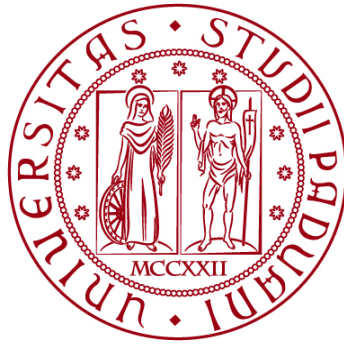


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA

Corso di Laurea in biologia



ELABORATO DI LAUREA

**IL COMPORTAMENTO OMOSESSUALE IN
NATURA: UN APPROCCIO EVOLUTIVO**

Tutor: Prof. [Andrea Pilastro](#)

Laureando/a: [Martina Brunazzo](#)

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

INDICE:

1. Introduzione
2. Il cosiddetto “**paradosso evolutivo**”
 - 2.1. Ipotesi adattative
 - 2.2. Ipotesi non adattative
3. L’origine del comportamento omosessuale: un’ipotesi alternativa
 - 3.1. In cosa consiste il nuovo modello proposto?
 - 3.2. I costi e i benefici delle interazioni eterosessuali: sono davvero più vantaggiose delle interazioni omosessuali?
4. Il caso di *Poecilia mexicana*
 - 4.1. Le dinamiche sociali della specie
 - 4.2. Gli esperimenti
5. Il caso di *Macaca fuscata*
 - 5.1. La motivazione sessuale
 - 5.2. La competizione intersessuale
6. L’omosessualità nell’uomo
 - 6.1. Le spiegazioni evolutive
 - 6.2. Il contributo ormonale
 - 6.3. Il contributo genetico
 - 6.4. Il contributo sociale?
7. Il contrasto tra natura e moralità
8. Bibliografia

1 – INTRODUZIONE

Il comportamento omosessuale in natura è stato riscontrato in circa 1500 specie animali, appartenenti ai taxa più diversi, dai vertebrati a gruppi di invertebrati molto diversi tra loro. Furono Charles Darwin e Alfred Wallace ad ipotizzare che i motori dell'evoluzione adattativa fossero la selezione naturale, ma Darwin era convinto che anche la selezione sessuale fosse importante per spiegare l'evoluzione di particolari caratteri e comportamenti che differivano tra i sessi (i cosiddetti caratteri sessuali secondari). Da quel momento molti studi di biologia evoluzionistica e del comportamento animale si sono concentrati proprio sui comportamenti riproduttivi e sulle interazioni tra i due sessi (Monk et al., 2019). Nel corso dei decenni, l'osservazione del comportamento riproduttivo e sessuale di diverse specie animali in condizioni naturali ha rivelato che accanto alle interazioni sessuali tra individui di sessi diversi (different-sex sexual behaviours, DSB) si osservano con una frequenza inattesa, da un punto di vista evolutivo, anche comportamenti sessuali tra individui dello stesso sesso (same-sex sexual behaviour, SSB) (Monk et al., 2019).

Questo campo di studio, sebbene ancora poco considerato, è di particolare interesse, in quanto il SSB costituisce un apparente “paradosso evolutivo”. La teoria evoluzionistica spiega l'adattamento come risultato della differenza nel numero di discendenti (la cosiddetta fitness individuale) tra individui che possiedono caratteristiche diverse ereditabili. Questo processo dovrebbe portare alla progressiva diffusione di caratteristiche che aumentano la fitness dell'individuo, e all'eliminazione di quei tratti che ne provocano una diminuzione. Gli animali però mostrano svariati comportamenti sessuali che non sembrano essere finalizzati alla riproduzione, come le interazioni sessuali tra individui dello stesso sesso, ma anche tra individui di specie diverse, con individui deceduti e con oggetti inanimati, oltre a comportamenti di auto-stimolazione sessuale (Monk et al., 2019). Tra questi, i comportamenti tra individui dello stesso sesso sono i più diffusi e quindi quelli di maggior interesse.

In questa tesi presenterò le principali ipotesi che sono state avanzate per rispondere a questo quesito: qual è la spiegazione evolutiva del mantenimento dei SSB, se questi non possono comportare apparentemente un aumento della fitness individuale?

2 – IL PARADOSSO EVOLUTIVO

Come già menzionato in precedenza, nella gran parte della letteratura viene sottolineato come le interazioni omosessuali risultino in apparente contrasto con la classica teoria dell'evoluzione basata sulle differenze di fitness individuali. Il fatto che un comportamento che ci si aspetta essere contro-selezionato sia mantenuto in così tante specie suggerisce che vi debba essere una spiegazione evolutiva e che non possa essere liquidato come un comportamento disfunzionale.

2.1 – LE IPOTESI ADATTATIVE

Una possibilità è che i SSB abbiano in realtà una spiegazione adattativa e che possano aumentare la fitness degli individui che li esprimono. Queste ipotesi sono divise in tre categorie:

- I. In alcune specie il comportamento omosessuale può fungere da collante che aiuta a rafforzare e mantenere le relazioni sociali tra gli individui della popolazione. È il caso del delfino tursiope (*Tursiops gervais*): uno studio del 1998 condotto nella Baia degli Squali (Mann, 2006), lungo la costa dell'Australia occidentale, ha infatti rilevato un'alta percentuale di interazioni omosessuali tra maschi in cattività, e vi è stata attribuita una funzione socio-sessuale nella formazione di alleanze maschili come strategia di accoppiamento. Queste alleanze tra individui maschi permettono loro di sequestrare la femmina favorita e mantenerne l'accesso esclusivo, oltre alla funzione di difendere la femmina da maschi di altre alleanze. Il SSB nelle

popolazioni di tursiopi si riscontra ampiamente anche nei giovani, soprattutto maschi, e si pensa che queste interazioni facciano parte di un comportamento sociale di gioco, che ha la funzione di esercizio per i futuri accoppiamenti una volta raggiunta la maturità sessuale, oltre alla funzione di creare legami duraturi con altri membri della popolazione.

- II. In altre specie invece il comportamento omosessuale può essere visto come una valvola di sfogo che consente di diminuire l'aggressività intra-sessuale e i conflitti. Ne è un esempio lo splitfin dai bordi scuri (*Girardinichthys multiradiatus*), appartenente alla famiglia delle Goodeidae; in questa specie alcuni i maschi presentano una macchia scura attorno all'apertura urogenitale, che richiama l'aspetto delle femmine gravide. Questa caratteristica è portata da maschi che nella popolazione risultano subordinati (di dimensioni minori dei maschi dominanti). Questi individui subiscono meno comportamenti aggressivi da parte dei maschi dominanti, che invece attuano nei loro confronti comportamenti di corteggiamento, scambiandoli per esemplari femmine. Questa somiglianza con le femmine crea quindi un diversivo: il maschio subordinato vedrà una riduzione dell'aggressività e della competizione intra-sessuale nei suoi confronti, aumentando così la sua possibilità di accoppiamento e quindi la sua fitness individuale (Maci'as-Garcia e Valero, 2001).

Al contrario, nei moscerini della famiglia delle Scathophagidae (*Hydromyza livens*), la copula tra individui dello stesso sesso, specialmente tra maschi, si pensa abbia come funzione quello di diminuire le possibilità di accoppiamento del maschio che subisce la monta, la cui fitness potrebbe diminuire e di conseguenza quella del maschio che attua la monta aumentare, avendo più partner disponibili per l'accoppiamento (Preston-Mafham, 2006).

- III. In altri casi il comportamento omosessuale può avere la funzione, soprattutto nei giovani, di fornire esperienza per il corteggiamento, la copula e altri comportamenti tipicamente associati alla riproduzione. È stato condotto uno studio su *Drosophila* (McRobert e Tompkins, 1988) che supporta il ruolo del

comportamento omosessuale tra maschi nell'aumento delle possibilità di accoppiamento eterosessuale quando c'è disponibilità di esemplari femminili. In questo caso maschi che adottano il SSB, infatti, acquisiscono una maggiore esperienza nei comportamenti riproduttivi.

Questa situazione si riscontra anche in alcune popolazioni di fenicotteri rosa (*Phoenicopterus roseus*), dove si pensa che il comportamento omosessuale permetta ai maschi di migliorare le proprie abilità di controllo territoriale e di conseguenza un maggiore accesso alle femmine (King, 2006).

Queste tre ipotesi sono quelle che più spesso risultano applicarsi ai comportamenti omosessuali in natura, hanno quindi, in molti casi, una funzione socio-sessuale. Sono però presenti anche altre possibilità.

Nella nostra specie, il SSB può essere spiegato dalla kin selection, se queste interazioni forniscono protezione o risorse da condividere con i membri del gruppo imparentati, incrementando così la fitness dei parenti e, di conseguenza, la propria (Rahman e Hull, 2005). In questi casi le interazioni omosessuali rientrano nel fenomeno dell'altruismo legato alla parentela genetica: la fitness individuale deriva dalla somma di quella diretta, ossia della prole generata dall'individuo stesso, e di quella indiretta, ovvero della prole degli individui imparentati con l'individuo altruistico che hanno ricevuto i benefici del suo comportamento.

Un'altra ipotesi, che potrebbe essere considerata una variante della kin selection (anche se non mediata da comportamenti altruistici), è stata proposta per spiegare il SSB maschile nella nostra specie e ha ricevuto anche supporto empirico. In questo caso il SSB nella linea maschile di una famiglia è associato ad una maggiore fecondità nella linea femminile (Camperio-Ciani et al. 2004). In altre parole, vi sarebbe una predisposizione ereditata per via materna ad una elevata fecondità, quando espressa nelle figlie, e all'omosessualità, quando espressa nei figli che potrebbe complessivamente determinare fitness simili in famiglie con predisposizioni al SSB diverse per effetto della fitness complessivamente simile rappresentata dalla somma del successo riproduttivo della prole dei due sessi.

Il SSB, nel caso del tribolio confuso delle farine (*Tribolium confusum*), può essere spiegato con l'ipotesi dell'inseminazione indiretta. I maschi possono infatti depositare il

loro eiaculato negli esemplari maschi con cui si accoppiano, i quali trasferiranno poi sia il proprio eiaculato che quello ricevuto dal maschio che li ha montati nelle femmine con cui si accoppieranno successivamente. In questo modo l'individuo che attua la copula omosessuale aumenta indirettamente la possibilità di fecondare le uova di un maggiore numero di femmine (Levan et al., 2008).

2.2 – LE IPOTESI NON ADATTATIVE

Sono state proposte ed analizzate anche delle ipotesi non adattative. Queste ipotesi escludono che vi sia un vantaggio diretto od indiretto nei SSB. Alcuni esempi:

- Mancanza di discriminazione sessuale, dove l'individuo ha difficoltà a distinguere gli individui del sesso opposto da quelli del suo stesso sesso, come accade in alcune specie di ciclidi (*Troplus maculatus*) soprattutto per quanto riguarda le femmine (Barlow, 2000).
- Effetto del prigioniero, che per esempio si riscontra negli Zigopteri (anche detti damigelle) quando gli individui vengono privati degli esemplari del sesso opposto. In questa situazione si verifica un aumento delle interazioni sessuali con i membri dello stesso sesso (Van Gossum et al., 2005). Questo effetto della densità elevata di popolazione della sex ratio molto sbilanciata verso un sesso è stato riscontrato in numerose specie di vertebrati, inclusi pesci, rettili, uccelli, mammiferi (incluso l'uomo) ed è probabilmente la principale ipotesi non adattativa per spiegare il SSB (Bonnet et al. 2016).

3 – L'ORIGINE DEL COMPORTAMENTO OMOSESSUALE: UN'IPOTESI ALTERNATIVA

Come analizzato nel capitolo precedente, si possono suddividere le ipotesi in: ipotesi adattative, che sostengono come i comportamenti sessuali rivolti verso individui dello stesso sesso si siano mantenuti grazie ai vantaggi indiretti che portano all'individuo in termini di fitness e che quindi queste interazioni presentano dei benefici che ha permesso loro di svilupparsi e mantenersi durante l'evoluzione; le ipotesi non adattative invece partono dalla considerazione che i comportamenti omosessuali siano fondamentalmente

una tattica sbagliata, erronea, che può derivare da effetti pleiotropici o da altri vincoli nella biologia dell'animale (Monk et al., 2019).

Queste ipotesi partono però da degli assunti impliciti: in primo luogo, si pensa che le interazioni omosessuali abbiano costi significativi per l'individuo e che dovrebbero quindi essere progressivamente eliminate dalla selezione naturale, a meno di benefici (diretti nel caso di ipotesi adattative, o indiretti, nel caso di ipotesi non adattative) associati ad essi in grado di bilanciarne i costi. Inoltre, queste ipotesi partono dalla considerazione che le interazioni omosessuali nelle diverse specie animali originino da una popolazione ancestrale dove gli unici comportamenti sessuali presenti erano quelli tra individui di sesso opposto, per poi affermarsi grazie a meccanismi adattativi e non.

In uno studio condotto nel 2019 dal gruppo di Monk (Monk et al., 2019), viene proposta un'ipotesi alternativa a quella classicamente adottata, ovvero che la condizione ancestrale dei comportamenti sessuali nelle prime specie animali includesse sia le interazioni con individui dello stesso sesso sia quelle con individui di sesso opposto. L'evoluzione poi, ha permesso di modularne l'espressione, portando alla scomparsa dei comportamenti omosessuali in quelle specie nelle quali i costi associati risultavano troppo elevati.

Questa ipotesi non era mai stata presa in considerazione precedentemente, e si è sempre propeso per una visione “negativa” che considerava questi comportamenti come mutazioni da una condizione universale (assenza di SSB) e che cercavano di spiegare perché questi varianti SSB non venissero eliminate. Questa ipotesi ribalta quindi la cosiddetta “ipotesi nulla”, che sottintendeva la domanda “perché intraprendere relazioni sessuali con un individuo dello stesso sesso?”, e si chiede invece “perché non farlo?” (Monk et al., 2019).

3.1 - IN CHE COSA CONSISTE IL NUOVO MODELLO PROPOSTO?

Il nuovo modello propone una nuova spiegazione per quanto riguarda l'origine sia dei comportamenti omosessuali che di quelli eterosessuali negli animali. Esso ipotizza che la condizione ancestrale per gli animali con riproduzione sessuata fosse una situazione di comportamento sessuale indiscriminato, ossia senza un riconoscimento degli individui basato sul sesso.

Si suppone quindi che entrambi i tipi di interazione sessuale siano dei tratti derivati da specie ancestrali multicellulari, immobili e anisogame (Parker, 2014). Infatti, le specie in cui risultano prevalenti le interazioni sessuali tra individui di sesso opposto, necessitano di un meccanismo di riconoscimento e discriminazione sessuale, che vada al di là dei semplici meccanismi molecolari o della compatibilità gametica che invece ci si attende fossero già presenti nelle specie ancestrali; i comportamenti eterosessuali devono quindi essere comparsi in seguito all'evoluzione della mobilità e del dimorfismo sessuale, cioè di tutte quelle caratteristiche morfologiche che rendono evidente la differenza tra i sessi (le dimensioni corporee, i colori, i feromoni, i segnali uditivi, ecc.).

Un esempio a sostegno di questo nuovo approccio lo si trova negli echinodermi, un phyla strettamente imparentato con i vertebrati, le cui caratteristiche ricordano quelle degli organismi ancestrali da cui derivano i comportamenti omosessuali ed eterosessuali, e che presenta al suo interno entrambi i tipi di interazione (Young, 1992).

Per quanto riguarda l'ipotesi sul mantenimento delle interazioni omosessuali, viene suggerito che la selezione naturale porti alla scomparsa di questi tratti solo in quei contesti socio-ecologici in cui presentino dei costi significativi per gli individui che lo adottano. Nei casi in cui non siano presenti degli svantaggi significativi, il comportamento omosessuale si potrebbe mantenere accanto alle interazioni eterosessuali, in quanto il successo riproduttivo in molte specie è massimizzato in presenza di livelli intermedi di entrambi i due tipi di interazione sessuale; infatti, i costi derivanti dal targeting specifico verso i soli individui di sesso opposto, potrebbero essere controbilanciati dal beneficio dell'aumentata possibilità di accoppiamento data dalla coesistenza di comportamenti omo- ed eterosessuali nella specie (Vasey, 1995). Essendo quindi il comportamento omosessuale una condizione osservata regolarmente in molte specie, è ragionevole credere che rappresenti l'evoluzione di una condizione primitiva in cui un comportamento sessuale indiscriminato sia stato rimosso in specie in cui il costo era molto elevato, ma che possa essere stato mantenuto laddove esso ha un effetto fondamentalmente neutro sulla fitness individuale, se non addirittura vantaggioso in alcuni contesti.

Un'altra ipotesi per quanto riguarda il mantenimento dei comportamenti omosessuali parte dal presupposto che, come ogni altro tratto almeno in parte ereditabile, possa essere soggetto a dei vincoli evolutivi. Il SSB potrebbe quindi essere mantenuto a livelli bassi

all'interno di una popolazione perché associato ad altri tratti sottoposti ad una forte selezione naturale, impedendone così la progressiva scomparsa.

3.2 – I COSTI E I BENEFICI DELLE INTERAZIONI ETEROSESSUALI: SONO DAVVERO PIÙ VANTAGGIOSE DELLE INTERAZIONI OMOSESSUALI?

Come già menzionato, i modelli più classici nello studio del fenomeno dell'omosessualità tra gli animali partono tutti, o quasi, dal presupposto che la condizione ancestrale da cui si sono sviluppati i comportamenti sessuali tra individui dello stesso sesso, sia una condizione di esclusiva eterosessualità e che gli alleli che codificano per i comportamenti omosessuali siano comparsi solo successivamente.

Per spiegare l'evoluzione delle interazioni eterosessuali si è ipotizzato che lo sviluppo di questi comportamenti, specialmente del cosiddetto “female targeting” da parte degli individui di sesso maschile, sia comparso nelle prime specie di animali marini mobili caratterizzati da fecondazione esterna, con rilascio di grandi quantità di gameti nel mezzo acquatico. Il “female targeting” si sarebbe rapidamente evoluto a causa delle pressioni selettive conseguenti alla competizione spermatica post-copulatoria (Parker, 2014); il modello presuppone quindi che in specie con queste caratteristiche riproduttive, una prevalenza di DSB porti un aumento di fitness individuale rispetto al rilascio dei gameti tipico degli animali sessili, mentre al contrario il SSB dovrebbe essere controscelto.

In un'ampia varietà di specie le interazioni sessuali non sono finalizzate soltanto alla fecondazione, ma si suppone possano avere anche delle funzioni non riproduttive. Questa situazione può essere osservata nel ragno sociale *Anelosimus studiosus*: in questa specie di aracnidi gli individui di sesso maschile, prima della completa maturazione sessuale, mostrano delle interazioni sessuali con individui del sesso opposto. Essendo però esemplari non sessualmente maturi, si tratta di un comportamento con funzione non riproduttiva; si suppone che questi accoppiamenti precoci possano migliorare le future performance riproduttive dell'individuo, lo sviluppo motorio, ma anche permettere all'animale di valutare i possibili partner futuri (Pruitt et al., 2012). Ciò può quindi indicare come i comportamenti sessuali che non portano alla riproduzione, che sono potenzialmente costosi e non portano immediatamente alla riproduzione, non corrispondano necessariamente ad una diminuzione della fitness individuale.

Come già menzionato, l'esclusività del comportamento eterosessuale non è quindi sempre e necessariamente la strategia riproduttiva più vantaggiosa; per esempio, lo sviluppo di un'efficace discriminazione dei partner basata sul sesso può essere migliorata durante l'interazione indiscriminata con altri adulti. È questo il caso di alcuni insetti della famiglia dei Silfidi, che mostrano con maggior frequenza comportamenti omosessuali nel caso in cui il costo di un accoppiamento con un individuo dello stesso sesso abbia un costo limitato mentre il mancato accoppiamento con individui del sesso opposto abbia costi molto alti. In questa situazione, il SSB potrebbe essere mantenuto se le opportunità di accoppiamento non sono particolarmente elevate (Engel et al., 2015). In un altro contesto, è lo stesso fenomeno che si osserva negli imenotteri maschi che si accoppiano con i fiori delle orchidee del genere *Ophrys*: le orchidee attraggono i maschi di api e bombi che rispondono ad un segnale falso (il fiore) perché probabilmente ha un basso costo e riduce il rischio di ignorare un segnale vero (una femmina conspecifica), riducendo il successo riproduttivo del maschio.

Questa nuova ipotesi suggerisce quindi i comportamenti eterosessuali siano un tratto derivato a partire da una situazione di non discriminazione, evolutisi in seguito allo sviluppo di caratteristiche sessuali secondari che favoriscono la discriminazione degli individui sulla base del sesso e che sia adattativa nella maggior parte dei contesti ecologici ma non necessariamente in tutti. Interazioni eterosessuali e omosessuali possono quindi coesistere all'interno di una stessa specie, rappresentando in alcuni casi la strategia che massimizza la fitness individuale in specifici contesti.

4 – IL CASO DI POECILIA MEXICANA

Uno studio condotto nel 2012 dal gruppo di Bierbach ha analizzato le preferenze femminili all'interno della specie di *Poecilia mexicana*, una specie di pesci gregaria localizzata vicino a Tampico, nel nord-est del Messico; gli individui utilizzati in questo studio sono diretti discendenti di questa popolazione, allevati in laboratorio.

4.1 – LA DINAMICA SOCIALE DELLA SPECIE

La dinamica sociale di questa specie si basa sulla scelta femminile del partner; questa dipende dalle informazioni sociali che la femmina apprende osservando i potenziali

partner interagire con altri individui della popolazione (Westneat et al., 2000). Ciò permette alla femmina di valutare la qualità riproduttiva dei maschi che la circondano per poi scegliere il partner migliore per l'accoppiamento; questa strategia si ritiene risultare vantaggiosa poiché diminuisce il tempo di ricerca del partner.

In queste popolazioni le femmine solitamente preferiscono i maschi dominanti, che presentano colori sgargianti, dimensioni corporee elevate e manifestano comportamenti aggressivi nel difendere le femmine da altri maschi. I maschi subordinati invece presentano colorazioni meno vistose e sono generalmente più piccoli. Questi hanno quindi meno opportunità di accoppiamento, sia perché non vengono frequentemente scelti dalle femmine, sia perché vengono mantenuti ai margini del banco dai maschi dominanti, e non riescono ad avvicinarsi alle femmine per tentare l'accoppiamento (Andersson, 1994).

Questa specie presenta un mating system di tipo promiscuo e le femmine attuano la cosiddetta “mate choice copying” o scelta del compagno non indipendente (Gibson e Hoöglund, 1992; Heubel et al., 2008), in cui la decisione del partner si basa sulle sue precedenti interazioni con altre femmine conspecifiche. Le femmine preferiscono i maschi che corteggiano di più, ma assistere a queste parate richiede tempo ed è potenzialmente costoso per la femmina. La femmina che sceglie direttamente un maschio che si è accoppiato con altre femmine riduce questi costi ma ha una buona garanzia di scegliere comunque un maschio di elevata qualità (Watson et al., 1998).

Questo fenomeno però si riscontra anche nei casi in cui i maschi intraprendano interazioni sessuali con individui del loro stesso sesso. I comportamenti sessuali e di corteggiamento nei maschi di *Poecilia mexicana*, a prescindere che siano rivolti ad un individuo dello stesso sesso o del sesso opposto, consistono nel “nipping”, cioè il contatto orale con l'organo copulatorio del partner. I maschi subordinati, che nella maggioranza dei casi non hanno accesso alle femmine, se mostrano comportamenti omosessuali vengono scelti più frequentemente, sfruttando quindi anch'essi il meccanismo del mate choice copying attuato dalla femmina (Bierbach et al., 2013).

Si potrebbe supporre che i maschi subordinati che tentano un accoppiamento con altri maschi, soprattutto se di dimensioni maggiori, possano andare incontro ad una risposta di tipo aggressivo; in realtà questo non accade, poiché l'intensità della risposta di lotta nei

maschi diminuisce considerevolmente all'aumentare della differenza di dimensioni corporee tra i due individui (Bierbach et al., 2012). Gli individui maschi di questa specie, quindi, potrebbero utilizzare il comportamento omosessuale come una strategia per risultare più attraenti per le femmine.

4.2 – GLI ESPERIMENTI

Questa ipotesi è stata verificata dal gruppo di ricerca mediante due esperimenti: nel primo è stata valutata la preferenza femminile, nel secondo è stata investigata la capacità della femmina di discriminare gli individui maschili da quelli femminili.

ESPERIMENTO 1: LA SCELTA FEMMINILE (Bierbach et al., 2013)

La preferenza delle femmine è stata inizialmente testata sottoponendole a due animazioni che raffiguravano un maschio dominante e uno subordinato; la scelta come previsto ricade in prevalenza sul maschio dominante (92 volte su 116 prove).

Successivamente gli esemplari femmina sono stati testati per 10 minuti mostrando loro 2 animazioni insieme:

- i. Un maschio subordinato e uno dominante che nuotano uno vicino all'altro, con accanto un maschio modello che funge da controllo
- ii. Un maschio subordinato che mostra comportamenti sessuali nei confronti di una femmina di controllo, che nuota accanto al maschio dominante
- iii. Un maschio subordinato che mostra comportamenti omosessuali nei confronti di un maschio di controllo, che nuota accanto al maschio dominante

Successivamente è stata testata nuovamente la preferenza della femmina tra maschio subordinato e dominante, come già effettuato nella prima parte del test. Ne risulta che la femmina sceglie più frequentemente il maschio subordinato se questo ha mostrato interazioni sia etero che omosessuali, mentre non è stata osservata una differenza statisticamente significativa tra SSB e DSB.

ESPERIMENTO 2: CAPACITÀ DI DISCRIMINAZIONE BASATA SUL SESSO (Bierbach et al., 2013)

Per assicurarsi che le femmine fossero in grado di distinguere una situazione di interazione eterosessuale o omosessuale è stata testata la loro capacità di riconoscimento degli individui in base al sesso. Sono state mostrate loro delle animazioni, per un tempo

di 5 minuti, che mostravano due banchi, uno composto da sole femmine e uno da soli maschi. I risultati dimostrano che le femmine si associano per più tempo al banco di femmine rispetto a quello di maschi, come avviene nel caso di interazioni con conspecifici reali. Da ciò si deduce che sono in grado di discriminare i maschi dalle femmine nelle animazioni usate per gli esperimenti.

Quello di *Poecilia mexicana* è considerato un caso di bisessualità, situazione frequente in specie gregarie che vivono in gruppi con interazioni sociali complesse (Young et al., 1992). L'ipotesi testata da questo gruppo di ricerca evidenzia un interessante vantaggio di un sistema di accoppiamento bisessuale, che potrebbe essere applicato anche ad altre specie.

5 – IL CASO DI MACACA FUSCATA

In uno studio pubblicato nel 2014 dal gruppo di ricerca di Vasey (Vasey et al., 2014) vengono descritti ed analizzati i comportamenti omosessuali tra esemplari femmine all'interno di una popolazione di macachi giapponesi (*Macaca fuscata*). Lo studio è stato condotto su una popolazione di individui liberi di Arashiyama, Giappone, e sulla colonia di esemplari in cattività presente all'università di Montreal, direttamente derivata dalla popolazione di Arashiyama.

In questa specie le femmine oltre a mostrare interazioni eterosessuali, intraprendono spesso anche relazioni omosessuali; questi si manifestano come monta tra femmine (con spinta pelvica), corteggiamento e formazione delle cosiddette “consortships” (Fedigan e Gouzoules, 1978), ossia di relazioni sessuali esclusive anche se temporanee (da meno di 1h a più di una settimana) tra due individui femmina.

Durante le consortships le femmine sollecitano le partner alla monta utilizzando sia vocalizzi che gesti facciali e posturali (Vasey et al., 1998). Le monte non sono mai isolate all'interno di una consortship, ma vengono ripetute anche centinaia di volte. Al di fuori delle interazioni sessuali, le femmine facenti parte della stessa coppia mostrano comportamenti altamente sincronizzati come rannicchiarsi e dormire insieme, mantenersi pulite a vicenda mediante la pratica del grooming, seguirsi e difendersi a vicenda (Vasey,

1996). Le femmine che intraprendono relazioni omosessuali durante la stagione di accoppiamento nella maggior parte dei casi mostrano anche comportamenti sessuali rivolti agli individui di sesso opposto.

5.1 – LA MOTIVAZIONE SESSUALE

In gran parte della letteratura, le interazioni omosessuali rilevate nelle varie specie vengono spesso definite come interazioni “socio-sessuali”, ciò sottintende un’utilità sociale di questi comportamenti; non è però il caso dei macachi giapponesi. Non vi è infatti nessuna prova che la formazione di consortships femminili in *Macaca fuscata* porti vantaggi a livello sociale. È dimostrato infatti, grazie allo studio di dati quantitativi ottenuti in numerosi studi riguardanti il fenomeno (Vasey, 2006), che queste interazioni tra femmine non hanno lo scopo di attirare l’attenzione di individui maschi, non sono mirate ad impedire la riproduzione dei propri competitori, non portano alla formazione di alleanze né a dimostrazioni di dominanza tra individui, non svolgono la funzione di ottenere ulteriori cure parentali per la propria prole, non riducono la tensione sociale e non sono concepite come strumento per migliorare le proprie prestazioni in vista di un accoppiamento con un individuo di sesso opposto. Si conclude quindi che questi comportamenti non sono stati favoriti dalla selezione naturale per funzioni socio-sessuali.

Esclusa la motivazione socio-sessuale, viene proposta come motore di questi comportamenti, la motivazione prettamente sessuale. Quest’ipotesi è supportata da varie evidenze che possono essere osservate all’interno di questa specie. In primo luogo, le interazioni omosessuali mostrano molti aspetti in comune con quelle eterosessuali: non si osservano infatti interazioni sessuali tra femmine al di fuori della stagione di accoppiamento, che ricade nella stagione autunno-invernale, e queste avvengono solo nel contesto delle consortships esclusive ma temporanee (Fedigan e Gouzoules, 1978; Gouzoules e Goy, 1983), come avviene nel caso di accoppiamento con individui di sesso opposto; inoltre, anche i pattern di corteggiamento risultano essere molto simili.

Un’altra prova a supporto di questa teoria viene fornita dallo studio del sistema endocrino femminile: i profili endocrini coinvolti nelle varie fasi dell’accoppiamento sono gli stessi sia in un contesto omosessuale che eterosessuale. Questi comportamenti, a prescindere

dal sesso dell'individuo a cui sono rivolti, raggiungono il loro picco massimo in fase preovulatoria, che corrisponde ad un aumento di pregnanediolo e di estrone, e tra la sesta e la decima settimana di gestazione, che corrisponde ad una marcata diminuzione di pregnanediolo (O'Neill et al., 2004).

Le femmine di questa specie, inoltre, evitano di intraprendere relazioni sessuali con femmine strettamente imparentate: non sono infatti mai state osservate consortships tra sorelle, madri-figlie, nonne-nipoti, nonostante queste stesse categorie interagiscano socialmente molto spesso (Chapais et al., 1997).

Infine, si può individuare come condizione indispensabile in questo tipo di rapporti omosessuali femminili la stimolazione genitale. È infatti dimostrato che durante la monta tra femmine nel 78.3% dei casi, avviene stimolazione della zona vulvare, anale e perianale e il ruolo primario di queste regioni è quello di mediare l'eccitazione sessuale femminile nei primati (Vasey e Duckworth, 2006). Queste osservazioni suggeriscono che la causa prossima che motiva la monta tra femmine sia la ricompensa sessuale immediata.

Che significato evolutivo ha il piacere sessuale? Come per quanto riguarda il cibo, il gioco ed altri stimoli piacevoli, il piacere derivante dalla stimolazione sessuale ha in gran parte la funzione di ricompensare l'individuo per aver attuato un comportamento volto alla sopravvivenza o alla riproduzione. La percezione degli stimoli positivi o negativi consente quindi agli animali di attuare o evitare determinati comportamenti.

Nonostante il piacere sessuale sia un importante rinforzo positivo per incentivare la riproduzione, in svariate specie di mammiferi e non, è possibile osservare comportamenti sessuali non finalizzati alla procreazione (rapporti sessuali al di fuori della stagione riproduttiva, in gravidanza, rapporti sessuali di gruppo, masturbazione), ciò suggerisce che la gratificazione sessuale che si trae in certi contesti sia sufficiente a stimolare gli individui a intraprendere comportamenti sessuali senza finalità riproduttiva, attratti quindi dal ricordo dello stimolo piacevole. (Balcombe, 2009)

Le interazioni sessuali, indipendentemente che siano rivolte ad individui di sesso opposto o dello stesso sesso, presentano costi elevati per l'individuo, quali dispendio di tempo, di energie, utilizzo di risorse ed esposizione ad un maggiore rischio di predazione, di contrarre malattie sessualmente trasmissibili e di attacchi aggressivi da parte del partner, degli individui imparentati o da altri membri della popolazione che mirino ad un

accoppiamento con il proprio partner sessuale. Il piacere sessuale che alcune specie traggono dagli incontri sessuali (da varie specie di primati all'uomo), è quindi in grado di controbilanciarne gli svantaggi. (De la Garza-Mercer, 2007)

5.2 – LA COMPETIZIONE INTER-SESSUALE

In molti casi le femmine di questa specie, anche se sono presenti dei maschi sessualmente motivati con cui accoppiarsi, scelgono comunque di intraprendere una consortship con altre femmine. Questo fa sì che i maschi debbano competere non più solo con gli altri maschi della popolazione, ma anche con il sesso opposto: si parla in questo caso di competizione intersessuale. Questo tipo di competizione avviene quando un maschio e una femmina cercano di accoppiarsi con la stessa femmina.

Nello studio di Vasey del 1998 (Vasey, 1998), questo tipo di competizione viene osservata circa una volta all'ora; il parametro per considerarla sessualmente motivata è il rilevamento di almeno una sollecitazione alla monta da parte di entrambi i competitori, nel corso della giornata di osservazione. La competizione intersessuale spesso si manifesta quando un maschio sessualmente motivato cerca di sciogliere la consortship dove è presente la femmina da lui desiderata (Vasey et al., 2014), la partner della femmina in questione sarà considerata il competitore. L'approccio del competitore maschio è quello di sollecitare l'accoppiamento, quindi la monta, con la femmina prescelta e di mostrare aggressività nei confronti del competitore femmina. L'interpretazione che l'intrusione del maschio rifletta una competizione sessuale e non sociale è sostenuta dal fatto che i maschi solitamente assumono questi atteggiamenti solo nei confronti di femmine che intraprendono relazioni sessuali, non in quelle che presentano una semplice affiliazione sociale.

Lo studio di Vasey (Vasey, 1998) ha dimostrato come nel 62% dei casi, dopo l'intrusione maschile, la competizione intersessuale termina a causa di uno dei seguenti comportamenti delle femmine consorte:

1. Le femmine ignorano il maschio che alla fine se ne va
2. Si spostano, cambiano luogo per allontanarsi dal maschio competitore
3. Inizialmente si separano, per poi ricongiungersi successivamente e continuare la consortship

4. Terminano definitivamente la consortship

Nel 38% dei casi invece, la competitor femmina risponde sfidando a sua volta il maschio intruso (Vasey et al., 2014). Questa sfida posta dalla femmina è volta a mantenere l'accesso esclusivo alla sua partner e si manifesta allo stesso modo della sfida maschile, con sollecitazioni alla monta e display aggressivi nei confronti del maschio. La femmina competitor spesso si interpone fisicamente tra il maschio e la femmina focus della competizione. In questa situazione, in cui la femmina competitor risponde all'intrusione maschile con una contro-sfida, è 7 volte più probabile che si verifichi un'escalation aggressiva da parte della competitor nei confronti del maschio, mentre il contrario è molto più raro. Il maschio si limita infatti a spostare fisicamente la partner della femmina desiderata invece di aggredirla. La femmina desiderata invece, che rappresenta il focus della competizione, non pone mai una contro-sfida nei confronti del maschio che tenta di sciogliere la sua consortship, forse perché essendo in uno stato di elevato eccitamento sessuale risulta meno aggressiva (Vasey et al., 2014).

Durante la stagione riproduttiva si osserva che le femmine sessualmente motivate mostrano molto frequentemente atteggiamenti aggressivi nei confronti dei maschi che hanno cercato di intrudere le loro consortships allontanandole fisicamente dalla partner, mentre ciò non succede quando i maschi interrompono semplici relazioni sociali tra femmine, come ad esempio quelle di grooming (Vasey et al., 2014). Nella grande maggioranza dei casi (92,5%), le femmine focus della competizione preferiscono continuare la consortship con la partner femminile, anche in presenza di un individuo maschio sessualmente motivato.

6 – L'OMOSESSUALITÀ NELL'UOMO

Nella specie umana la differenziazione sessuale dipende da tre meccanismi biologici: azione precoce di steroidi sessuali, l'azione diretta di geni specifici non mediati da steroidi e meccanismi epigenetici. Si pensa anche le relazioni con i genitori e i propri conspecifici possano influenzare a lungo termine il comportamento, anche sessuale, di un individuo.

L'orientamento sessuale nell'uomo si manifesta come l'interesse ad avere relazioni sessuali con individui del sesso opposto nel caso dell'eterosessualità, o con individui dello stesso sesso nel caso dell'omosessualità. Per la teoria della differenziazione sessuale, l'omosessualità può essere definita come l'inversione dell'attrazione sessuale. È quindi possibile che questo tratto venga determinato dagli stessi meccanismi che controllano il differenziamento sessuale o altre caratteristiche sessuali differenziate.

Si definisce ginefilia l'attrazione sessuale verso il sesso femminile, che potrebbe essere determinata dall'esposizione precoce all'azione del testosterone, l'attrazione verso il sesso maschile invece si definisce androfilia e potrebbe risultare dall'assenza di esposizione a questo ormone (Jordan-Young, 2010).

Alcuni ricercatori, soprattutto psicologi e sociologi, ipotizzano che l'orientamento sessuale possa essere una caratteristica comportamentale imparata o imposta dai modelli della società; altri invece, seguendo il pensiero di Freud, teorizzano che l'omosessualità derivi da una sorta di arresto nello sviluppo psico-sessuale, derivante da un'interazione inadeguata con uno o entrambi i genitori (Bailey et al., 2016). La maggior parte dei biologi, invece, sostiene che l'orientamento sessuale è influenzato in gran parte, se non totalmente, da meccanismi biologici che agiscono durante la vita fetale o post-fetale precoce (Balthazart, 2012).

Nonostante le interazioni omosessuali siano ampiamente diffuse in natura, spesso fungono da sfogo sessuale in mancanza di partner del sesso opposto o svolgono altre funzioni non direttamente legate alla sessualità, funzioni sociali o dimostrazioni di dominanza. È quindi raro imbattersi in specie in cui sia presente un comportamento omosessuale esclusivo, cioè una preferenza sessuale assoluta per gli individui dello stesso sesso, come accade nell'uomo. Un modello animale che presenta questa caratteristica è la pecora, in particolare una popolazione di pecore nell'ovest degli Stati Uniti. In questa popolazione circa l'8% dei maschi si accoppiava solo con altri individui maschi, anche se messi di fronte alla scelta tra un maschio e una femmina (Perkins e Roselli, 2007). Questa caratteristica sembra essere causata dalla ridotta dimensione nei montoni omosessuali del nucleo sessualmente dimorfico (SDN), che nei maschi eterosessuali risulta essere tre volte più grande. Il SDN è localizzato nell'area mediale preottica del

cervello, una regione coinvolta nella determinazione dell'orientamento sessuale. Nei maschi omosessuali il SDN ha dimensione, numero di neuroni e livello di espressione dell'aromatasi simile a quello delle femmine, si pensa quindi che una diminuzione nelle dimensioni del SDN porti ad una demascolinizzazione dei tratti morfologici e comportamentali dei maschi omosessuali (Roselli et al., 2004).

6.1 – LE SPIEGAZIONI EVOLUIVE

L'orientamento sessuale femminile e maschile si è scoperto essere parzialmente ereditabile, e come in altre specie, l'SSB tende a ridurre il successo riproduttivo degli individui che lo presentano (Bell e Weinberg, 1978). La persistenza di geni che contribuiscono all'orientamento omosessuale risulta quindi paradossale, a meno di casi in cui non vi sia differenza tra la fitness di individui eterosessuali e non-eterosessuali.

Gli studi finora condotti si sono concentrati in maggioranza sul fenomeno dell'androfilia negli uomini. Ad oggi, le due ipotesi più accreditate per spiegare la persistenza dei geni che contribuiscono all'androfilia maschile sono due:

1. L'ipotesi della kin selection: questa presuppone che maschi androfilo mostrino una maggiore tendenza ad aiutare gli individui loro imparentati ad aumentare il loro successo riproduttivo, tramite comportamenti altruistici, incrementando così la propria fitness indiretta (Wilson, 1975). In uno studio condotto alle isole Samoa su maschi androfilo transgender (*fa'afafine*), si evidenzia la volontà di prendersi cura dei nipoti, fornendo loro protezione e risorse in quantità maggiore rispetto alle donne e agli uomini ginefilo. Questa tendenza non riflette una generale propensione nell'aiutare gli altri indiscriminatamente, ma risulta un comportamento indirizzato esclusivamente verso i parenti (Vasey & VanderLaan, 2010).
2. L'ipotesi “sexually antagonistic gene”: suggerisce che lo sviluppo dell'androfilia negli uomini risulti in una diminuzione del loro successo riproduttivo, ma aumenti quello delle donne che portano i loro stessi geni, quindi le donne imparentate (Bailey et al. 2016). Infatti, teoricamente, le donne hanno il doppio delle possibilità di beneficiare di geni X-linked che aumentano la loro fitness rispetto ai maschi, poichè negli individui di sesso femminile i geni X-linked sono presenti in due copie. Nel mondo occidentale risulta difficile condurre studi a sostegno di

quest'ipotesi, in quanto la fertilità media è bassa, a causa della pianificazione familiare e dell'uso dei contraccettivi (World Bank, 2014). Gli studi più significativi che hanno permesso lo sviluppo di questa ipotesi sono stati condotti alle isole Samoa, che non presentano una cultura di tipo occidentale, di conseguenza le donne Samoane fanno più figli. È quindi più semplice osservare l'aumento di fertilità nelle donne imparentate con maschi androfilo in questa popolazione.

Nei paragrafi successivi illustrerò le cause prossime che contribuiscono alla determinazione dell'orientamento sessuale. Nell'uomo, infatti, sono stati condotti interessanti studi clinici e genetici che, uniti alle spiegazioni evolutive, danno un quadro completo dell'orientamento omosessuale nella nostra specie.

6.2 – IL CONTRIBUTO ORMONALE

Il primo fattore di determinazione dell'orientamento sessuale nei mammiferi si ipotizza essere l'esposizione fetale ad ormoni sessuali steroidei. Questa ipotesi è supportata da studi sperimentali in topo e pecora, nei quali l'azione del testosterone e dei suoi metaboliti estrogenici determina infatti l'orientamento sessuale. Lo stesso meccanismo è presente nell'uomo: studi clinici ed epidemiologici confermano che la ginefilia è associata a livelli elevati di testosterone a livello del feto, mentre l'androfilia è determinata da livelli ridotti dello stesso ormone. Questo spiega però solo una parte della sessualità umana, che non dipende esclusivamente da questo aspetto.

Studi clinici che hanno analizzato varie patologie umane dell'apparato uro-genitale supportano l'ipotesi sopra citata. Il primo caso studiato è quello di donne che soffrono di iperplasia surrenale congenita. In questi individui l'esposizione in utero ad un livello di androgeni considerevolmente più alto della norma, ha provocato la mascolinizzazione delle loro strutture genitali. Anche normalizzando successivamente la loro condizione a livello endocrino, correggendo chirurgicamente i loro genitali esterni e crescendole come ragazze, queste mostrano tratti caratteriali fortemente mascolinizzati (come il gioco aggressivo o la selezione dei giochi) (Berenbaum, 1999) e un'elevata incidenza di omosessualità o di non completa eterosessualità (Hines, 2006).

Un altro esempio a sostegno della teoria è dato da donne nate da madri trattate con un estrogeno sintetico, il dietilstilbestrolo, durante la gravidanza, per la prevenzione di aborti spontanei. È stato dimostrato che l'esposizione precoce a questo ormone provoca un aumento di comportamenti non eterosessuali (bi e omosessuali) nei soggetti studiati (Ehrhardt et al., 1985). Questo implica che anche gli estrogeni potrebbero avere un ruolo centrale nella determinazione dell'orientamento sessuale umano.

L'ultimo caso esaminato è quello dei pazienti maschi affetti da estrofia cloacale, una rara malformazione genito-urinaria che porta alla nascita di maschi XY che presentano varie malformazioni pelviche e l'assenza del pene, i soggetti mostrano però testicoli normali con una secrezione corretta di androgeni prima della nascita. Degli individui affetti che sono stati sottoposti a vaginoplastica dopo la nascita e successivamente cresciuti come ragazze, 6 su 7 ritornano ad un'identità di genere maschile e mostrano attrazione sessuale verso il sesso femminile (Meyer-Bahlburg, 2005). Questo dimostra che l'esposizione al testosterone secondo pattern tipicamente maschili determina ginefilia, a prescindere dal tipo di genitali esterni e dal sesso di allevamento dell'individuo.

Studi epidemiologici invece, suggeriscono la presenza di differenze morfologiche, fisiologiche e comportamentali tra individui eterosessuali e omosessuali (Balthazart, 2012). Gli aspetti in cui i due gruppi differiscono sono anch'essi controllati dall'azione prenatale del testosterone. A livello morfologico queste differenze includono: 1) la lunghezza del dito indice relativa all'anulare; questo rapporto (D2:D4) risulta minore nelle donne omosessuali rispetto a quelle eterosessuali; 2) la lunghezza relativa delle ossa lunghe di gambe, braccia e mani (più corte negli uomini omosessuali rispetto a quelli eterosessuali); 3) la dimensione del nucleo soprachiasmatico (più grande negli uomini omosessuali rispetto a quelli eterosessuali); 4) la commessura anteriore (più grande negli uomini omosessuali rispetto a quelli eterosessuali); 5) il terzo nucleo interstiziale dell'ipotalamo anteriore o INAH3 (2 o 3 volte maggiore negli uomini eterosessuali rispetto a quelli omosessuali (LeVay, 1991)).

A livello di fisiologico si notano differenze in: 6) la fisiologia dell'orecchio interno, in particolare nelle emissioni oto-acustiche (meno frequenti e di ampiezza minore nelle donne omosessuali rispetto a quelle eterosessuali); 7) la risposta steroidea alla secrezione dell'ormone luteinizzante (debole feedback positivo negli uomini omosessuali dopo

l'iniezione di una dose cospicua di estrogeni, assente negli uomini eterosessuali); 8) l'attivazione cerebrale evidenziata grazie alla PET (positron emission tomography) in risposta ad odori tipicamente maschili o femminili (la reazione degli uomini omosessuali agli odori maschili è opposta a quella degli uomini eterosessuali, così come la risposta delle donne omosessuali agli odori maschili è opposta a quella delle donne eterosessuali). A livello comportamentale invece, i tratti maggiormente influenzati dall'esposizione differenziale al testosterone sono quelli legati alle abilità visuo-spaziali (M [maschi] > F [femmine]) e verbali (F > M) e alla lateralizzazione (i maschi risultano essere mancini più frequentemente delle femmine).

La teoria endocrina del differenziamento sessuale si propone di determinare le differenze tra donne omosessuali ed eterosessuali dovute alla sovraesposizione prenatale agli androgeni e la direzione in cui i vari tratti saranno influenzati. Questo non è però sempre applicabile anche agli uomini. È il caso del rapporto D2:D4. Nelle donne omosessuali il rapporto risulta minore e quindi mascolinizzato rispetto alle donne eterosessuali, ma l'effetto opposto non si riscontra negli uomini omosessuali (Gooren e Byne, 2017). Queste osservazioni sono inaspettate poiché è dimostrato che il rapporto D2:D4 sia sessualmente differenziato e influenzato dall'esposizione al testosterone nei mammiferi, uccelli, rettili e anfibi. Questo rapporto, ad esempio, è mascolinizzato nelle donne affette da iperplasia surrenale congenita che sono state esposte ad un livello di testosterone elevato in utero (Brown et al., 2002) ed è femminilizzato nei maschi XY che portano una mutazione per i recettori degli androgeni e che sviluppano quindi la sindrome da insensibilità agli androgeni (Berenbaum et al., 2009).

Una possibile ipotesi che spieghi la mancanza di una differenza significativa nel rapporto D2:D4 tra uomini omosessuali ed eterosessuali è data dalla presenza di due subpopolazioni di uomini omosessuali, che presentano caratteristiche diverse. È dimostrato infatti che esistano uomini omosessuali che si identificano come più femminili ed altri come più mascolini (Blankenship, 2013), queste due situazioni possono essere attribuite rispettivamente ad una mancata esposizione ad androgeni e ad un'elevata esposizione ad essi. È appurato infatti che un'elevata esposizione ad androgeni favorisca la mascolinizzazione di vari tratti e un'esposizione nulla ne favorisca la femminilizzazione.

Degli studi sui topi hanno confermato che, sottoponendo gli individui ad una quantità elevata di androgeni, essi manifestino comunque comportamenti tipicamente maschili, ma è incentivata l'attrazione verso individui dello stesso sesso (Dela Cruz e Pereira, 2012); questo giustificerebbe quindi la presenza di uomini che pur manifestando un orientamento omosessuale presentano comunque tratti maschilini o addirittura iper-mascolinizzati. La coesistenza di questi due diversi fenotipi all'interno della popolazione di uomini omosessuali spiegherebbe l'assenza di variabilità nel rapporto D2:D4 tra uomini omosessuali e eterosessuali.

6.3 – IL CONTRIBUTO GENETICO

Per quanto riguarda il contributo genetico nella determinazione dell'orientamento sessuale, lo studio sull'uomo risulta molto complesso. Studi epidemiologici però confermano che l'omosessualità dipende in parte dalla parentela genetica; infatti, l'incidenza dell'omosessualità nei fratelli di un maschio omosessuale è attorno al 9%, percentuale superiore all'incidenza generica dell'omosessualità nella popolazione (Bailey e Pillard, 1991). Su questa base sono stati condotti studi su coppie di gemelli eterozigoti ed omozigoti, e nonostante le difficoltà nel ripetere i risultati positivi ottenuti nei primi studi, e nonostante i bias di campionamento (è infatti probabile che i gemelli che decidono di partecipare agli studi vengano influenzati dalla concordanza o meno del loro orientamento sessuale, creando possibilmente una sovra-rappresentazione), si può affermare che l'incidenza dell'omosessualità nei gemelli omozigoti risulti più elevata rispetto ai gemelli eterozigoti, che non condividono lo stesso materiale genetico e sono quindi equiparabili a fratelli di generazioni diverse.

Uno studio genealogico ha osservato il numero di zii e cugini omosessuali presenti nella linea materna di uomini omosessuali, ne è risultata una percentuale di circa 13,5%, mentre nelle linee paterne o nella popolazione generale si assesta a valori molto più bassi. Ciò suggerisce la possibilità che alcuni dei geni che contribuiscono alla determinazione dell'omosessualità siano collocati sul cromosoma X, ereditati quindi dalla madre (Hamer et al., 1993). In uno studio di Hamer vengono analizzati 22 marker del cromosoma X e si evidenzia come coppie di fratelli omosessuali condividessero dei marker localizzati nella

regione terminale del cromosoma X, chiamata Xq28 (Hamer et al., 1993). Nonostante negli anni non si sia riusciti a dimostrare in modo inequivocabile i geni effettivamente coinvolti, è stato localizzato nella regione Xq28 il gene che codifica per il recettore 2 per l'arginina-vasopressina (AVP), dove AVP è coinvolta nel controllo dei comportamenti sociali ed affiliativi, è quindi ragionevole supporre che modifiche nel gene dell'AVPR2 possano avere un impatto sull'orientamento sessuale (Balthazart e Young, 2014). Un altro gene appartenente alla regione Xq28 è CNGA2 (cyclic nucleotide gated channel alpha 2) e viene espresso nel cervello umano. Questo gene nel topo controlla i comportamenti socio-sessuali provocati da specifici stimoli olfattivi (Mandiyan et al., 2005). Non è ancora stato stabilito con certezza il ruolo delle percezioni olfattive nell'orientamento sessuale umano, sono però state identificate risposte ipotalamiche differenziali a composti olfattivi con presunta attività di feromoni in uomini e donne omosessuali rispetto a uomini e donne eterosessuali (Savic et al., 2005). In uno studio più recente è stata inoltre dimostrata l'importanza della regione peri-centromerica del cromosoma 8 nella determinazione dell'orientamento sessuale nell'uomo, più precisamente la regione 8q12. Questa contiene vari geni che potrebbero essere collegati alla preferenza omosessuale, essi possono codificare per micro-RNA, fattori di trascrizione o essere espressi nel cervello, ad esempio fattori legati alla neurotrasmissione, alle funzioni neuroendocrine o allo sviluppo cerebrale (Sanders et al., 2015).

Nel 2019, uno studio svolto da oltre 20 ricercatori su un totale di 492.678 soggetti (Ganna et al., 2019) conferma che il tasso di ereditabilità dell'omosessualità maschile e femminile si aggira attorno al 32%, risultato in linea con i precedenti studi su coppie di gemelli. L'analisi del polimorfismo a singolo nucleotide in questi genomi individua 5 loci correlati all'espressione del comportamento omosessuale, contenenti geni legati alla percezione olfattiva e alla produzione di steroidi sessuali. Questo studio dimostra che il comportamento omosessuale, come ogni altro tratto complesso, è modulato da un'ampia varietà di geni, ciascuno con effetti modesti che si sommano tra loro. Questo aspetto è quindi in grado di giustificare la presenza di vari gradi di omosessualità.

6.4– IL CONTRIBUTO SOCIALE?

In contrasto con le spiegazioni biologiche più accreditate, viene spesso sostenuta l'ipotesi che l'omosessualità sia influenzata dall'ambiente sociale a cui si è esposti durante l'infanzia (Bailey et al., 2016). Tutte le spiegazioni di matrice sociale trovano raramente riscontro positivo se analizzate scientificamente. Non esistono infatti, ad oggi, correlazioni comprovate tra l'orientamento omosessuale e le condizioni sociali a cui si è esposti durante l'infanzia e l'adolescenza. Queste teorie sono infatti per la maggior parte basate su interpretazioni speculative e su prove aneddotiche, che non hanno quindi valenza scientifica.

Una delle teorie psicoanalitiche più diffuse nel tentativo di spiegare l'insorgere del comportamento omosessuale, è quella che ne attribuisce lo sviluppo ad un rapporto disfunzionale tra genitori e figlio/a. Una delle tesi a sostegno di quest'ipotesi è che spesso i bambini che esprimeranno successivamente una preferenza sessuale per individui dello stesso sesso, mostrano rapporti tesi e distanti con i genitori, specialmente con il padre. È da considerare però, che in gran parte dei casi, i bambini con orientamento omosessuale, presentano fin da piccoli comportamenti non conformi al loro genere, ed è più probabile ciò sia la causa dei rapporti difficili con il padre, non la conseguenza (Kane, 2006).

7- IL CONTRASTO TRA NATURA E MORALITÀ

Il comportamento omosessuale è una caratteristica ampiamente diffusa in natura, ma nonostante la sua esistenza all'interno di numerosi taxa, non è ancora diffusa l'idea che essa possa essere un tratto ancestrale. Questa resistenza al tema può essere attribuita all'influenza di una società estremamente eteronormativa, che considera i comportamenti eterosessuali come l'ordine naturale per tutte le specie con riproduzione sessuata e l'omosessualità invece come un errore, sorto solo in tempi evolutivi recenti, la cui esistenza deve essere necessariamente spiegata e giustificata (Terry, 2000). Le norme culturali occidentali, che risultano ancora di retaggio patriarcale ed eteronormativo, hanno sensibilmente ostacolato l'acquisizione dei diritti civili da parte delle persone omosessuali e la completa accettazione da parte della società di quegli orientamenti sessuali che non coincidono con l'esclusiva eterosessualità, e che sono considerati ancora da molti come

comportamenti contro natura. Queste problematiche sociali si radicano soprattutto in presenza di forti convinzioni religiose in concomitanza ad una mancata conoscenza della biologia generica ed evolutiva e dell'etologia.

Risulta quindi fondamentale cercare di arginare questi bias, che ostacolano il progresso sociale per quanto riguarda il tema dell'omosessualità e della lotta alle discriminazioni. Liberandosi dal cosiddetto binarismo sessuale, che considera l'omosessualità opposta all'eterosessualità e non un semplice componente di uno spettro ampio e complesso di comportamenti e strategie che è quello che noi chiamiamo "sessualità" ed evitando di accostare un valore morale ad essa, identificandone una giusta e una sbagliata, verrà semplificata non solo la ricerca scientifica riguardo questi temi, ma anche la loro divulgazione, che ancora oggi incontra resistenza da parte di molti.

Uno dei più comuni errori che si commette discutendo della legittimità dell'orientamento omosessuale, come anche per altri temi bioetici, è quello di trasporre ciò che si osserva in natura alla vita e alla morale umana. Il diritto di vivere liberamente la propria sessualità e di scegliere il proprio partner indipendentemente dal genere, deve essere riconosciuto e difeso in quanto diritto fondamentale dell'uomo, non giustificato o tollerato perché osservato in natura. Questo ragionamento creerebbe un pericoloso precedente, che potrebbe portare a giustificare fenomeni quali l'infanticidio, lo stupro, la pedofilia o l'incesto solo perché sono osservati in natura, anche se contrastano chiaramente sia con le leggi dello stato (o della maggior parte degli stati) sia con la morale comune.

L'uomo, in quanto unico animale dotato di coscienza e facoltà di pensiero, può e deve studiare e comprendere la natura, ma non deve assumerla come modello per stabilire ciò che è bene o male. In una società civile che si interessa al benessere del cittadino, le cosiddette leggi morali dovrebbero prescindere dall'influenza delle religioni e della natura, dovrebbero invece attenersi al rispetto dei diritti umani e al garantire il raggiungimento di questi ultimi ad ogni persona indiscriminatamente.

8 – BIBLIOGRAFIA

- A. P., Bell, & M. S., Weinberg, (1978) *Homosexualities: A study of diversity among men and women*. New York, NY: Simon & Schuster
- A., Camperio-Ciani, F., Corna, C., Capiluppi. (2004) Evidence for maternally inherited factors favouring male homosexuality and promoting female fecundity. *Proc Biol Sci.* 271:2217–2221
- Andersson, M. (1994) *Sexual selection*. Princeton, NJ: Princeton University Press
- Bailey, J.M. & Pillard, R.C., (1991) A genetic study of male sexual orientation. *Arch. Gen. Psychiatry* 48, 1089–1096
- Bailey, J.M., Vasey, P.L., Diamond, L.M., Breedlove, S.M., Vilain, E. & Epprecht, M., (2016) Sexual orientation, controversy, and science. *Psychol. Sci. Public Interest* 17, 45–101.
- Balcombe, J. (2009) Animal pleasure and its moral significance. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 118, 208–216.
- Balthazart, J. & Young, L.J., (2014) Mate selection, sexual orientation and pair bonding. In: Plant, T.M., Zeleznik, A.J. (Eds.), *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction*. Elsevier, Amsterdam, pp. 2157–2210.
- Balthazart, J., (2012) *The Biology of Homosexuality*. Oxford University Press, New York.
- Barlow, G.W. (2000) *The Cichlid Fishes: Nature's Grand Experiment in Evolution*. Perseus
- Berenbaum, S.A., (1999) Effects of early androgens on sex-typed activities and interests in adolescents with congenital adrenal hyperplasia. *Horm.Behav.* 35, 102–110
- Berenbaum, S.A., Bryk, K.K., Nowak, N., Quigley, C.A. & Moffat, S., (2009) Fingers as a marker of prenatal androgen exposure. *Endocrinology* 150, 5119–5124
- Bierbach, D., Jung, C.T., Hornung, S., Streit, B. & Plath, M. (2013) Homosexual behaviour increases male attractiveness to females. *Biol Lett* 9:20121038.
- Bierbach, D., Klein, M., Sassmannshausen, V., Schlupp, I., Riesch, R., Parzefall, J., & Plath, M. (2012). Divergent evolution of male aggressive behavior: Another reproductive isolation barrier in extremophile poeciliid fishes? *International Journal of Evolutionary Biology*, 148745
- Blankenship, B.T., (2013) *Lipsticks, Twinks, and Bears, Oh My!: an Analysis of Gender Role Variability in Homosexual Individuals, Who Hold Queer Identities, Which Have Sex Inverting Gender Role Associations*. Arizona State Univ., Barrett Honors thesis, 47pp.
- Bonnet, X., Golubović, A., Arsovski, D., Đorđević, S., Ballouard, J. M., Sterijovski, B., Ajtić, R., Barbraud, C., Tomović, L., (2016) A prison effect in a wild population: a

scarcity of females induces homosexual behaviors in males, *Behavioral Ecology*, 27, 1206–1215

Brown, W.M., Hines, M., Fane, B.A. & Breedlove, S.M., (2002) Masculinized finger length patterns in human males and females with congenital adrenal hyperplasia. *Horm. Behav.* 42, 380–386.

Chapais, B., Gauthier, C., Prud'homme, J. & Vasey, P.L., (1997) Relatedness threshold for nepotism in Japanese macaques. *Anim. Behav.* 53, 533–548

Dela Cruz, C. & Pereira, O.C., (2012) Prenatal testosterone supplementation alters puberty onset, aggressive behavior, and partner preference in adult male rats. *J. Physiol. Sci.* 62, 123–131.

De la Garza-Mercer, F. (2007) The Evolution of Sexual Pleasure, *Journal of Psychology & Human Sexuality*, 18:2-3, 107-124

Ehrhardt, A.A., Meyer-Bahlburg, H.F., Rosen, L.R., Feldman, J.F., Veridiano, N.P., Zimmerman, I. & McEwen, B.S., (1985) Sexual orientation after prenatal exposure to exogenous estrogen. *Arch. Sex. Behav.* 14, 57–77

Engel, K. C., Männer, L., Ayasse, M. & Steiger, S. (2015) Acceptance threshold theory can explain occurrence of homosexual behaviour. *Biol. Lett.* 11, 20140603.

Fedigan, LM, & Gouzoules, H (1978) The consort relationship in a troop of Japanese monkeys. In DJ Chivers and J. Herbert (eds): *Recent Advances in Primatology*, Vol. 1. London: Academic Press, pp. 493-495

Ganna, A., Verweij, K.J.H., Nivard, M.G., Maier, R., Wedow, R., Busch, A.S., Abdellaoui, A., Guo, S., Sathirapongsasuti, J.F., and Me Research, T., Lichtenstein, P., Lundstrom, S., Langstrom, N., Auton, A., Harris, K.M., Beecham, G.W., Martin, E.R., Sanders, A.R., Perry, J.R.B., Neale, B.M. & Zietsch, B.P., (2019) Large-scale GWAS reveals insights into the genetic architecture of same-sex sexual behavior. *Science* 365.

Gibson, RM & Ho"glund, J. (1992) Copying and sexual selection. *Trends Ecol. Evol.* 7, 229– 232.

Gooren, L.J. & Byne, W., (2017). Sexual orientation in men and women. In: Pfaff, D., Joels, M. (Eds.), *Hormones, Brain and Behavior*, 3rd ed. Academic Press, New York, pp. 151–168.

Gouzoules, H. & Goy, R.W., (1983) Physiological and social influences on mounting behavior of troop-living female monkeys (*Macaca fuscata*). *Am. J. Primatol.* 5, 39–49

Hamer, D.H., Hu, S., Magnuson, V.L., Hu, N. & Pattatucci, A.M.L., (1993) A linkage between DNA markers on the X chromosome and male sexual orientation. *Science* 261, 321–327

Heubel, KU, Hornhardt, K, Ollmann, T, Parzefall, J, Ryan, MJ & Schlupp, I. (2008) Geographic variation in female mate-copying in the species complex of a unisexual fish, *Poecilia formosa*. *Behaviour* 145, 1041.

Hines, M., (2006) Prenatal testosterone and gender-related behaviour. *Eur. J. Endocrinol.* 155 (Suppl 1), S115–121

- Jordan-Young, R.M., (2010) *Brain storm. The Flaws in the Science of Sex Differences*. Harvard University Press, Cambridge MA
- Kane, E.W., (2006) “No way my boys are going to be like that!” parents’ responses to children’s gender nonconformity. *Gender & Society* 20, 149–176.
- King, C.E. (2006) Pink flamingos: atypical partnerships and sexual activity in colonially breeding birds. In *Homosexual Behaviour in Animals* (Sommer, V. and Vasey, P.L., eds), pp. 77–106, Cambridge University Press.
- Levan, K.E., Fedina T. Y. & Lewis S. M. (2008) Testing multiple hypotheses for the maintenance of male homosexual copulatory behaviour in flour beetles. *J. Evol. Biol.* 22, 60–70
- LeVay, S., (1991) A difference in hypothalamic structure between heterosexual and homosexual men. *Science* 253, 1034–1037.
- Maci’as-Garcia, C. & Valero, A. (2001) Context-dependent sexual mimicry in the viviparous fish *Girardinichthys multiradiatus*. *Ethol. Ecol. Evol.* 13, 331–339
- Mandiyan, V.S., Coats, J.K. & Shah, N.M., (2005). Deficits in sexual and aggressive behaviors in *Cnga2* mutant mice. *Nat. Neurosci.* 8, 1660–1662.
- Mann, J. (2006) Establishing trust: socio-sexual behaviour and the development of male-male bonds among Indian Ocean bottlenose dolphins. In *Homosexual Behaviour in Animals*, pp. 107–130, Cambridge University Press.
- McRobert, S.P. & Tompkins, L. (1988) Two consequences of homosexual courtship performed by *Drosophila melanogaster* and *Drosophila affinis* males. *Evolution Int. J. Org. Evolution* 42, 1093–1097
- Meyer-Bahlburg, H.F., (2005) Gender identity outcome in female-raised 46,XY persons with penile agenesis, cloacal exstrophy of the bladder, or penile ablation. *Arch. Sex. Behav.* 34, 423–438.
- Monk, J.D., Giglio, E., Kamath, A., Lambert, M.R. & McDonough, C.E., (2019). An alternative hypothesis for the evolution of same-sex sexual behaviour in animals. *Nat. Ecol. Evol.* 3, 1622–1631.
- O’Neill, A.C., Fedigan, L.M. & Ziegler, T.E., (2004) Ovarian cycle phase and homosexual behavior in Japanese macaque females. *Am. J. Primatol.* 63, 25–31.
- Parker, G. A (2014), The sexual cascade and the rise of pre-ejaculatory (Darwinian) sexual selection, sex roles, and sexual conflict. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.* 6, a017509.
- Perkins, A. & Roselli, C.E., (2007) The ram as a model for behavioral neuroendocrinology. *Horm. Behav.* 52, 70–77
- Poiani A. (2010) *Animal homosexuality: a biosocial perspective*. Cambridge, UK: Cambridge University Press

- Preston-Mafham K (2006) Post-mounting courtship and the neutralizing of male competitors through “homosexual” mountings in the fly *Hydromyza livens* F. (Diptera: Scatophagidae). *J Nat Hist* 40:101– 105.
- Pruitt, J. N., Burghardt, G. M. & Riechert, S. E. (2012) Non-conceptive sexual behavior in spiders: a form of play associated with body condition, personality type, and male intrasexual selection. *Ethology* 118, 33–40.
- Rahman, Q. & Hull, M.S. (2005) An empirical test of the kin selection hypothesis for male homosexuality. *Arch. Sex. Behav.* 34, 461–467
- Roselli, E., Larkin, K, Resko, J.A., Stellflug, J.N. & Stormshak, F. (2004) The volume of a sexually dimorphic nucleus in the ovine medial preoptic area/anterior hypothalamus varies with sexual partner preference, *Endocrinology* 145 478–483
- Sanders, A.R., Martin, E.R., Beecham, G.W., Guo, S., Dawood, K., Rieger, G., Badner, J.A., Gershon, E.S., Krishnappa, R.S., Kolundzija, A.B., Duan, J., Gejman, P.V. & Bailey, J.M., (2015) Genome-wide scan demonstrates significant linkage for male sexual orientation. *Psychol. Med.* 45, 1379–1388
- Savic, I., Berglund, H. & Lindstrom, P., (2005) Brain response to putative pheromones in homosexual men. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 102, 7356–7361.
- Terry, J. (2000) ‘Unnatural acts’ in nature: the scientific fascination with queer animals. *GLQ* 6, 151–193
- Van Gossum, H., De Bruyn, L., & Stoks, R. (2005) Reversible switches between male-male and male-female mating behaviour by male damselflies. *Biol. Lett.* 1, 268–270
- Vasey, P. L. (1995) Homosexual behavior in primates: a review of evidence and theory. *Int. J. Primatol.* 16, 173–204.
- Vasey, P. L., & VanderLaan, D. P. (2010). An adaptive cognitive dissociation between willingness to help kin and non-kin in Samoan fa’afafine. *Psychological Science*, 21, 292–297.
- Vasey, P.L. & Duckworth, N., (2006) Sexual reward via vulvar, perineal and anal stimulation: a proximate mechanism for female homosexual mounting in Japanese macaques. *Arch. Sex. Behav.* 35, 523–532
- Vasey, P.L., (1996) Interventions and alliance formation between female Japanese macaques (*Macaca fuscata*) during homosexual consortships. *Anim. Behav.* 52, 539–551.
- Vasey, P.L., (1998). Female choice and inter-sexual competition for female sexual partners in Japanese macaques. *Behaviour* 135, 579–597
- Vasey, P.L., (1998). Female choice and inter-sexual competition for female sexual partners in Japanese macaques. *Behaviour* 135, 579–597
- Vasey, P.L., (2006) The pursuit of pleasure: homosexual behaviour, sexual reward and evolutionary history in Japanese macaques. In: Leca, J.-B., Huffman, M.A., Vasey, P.L. (Eds.), *The Monkeys of Stormy Mountain: Over Half a Century of Research on the Arashiyama Macaques*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 191–219

- Vasey, P.L., Chapais, B. & Gauthier, C., 1998. Mounting interactions between female Japanese macaques: testing the influence of dominance and aggression. *Ethology* 104, 387–398.
- Vasey, P.L., Leca, J.B., Gunst, N. & VanderLaan, D.P., (2014) Female homosexual behavior and inter-sexual mate competition in Japanese macaques: possible implications for sexual selection theory. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 46 (Pt 4), 573–578
- Warner, R. R., Shapiro, D. Y., Marcanato, A. & Petersen, C. W., (1995) Sexual conflict: males with highest mating success convey the lowest fertilization benefits to females. *Proc. R. Soc. B* 262, 135–139.
- Watson, P.J., Arnqvist, G. & Stallmann, R.R. (1998) Sexual conflict and the energetic costs of mating and mate choice in water striders. *Am. Nat.* 151, 46 – 58.
- Westneat DF, Walters A, McCarthy TM, Hatch MI, Hein W. (2000) Alternative mechanisms of nonindependent mate choice. *Anim. Behav.* 59, 467– 476.
- Wilson E. O., (1975) *Sociobiology: The new synthesis*. Cambridge, MA: Belknap Press.
- World Bank. (2014). Fertility rate, total (births per woman). Retrieved from [http://data.worldbank.org/indicator/ SP.DYN.TFRT.IN](http://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.TFRT.IN)
- Young, C. M., Tyler, P. A., Cameron, J. L. & Rumrill, S. G. (1992) Seasonal breeding aggregations in low-density populations of the bathyal echinoid *Stylocidaris lineata*. *Mar. Biol.* 113, 603–612