

Roma, 18/10/2014

La genesi biologica dell'identità
maschile e femminile della persona

Dott.ssa Clementina Peris

Perché gli individui hanno un sesso

Come ci insegna la biologia, oltre che la cultura, ogni essere umano ha un padre e una madre.

Inoltre come ci insegna la civiltà

le differenze biologiche di sesso non dovrebbero mai essere usate per giustificare discriminazione, prevaricazione e sfruttamento.

Perché infatti il sesso, biologicamente parlando, parte da lontano, ha una lunga storia e un grande valore.....

Perché gli individui hanno un sesso

Molte specie passano attraverso un momento critico durante il quale uno zigote si incanala irreversibilmente verso un **destino sessuale** quale maschio o femmina (Valenzuela N., 2008).

Alcune specie vengono incanalate in tal senso da specifiche pressioni ambientali (temperatura, densità di popolazione...), mentre altre presentano vari tipi di determinazione genetica o anche epigenetica attraverso un diverso imprinting o fattori di sviluppo depositati nelle uova (Verhulst EC. e al., 2010).

Tutta questa variabilità da specie a specie è **ancora più curiosa** dato che altri processi di sviluppo delle altre funzioni sono molto più **conservati dal punto di vista evolutivo** nelle varie specie.

Perché gli individui hanno un sesso

Mentre le altre funzioni di un organismo sono su base individuale, la riproduzione sessuata, che si è evoluta come tale al fine di una maggiore adeguatezza (fitness) di specie, richiede due individui di sesso diverso per manifestarsi.

Non solo per esplicarsi, ma **fondamentalmente** per evitare nel suo scopo di prosecuzione di specie sempre più evolute.

Perché gli individui hanno un sesso

Per evoluzione si intende **la selezione naturale che agisce sulla variabilità individuale e favorisce gli individui più adatti che, meglio riproducendosi, cambiano nel tempo la discendenza.**

Essa ci presenta una serie di meccanismi destinati alla riproduzione della vita vegetale e animale che culminano nella riproduzione sessuata fino alla riproduzione sessuata della specie umana.

Peculiarità della riproduzione sessuata: assicurare dentro ogni specie una variabilità tale da esprimere **nuove caratteristiche che rendano parte della progenie più adatta a sopravvivere e a riprodursi in un determinato ambiente**, attraverso quella particolare divisione che è la meiosi e la fecondazione che permette l'unione di gameti di genitori diversi.

Perché i sessi sono due

I gameti maschili e femminili hanno diversa forma e dimensione. Questo deriva dall'evoluzione di pressioni opposte dirette da una parte a massimizzare il numero dei gameti, la loro possibilità di incontro e la massa cellulare per il successivo sviluppo dello zigote: la competenza riproduttiva dei due partner è massimizzata se uno dei gameti interagenti è piccolo e mobile e se l'altro è immobile e grande quanto basta per assicurare le risorse per lo sviluppo dello zigote. Queste condizioni dirimenti spiegano perché **i sessi sono due e solo due** e perché la differente forma dei gameti è comune a tante specie.

Quindi l'evoluzione ha rapidamente condotto alla presenza di **due sessi completamente separati** negli organismi multicellulari (organismi ermafroditi con gameti dei due sessi con autofertilizzazione vanno incontro a progenie a basso livello di adeguatezza)

Perché i sessi sono due

Una volta che i cromosomi sessuali sono diventati eteromorfi, maschi XX, femmine XY o individui YY di entrambi i sessi, cosa che si determinerebbe se la determinazione del sesso fosse sottoposta a controllo da parte di altri cromosomi, verosimilmente avrebbero ridotta fertilità o maggior morbilità, inibendo la diffusione dei nuovi geni che condizionassero il sesso.

L'eteromorfismo dei cromosomi sessuali spiega perché la determinazione del sesso è bloccata nel suo stato attuale negli uccelli e nei mammiferi (Mawaribuchi S. e al., 2012) e non in vertebrati inferiori, dove i cromosomi sessuali sono omomorfici e soggetti a rari eventi ricombinanti.

Inoltre c'è una tendenza alla crescita del corpo lungo le diverse linee evolutive delle varie specie e quelle che posseggono il sistema XY sono accompagnate da un dimorfismo sessuale della dimensione corporea, vale a dire **aumento del rapporto maschio:femmina (Adkins-Regan E. e Reeve HK, 2014)**

Perché i sessi sono due

Comunque in natura nelle varie specie sono rari i casi di selezione “debole” del sesso. Potrebbe essere perché una **scelta di fondo canalizzata in modo tutto-o-nulla** è più facile da implementare, tenendo conto che la decisione di sviluppo innescata dal segnale iniziale di determinazione sessuale deve essere stabilizzato e mantenuto durante lo sviluppo (Valenzuela N., 2008)

Solo due sessi e anche in conflitto

In biologia il **conflitto genetico tra i sessi** consiste nella presenza di individui dotati di alleli che sono benefici in maschi ma deleteri nelle femmine e di altri individui dotati di alleli con effetti opposti.

La selezione favorisce l'accumulo di questi geni sui cromosomi sessuali.

L'evoluzione sembra favorire in seguito tutti i meccanismi di selezione genetica del sesso (i cromosomi sessuali sono evolutivamente giovani), dato che rispondono più efficacemente a questi determinanti (cioè i geni coinvolti nel conflitto genetico).

(Sander van Doorn G., 2014)

Solo due sessi e anche in conflitto

Quindi ereditiamo da padre e madre geni che devono essere espressi in modo sesso-specifico al fine di consentire la sopravvivenza dell'embrione.

Cioè il **sex** condiziona fin dall'inizio non solo la sessualità ma la stessa esistenza.

Questi comportamenti si sono manifestati e sono persistiti in quanto hanno un significato evolutivo e non sono casuali, come invece la lettura dei restanti geni, il che assicura individui mai identici né ai genitori né ai propri fratelli quindi **la variabilità altamente utile per l'evoluzione della specie umana.**

Solo due sessi e anche in parità

Anche se la selezione favorisce un rapporto bilanciato tra i sessi e i meccanismi che determinano il sesso sono in grado di produrre lo stesso numero di maschi e femmine, il rapporto tra i sessi può ancora deviare nelle popolazioni da 1:1 per motivi di conflitto genetico favorente un sesso, questa distorsione è in grado di determinare controreazioni da parte del sistema che determina il sesso (Kozielka M e al., 2010) per ristabilire la selettiva proliferazione del sesso in minoranza.

Ciò sottolinea quanto evolutivamente parlando sono indispensabili due sessi.

Solo due sessi e anche in parità

Ogni essere umano si presenta quindi dalla fecondazione con la sua identità sessuata geneticamente e in seguito anche epigeneticamente , anzi addirittura nasce o non nasce (con diminuzione della fertilità della specie) proprio perché è **sessualmente differenziato fin dall'inizio** (Bermejo-Alvarez P e al., 2011)

Sappiamo infatti che vengono concepiti molti più embrioni di sesso maschile che femminile, che giungono però alla nascita quasi alla pari ma subito dopo si raggiunge il rapporto 1:1 (Pergament E e al., 2002)

Manifestazione del sesso

Determinazione sessuale
Differenziazione sessuale
Identità sessuale
Orientamento sessuale
Comportamento sessuale



Dal punto di vista
evolutivo il tutto
converge **in un unico
sesso** in ogni
individuo



Il tutto può divergere per patologie
genetiche, impostazioni epigenetiche
casuali o indotte da interferenti,
esperienze sociali

Il sesso degli embrioni

In condizioni fisiologiche l'embrione si accresce e si sviluppa secondo un piano di organizzazione anatomo-funzionale predefinito, anche ovviamente per l'assetto sessuale, a meno di condizioni patologiche geneticamente o epigeneticamente determinate.

Sulla coppia di cromosomi sessuali XX o XY sono situate le informazioni che manifesteranno l'identità sessuata del nuovo essere: mentre è sufficiente una X per la manifestazione della vita (con genitali di tipo femminile) sarà indispensabile la presenza di X+Y per la manifestazione della vita e del sesso maschile: la X come codifica della vita, la Y come codifica del dimorfismo sessuale e quindi della possibilità di riproduzione sessuata.

Il sesso degli embrioni

Non solo XX e XY però....

l'organizzazione anatomo-funzionale definita dal genotipo ha la possibilità di evolvere e crescere solo se sono soddisfatte alcune condizioni di lettura del DNA del nuovo essere definite dalla lettura di alleli obbligatoriamente espressi in modo sesso-specifico (imprinting genomico), secondo la teoria del conflitto genomico.

Ad esempio, se HCG (gonadotropina corionica) è espressa a partire dall'allele materno l'embrione non si sviluppa.

Il sesso degli embrioni

Gli embrioni pre-impianto maschili e femminile differiscono nell'espressione genica, nel metabolismo e nella regolazione epigenetica, proprio mentre rapidi e complessi cambi epigenetici avvengono, rendendo i primi stadi di sviluppo embrionale particolarmente suscettibili a alterazioni epigenetiche con conseguenze a lungo termine.

Il **sesso** dell'embrione è stato quindi proposto come **uno dei maggiori determinanti del tipo e della severità di effetti a lungo termine**, compresa la salute e le malattie, che originano nella fase pre-impianto dell'embrione.

Genetica e epigenetica del sesso

Ad esempio, è più attivo il metabolismo delle proteine in embrioni maschi e più il elevato livello trascrizionale globale in embrioni femmine (Bermejo-Alvarez P. e al., 2011)

Come dire: più muscolari i maschi, più sofisticate le femmine, fin da embrioni.

Genetica e epigenetica del sesso

Comunque si deve concludere che fin dal momento della penetrazione dello spermatozoo nell'oocita, cioè fin da subito, l'apporto genetico e epigenetico della madre e del padre interagiscono con l'ambiente al fine della sopravvivenza dell'embrione, manifestando le informazioni globali possedute dall'embrione e consentendone il regolare sviluppo o meno, a seconda che queste informazioni siano adatte e corrette.

Genetica e epigenetica del sesso

Questa sofisticata riprogrammazione delle cellule germinali e dell'embrione avviene nei mammiferi e non in animali inferiori, dove viene mantenuta una maggior totipotenza nelle cellule adulte, dunque si tratta di un relativamente nuovo processo, evolutivamente parlando, e **noi come specie siamo attualmente testimoni della selezione del meccanismo ottimale**

(Messerschmidt DM e al., 2014)

Genetica e epigenetica del sesso

Inoltre il diverso imprinting parentale sui geni X è noto per influenzare il successivo sviluppo cognitivo e sociale (vedi diverso comportamento cognitivo e sociale di XO dipendente dall'origine del cromosoma X)(Davies W e al., 2005), attraverso modificazioni epigenetiche che comportano successivi meccanismi molteplici generalmente sinergici, ma anche antagonistici, cioè promuoventi lo stesso o l'altro sesso (Arnold A., 2012).

Geni attivati dai cromosomi sessuali influenzano prima degli ormoni sessuali l'aggressività, la cura della prole, la risposta a stimoli nocivi e a attività sociali, quali il gioco.

Genetica e epigenetica del sesso

Da studi su topi gli effetti dei cromosomi sessuali sul fenotipo vanno dalla diversa sensibilità alle malattie, non solo quindi correlata alla secrezione gonadale, alle differenze comportamentali, come abitudine all'uso di alcool o droghe, comportamenti aggressivi o di cura, di individuazione di comportamenti a rischio nocivo, di esplorazione e comportamenti sociali (Arnold A. e al., 2012)

Differenziazione del sesso anatomico

La maggior parte dei geni su X e Y non contribuiscono alla differenziazione sessuale anatomica, generalmente questa è determinata dalla presenza del solo gene **Sry**.

Inoltre differenziazione sessuale può avere inizio da geni imprinted sul cromosoma X, anche a seconda che sia espresso l'allele paterno o meno (sempre assente nei maschi)

Differenziazione sessuale

Non molto tempo fa si pensava che il fenotipo sessuale di un individuo dipendesse dalle gonadi e che le cellule somatiche maschili e femminili fossero sessualmente indifferenti e che il dimorfismo sessuale fosse imposto dal tipo di gonadi che si sviluppava e dagli ormoni da queste prodotti. Questo in realtà si pensava perché si osservava solo il fenotipo delle gonadi e dei genitali.

Certamente però è cruciale l'espressione del gene Sry del cromosoma Y, che promuove sviluppo testicolare e sopprime la differenziazione ovarica, mentre i geni XX o autosomici inducono sviluppo ovarico e sopprimono quello testicolare.

Una volta differenziate, le gonadi secernono ormoni gonadici che inducono ulteriori modelli sesso-specifici di sviluppo in tutti i tessuti, in particolare i genitali interni ed esterni e il cervello.

Differenziazione sessuale

E' noto che il dimorfismo sessuale può essere condizionato in vario modo da eventi che interferiscono in vario modo e in vari momenti dello sviluppo dell'embrione e del feto e in seguito del nato, tanto da esitare in patologie varie dello sviluppo sessuale.

Differenziazione sessuale

Nella specie umana la presenza del gene **Sry** inizia la differenziazione dei testicoli, che si attua verso la sesta settimana di gravidanza.

Quindi gli ormoni sessuali, dalla 7°-8° settimana di gestazione fin verso la 14°, proseguono la differenziazione sessuale nei tessuti e organi non-gonadici.

Se questo processo non procede corretto e coordinato possono manifestarsi disordini dello sviluppo, dai genitali ambigui (1:1000 - 1:4500 neonati a seconda delle casistiche) alla sterilità (molto più comune)

Differenziazione sessuale

I disordini dello sviluppo sessuale sono condizioni congenite nelle quali lo sviluppo del sesso cromosomico o gonadico o anatomico è atipico e compaiono in circa 1:1000 individui nella popolazione (Ostrer H., 2014). Sono ora diagnosticabili anche con complesse tecniche citogenetiche, mentre il lavoro successivo, cioè l'assegnamento a un genere, l'indicazione e il tempo per un eventuale intervento chirurgico, la condivisione con i genitori e il paziente delle informazioni mediche richiede un ampio approccio multidisciplinare (Öçal G., 2011)

Il sesso del cervello

La differenziazione sessuale del cervello è mediata da diversi tipi di meccanismi epigenetici, che possono essere permanenti in alcuni casi o reversibili in altri.

Per la **permanente** mascolinizzazione del comportamento sessuale, ad esempio, è essenziale, ad opera di ormoni sessuali, la deacetilazione degli istoni di selezionate regioni dell'area preoptica in topi in fase immediatamente postnatale (Matsuda KI e al., 2011) così come la quantità di cure materne ricevute dopo lo sviluppo postnatale (Matsuda KI et al., 2012)

Tuttavia ancora ben poco si sa, perché lo studio dell'epigenetica è ai suoi inizi, ma tutto suggerisce che siano meccanismi epigenetici a giocare un ruolo centrale **nella trasduzione e nel mantenimento del segnale sia ormonale sia sociale che organizza funzioni cerebrali sessualmente differenziate.**

Il sesso del cervello

Mentre gli ormoni sessuali certamente giocano un ruolo importante nel dimorfismo sessuale e nella fisiologia da embrioni, da neonati e da adulti, come già detto, è il dosaggio dei cromosomi sessuali che esercita una grande influenza e determina differenze sessuali nella programmazione epigenetica in risposta all'ambiente, indipendentemente dall'esposizione a ormoni sessuali (Gabory A. e al., 2009) (vedi effetti del testosterone a parità di dose su cervello in feti femmina rispetto alla metilazione del DNA, che è minore in femmine).

Gli ormoni sessuali pongono in essere diversi livelli di manifestazioni di differenze sessuali dal punto di vista funzionale **in ogni tipo di tessuto** su cui agiscono, che sono quindi propagate nella rete locale di geni, derivati dalla X come dagli autosomi, nelle cellule somatiche dei due sessi, per la compensazione del dosaggio dovuta all'inattivazione random di una X nelle femmine.

il sesso del cervello

La mascolinizzazione della struttura e delle funzioni del cervello oltre che della sensibilità alle malattie, che è permanente, è indotta epigeneticamente **prima della nascita**, inizialmente dal gene Sry stesso (Sekido R., 2014) e solo in seguito dal testosterone nei maschi, ma non è ancora noto quale sia il percorso di mediazione di questo, e le sue possibili alterazioni, sulle modificazioni a lungo termine dell'epigenoma.

Il sesso del cervello

Si sa che l'effetto a breve termine degli ormoni sessuali in epoca fetale sul cervello appare modesto, ma poi da adulti si assiste (in topi da esperimento) a mascolinizzazione dei siti cerebrali sessualmente dimorfici, dimostrando quindi attività organizzativa.

Vi sono quindi effetti molecolari a lungo termine dell'esposizione ormonale nella vita prenatale (Zambrano E. e al., 2013; Ghahramani NM e al., 2014)

Il sesso del cervello

Quindi lo sviluppo sessuale del cervello è canalizzato in feti XX o XY diversamente in risposta a marcatori epigenetici determinati dai cromosomi sessuali, in effetti tali marcatori rinforzano la sensibilità al testosterone in feti XY e la deprimono in feti XX.

L'omosessualità potrebbe derivare in alcuni casi da anomalie di tali marcatori epigenetici, tali da condurre in cascata a modificazioni del dimorfismo sessuale cerebrale e non di quello genitale (Rice WR. E al., 2013).

Il sesso del cervello

Le differenze di sessuazione cerebrale per i tratti comportamentali esitano in maggior competenza spaziale e di risoluzione di problemi matematici in maschi, mentre le femmine mostrano miglior competenza verbale, di articolazione del pensiero e della memoria verbale.

Vi è inoltre differenze di scelta di gioco (più legati al movimento in maschi) e di aggressività (per differenza nei circuiti neuronali di neurotrasmettitori)

Ngun TC e al., 2011

Effetti organizzativi cerebrali di ormoni

Caratteristiche psicologiche che differiscono in media tra maschi e femmine includono identità di genere, orientamento sessuale, giochi da bambini, compagni di gioco e attività preferenziali, caratteristiche cognitive e di personalità (Hines M. e al., 2004). Alcune di queste differenze sono già evidenti in età infantile.

Il testosterone misurato in epoca perinatale, in presenza di un picco prima del declino fino all'epoca peripuberale, mostra il ruolo preciso dello stesso nella differenziazione umana sessuale neurocomportamentale.

In un serio studio finlandese giocare con trenini correla significativamente e positivamente con i livelli di testosterone nelle femmine e giocare con bambole correla significativamente e negativamente con i livelli di testosterone in maschi (Lamminmäki A. e al., 2012).

Effetti organizzativi cerebrali di ormoni

Questo comportamento di gioco potrebbe essere più facilmente spiegato da un diverso assetto rispetto alle competenze visuo-spaziali del cervello maschile (Williams CL. e Pleil KE., 2008) e non da una socializzazione discriminante di genere, dato che è ugualmente presente nelle scimmie (Hasset JM. E al., 2008).

Il diverso assetto visuo-spaziale del cervello è verosimilmente impostato dal rialzo del testosterone postnatale.

Effetti organizzativi cerebrali di ormoni

Durante la prima vita postnatale la plasticità neuronale rimane alta e il cervello evolve rapidamente nei primi 12 mesi di vita, dunque è possibile che la finestra temporale in cui il testosterone influenza la differenziazione umana neurocomportamentale includa la prima fase postnatale (Lamminmäki A. e al., 2012)

In effetti i livelli di testosterone postnatali, esercitando ulteriore influenza organizzativa a livello cerebrale oltre a quella in epoca prenatale, mostrano l'associazione prevista con il successivo comportamento tipico del sesso in questione.

Questo appare essere un effetto prodotto da una diversa genesi cellulare postnatale (McCarthy MM., 2011)

Il sesso del cervello

Si è osservato che nel gioco, vi è un ruolo diverso per sesso di un particolare neurotrasmettitore (vasopressina) nel comportamento sociale sia durante lo sviluppo che da adulti.

Differenti regolazioni di tipo epigenetico di neurotrasmettitori (dopamina, noradrenalina, ossitocina ecc...) nello sviluppo sociale di maschi e femmine possono sottostare alle ben documentate differenze di sesso nell'incidenza, progressione e severità di sintomi nei disturbi del comportamento (Paul MJ e al., 2014; Shen EY e al., 2014)

Effetti organizzativi cerebrali di ormoni

Vi è evidenza che l'esposizione a alti livelli di androgeni durante lo sviluppo prenatale e perinatale risultano in mascolinizzazione delle attività, dell'orientamento sessuale e di abilità spaziali, mentre dimostrano un minor effetto sull'identità di genere.

Vi è invece per ora scarsa evidenza di effetti comportamentali a lunga scadenza di ormoni sessuali in età puberale, ma questi potrebbero influenzare l'identità di genere e forse alcune forme di psicopatologia legate al sesso (Berenbaum SA e Beltz AM., 2011)

Esperienze sociali

La diversa competenza e attività delle reti neuronali impostata sia in fase prenatale che postnatale nei due sessi è ampiamente dimostrata, anche per quanto riguarda il sistema di neuroni specchio coinvolti traduzione della percezione in azione (Cheng Y. E al., 2013), Quest'ultimo sistema peraltro, come noto, è ampiamente influenzato da esperienze cognitive e affettive (Seymour B. e al., 2004)

Esperienze sociali

Ad esempio, il distacco acuto e protratto dalla madre determina in topini maschi in fase adulta un comportamento più aggressivo. Ciò potrebbe essere mediato da effetti sull'asse ipotalamo-ipofisi-gonadico come anche da feromoni (sostanze volatili capaci di interagire con recettori neurosensoriali, coinvolti in comportamenti di tipo sessuale). Una volta subito un condizionamento epigenetico, comunque mediato dalle minori cure materne (l'allattamento, le leccate, il riscaldamento), il testosterone inciderebbe il modo più evidente circa la manifestazione di un comportamento aggressivo adulto.

Invece un distacco meno violento (alcune ore al giorno) altera la secrezione di testosterone peripuberale e esita in minor comportamento sessuale di maschi adulti (Bodensteiner KJ. e al., 2014)

Esperienze sociali

Vi sono, come noto, in natura manifestazioni di comportamenti di tipo sessuale di sesso opposto a quello anatomico.

Quando si determinano, possono anche essere indotte da risposte differenziate a cure parentali diverse (nidi affidati alle cure di uccelli di sesso diverso o dello stesso sesso)(MacFarlane GR. e al., 2010) o semplicemente essere un costoso, riproduttivamente parlando, effetto collaterale di una forte motivazione copulatoria (Adkins-Regan E., 2014)

Esperienze sociali

Peraltro uccelli con allevamento della prole da parte di soli maschi presentano minori livelli di mRNA per i recettori dei glucocorticoidi in diverse regioni cerebrali da adulti.

Questa osservazione evidenzia come una generazione influenza il comportamento o il fenotipo endocrino della generazione successiva attraverso vie diverse dalla trasmissione del DNA (Adkins-Regan E. e al., 2013)

Esperienze sociali

La preferenza di partner è indipendente dal comportamento sessuale, dato che sono basati su organizzazione di diversi circuiti cerebrali (Atkins-Regan A., 2011)

Il contesto sociale riveste grande importanza dato che in alcune specie (uccelli) la scelta di formare coppie femmina-femmina dipende dal rapporto maschi:femmine a favore del sesso femminile, mentre in specie con monopolizzazione della riproduzione da parte dei maschi dominanti la mancanza di possibilità di accoppiarsi con femmine predice una maggiore attività sessuale maschio-maschio.

In senso stretto queste non sono necessariamente quindi alterate preferenze di genere, ma piuttosto risposte opportunistiche alla mancanza di disponibilità della opzione preferita.

Esperienze sociali

Inoltre in questa specie gli individui in una coppia femmina-femmina potrebbero essere di minor qualità dal punto di vista evolutivo: fanno del loro meglio in una situazione non ottimale per ottenere una fertilizzazione attraverso accoppiamenti al di fuori della coppia e condividono la cura della prole con l'altra partner, il che per la coppia stessa costituisce una opzione migliore che rimanere solo una coppia e non riprodursi per nulla.

L'osservazione di tali comportamenti ha fatto pensare che vi sia un **grado di plasticità nella selezione della coppia**: qualunque sia il meccanismo neuroendocrino della preferenza di partner sessuale, questo è comunque abbastanza plastico o quanto meno non così determinativo (Adkins-Regan A., 2011)

Esperienze sociali

In un esperimento di esperienza sociale sono stati rimossi i maschi dai nidi, quando i pulcini dei due sessi così allevati sono diventati adulti si sono accoppiati più probabilmente in coppie dello stesso sesso. Non si sa se questo dipende dall'assenza del padre, dall'assenza di maschi adulti come modelli o dal fatto di non vedere coppie maschio-femmina (Atkins-Regan A. e Krakauer A., 2000)

Esperienze sociali

Se invece dai nidi sono rimosse le madri, ma con la possibilità di vedere in altri nidi separati un gruppo di controllo, si verifica un effetto sesso-dipendente: le femmine da adulte si sono accoppiate con maschi, mentre i maschi quasi esclusivamente con maschi.

Questi uccelli (Zebra finches) si impostano sessualmente sui tratti del genitore dell'altro sesso e così i maschi nell'esperimento potrebbero avere impostazione sessuale sui loro padri in assenza delle madri (Banerjee SB.; 2010)

Esperienze sociali

Una conclusione è che l'esperienza sociale e l'apprendimento sembrano operare di concerto con gli aspetti organizzativi degli ormoni sessuali per definire la preferenza di partner sessuale da adulti. Infine le manipolazioni sperimentali dello sviluppo possono comportare dissociazione tra preferenza del partner sessuale e comportamenti sesso-dipendenti (come il canto) come tra preferenza del partner e accoppiamento, indicando che questi aspetti sono regolati da diversi centri cerebrali neurocomportamentali (Atkins-Regan A., 2011)

Natura o cultura?

L'idea che l'esperienza sociale influenza l'orientamento sessuale non gode di molto favore tra gli scienziati orientati biologicamente, ma ricerche su animali indicano interessanti interazioni tra ormoni sessuali prenatali e cure materne dei piccoli o allevamento in gruppi misti o dello stesso sesso.

Il fatto che non siano ancora state studiate adeguatamente nella specie umana non vuol dire che non esistono influenze sociali su orientamento sessuale.

Le Vay S., 2011

Natura o cultura?

Non vi sono studi in campo umano che abbiano definito se e quanto una pressione neuronale selettiva, qualunque sia, verso la scelta del partner sessuale sia esclusivamente genetica/epigenetica, come sostengono alcuni (Bao AM. e Swaab DF., 2011), o se e quanto sia anche acquisita, data la plasticità del cervello postnatale (Kaul C. e al., 2011; Rizzolatti G. e Fogassi L., 2014), anche se è certo che **tale pressione è ben definita evolutivamente.**

Sono due modalità che peraltro non si escludono a vicenda, in quanto una risposta innata potrebbe essere modellata secondo le esperienze e le interferenze (Ponseti J. e al., 2006)

Interferenti endocrini inquinanti

A questo riguardo interferenti endocrini quali diossina, bifenili (più elevati negli anni '90), dibenzofurani, ftalati, essendo inquinanti organici persistenti, si sono dimostrati capaci di esercitare danno riproduttivo in ratti attraverso modificazioni di tipo epigenetico (Manikkam M. e al., 2012) così come alterati livelli di estrogeni e testosterone nel sangue cordonale (Cao Y. E al., 2008) e modificazioni del dimorfismo sessuale comportamentale in bambini, agendo in modo antiandrogenico (diossine e bifenili) sulla normale struttura sessuale del cervello, (Vreugdenhil H. e al., 2002).

Tutto ciò attira l'attenzione sulla necessità di altri studi, ma anche della limitazione dell'inquinamento ambientale.

Interferenti endocrini inquinanti

Studi più recenti con diverse concentrazioni di interferenti endocrini, misurati nel sangue in gravidanza e quindi nel latte materno, attestano nuovamente che questi influenzano il dimorfismo sessuale comportamentale in età scolare (comportamento nel gioco, scelta dei giocattoli), tanto che concentrazioni crescenti esitano in comportamenti più femminili nei maschi e più comportamenti maschili nelle femmine, ma anche maggior mascolinità nei maschi e maggior femminilità nelle femmine (Winneke G. e al., 2014).

Questa contraddizione apparente può riflettere una struttura del dimorfismo sessuale comportamentale relativa a un fattore bi- o anche multi-dimensionale piuttosto che a un fattore uni-dimensionale (un continuum) maschio-femmina (Meyer-Bahlburg HFL. E al., 1994)

I biologi devono considerare ogni fenomeno biologico come un adattamento all'ambiente

Un biologo evoluzionista, Dobzhanski, affermò nel 1973 che “nulla nella biologia ha un senso eccetto che alla luce dell'evoluzione”.

Ciò in questo contesto, ad esempio, significa che il sistema neurale dei maschi è evoluto per controllare il comportamento al meglio in un corpo maschile e analogamente nelle femmine (de Vries GJ e Södersten P., 2009), cioè che le differenze sessuali a livello cerebrale, anche sviluppatasi dietro stimolo di ormoni gonadici prenatali e postnatali ma non solo, sottostanno alle differenze di comportamento, però non sappiamo ancora bene come e quanto.

I biologi devono considerare ogni fenomeno biologico come un adattamento all'ambiente

Consideriamo però che la sfida per alcuni scienziati oggi è scoprire quali siano tutti i determinanti primari del sesso (non solo i cromosomi sessuali o l'Sry, ma i meccanismi in cascata, che danno inizio alle successive modificazioni fenopiche) per capire cosa fa differenti maschi e femmine e eventualmente procedere a diminuire o annullare le differenze.

Non sarebbe solo una questione teorica, ma una di significativo potenziale in medicina.

Si sa che l'incidenza e la progressione di molte malattie differisce nei maschi e nelle femmine, cosicché un sesso è protetto da alcune malattie.

In alcuni casi la protezione è maggiore di quella offerta da ogni trattamento esistente oggi.

I biologi devono considerare ogni fenomeno biologico come un adattamento all'ambiente

Una strategia per migliorare il trattamento delle malattie sarebbe lo sviluppare una migliore conoscenza della regolazione sesso-specifica della fisiologia e della propensione alle malattie, per scoprire potenti meccanismi protettivi che potrebbero costituire un lo scopo di nuovi interventi terapeutici (Arnold A., 2012).

Fin qui sembra tutto buono.

I biologi devono considerare ogni fenomeno biologico come un adattamento all'ambiente

Ma il vero problema è:

come si concilia dal punto di vista della biologia dell'evoluzione la tendenza a pareggiare e omogeneizzare le differenze sessuali, nell'ipotesi di prevenire danni alla salute, con la tendenza alla sempre maggiore differenziazione posta in essere dall'evoluzione nel corso di milioni di anni, al fine di ottenere una migliore adeguatezza della specie umana attraverso la riproduzione sessuata?

I biologi devono considerare ogni fenomeno biologico come un adattamento all'ambiente

Certamente l'uomo, come altri animali, è in grado di spendere la propria creatività sessuale in attività ludico-motorie non finalizzate alla riproduzione (ciò è anche insito nella organizzazione della riproduzione sessuata attraverso la ciclicità dell'estro o del ciclo mestruale della femmina).

Peraltro è indubbio che l'esercizio della sessualità ha come fine, dal punto di vista dell'evoluzione, la riproduzione né più né meno come la funzione respiratoria ha come fine l'ossigenazione: tutte le funzioni tendono omeostaticamente alla sopravvivenza come individuo e come specie.

Conclusione

La funzione riproduttiva dal punto di vista evolutivo è assolutamente speciale, in quanto coinvolge una complessa interazione di tutti i sistemi fisiologici del corpo ed è fondamentale non solo per la salute dell'individuo ma anche e soprattutto per la salute delle future generazioni.