con la quale condivide praticamente tutta la struttura chimica, a differenza di un gruppo metilico in più in  $\alpha$  al gruppo amminico per quest'ultima.

La somiglianza con l'anfetamina non è solo strutturale, ma anche per quanto riguarda gli effetti: entrambe sono attive sullo stesso recettore cerebrale e producono uno stato di euforia. La  $\beta$ -feniletilammina è quindi considerata un'anfetamina endogena in quanto prodotta dal nostro organismo. Viene prodotta istantaneamente non appena incontriamo una persona che rispecchia i nostri canoni di bellezza radicati nel nostro DNA. Questa molecola interviene anche durante il rapporto sessuale, difatti aumenta con l'orgasmo, ma viene anche stimolata dalla visione di scene pornografiche (per l'uomo) o di scene romantiche (per la donna).

## 4.3 L'amore romantico

Se il colpo di fulmine non è stato un fuoco di paglia, ci sono tutti i presupposti affinché si trasformi in un vero amore, il cosiddetto amore romantico.

### 4.3.1 Dopamina

Responsabile di questa fase è la dopamina. Stiamo ancora, quindi, contemplando la classe delle ammine. Se si guarda alla sua struttura chimica notiamo una certa somiglianza con la  $\beta$ -fenilettilammina vista prima, se non altro per la parte amminica; ci sono però due gruppi OH sull'anello benzenico che la fa assomigliare all'adrenalina. Quest'ultima ha un terzo gruppo ossidrilico sulla catena carboniosa ed un metile in aggiunta sull'azoto. Questo fa sì che l'adrenalina sia un'ammina secondaria (gruppo funzionale  $-NRH$ ), mentre la dopamina, come la  $\beta$ -fenilettilammina, sia un'ammina primaria (gruppo funzionale  $-NH_2$ ).

Essendo affine all'adrenalina produce effetti simili, soprattutto l'estasi stimolata dalla novità. Ma è anche responsabile dell'elevata motivazione che ha la persona per cercare di non farsi sfuggire il partner, quindi orienta la persona alla conquista, producendo al contempo perdita di appetito e di sonno, ansietà, tachicardia e mania. La dopamina è associata all'apprendimento dei nuovi stimoli, ecco perché ricordiamo bene i dettagli dei primi appuntamenti, ma allo stesso tempo vediamo nel partner solo qualità positive.

### 4.3.2 Noradrenalina

Una seconda molecola che interviene in questa fase, anche se meno importante della dopamina, è la noradrenalina <sup>1</sup>. Anch'essa aumenta con i nuovi stimoli, migliora i ricordi dei dettagli, ma soprattutto è il precursore per la sintesi dell'adrenalina (che a sua volta aumenta l'estasi). Sia la noradrenalina che la dopamina vengono sintetizzate partendo dall'amminoacido tirosina, il quale in seguito ad ossidazione (aggiunta di OH) e decarbossilazione (perdita di CO<sub>2</sub>) si trasforma in dopamina. Questa per successiva ossidazione si trasforma in noradrenalina.

### 4.3.3 Serotonina

Vi ricordate quando eravate nelle primissime fasi dell'innamoramento? Era sempre presente un pensiero ossessivo sul partner: cosa starà facendo? quando lo rivedrò? mi starà pensando?

Responsabile di questo sintomo è la serotonina, chimicamente un'indolilammina, nota come l'ormone del benessere.

Studi scientifici hanno dimostrato che le persone innamorate hanno un cervello identico a quello delle persone colpite da disturbo ossessivo compulsivo.

---

<sup>1</sup>detta anche epinefrina.



La risonanza magnetica funzionale ha mostrato come le aree del cervello che si attivano siano le stesse nei due gruppi di persone oggetto dello studio, inoltre nel sangue entrambi mostrano un basso livello di serotonina. Se nelle persone colpite da disturbo ossessivo compulsivo la bassa concentrazione di serotonina è dovuta ha cause diverse, nelle persone innamorate è causata dall'alta concentrazione di dopamina. Vigge quindi il binomio alta dopamina - bassa serotonina.

Possiamo quindi concludere questa sezione dicendo che gli innamorati soffrono di disturbo ossessivo compulsivo, una forma lieve ovviamente, ma del tutto indistinguibile dalla vera patologia.

## 4.4 La fase del legame

Il nostro cervello non può funzionare a lungo a dopamina, sarebbe uno stress troppo grande da sopportare. La natura ha escogitato quindi un diversivo, altrimenti rischieremmo di diventare dopamina dipendenti. Un po' come gli alcolizzati, diventando dipendenti dall'alcol si ha bisogno ogni giorno di assumere una quantità massiccia per far star bene il nostro corpo e questa quantità è destinata ad aumentare col tempo in quanto il corpo ne è assuefatto. Contemporaneamente le sinapsi si riducono e sono meno efficienti quando vengono continuamente esposte e stimolate da sostanze eccitanti, le droghe ad esempio.

### 4.4.1 Endorfine ed encefaline

Col passare del tempo, quindi, la dopamina viene prodotta sempre meno e viene sostituita da una nuova classe di molecole, quella delle endorfine (letteralmente morfina endogene). Le endorfine sono dei neuropeptidi, quindi peptidi prodotti nel cervello; si può vedere dalla formula chimica che è presente il legame peptidico (o amminoacidico). Sono degli oppioidi, non a caso il nome vuol dire morfina endogena, e come questa droga produce un effetto di appagamento e benessere. Le endorfine sono le responsabili del senso di legame tra i partners quando l'effetto della dopamina svanisce, non a caso la loro concentrazione aumenta in presenza di un abbraccio o quando i due partners ridono simultaneamente, segno di intimità e di un senso condiviso.

C'è una seconda classe di molecole, detta delle encefaline, che rientrano a tutti gli effetti tra le endorfine, ma hanno un ruolo particolare: aumentano la soglia del dolore quando vengono stimolate durante il rapporto sessuale. Sono queste

molecole che predispongono la donna alla pratica del sadomaso; il dolore fisico è più sopportabile e si tramuta in una piacevole sensazione.

#### **4.4.2 Ossitocina e vasopressina**

La fase del legame, dell'amore stabile e calmo, coinvolge necessariamente anche l'arrivo di un bambino, quindi la solidità della famiglia.

In questo particolare momento entrano in scena due ormoni, facente parte ancora della classe dei neuropeptidi, che sono l'ossitocina e la vasopressina. Entrambi sono formati da nove amminoacidi, ma hanno ruoli ben distinti.

L'ossitocina è prodotta dalle donne, è a concentrazioni maggiori durante le prime due settimane del ciclo mestruale quando sono alti gli estrogeni e più bassa quando è alto il progesterone nella terza e quarta settimana. Questa molecola è responsabile della contrazione uterina durante il parto, della produzione di latte e dell'attaccamento madre-bambino. Durante l'orgasmo aumenta di concentrazione e dà quella sensazione di attaccamento al partner.

Nel caso dell'uomo, lo stesso effetto legante è dato dalla vasopressina che rende l'uomo più aggressivo per la difesa della famiglia e lo rende monogamo (o tende a renderlo...), ma anche geloso.

## Capitolo 5

# Il desiderio sessuale

Abbiamo visto precedentemente che il testosterone è il responsabile del desiderio sessuale e che questo è presente sia nell'uomo che nella donna (con concentrazioni differenti). Un rapporto sessuale non significa necessariamente amore, difatti il testosterone agisce anche indipendentemente da tutte le molecole viste in precedenza. Il desiderio sessuale è imprevedibile ed è un istinto primordiale.

Chimicamente il testosterone è uno steroide, come visto in precedenza.

Nell'uomo raggiunge la sua massima concentrazione attorno ai 20 anni, solitamente ci sono 6/7 cicli giornalieri di massimi e minimi, tipicamente è più alto al mattino<sup>1</sup>. Cala necessariamente con l'età e viene stimolato dalla visione di scene erotiche.

Nella donna invece viene stimolato da situazioni romantiche, anche per essa raggiunge l'apice attorno ai 20 anni per poi calare con l'età ed il suo ciclo va di pari passo con quello mestruale. Difatti è maggiore durante le prime due settimane di ovulazione e questo trova una giustificazione evolutiva nel fatto che è proprio in questo periodo che si devono avere rapporti sessuali per massimizzare le probabilità di una gravidanza, quindi garantire la specie. Con la donna la situazione è comunque più complicata dato che il suo livello dipende dal momento e dai vari fattori al contorno.

---

<sup>1</sup>questo spiega come mai spesso l'uomo si alza la mattina con un'erezione.

## Capitolo 6

### In caso di crisi, cioccolato!

Scherzando si dice che in caso di crisi amorosa il cioccolato può essere di aiuto, niente di più vero!

Il cioccolato è noto fin dall'antichità per i suoi effetti miracolosi, veniva usato dai sacerdoti Maya durante i rituali religiosi perché forniva una sorta di trance emotiva. Il cacao, dal quale il cioccolato viene preparato, contiene circa 300 sostanze, di queste le tre sostanze principali sono:

- $\beta$ -feniletilammina;
- triptofano;
- anandammide.

Sulla  $\beta$ -feniletilammina abbiamo già discusso in precedenza i suoi effetti positivi. Il triptofano è un amminoacido essenziale (che quindi non possiamo sintetizzare noi, ma dobbiamo introdurlo con la dieta) precursore della serotonina, la molecola del buon umore. L'anandammide, chimicamente l'etanolammide dell'acido arachidonico, è un endocannabinoide (quindi un cannabinoide che viene prodotto dal nostro cervello) che si aggancia agli stessi recettori dei cannabinoidi, offrendo quindi una sensazione di benessere diffuso.

È quindi vero che una buona dose di cioccolato può risollevare i cuori spezzati. Il cioccolato nero contiene più  $\beta$ -feniletilammina; tra i neri, più è amaro e più ne contiene. Quindi più amore vuol dire più dolce ...

## **Parte IV**

### **Love is in the air**

# Capitolo 7

## Comunicazione chimica

La canzone *Love is in the air* non ha tutti i torti, in effetti l'amore è nell'aria perché c'è comunicazione chimica che viaggia attraverso questo mezzo.

Come è noto, odori e profumi sono dovuti a molecole che si propagano nell'aria e che noi sentiamo grazie ai recettori nasali. Nel caso delle persone una fonte di odore è il sudore, il quale di per se è inodore se non fosse per i batteri che decompongono le sue molecole in molecole più piccole e volatili. Le molecole che noi sentiamo, quindi odori e profumi che percepiamo dalle persone che abbiamo intorno, hanno un ruolo fondamentale nella scelta del partner.

I batteri convertono gli esteri presenti nel sudore in acidi carbossilici tramite idrolisi. Si formano quindi, tra gli altri, acido butirrico, acido capronico ed acido caprilico. Praticamente quando sudiamo odoriamo di capra e burro! Passando di acido in acido la catena carboniosa si allunga di due carboni ogni volta, passando da quattro a otto. Insomma l'attrazione è caratterizzata anche da molecole pessime; abbiamo perso tutta la poesia!

### 7.1 L'odore dell'uomo

Oltre all'odore del sudore, l'uomo ha delle molecole caratteristiche. Alcune di esse derivano dal testosterone e sono emesse dalle zone genitali, le tre principali sono androstenone, androstenolo e androstadienone. Tutti e tre sono steroidi e molto simili uno all'altro. Ciò che cambia è il gruppo chetonico o ossidrilico in posizione tre ed una insaturazione aggiuntiva per l'androstadienone. Queste tre molecole in miscela conferiscono all'uomo il caratteristico odore di muschio che tanto piace alle donne (mah...).

Una seconda molecola è lo squalene che conferisce l'odore pungente delle ascelle. È un idrocarburo molto grande, più precisamente un triterpene, ovvero un derivato dell'isoprene .

L'uomo usa anche dei profumi per segnalare la sua presenza alla donna. È interessante notare che una delle molecole usate nella sintesi dei profumi è il civetone, una molecola dall'interessante forma a cuore e che era originariamente ricavata dalle secrezioni perianali dello zibotto (che poesia!). Il civetone è un chetone intramolecolare, quindi un lattone. Il civetone tal quale ha un'odore ripudiante, ma una volta diluito a basse concentrazione diventa una delle essenze più note in profumeria.

## 7.2 L'odore della donna

L'odore della donna deriva principalmente dalle secrezioni vaginali, un mix di molecole che va sotto il nome di copulina. Sulla copulina ci sono ancora parecchi studi e gli scienziati non hanno sciolto ancora tutte le loro riserve.

La copulina è formata dalla miscela di sei acidi carbossilici: acetico, propanoico, 2-metilpropanoico, butanoico, 3-metilbutanoico e 2-metilpentanoico. È interessante notare come ognuno di questi acidi presi singolarmente non ha un odore gradevole, mentre in miscela e nella giusta concentrazione, pur impercettibili, sono responsabili dell'attivazione del sistema cerebrale maschile. Ogni donna ha la sua "miscela proprietaria", in generale la copulina aumenta di concentrazione durante l'ovulazione per calare successivamente. Ancora una volta la spiegazione la si trova nelle leggi evolutive: l'aumento della concentrazione durante il periodo dell'ovulazione serve ad attirare l'uomo per la fecondazione.

## 7.3 I feromoni

Sui feromoni la comunità scientifica è ancora incerta, tuttavia molti esperimenti sembrano indicare la loro importanza nelle interazioni sociali. Sull'esistenza di tali molecole invece non c'è dubbio.

Secondo la definizione, i feromoni sono sostanze segregate esternamente da un individuo e ricevute da un'altro individuo della stessa specie con conseguente attivazione di reazioni specifiche.

I feromoni si dividono in due tipi:

- segnalatori;

- scatenanti.

Sono segnalatori quei feromoni che scatenano nell'individuo una risposta immediata ed irresistibile, sono quindi ad effetto a breve tempo. A lungo termine sono invece i feromoni scatenanti, i quali scatenano una risposta psicologica.

Chimicamente i feromoni non sono molto diversi dagli ormoni già visti. Per la donna il principale è l'estratetraenolo, il quale è molto simile all'estradiolo che è la sua forma ossidata. Per l'uomo abbiamo invece l'androstadienone, già incontrato precedentemente e facente parte dei componenti dell'odore di muschio. L'androstadienone è molto simile al testosterone che è la sua forma ossidata.



**Parte V**

**Amore ed evoluzione**

# Capitolo 8

## Amore ed evoluzione

### 8.1 Aspetti evolutivi

Se l'uomo si è evoluto in tale maniera per quanto riguarda l'amore, un motivo evolutivo di sicuro c'è.

#### *Desiderio sessuale*

Il desiderio sessuale guidato dal testosterone è il più primordiale dei bisogni e si è sviluppato per cercare l'accoppiamento con qualsiasi soggetto semi-appropriato. Fare sesso aiuta a tonificare i muscoli, sperimentare l'avventura, fare amicizie.

#### *Amore romantico*

L'amore romantico, guidato dal trio dopamina/norepinefrina/serotonina, nasce e si evolve per stabilire un rapporto stabile da tutti i soggetti semi-appropriati; tra i tanti si sceglie un soggetto preferenziale col quale costruire una famiglia.

#### *Attaccamento*

La fase di attaccamento è governata dal trio encefaline/ossitocina/vasopressina e serve per garantire un rapporto duraturo, almeno fino a quando i figli sono grandi ed autonomi, quindi con la certezza di aver tramandato il proprio patrimonio genetico.

### 8.2 L'entropia dell'amore

L'amore è un fatto complesso ed essendo tale può essere minato da varie situazioni. Ad esempio vivendo in una società dinamica possiamo conoscere gente sempre nuova in grado di stimolare emozioni ormai sopite, oppure la forza dell'abitudine

ci fa perdere di vista i piccoli dettagli essenziali per il benessere della coppia, come ad esempio essere attivi nel rinfrescare i sentimenti. Col tempo si perde la buona abitudine di una cena romantica, di un viaggio etc etc, tutte cose importanti per la stimolazione della dopamina, essenziale per riaccendere la fiamma della passione.

L'amore è come una tazza di caffè, se abbandonata a se stessa sarà destinata a raffreddarsi, questo in conformità al secondo principio della termodinamica, secondo il quale l'entropia dell'universo è destinata ad aumentare ( $\frac{\delta S}{\delta t} \geq 0$ ). Per mantenere la tazza di caffè calda dobbiamo impegnarci, dobbiamo mettere in pista azioni correttive, ci vuole impegno quindi. Ed impegno ci vuole anche nell'amore per poter rendere la relazione appetibile e duratura.

Uno studio ha cercato di costruire un modello per descrivere come l'entropia dell'amore aumenti nel tempo se non si investe energia. Se si considera il benessere iniziale,  $x(0)$ , all'inizio della storia d'amore, questo sarà alto (e negativo per convenzione termodinamica); al passare del tempo  $t$  è fisiologico che si dovrà investire energia per rinverdire l'amore, questo impegno è indicato come  $c(t)$  ed ha segno positivo. Più passa il tempo, più il benessere  $x(t)$  cala in quanto  $x(0)$  è per sua natura destinato a diminuire; quindi l'entropia  $dS$  diventa sempre meno negativa, cioè aumenta portando al raffreddamento della relazione di coppia. Serve quindi impegno  $c(t)$  per contrastare questo degrado. Questo processo ha un punto di rottura: quando l'impegno profuso è troppo grande ed il benessere raggiunto è troppo scarso, la coppia non riesce più a stare insieme e si separa. A questo punto l'entropia dell'amore  $\frac{\delta S}{\delta t}$  è maggiore di 0. La tazza di caffè ha riscaldato l'universo aumentandone l'entropia, si è quindi raffreddata. La si può riscaldare ma il gusto non sarà più quello di prima.

### 8.3 Una rete complessa

Purtroppo la natura non ci è sempre di aiuto in quanto le tre fasi dell'amore e le rispettive molecole possono lavorare sia in sinergia che slegate le une dalle altre. La commedia dell'amore è fatta sia di monologhi che di dialoghi.

La situazione ideale in una coppia, quello che viene chiamato amore romantico nel senso più largo, è costituito dal giusto mix di desiderio sessuale, romanticismo e attaccamento. Tuttavia una persona può essere legata ad un partner ed amarlo, ma avere rapporti sessuali con un secondo partner, pur non avendo con questo una condivisione di sentimenti. Ciò è possibile perché, come detto prima, il testosterone elude i controlli.

Attenzione però! Vale in un certo senso anche il contrario, dato che le varie molecole possono essere stimulate le une dalle altre. Così può benissimo succedere che due persone pur ammettendo che sia una sola storia di sesso, finiscano per innamorarsi; ciò è dovuto al fatto che elevati livelli di testosterone possono stimolare la produzione di dopamina, se questo avviene due amici di letto finiranno per innamorarsi. Il testosterone può inoltre stimolare la produzione di ossitocina e vasopressina, quindi due amici di letto possono sentirsi molto legati intimamente. Ma può anche avvenire che due amici, storicamente senza nessun pregresso sessuale, possano ad un certo punto innamorarsi; questo avviene perché l'ossitocina e la vasopressina possono stimolare la produzione di dopamina.

**Parte VI**  
**Bibliografia e indice analitico**

# Bibliografia

- [1] *Chemistry of Love and Sex*.  
M. M. M. Pinto. Wiley-VCH & VHCA, **2012**.
- [2] *Why we love - The Nature and Chemistry of romantic Love*.  
H. Fisher. St. Martin's Griffin New York, **2004**.
- [3] *The complete Idiot's Guide to the Chemistry of Love*.  
M. Fisher, V. Costello. Alpha Books, **2010**.
- [4] *Termodinamica dell'amore*.  
S. Serrano. Edizioni Dedalo, **2014**.
- [5] *The Chemistry between us*.  
L. Yung, B. Alexander. Current, **2012**.
- [6] *A Mathematical Model of Sentimental Dynamics Accounting for Marital Dissolution*.  
J. M. Rey. Plos One, **2010**

# Indice analitico

## simboli

$\beta$ -feniletilammina, 11, 12, 16

## A

acidi carbossilici, 18

acido 2-metilpentanoico, 19

acido 2-metilpropanoico, 19

acido 3-metilbutanoico, 19

acido acetico, 19

acido butanoico, 19

acido butirrico, 18

acido caprilico, 18

acido capronico, 18

acido propionico, 19

adrenalina, 12

affinità, 4

aggressività, 14

amminoacidi, 14

amore romantico, 10, 11

anabolizzanti, 7

anandammide, 16

androgeni, 6

androstadienone, 18, 20

androstenolo, 18

androstenone, 18

androsterone, 6

anfetamina, 11

ansietà, 12

attaccamento, 14

## B

batteri, 18

benessere, 13, 23

## C

cervello, 10

chimica, 4

ciclo mestruale, 7

ciclopentano, 6

ciclopentanoperidrofenantrene, 6

cioccolato, 16

civetone, 19

colesterolo, 8

colpo di fulmine, 11

comunicazione chimica, 18

copulina, 19

## D

desiderio, 7, 15

disturbo ossessivo compulsivo, 12

dopamina, 11, 12, 24

## E

encefaline, 13

endorfine, 13

entropia, 23

epinefrina, 12

estasi, 12

esteri, 18

estradiolo, 7, 20

estratetraenolo, 20

estriolo, 7

estrione, 7

estrogeni, 7, 14  
euforia, 11  
evoluzione, 22

**F**

fecondazione, 19  
fenantrene, 6  
feromoni, 19  
feromoni scatenanti, 20  
feromoni segnalatori, 19  
fessura sinaptica, 10

**G**

gelosia, 3, 14  
genitali, 18  
gravidanza, 7, 15

**I**

inappetenza, 12  
indolilammia, 12  
insonnia, 12  
interazioni sociali, 19  
isoprene, 19

**L**

latte, 14  
legame, 13  
libido, 7  
lordosi, 7  
Lubh, 2

**M**

madre-bambino, 14  
mania, 12  
mestruale, 14  
monogamia, 14

**N**

neuroni, 10  
neuropeptidi, 13, 14

neurotrasmettitori, 10  
noradrenalina, 12

**O**

odore di muschio, 18, 20  
odori, 18  
Omero, 2  
oppiodi, 13  
ormoni, 6, 14, 20  
ossitocina, 11, 14, 24  
ovaie, 7  
ovulazione, 7, 19  
ovulo, 7

**P**

parto, 14  
passione, 10  
profumi, 18  
progesterone, 7, 14  
progestinici, 7

**R**

recettori nasali, 18  
riproduzione, 7  
rottura, 23

**S**

sadomaso, 14  
secrezioni vaginali, 19  
serotonina, 11, 12  
sinapsi, 10  
squalene, 19  
steroidi, 6, 18  
sudore, 18

**T**

tachicardia, 12  
testa, 10  
testicoli, 7  
testosterone, 6, 15, 18, 20, 24



tirosina, 12  
triptofano, 16

**U**

utero, 7

**V**

vasopressina, 11, 14, 24