

Els secrets del sexe

Alba Oliver Parra

El sexe és un tema que a tothom li crida l'atenció, però més enllà del que la gent sol tenir en ment s'amaga un món fascinant en que el sexe és protagonista. En aquest article posarem el sexe sota el microscopi i analitzarem cadascuna de les seves facetes, enfocant-nos en l'ésser humà però sense oblidar que el sexe es troba present en multitud d'organismes i que pot adoptar moltes formes diferents. Intentarem donar resposta a preguntes relacionades amb la sexualitat humana com per a què serveix el sexe?, per què existeixen homes i dones?, què defineix l'orientació sexual?, quins avantatges presenta el sexe respecte a la reproducció asexual?...I finalitzarem amb una entrevista a un dels autors del llibre "Per a què serveix el sexe?" de Publicacions UB, en la que veurem que la reproducció sexual va molt més allà de la simple còpula que coneixem, doncs adopta multitud d'estratègies al món animal.

Sexe per a tots: la reproducció sexual

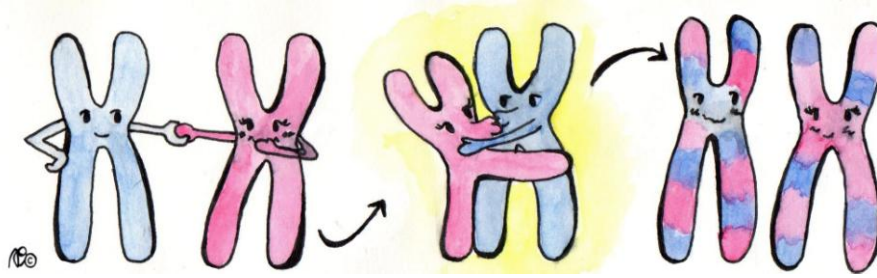
El sexe en sentit biològic es defineix com una barreja de gens que prové d'un mínim de dues fonts diferents. És l'acció que permet la unió dels gàmetes masculí i femení per a la formació del zigot, és a dir, la fecundació.

La reproducció és una característica comuna de totes les formes de vida conegudes, però el sexe no és ni molt menys l'única via que existeix. La reproducció asexual, amb totes les seves variants, es troba en molts éssers vius. No obstant això, la reproducció sexual està pràcticament present en tots els organismes eucariotes i la gran majoria dels organismes complexos practica el sexe, incloent plantes i animals que són obligatòriament sexuals. I els humans no som l'excepció.

El sexe comença amb un ball de gens: la meiosi

Els humans, com gairebé tots els organismes eucariotes multicel·lulars, som diploides (2n), és a dir, a les nostres cèl·lules hi ha dues còpies de cadascun dels nostres gens, una provinent del pare i una altra de la mare, contingudes en els 46 cromosomes que conté la nostra espècie. Això és així excepte en els gàmetes, òvuls i espermatozoides, cèl·lules haploides (n) que com a tals inclouen tan sols una còpia de cada gen.

Ja que totes les nostres cèl·lules són diploides i sorgim del zigot, també diploide, és necessari que durant la formació de l'individu, algunes cèl·lules es divideixin de forma diferent a la típica divisió cel·lular per mitosi on s'obtenen dues cèl·lules idèntiques diploides, de manera que aquestes redueixin el seu material genètic de dues còpies a una sola per després ajuntar-se en la fecundació i donar lloc a l'organisme diploide. Això s'aconsegueix mitjançant la meiosi, procés clau per al sexe.

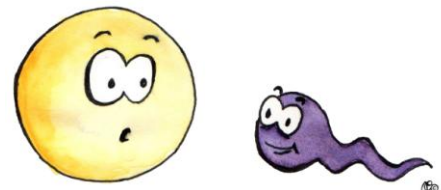


La meiosi comença duplicant tots els cromosomes per obtenir quatre per cèl·lula. Una vegada estan tots presents es mouen per la cèl·lula a la cerca de les seves parelles, també conegudes com a cromosomes homòlegs. Durant una estona, s'aferran fortament a les seves parelles i aprofiten per intercanviar alguns fragments d'ADN homòlegs conduint a la formació de cromosomes totalment nous, cadascun amb una mica d'aquí i una mica d'allà, uns pocs gens paterns i altres pocs materns. Després d'aquesta recombinació tots dos components de la parella s'allunyen dansant cap a pols oposats de la cèl·lula i aquesta es divideix en dues cèl·lules filles que tornen a dividir-se de nou donant lloc a quatre cèl·lules nétes cadascuna de les quals té un sol conjunt de cromosomes únics.

Durant la meiosi es dona recombinació entre cromosomes homòlegs.

Dos sexes per tal que hi hagi sexe: el sexe de l'individu

Per tal que pugui donar-se la fecundació, és necessària la fusió de dues cèl·lules amb genoma diferent però complementari. Això no implica obligatòriament la necessitat que hi hagi dos sexes, simplement fan falta dos individus amb genomes diferents i complementaris, és a dir, amb els mateixos gens però diferents variants. No obstant això, no té sentit que ambdues cèl·lules hagin d'aportar orgànuls cel·lulars com són els mitocondris i altres components del citoplasma ja que amb què tan sols una d'elles els posseeixi la cèl·lula resultant serà viable. D'aquesta manera, tan sols es requereix que una cèl·lula aportï el nucli i el citoplasma, i l'altra només el nucli per aconseguir la dotació cromosòmica correcta de l'espècie. I així succeeix: l'espermatozoide aporta el nucli, mentre l'òvul aporta a més del nucli, el citoplasma i alguns orgànuls necessaris com els mitocondris.



La formació de diferents tipus de gàmetes porta al fet que els organismes, segons aportin un o un altre, és a dir, segons el seu paper durant la reproducció, requereixin una fisiologia diferent. I aquí és on entren en joc els cromosomes sexuals, cromosomes específics que contenen els gens necessaris per a la formació del sexe individual.

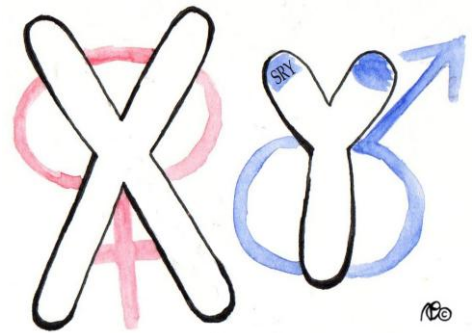
Els cromosomes que determinen el sexe, X i Y, constitueixen una parella d'allò més extravagant. Mentre els 22 parells de cromosomes restants de les nostres cèl·lules semblen estructures bessones, de la mateixa grandària i que contenen els mateixos gens, el parell de cromosomes sexuals no podria ser més dispar: el cromosoma Y és molt més esquifit que l'X i allotja molts menys gens. De fet, els cromosomes X i Y van ser, fa milions d'anys,

La determinació del sexe ve donada pels cromosomes sexuals X i Y, que fa milions d'anys foren parelles equivalents.

parelles equivalents com la resta de cromosomes autosòmics, però al llarg de l'evolució es van acumular mutacions al cromosoma Y que van fer impossible la recombinació amb l'X i així van anar quedant aïllats l'un de l'altre, originant-se el cromosoma Y, determinant que alguns embrions heretessin aquest cromosoma canviat i sorgissin els mascles. I així van aparèixer els dos sexes de fisiologia diferent, cadascun dels quals juga un paper diferent durant la reproducció en generar diferent tipus de gàmetes. Però, com els cromosomes sexuals determinen el sexe de l'individu?

Si no hi ha una ordre contrària l'embrió es desenvolupa com a femella: en absència de gen SRY el fetus esdevé femella.

El zigot resultat de la fusió de l'òvul amb l'espermatozoide es desenvolupa per divisions mitòtiques d'igual manera, ja contingui dos cromosomes X o un cromosoma X i un Y, fins a la setmana 6-7 de gestació. En aquest moment, la determinació del sexe a les gònades, que fins llavors es troben en un estadi indiferenciat, és impulsada cap a testicles o cap a ovaris segons l'embrió contingui el joc cromosòmic XY o XX, respectivament. La zona que confereix el sexe de mascle es troba en el cromosoma Y, i és el gen SRY (sex determining region Y), que codifica per a una proteïna que condueix a la formació dels testicles. En absència de cromosoma Y, no hi haurà gen SRY i les gònades es diferenciaren a ovari. A partir d'aquest moment, les gònades diferenciades començaran a produir diferents hormones: els testicles produeixen testosterona, hormona que activa alguns gens i reprimeix uns altres esculpint la morfologia típica masculina; i els ovaris produeixen estrògens, conduint als caràcters típicament femenins.



Comportament i identitat sexual: el sexe del cervell

La divisió en homes i dones no acaba amb el sexe genital, sinó que ambdós sexes expressen peculiaritats molt diferents no tan sols anatòmiques sinó també conductuals.

A l'apartat anterior hem vist com es forma el sexe gonadal en el fetus gràcies als cromosomes sexuals; però una vegada formats els aparells reproductors corresponents, les hormones són les que passen a jugar un paper clau en l'establiment de la identitat sexual. No solament contribueixen a esculpir les morfologies típiques de cada sexe, sinó que banyen el cervell de l'individu conferint-li una identitat i un comportament sexuals. Durant el desenvolupament embrionari hi ha més de 130 gens que funcionen de manera diferent en segons el sexe de l'individu, generant diferents còctels o concentracions hormonals que modelen el cervell de manera específica; i en adults també ocorre.

Les hormones sexuals banyen el cervell i li aporten la identitat sexual.

Els òrgans sexuals alliberen hormones sexuals, en dones els estrògens i en homes els andrògens (entre els quals destaca la testosterona), hormones per les que el cervell presenta una elevada sensibilitat. No obstant això no són hormones exclusives de sexe, ja que en tots dos sexes es produeixen tant estrògens com andrògens i solament varia la quantitat, podent haver-hi una combinació infinita de concentracions hormonals. La sexualitat, per tant, és un continu, ja que el que defineix la masculinitat i la feminitat des d'un punt de vista biològic és l'entorn hormonal, i és precisament això el que explica l'enorme diversitat de conductes sexuals que s'observen en l'ésser humà.



Cal tenir en compte, no obstant això, que no tot el cervell és igual de sensible a les hormones sexuals. Les capes més internes del cervell, com l'amígdala i l'hipotàlem que s'encarreguen de la regulació de les emocions i de funcions bàsiques, són tremendament similars a les de la resta d'animals. Per sobre d'aquest cervell més primitiu es troben les capes més externes, responsables del raonament i de funcions superiors. Les zones amb elevada sensibilitat a hormones sexuals i, per tant, zones d'elevat dimorfisme sexual cerebral, són precisament les pertanyents a capes més primitives implicades en el comportament sexual, com l'amígdala, que s'ha relacionat amb l'agressivitat i és major en homes que en dones. Aquestes diferències cerebrals constitueixen comportaments divergents en l'activitat copuladora, evidentment necessaris a causa de l'existència de dos sexes que han de complementar-se per aconseguir la reproducció.

L'instint sexual: el sexe com a necessitat

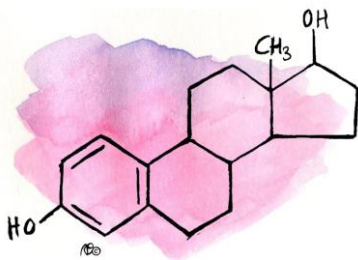
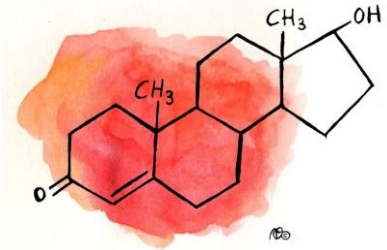
Els nostres gens ens defineixen. Cada caràcter d'un ésser viu està determinat per un fragment d'una molècula d'ADN que conté la recepta per fabricar una proteïna. I això no exclou el comportament, com ja hem recalcat. Sota el domini dels gens, les forces que constitueixen el fonament de la vida són tres: l'alimentació, la supervivència i la reproducció. Però en el fons els tres persegueixen el mateix objectiu: la perseverança dels gens, la transmissió d'aquestes entitats genètiques a la següent generació.

El concepte del gen egoista és ben conegut. Els gens fan el possible per perpetuar-se en el temps i nosaltres com a organisme som el seu vehicle. Per poder aconseguir-ho en una espècie sexual, l'individu portador ha de sobreviure prou com per arribar a l'edat reproductora i reproduir-se. Arribada l'edat biològica reproductora, els nostres gens activen vies que condueixen a l'aparició de l'instint sexual, que persegueix l'única fi de la reproducció. Les hormones són el llenguatge intern del cos i van clarament lligades al comportament: mitjançant l'activació de certes vies es potencia la síntesi i aparició de determinades hormones que viatgen pel torrent sanguini inundant el nostre cos i cervell i dirigint el nostre comportament. De la mateixa manera que quan els nivells de glucosa en sang baixen apareix la sensació de gana i això ens impulsa a menjar, certes hormones condueixen a l'apetit sexual i condicionen el nostre comportament llançant-nos a la cerca de la satisfacció d'aquesta necessitat.

El desig sexual és una sensació que no dista molt de la gana.

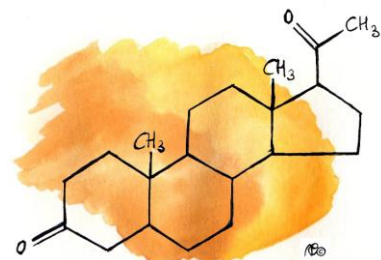
Existeixen diferents hormones que formen part de la química del comportament sexual, actuant como fils invisibles d'una marioneta, entre les que destaquen la testosterona, els estrògens i la progesterona.

La testosterona és coneguda com a hormona del desig sexual. Segregada principalment pels testicles i les glàndules suprarenals, a més d'actuar en els homes masculinitzant el cos tant en el desenvolupament embrionari com en la pubertat, presenta un paper en el comportament augmentant l'agressivitat i mantenint la libido. En els ovaris i glàndules suprarenals femenines es produeixen certes quantitats de testosterona també, però ni molt menys a nivells masculins. En homes, per tant, guarda una clara i directa relació amb el comportament sexual, mentre en les dones la seva relació amb el desig sexual no és tan directa i diversos estudis creuen que la gran varietat de resposta a nivells de testosterona en dones depèn de la quantitat de receptors de l'hormona que aquestes posseeixin.



Els estrògens són les hormones de feminitat. Produïdes als ovaris s'encarreguen de feminitzar el cos durant la pubertat i regulen el cicle menstrual, adquirint nivells màxims entre els dies 5 i 14 del cicle, durant la fase de maduració de l'oòcit. Després de l'ovulació disminueixen i es mantenen nivells mínims. Contribueixen a la lubricació vaginal, la irrigació sanguínia cap als genitals, aporten benestar i modulen el comportament generant actituds més femenines i seductores. Pel susdit, podem concloure que té un paper en el comportament sexual, empenyent a les dones a mostrar-se més coquetes durant la fase prèvia a l'ovulació. Encara que en els homes també es produeixen certs nivells d'estrògens, els nivells són mínims i no s'ha vist cap correlació d'aquests amb el comportament sexual masculí.

La progesterona, coneguda com a hormona de la maternitat, és l'hormona que manté la gestació. Els seus nivells augmenten després de l'ovulació i disminueixen al final del cicle si no s'ha produït l'embaràs. S'especula que pot participar en el desig sexual femení.



**Els esteroides
sexuals, entre
altres hormones,
juguen un
important paper
en l'instint
sexual.**

En resum, podem dir que els andrògens, com la testosterona, són el detonant inexcusable de l'excitació sexual, però en dones és més complex, doncs les oscil·lacions cíclics d'estrògens i progesterona afegeixen matisos que marquen períodes de major o menor receptivitat eròtica, notant-se un pic d'augment de la libido cap a la meitat del cicle.

Aquestes tres hormones anteriors són els esteroides sexuals, les hormones de l'instint sexual de més renom, però existeixen altres hormones que també hi desenvolupen un paper important. La prolactina és una hormona inhibidora del desig que desencadena la producció de llet en els

pits i que s'ha vist que presenta nivells elevats després de l'orgasme, fet que podria relacionar-se amb la sensació de sacietat després de l'acte sexual. La dopamina, hormona de la motivació i el plaer, involucrada en processos d'addicció, estimula la producció de testosterona incrementant el desig sexual. A més, l'instint sexual no solament es manifesta en la ment, sinó que comporta una excitació corporal, que ve dirigida per una altra hormona, la noradrenalina, que prepara el nostre cos per a l'acció.

Malgrat el paper conegut d'aquestes hormones, les persones són diferents en tot, també en el seu grau d'interès pel sexe, i això no dependrà solament dels seus nivells hormonals. Per exemple, s'han trobat polimorfismes, petites diferències en l'ADN, en el gen que codifica per a un tipus de receptor de la dopamina (D4), correlacionats amb el grau d'interès que se li atribueix al sexe, l'excitació i el propi comportament sexual.

La cerca i elecció d'una parella: l'atracció

Els gens a través dels seus productes ja sabem que ens empenyen subtilment a reproduir-nos, igual que ens empenyen a menjar. Ara bé, hem de trobar a algú amb qui reproduir-nos i per a això necessitem mecanismes que ens permetin percebre als individus amb els quals hem de fer-ho amb la finalitat de generar descendència i que els nostres gens no se'n vagin a la tomba amb nosaltres.

S'han trobat diferents àrees cerebrals que presenten dimorfisme sexual i relacionades amb l'orientació sexual, principalment a l'hipotàlem, el santuari cerebral del sexe, entre les quals

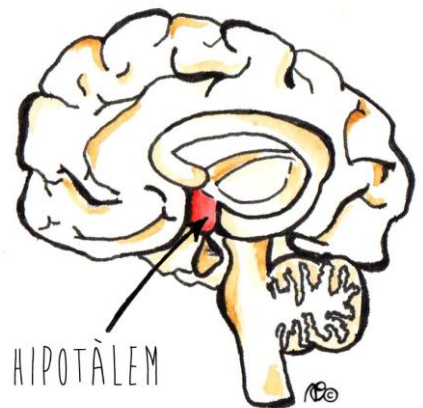
L'hipotàlem, que presenta un elevat dimorfisme sexual, s'ha relacionat amb l'orientació sexual.

trobem l'àrea preòptica de l'hipotàlem anterior, a la que se li ha donat el nom de nucli dimòrfic sexual, més gran en homes que en dones (com a dada curiosa, aquest nucli en homes homosexuals presenta una grandària més similar al que mostren les dones, però encara no hi ha evidències que en dones homosexuals presenti una grandària més similar a la que tenen els homes, per la qual cosa encara està en suspens el seu paper en

l'homosexualitat). Aquest seria tan sols un exemple de com els nostres gens garanteixen la cerca de la parella en desenvolupar centres nerviosos capaços d'identificar la persona adequada per aconseguir una eficaç reproducció.

La major part dels mecanismes que determinen l'atracció sexual es fixen abans del naixement. S'ha vist que ambients intrauterins amb estrògens abundants (típic en fetus XX) modelen el cervell conduint a una tendència a sentir atracció pels homes, mentre que ambients embrionaris abundants en hormones masculines (típic en fetus XY) donarien atracció per les dones.

Encara que el cervell és el centre de comandament al que arriben tots els senyals i que dirigeix el nostre comportament, a més del sentit de l'atracció pel sexe contrari, fa falta que se sigui capaç de percebre a la parella potencial i aquesta funció l'exerceixen els sentits. Els òrgans



sensorials emeten senyals cap a àrees cerebrals concretes que porten l'etiqueta d'agradable o molest segons el tipus de sensor estimulat.

Els nostres cervells estan programats per detectar i considerar sexualment atractius aquells estímuls indicadors de major potencial reproductor, així que hi haurà una certa tendència al fet que ens cridin l'atenció atributs indicadors de vitalitat i fertilitat: la vitalitat garanteix major possibilitat de sobreviure i la fertilitat una major probabilitat de reproducció exitosa.

En molts animals el sentit de l'olfacte és fonamental per a l'elecció de parella. S'ha vist fins i tot la presència d'un òrgan olfatori diferent al sistema clàssic olfatori, denominat òrgan vomeronasal, implicat exclusivament en la detecció d'olors sexuals. Aquests missatgers químics sexuals que actuen de manera silenciosa i són intercanviats per membres oposats en busca de parella, s'han denominat feromones, l'existència de les quals ha sigut altament demostrada en animals com el ratolí. Tanmateix, en humans és més

El paper de les feromones a l'ésser humà és motiu de controvèrsia, però hi ha evidències de que existeixen.

complex. Encara que aquest òrgan especialitzat en detectar feromones no s'ha trobat en l'ésser humà, no es descarta la possibilitat que en humans les feromones puguin tenir algun paper. De fet s'han trobat vestigis d'òrgan vomeronasal que connecten amb el cervell olfatiu per una via que processa senyals químics de manera inconscient i s'ha trobat un nervi, el nervi 0, que d'igual manera que l'olfatiu, envia les seves terminacions al nas. Posseïm almenys sis dels gens que posseeixen els ratolins per fabricar receptors de feromones i s'han testat diferents hormones arribant a la conclusió que presenten cert potencial feromónico. Dos de les hormones posades a prova són el 4,16 androstadien-3-ona (AND), un derivat de la testosterona secretat a la suor axil·lar masculina, i el estra-1,3,5(10),16-tetraen-3-ol (EST), una molècula estrogénica secretada en orina femenina. S'ha vist que, a concentracions inferiors al llindar odorífer, poden activar regions cerebrals diferents en homes i dones, i entre homes heterossexuals i homossexuals: el derivat de la testosterona, AND, obté una activació equivalent en regions de l'hipotàlem anterior en dones i en homes homossexuals, però no en homes heterossexuals. En canvi, la molècula estrogénica, EST, tan sols va donar activació en els homes heterossexuals, en altres regions de l'hipotàlem més medial.



Altres estudis han provat que existeix una preferència a l'hora de considerar atractiva a una persona segons un tipus de macromolècula: el complex major d'histocompatibilitat (MHC), en concret l'antigen leucocitari humà (HLA). Aquestes proteïnes recobreixen la superfície exterior dels glòbuls blancs i determinen quin tipus d'invasors externs és capaç d'identificar i destruir el nostre organisme. El complex MHC està codificat pel conjunt de gens més divers que es coneix entre els vertebrats i cadascun de nosaltres té un joc diferent de gens MHC. Com més gran sigui la diversitat d'aquests gens, més robust serà el sistema immune i millor equipats estarem per lluitar contra les malalties perquè tindrem un exèrcit de soldats que serà capaç d'identificar una major gamma d'invasors. Malgrat no se sap encara exactament com influeixen els gens MHC en la nostra olor corporal, s'ha vist que les persones se senten més

atretes cap a les olors de parelles que presenten un conjunt de gens MHC més diferent al seu. D'igual manera l'olor guardaria relació amb l'estat de salut de l'individu.

També s'ha observat que les secrecions vaginals són olfactivament més atractives per als homes durant l'ovulació que durant les altres fases del cicle, coincidint amb el moment màxim de possibilitat reproductora. I s'ha estipulat que els petons poden jugar algun paper en l'intercanvi de feromones, doncs els moviments de la boca aguditzen el sentit de l'olfacte i augmenten la nostra capacitat de percebre olors i substàncies químiques. I és que el fet que tinguem els llavis més gruixuts que la resta d'animals, que ens besem i que aquest acte sigui rar en la naturalesa, implica que ha d'haver-hi alguna explicació més enllà d'un simple tema cultural: pot ser que al no presentar un òrgan especialitzat en la captació de feromones, els petons permetessin detectar millor les olors.



Com veiem hi ha evidències que recolzen l'existència d'un possible paper feromònic en l'atracció humana, però segueix sent objecte de controvèrsia a causa de la deterioració que l'òrgan vomeronasal ha presentat en la nostra línia evolutiva. El fet que posseïm tan sol vestigis d'òrgan vomeronasal implica que va haver d'imposar-se un altre sentit que cobrís la necessitat de sentir-se atret cap a un altre individu amb finalitats reproductores. Els nostres avantpassats, els primats, van viure durant milions d'anys a les copes dels arbres i això va requerir desenvolupar una gran visió, en detriment d'altres

L'òrgan vomeronasal capta les feromones als animals, però en humans és vestigial.

sentits com el de l'olfacte. Amb el sentit de la vista desenvolupat i la possibilitat d'observar color, es torna prescindible la necessitat de percebre olfactivament quan la femella està disposada per copular: tan sols observant les tumefaccions vaginals o les coloracions vermelloses que presenten les femelles durant el període fèrtil ja poden percebre quan la femella està llesta per reproduir-se. Si bé en humans ja no pot veure's el període fèrtil del cicle de les dones, el sentit de la vista segueix exercint un paper important en l'atracció. Per norma general, trobem atractius signes de joventut com el to muscular i l'elasticitat de la pell, signes de fertilitat com una proporció de maluc ample i cintura estreta en dones indicant que el part pot succeir amb menys complicacions i que no hi ha ja un embaràs, respectivament, i signes de simetria com a indicadors de resistència a malalties i bona composició del cos, doncs alteracions en el desenvolupament poden deixar asimetries i la seva absència podria denotar una millor qualitat genètica (el cos es desenvolupa mitjançant divisions cel·lulars progressives i sincronitzades on si cada divisió fora perfecta hauríem d'obtenir simetria). L'adaptació més curiosa d'aquest últim fet és que el nostre cervell té la capacitat de detectar i respondre davant la més mínima asimetria de manera totalment inconscient. També hi ha trets facials considerats més atractius que uns altres que podrien relacionar-se amb nivells hormonals, doncs les dones solen preferir homes amb trets angulosos i marcats, resultat de la

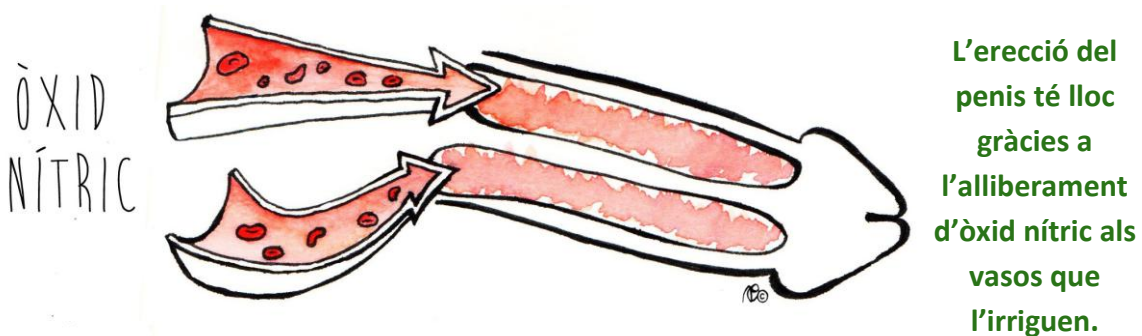
masculinització per part de la testosterona, i els homes prefereixen dones amb cares més infantils, signe de feminització i joventut.

3, 2, 1... Acció!

Estant dotats dels gàmetes corresponents, d'instint sexual i de la capacitat de percebre a les persones amb les quals aparellar-nos, només ens falta tenir la maquinària necessària per posar-nos mans a l'obra!

Com ja hem anat deixant caure al llarg de l'article, hi ha dos sistemes que governen la comunicació i el funcionament del nostre cos: el sistema nerviós, regulat per senyals elèctrics i neurotransmissors (que poden ser hormones), i el sistema endocrí, que sintetitza les hormones, els missatgers de l'organisme. Si ens centrem en el sistema nerviós, aquest pot ser classificat en sistema nerviós somàtic i sistema nerviós autònom. En l'acte sexual intervé la part autònoma, que regula de manera automàtica reaccions i processos involuntaris, i que té dos estadis diferenciats: sistema nerviós autònom parasimpàtic i simpàtic. El parasimpàtic s'activa en condicions normals de relaxació, amb digestió activa, esfínters relaxats, irrigació cap a òrgans interns i predisposició a l'acte sexual. En canvi, el simpàtic està dissenyat per fer-nos reaccionar en cas d'estrès sobtat, conduint a bronquis dilatats amb major entrada d'oxigen, augment del ritme cardíac, secreció d'adrenalina que ens manté alerta i supressió de l'instint sexual.

En l'home, el sistema nerviós parasimpàtic controla l'erecció. El penis humà, a diferència de la resta de primats i la majoria de mamífers, que posseeixen ossos peneans permetent un aparellament més ràpid, és tou fins que no resulta indispensable. L'enduriment del penis es dona gràcies a un augment en la irrigació de sang que omple dues cavitats laterals que el recorren. Això és possible quan el sistema nerviós parasimpàtic està actiu i hi ha estimulació sexual, que condueix a un alliberament d'òxid nítric en el penis induint una relaxació de les parets de les artèries que l'irriguen permetent que entri la sang. Per contra, el desencadenament de l'orgasme masculí, essencial per a la reproducció ja que condueix a l'alliberament dels espermatozoides, té lloc gràcies a l'activació del sistema nerviós simpàtic.



Malgrat l'orgasme femení no sigui imprescindible per a la fecundació, s'hipotetitza que hi contribueix.

En la dona l'excitació sexual no és tan evident com en els homes, no obstant això, s'ha vist que en condicions de fogositat sexual, incrementa la irrigació sanguínia cap als genitals femenins, gràcies també a l'òxid nítric secretat, conduint a un inflament dels llavis vaginals, a més d'incrementar-se la lubricació, processos en els quals estan implicats els estrògens. Encara que l'orgasme femení és rar o gairebé absent en el regne animal i no és essencial per a la fecundació, s'han postulat diverses teories sobre el seu paper en l'ésser humà. Una de les més acceptades fa referència al bipedisme: en tornar-nos bípedes la posició de la vagina passa a ser vertical i hi ha risc de perdre l'esperma que acaba de ser alliberat. Una de les adaptacions que es donarien per evitar aquest fet seria l'augment de la grandària del penis, que en humans és molt major que a la resta de primats (encara que les seves dimensions siguin font d'angoixa per a molts), a fi de col·locar l'esperma el més profund possible. Però una altra va poder haver estat l'orgasme femení, que forçaria a certa somnolència just després de l'acte i a sentir la necessitat d'estar una estona tombada, fet que permetria l'avanç dels espermatozoides. A més, en donar-se contraccions, aquestes podrien tenir una funció aspirativa.

Independentment de si l'orgasme és essencial o no per a la fecundació, és evident que és font de plaer. El plaer sexual es produeix per l'alliberament en el cervell d'hormones i neurotransmissors com la endorfina, oxitocina i serotonina, que condueixen a l'activació de certes regions cerebrals com el nucli accumbens, implicat en els sistemes de recompensa i dirigit per la dopamina, que aporten una sensació de benestar. I és precisament mitjançant el plaer que l'instint sexual afavoreix la seva realització, i és que si el sexe no fos divertit i no sentíssim un impuls natural cap a ell, ningú el practicaria.

Què complex és el sexe! La batalla entre reproducció asexual i sexual

La sexualitat no ha estat imprescindible per a l'evolució, de fet es calcula que més de 2.000 espècies s'han desenvolupat al llarg de l'evolució sense sexe algun. Vista la complexitat del sexe i havent-hi clares alternatives amb finalitats reproductores, com ha arribat a ser un mecanisme reproductor tan estès? En aquest punt analitzarem els avantatges i inconvenients que suposa la reproducció sexual respecte a l'asexual. Que comenci el combat!

Primer assalt: la taxa de reproducció

En una espècie asexual, les cèl·lules clòniques es divideixen generant dues cèl·lules filles, cadascuna de les quals produirà dues cèl·lules filles, i així successivament, conduint a un creixement poblacional exponencial. Tan sols es requereix una cèl·lula mare que duplica el seu material genètic per després dividir-se en dos mitjançant la mitosi.

En canvi, si una cèl·lula sexual precursora de gàmetes produeix dues cèl·lules filles, els gàmetes, aquestes han de fusionar-se entre si per generar un nou individu que pugui aportar unes altres dues cèl·lules filles, ja que els gàmetes tan sols contenen un joc de cromosomes i requereixen unir-se a una altra cèl·lula per conduir a l'obtenció d'una nova cèl·lula diploide que generarà un nou individu.

D'aquesta manera, una població asexual duplica la seva mida en cada generació mentre una sexual tan sols manté la mateixa mida.

Segon assalt: energia requerida

Resulta evident pensar que és més costós haver de formar unes cèl·lules especialitzades en la reproducció que simplement dividir les cèl·lules obtenint un nou individu sense necessitat d'haver de generar gàmetes, buscar una parella, cortejar-la i aconseguir tenir sexe.

El cost doble del sexe es posa de manifest en què per formar els gàmetes es necessita que les cèl·lules perdin la meitat del seu material genètic per després fusionar-se amb el gàmeta del sexe contrari i tornar a obtenir les còpies necessàries. Això en la reproducció asexual t'ho estalvia.

Però encara hi ha més. En una espècie asexual no és necessària l'existència de més d'un sexe, mentre en una sexual cal invertir energia en la diferenciació de sexes en l'individu, amb tot el que això comporta: comportaments típics abans de l'aparellament, seducció de la parella, formació diferencial de gàmetes...És el conegut com a "cost dels mascles". Si una femella fos capaç de produir òvuls que sense ser fecundats pels mascles es desenvolupessin per formar filles i aquestes tinguessin la mateixa capacitat que les mares no es necessitarien mascles, es gastaria menys energia i a més la taxa de reproducció augmentaria.

La reproducció asexual aconsegueix invertint menys temps i energia, una major taxa de reproducció.

Tercer assalt: temps gastat

Aquest punt enllaça amb l'anterior. Un organisme sexual no solament ha d'invertir més energia en la reproducció que un d'asexual, sinó que a més requereix més temps per reproduir-se.

La reproducció sexual exigeix que intervinguin en el procés dos individus de la mateixa espècie, mascle i femella, que sota determinades circumstàncies han de trobar-se, atreure's irresistiblement i entregar-se a la reproducció per aconseguir la fecundació. Això resulta molt més improbable a curt termini que el fet que un organisme es divideixi en un moment determinat sense requerir per a això una parella, com ocorre en espècies asexuals.

Quart assalt: perills

El sexe implica riscos molt diversos a la natura. Des de no trobar parella i per tant no poder reproduir-te a ser depredat mentre estàs ocupat en ple acte. A més, la reproducció sexual obliga a comportar-se específicament abans de l'aparellament a fi de seduir a una parella potencial i possiblement, a competir amb altres individus per aparellar-te amb aquesta. Tot això, al món animal, pot comportar perills importants per a la supervivència individual.

L'instint de supervivència de l'individu sol guiar totes les seves accions, l'empeny a menjar quan requereix energia i a fugir quan hi ha un depredador. Però un instint més fort que el de supervivència individual és el de la supervivència dels gens, que es posa de manifest amb l'instint sexual. Els comportaments sexuals solen ser fatigosos i grans consumidors d'energia, a més de suposar una amenaça en cridar l'atenció quan el més útil per sobreviure és passar desapercebut. En el regne animal la seducció apareix de formes molt diverses, des de

coloracions vistoses fins a càntics i danses, característiques i accions potencialment mortals en cridar l'atenció no solament d'una parella sinó de possibles depredadors. I en alguns animals fins i tot l'acte en si consisteix un perill per al mascle! La mantis religiosa, per exemple, pot arribar a tallar-li el cap al mascle en ple acte si està famolenca i així i tot els mascles s'entreguen voluntàriament al sexe. Amb lo fàcil que seria clonar-se en un moment determinat evitant tots aquests maldecaps!



Amb la reproducció sexual compromets molt més la supervivència individual.

L'instint sexual és, per tant, un poderós motor que ens empeny a prendre riscos innecessaris per a la supervivència de l'individu. I això també ocorre a la nostra espècie actualment ja que, si bé no hem de preocupar-nos per depredadors durant l'acte, no podem oblidar l'existència de les malalties de transmissió sexual, que no impedeixen a l'ésser humà prendre riscos per tal de satisfer els seus instints.

Cinquè assalt: transmissió dels gens

Durant la formació dels gàmetes els cromosomes es recombinen, fusionant fragments d'un amb el d'un altre, donant així lloc a noves combinacions de gens que segurament mai s'havien vist abans. En els nous cromosomes hi haurà retalls de gens de la nostra mare i altres del nostre pare, continguts en el gàmeta haploide, que es fusionarà i donarà lloc al zigot que formarà el nou individu durant la fecundació.

El fet que una cèl·lula diploide passi a ser haploide mitjançant la meiosi condueix al fet que tan sol el 50% dels gens de cadascun dels progenitors podrà arribar a la descendència, cosa que no ocorre en els organismes asexuals, que transmeten el 100% dels seus gens a la descendència. Si el que els interessa als gens és sobreviure i passar a la descendència, com s'explica que hagin permès l'aparició de la reproducció sexual?

La transferència de gens és del 100% a la reproducció asexual, en canvi, a la sexual tan sols del 50%.

Amb el sexe, no només perds la possibilitat de transmetre el 100% dels teus gens a la descendència, sinó que a més es desmunten combinacions d'al·lels que han demostrat ser exitoses en un ambient concret. Al recombinar gens durant la meiosi, el sexe fa malabars amb aquests i converteix la reproducció en una situació de pur atzar, on les combinacions poden ser molt bones o molt dolentes, passant per tot un ventall de combinacions intermèdies. La baralla de gens canvia en cada generació, impedit la possibilitat

de crear una còpia exacta d'un geni i en l'altra cara de la moneda, el sexe pot conduir directament a la malaltia o la mort per una mala combinació, mentre un simple clon no.

En aquest punt entra també en joc la selecció sexual. Aquest concepte fa referència al fet que en l'evolució de les espècies, no solament està actuant la selecció natural, sinó que a més existeix una selecció intraespecífica (dins d'una mateixa espècie) en la qual les femelles, generalment, escullen a les seves parelles d'acord a certs caràcters masculins que no necessàriament aniran lligats a afavorir la supervivència de l'individu. La cornamenta que presenta l'alci és un clar exemple de caràcter inútil per a la supervivència, doncs és pesat i costós energèticament, i exposa a una major probabilitat de ser vist pels depredadors, i que així i tot és seleccionat positivament per les femelles, que se senten més atretes per mascles amb una cornamenta major. Aquests seran els que tindran més probabilitat de reproduir-se i d'aquesta manera, transmetre els seus gens a la descendència. En canvi, altres individus no aconseguiran reproduir-se i així, en la reproducció sexual, hi haurà organismes que no aconseguiran transmetre ni el 50% dels seus gens.

No tots els organismes que sobreviuen a la selecció natural podran deixar descendència degut a la selecció sexual.

Per què una espècie sacrifica els seus màxims interessos de transmetre la totalitat dels seus gens reproduint-se clònicament per una estratègia reproductora que disminueix la capacitat que els gens presents arribin a la descendència? Algun avantatge ha de suposar la reproducció sexual front l'asexual.

Sisè assalt: variabilitat

La selecció natural és el motor de l'evolució (deixant de banda la selecció sexual). És "l'ull cec que tot ho veu" i que actua a través de modificacions en l'èxit reproductor: aquell individu que posseeixi característiques més favorables en un ambient concret per a la seva supervivència, tindrà més probabilitats de reproduir-se i generar descendència. Així, aquests caràcters favorables aniran sent seleccionats amb el temps modificant la genètica de la població en general.

Per tal que hi hagi evolució, per tant, és molt important que existeixi variabilitat. A més, els ambients són canviants i és necessari adaptar-se. L'evolució no és un procés que pugui parar-se i totes les espècies evolucionen. La "hipòtesi de la Reina Roja" posa de manifest la necessitat de variabilitat: "Aquí, com veus, has de córrer tot el que puguis per seguir estant al mateix lloc". L'ambient és canviant i no està solament constituït per factors físics, sinó també per altres éssers vius que evolucionen contínuament. Igual que l'ésser humà com a espècie evoluciona i s'adapta als canvis, també ho fan els paràsits, els nostres majors enemics, éssers que superen en nombre a les espècies de vida lliure en una proporció de 4 a 1. Al llarg de la història de la humanitat, la principal força de selecció natural durant les migracions humanes han estat els paràsits, especialment els intestinals. I són capaços d'evolucionar tan ràpidament que no triguen a adaptar-se al seu hoste, amb la qual cosa si la població hoste és idèntica genèticament, el paràsit té a tota la població a completa disposició. Sabent això, resulta d'allò més convenient que una població presenti variabilitat, ja que d'aquesta manera els paràsits no podran estar adaptats a tots els

La variabilitat és necessària per tal de mantenir l'*statu quo*.

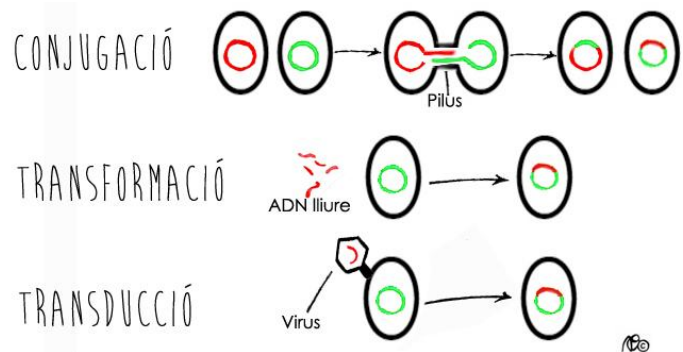
organismes, que presenten diferents versions d'un mateix gen i això augmenta les probabilitats de sobreviure com a espècie.

Existeixen tres mecanismes generadors de variabilitat: mutacions, transferència lateral i reproducció sexual.

Tanmateix, la reproducció sexual no és l'únic mecanisme que permet obtenir la variabilitat necessària per tenir èxit com a espècie, sinó que existeixen d'altres.

En primer lloc trobem les mutacions, presents tant en organismes sexuals com en asexuals, que són canvis en la seqüència d'ADN que condueixen a l'aparició de noves variants gèniques (al·lels). Es produeixen sobretot durant la replicació de l'ADN, un procés que malgrat estar molt bé regulat, no és perfecte. Com els gens contenen la informació necessària per codificar els components essencials dels organismes, moltes d'aquestes alteracions de l'estructura gènica seran perjudicials, però també les hi haurà neutrals i, per descomptat, favorables. Malgrat vist així, sembla que les mutacions no aporten més que problemes, són claus per a l'evolució, doncs són les que permeten l'aparició de nous al·lels en generar canvis en les seqüències d'ADN dels gens.

Un altre mecanisme que genera variabilitat són els intercanvis puntuals de material genètic que duen a terme alguns organismes. Els bacteris, éssers asexuals, aporten major variabilitat a les seves poblacions gràcies a tres processos de transferència gènica lateral: conjugació, transformació i transducció, que els permeten incorporar material genètic nou al seu genoma i desfer-se de gens no desitjats. Aquests organismes gaudeixen dels beneficis del sexe en quant a la variabilitat juntament amb la velocitat i simplicitat de la clonació.



I finalment però no menys important, trobem la reproducció sexual, que gràcies a la meiosi, permet obtenir una gran variabilitat, generant tantes combinacions genètiques diferents que és difícil trobar-ne dos iguals. El sexe, en barrejar els gens condueix a una gran diversitat sobre la qual pot actuar la selecció natural permetent l'evolució.

Com veiem hi ha alternatives a la reproducció sexual per a la generació de la variabilitat, i fins ara hem vist com el sexe complica les coses requerint més energia, temps i perills, i conduint a menor taxa de reproducció. Llavors, què el fa especial? Sense mutacions, el sexe tan sols barreja gens, no inclou realment cap nova variació en la població, que només vindrà donada per la modificació de seqüències gèniques que es produeix gràcies a les mutacions.

Molts organismes han estat capaços de sobreviure milers d'anys a canvis ambientals tan sols gràcies a mecanismes no sexuals generadors de variabilitat i reproduint-se asexualment. Els canvis ambientals físics solen ocórrer lentament i si l'organisme té un cicle vital curt, és a dir, un temps de generació molt curt, es reproduirà moltes vegades permetent que la taxa de mutació sigui prou elevada com per aportar la variabilitat necessària. El problema apareix quan

el cicle vital de l'organisme s'allarga i aquest ha de lluitar contra altres espècies de cicle vital més curt com són els paràsits. Els paràsits són petits i tenen un temps de generació molt curt, amb la qual cosa poden reproduir-se moltes vegades mentre l'hoste es reproduïx tan sols una vegada. Aquesta elevadíssima taxa de reproducció els permet adaptar-se molt ràpid a la variabilitat de l'hoste generada tan sol gràcies a mutacions. Si la població fora infinita o molt gran, la taxa de mutació podria arribar a ser prou elevada en conjunt com per fer front a aquesta proliferació exponencial dels paràsits, però això no és així. La reproducció sexual en aquests casos permet compensar els avantatges del paràsit perquè propicia la diversificació i produeix descendents amb combinacions infreqüents i úniques. El sexe conduirà a descendents que tinguin la mala sort de posseir una mala combinació de gens per lluitar contra un determinat paràsit, però això no importa si amb això hi ha altres afortunats que sobreviuen.

La durada del cicle vital del organisme és determinant a l'hora de generar la variabilitat necessària.

Setè assalt: rigidesa del genoma

No tot consisteix en generar quanta més variabilitat millor. En l'assalt anterior hem posat de manifest que tant si una espècie es reproduïx sexualment com si ho fa asexualment serà capaç de generar variabilitat. Per tant, l'avantatge del sexe no pot residir tan sols en la generació de variabilitat per se. A més, els diferents mecanismes de que es disposa poden arribar a jugar males passades.

Analitzem en primer lloc les mutacions. Malgrat el que pugui semblar a simple vista, la reproducció asexual, la clonació, acaba conduint a una profunda divergència entre diferents poblacions d'una mateixa espècie, doncs diferents mutacions s'acumulen en les poblacions en estar sota una pressió ambiental selectiva diferent. I dins d'una mateixa població, la selecció natural acaba comportant la pèrdua de variabilitat ja que qualsevol mutació perjudicial en un organisme que es divideix clònicament conduiria a la mort si es dona en una regió crítica (cosa que, per sort, no sol ocórrer ja que les mutacions acostumen a donar-se en regions extragèniques) i d'altra banda, una mutació favorable en l'ambient seria seleccionada estenent-se a tota la població reduint la variabilitat ja que es fixa en la població no solament aquesta mutació sinó tot el "pack" cromosòmic de gens que l'acompanyen. I això és precisament el que ocorre en la major part d'espècies asexuals, fent que siguin molt més susceptibles a l'extinció de manera que solament duren uns milers d'anys a diferència de les espècies que poden reproduir-se sexualment, que aconseguen edats de milions d'anys. Així doncs, les mutacions en organismes asexuals no són tan bones com semblaven.

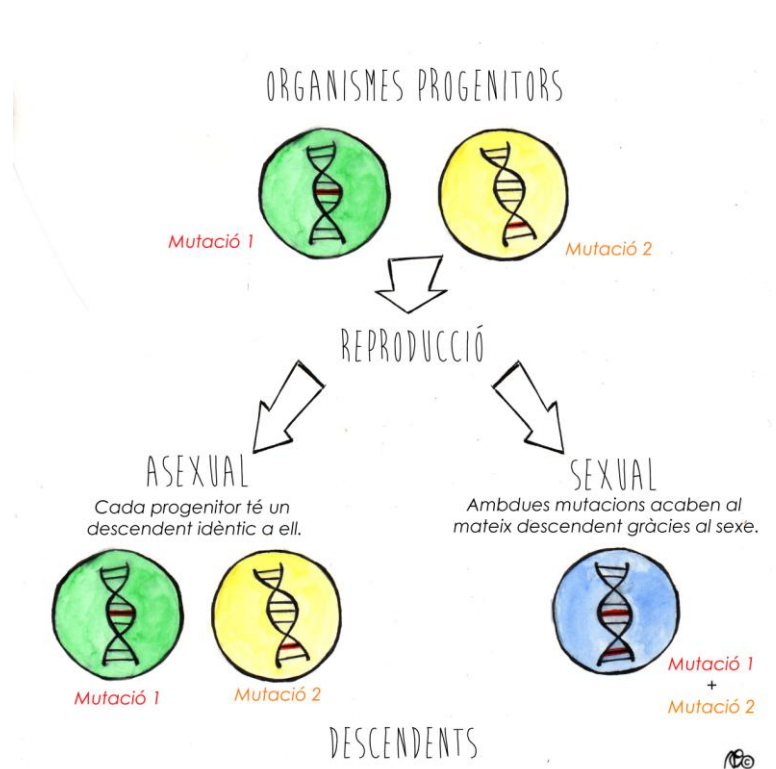
L'altra font de variació que suposava la transferència gènica lateral en organismes com els bacteris també presenta els seus defectes, i és la tendència a l'acumulació en el material genètic de gens que els falten però que no els són necessaris, amb la qual cosa s'acaba generant un material genètic cada vegada major sense aportar grans avantatges, conduint al fet que sigui més probable que ocorrin mutacions i dificultant la selecció del gen correcte durant la transferència de gens entre bacteris o amb l'ambient. D'aquesta manera, l'única manera d'assegurar que els gens que necessita l'organisme per funcionar es troben en

perfecte estat és conservar-los tots a risc de perdre un de crític tractant d'eliminar gens no desitjats.

Només el sexe pot acumular els gens que funcionen i lliurar-se dels que no ho fan, i és aquí on radica el major avantatge de la reproducció sexual. A més de conduir a la formació de combinacions noves i infinites de variants genètiques donant lloc a variabilitat, el sexe permet generar cromosomes fluïts gràcies al pas clau de la meiosi: la recombinació. Aquest pas de la meiosi permet que la selecció natural pugui analitzar un a un cada gen. Sense recombinació la destinació dels gens d'un cromosoma està unit, la selecció de determinats gens interfereix en la selecció d'uns altres, conduint a una reducció de la variabilitat i a la fixació de genomes complets, però quan la recombinació entra en joc, la selecció pot actuar sobre tots els gens individualment, analitzant cadascuna de les variants per separat i impedit la pèrdua de cromosomes generalment bons per culpa d'una mutació perjudicial.

El major avantatge del sexe és que permet que els cromosomes siguin fluïts.

A més, tenint en compte l'existència de mutacions aquest avantatge que presenta el sexe es torna més marcat: és poc probable que es produeixin mutacions iguals en individus diferents, de manera que en organismes asexuals és improbable la possibilitat que dos individus acabin beneficiant-se d'ambdues mutacions si són beneficioses, o perjudicats per ambdues si són perjudicials. Gràcies a la recombinació que es dona en els gàmetes aquestes mutacions poden acabar unint-se en un individu podent ser avaluades també en conjunt i accelerant l'evolució: si la mutació és perjudicial acaba sent eliminada i les mutacions beneficioses acaben estenent-se en la població sense arribar a fixar-se, doncs mai s'elimina el component atzarós del sexe.



Gràcies al sexe, per tant, s'aconsegueixen eliminar de la població les mutacions perjudicials sense posar en perill tota la població acumulant-les en un individu que serà usat com a boc expiatori. Tan sols el sexe és capaç d'impedir el col·lapse mutacional en els organismes complexos. Sense sexe, la vida complexa seria gairebé impossible: els costos de no tenir mai sexe són elevats i acaben conduint a l'extinció.

Veiem, com a conclusió, que el sexe va més lligat a la supervivència de les espècies i a l'evolució que a la reproducció en sí.

Sexe a la natura: sobre la varietat de formes que adopta la reproducció sexual al regne animal

Si us sembla que el comportament sexual humà es d'allò més variat, és que no us heu parat a mirar la naturalesa. No obstant això, la gran diversitat de formes que adopta la reproducció al regne animal ens ensenya que la sexualitat humana és especial. Per a la majoria dels animals, l'acte reproductiu és summament banal, ni tan sols implica acte sexual, mentre l'ésser humà obté d'aquest un plaer enorme. Per exemple, en moltes espècies l'acte ocorre sense contacte algun: la femella expulsa els ous, el mascle expulsa l'esperma sobre ells i tots dos marxen de l'escena sense adquirir responsabilitat alguna. I en les que sí que hi ha contacte, aquest sol durar menys d'un minut: de mitjana, els ximpanzés mascle ejaculen 7 segons després de cobrir a la femella. Tanmateix, això no lleva mèrit a tots i cadascun dels mitjans pels que el complex entramat d'espècies es reproduïx, així com tampoc els fa menys sorprenents. Podríem escriure pàgines i pàgines relatant totes i cadascuna d'aquestes formes sexuals de reproducció i més d'una ens deixaria estupefactes, però no és el que ens ocupa en aquest article i acabariem amb tantes pàgines que podríem parlar d'un llibre més que no pas d'un article, pel que intentarem aconseguir una idea general sobre el curiós món del sexe a la natura entrevistant a Eduard Martorell Sabaté, zoòleg i co-autor del llibre "Per a què serveix el sexe?" de Publicacions UB.

Per a què serveix el sexe? La història i la utilitat del sexe com mai te les havien explicat

Eduard Martorell i David Bueno

Aquest és un llibre per aprendre una mica de genètica, una mica de zoologia, una mica d'evolució i, en definitiva, una mica sobre l'apassionant fenomen de la vida. Però Per a què serveix el sexe? també entusiasmarà els lectors amb la varietat d'estratègies reproductores que els diferents éssers vius, sobretot els animals, han desenvolupat durant milions i milions d'anys per augmentar les possibilitats de sobreviure en el nostre estimat planeta. Unes estratègies que, amb el concurs del sexe, ens han permès adaptar-nos a l'ambient constantment canviant i, fins i tot, arribar a ser conscients de qui som, de com és l'espècie humana, l'única espècie capaç de meravellar-se amb els misteris de l'univers a mesura que els va desxifrant i que ha afegit el progrés cultural a l'evolució natural. Sempre, això sí, amb l'ajut indispensable del sexe.



“La vida i la diversitat sense sexualitat costen d’imaginar”



Eduard Martorell Sabaté

És zoòleg, editor a l’Enciclopèdia Catalana, professor associat a la Universitat Internacional de Catalunya i autor de diversos llibres de text, contes i articles de natura per a joves. Entre els llibres de divulgació que ha escrit destaquen “Els límits de la vida” i “100 curiositats zoològiques” a més del llibre “Per a què serveix el sexe?”.

Es defineix com un apassionat per la vida, i això el va portar a estudiar Biologia. Li ha interessat especialment entendre com ha aparegut i com ha evolucionat la vida i què diferencia els éssers vius d’allò que és inert.

És una persona optimista i té una ment inquieta: confessa que com més estudia més preguntes se li formulen. Li agrada tant descobrir coses que vol compartir-les, i és per això que es dedica a la divulgació. Està convençut de que cal un major coneixement científic i li sorprèn que no agradi gaire la ciència ja que afirma que **“Si no sabem què és la vida, si no sabem què som, anem venuts”**.

Què et va portar a escriure el llibre “Per a què serveix el sexe?”?

M’agrada escriure llibres que siguin atractius, que ensenyin que la ciència és apassionant perquè en última instància el que t’ensenyen és com ets tu, i val la pena que ens coneixem. I llavors el David Bueno, un molt bon amic, em demana participar amb ell en un projecte apassionant que no puc rebutjar. A mi m’agraden molt les aventures de tot tipus i escriure un llibre amb el David és tota una aventura: no saps ben bé com acabarà però estàs encantat de ficar-t’hi de cap. Ens vam complementar molt bé, ell va aportar els conceptes més genètics i jo vaig contribuir-hi amb la multitud d’exemples de sexe en animals que hi apareixen. I d’aquí va sorgir el llibre “Per a què serveix el sexe?”.

Què pot aprendre la gent amb aquest llibre?

“Per a què serveix el sexe?” és un llibre bàsicament d’evolució. La reproducció en definitiva és evolució. El sexe és una de les estratègies que permeten transmetre els gens i la transmissió dels gens és el motor de l’evolució. El gran objectiu d’aquest llibre és que la gent pugui aprendre què és realment l’evolució, com funciona, i divertir-se pel camí. És un d’aquests llibres que et demostra que la realitat supera la ficció. El que arriben a fer alguns animals per aconseguir reproduir-se i assegurar que els seus gens es transmetin a la següent generació és increïble. És al·lucinant com s’ha arribat a aquest nivell de complexitat d’atraure’s, de buscar-se... La vida no és més que un conjunt de molècules basades en el carboni que han tingut l’habilitat de trobar moltes fórmules diferents per sobreviure, i això és molt curiós.

Quan algú pensa en reproducció sempre li ve la mateixa imatge antropocèntrica a la ment: la còpula. Però l’acte sexual és només una de les moltes estratègies reproductores que hi ha. És realment tant divers el món de la reproducció dels éssers vius?

És súper divers. Un altre objectiu del llibre és que s’entengui això: que de reproducció n’hi ha de molts tipus diferents. La reproducció humana és un tipus de reproducció sexual. Quan et ve al cap el sexe al pensar en reproducció ja estàs deixant

de banda tota la part de reproducció asexual. I també hi ha casos molt curiosos, eficaços i diversos dins d'aquest tipus de reproducció. I és més, dins la reproducció sexual hi ha fins i tot espècies que es reproduïen sense contacte i nosaltres quan pensem en reproducció sexual anem sempre a la còpula. Però quants vegetals no tenen cap tipus de contacte i aconseguïen reproduir-se sexualment? I fins i tot animals! De fet, la gran variabilitat d'estratègies reproductores que hi ha diria que gairebé són tantes com espècies trobaríem.

Si la reproducció asexual existeix des d'abans que la sexual, com i per què es va originar el sexe?

És que la reproducció asexual no existeix des de molt abans que la sexual. La reproducció sexual i asexual van evolucionar pràcticament en paral·lel. Si parlem de reproducció sexual com a barreja de material genètic que prové de fons diferents, només cal que hi hagi dues cèl·lules que s'uneixin. O fins i tot no cal ni això. Els bacteris, mitjançant els pili, es transmeten informació genètica entre uns i altres i això ja és reproducció sexual. Hi ha qui es pensa que durant milers d'anys va haver-hi només reproducció asexual, però no és així. Pràcticament des que hi ha vida hi ha reproducció sexual, només cal que hi hagi material genètic de dues fonts diferents i que es barregi. I material genètic en tenen tots els éssers vius, fins i tot els virus que estan al límit entre el que es considera vida i inert en tenen.

Com pot ser que hi hagi éssers vius que puguin escollir entre reproduir-se sexualment i asexualment, quan això suposa un cost extra d'energia?

Bé, un cost extra per què? Suposa un cost extra d'energia reproduir-se asexualment? Per exemple, les estrelles de mar poden reproduir-se sexualment però asexualment també, només cal que hi hagi un seccionament d'una part del seu cos que fins i tot pot donar-se per accident, i de cada part en sorgeix un nou individu. L'objectiu de qualsevol ésser viu és la reproducció, el que vol és assegurar la transmissió del seu material genètic. Doncs si disposa de dos mecanismes de reproducció millor que millor.

Si és tan avantatjós per què no està més estès el disposar dels dos tipus de reproducció?

Jo suposo que quan hi ha hagut reproducció sexual tan tremendament eficaç, s'ha anat perdent la possibilitat de que l'asexual també es donés. La reproducció asexual la trobes, per exemple, en equinoderms, invertebrats i éssers relativament més simples del que som els vertebrats. En éssers molt més complexos com som els animals, la reproducció sexual és tan eficaç que no hi ha necessitat de mantenir ambdós tipus de reproducció. De fet la reproducció sexual està molt més estesa del que es pensa. La majoria d'espècies vives que hi ha, deixant de banda els microorganismes i agafant només de protozoos en endavant, es reproduïen sexualment. Per exemple, d'insectes n'hi ha milers i es reproduïen sexualment.

Són els éssers complexos fruit del sexe? Es diu que la majoria dels éssers complexos, entenent complex com a organisme on les seves cèl·lules es distribueixen formant estructures com teixits, òrgans i aparells, es reproduïen sexualment. Hauria estat possible que apareguessin si només existís la reproducció asexual?

El que és segur és que la reproducció sexual ha estat fonamental per tal que hi hagi tanta diversitat entre éssers vius. Sense reproducció sexual tota l'evolució fins arribar als organismes complexos, si haguessin aparegut, hauria anat molt més lenta, perquè el sexe és una font

brutal de variabilitat genètica. Evolució sense reproducció sexual s'hauria donat igual, però de ben segur hauria conduït a un resultat molt menys divers. I de fet com ja hem comentat, intercanvi de material genètic, en definitiva, sexe, n'hi ha hagut pràcticament des de sempre. La vida i la diversitat sense sexualitat costen d'imaginar.

Existeixen altres formes de determinació del sexe individual a la natura a més de la de l'home, que ve donada per la presència o absència del cromosoma Y que duu el gen SRY?

En qualsevol cas la determinació del sexe sempre ve donada pels gens però en algunes espècies el sexe individual no ve determinat per la presència o absència d'uns gens concrets, com en els humans, sinó que es determina per modificacions epigenètiques. Per exemple, en el cas dels rèptils, entre altres, que un embrió es desenvolupi com a mascle o com a femella dependrà de la temperatura. Els embrions disposen de tots els gens que necessiten per desenvolupar-se com a mascles o com a femelles però per modificacions epigenètiques dependent de la temperatura s'activaran uns o uns altres conduint a un fenotip resultant masculí o femení. Els cocodrils, els caimans i moltes serps, en funció de la temperatura a la que s'incubin els ous esdevindran un sexe o l'altre.

Però fins i tot en els humans la presència de cromosoma Y no sempre és determinant. Hi ha embrions que són XY però per la raó que sigui el gen del cromosoma Y que determina el sexe masculí no s'activa quan toca i es desenvolupen com a dones. Si no s'expressa el cromosoma Y com els zigots contenen el cromosoma X es desenvolupen com a femelles, que és el sexe per defecte. Hi ha molts factors implicats en la determinació del sexe individual, i en última instància el que realment compta és que els gens que determinen un sexe o un altre s'activin o no.

O sigui que en el cas dels humans tots som dones en un inici i fins que es demostrï el contrari.

Exacte. Quan hi ha la fusió òvul i espermatozoide, el que és segur és que l'embrió pot ser dona. Que sigui mascle o no dependrà només si realment els gens que porta el cromosoma Y, si és un zigot XY, s'activin o no. Però en qualsevol cas l'embrió podrà ser dona perquè tots portem al nostra genoma un cromosoma X, que és el cromosoma realment potent ja que l'Y conté molts menys gens.

Si només cal determinar el sexe en organismes sexuals per tal que generin un tipus de gàmeta o l'altre, les característiques morfològiques home/dona llavors deriven només del nostre paper en la reproducció?

Efectivament. L'aparició de sexes individuals interessa única i exclusivament per la reproducció i la generació de gran variabilitat en la descendència.

I fins i tot hi ha organismes que poden alternar el sexe al llarg de la vida...

Sí, això passa per exemple en espècies de peixos. En aquestes espècies, si un grup de peixos es troba aïllat sense mascles, una de les femelles, que acostuma a ser una de les dominants, de les més grans i que ha viscut més temps, pot fer-se transsexual: és femella, veu que no hi ha mascles i per un canvi hormonal esdevé mascle. Les seves gònades passen de ser femenines a masculines i generaran espermatozoides en comptes d'òvuls. I el mateix pot passar a la inversa i un mascle pot passar a ser femella.

I si de sobte apareix un mascle o una femella al grup?

Aleshores passen per un altre canvi hormonal i passen a sintetitzar hormones per tornar al seu sexe inicial.

I mentrestant altres organismes poden esser els dos sexes alhora.

Els hermafrodites.

A simple vista sembla que els organismes hermafrodites han de tenir una major probabilitat d'èxit reproductor perquè poden autofecundar-se en cas de no trobar parella. Per què no és un mecanisme més estès a la natura?

L'hermafroditisme a simple vista sembla una gran estratègia, però a la natura pràcticament no hi ha espècies que visquin amb ambdós sexes alhora i s'autofecundin, perquè realment genera molta més variabilitat la fusió de dos gàmetes d'individus diferents que si es dona fusió de gàmetes d'un mateix organisme. Éssers vius que visquin com a hermafrodites només els trobes en espècies on no hi ha probabilitat de trobar parella. Per exemple, cucs intestinals com la tènica, que viuen a l'interior de l'intestí d'un altre organisme no poden trobar-se amb cap altre organisme per reproduir-se. En aquests casos sí que és avantatjós esser hermafrodita, però quan hi ha probabilitat de trobar parella és molt millor barrejar genomes d'individus diferents.

Hi ha altres animals hermafrodites, com els cargols, però atenció!, no s'autofecunden, sinó que busquen parella i barregen així el seu material genètic.

Dins la reproducció sexual, és comú l'acte sexual?

Hi ha de tot, però sí que la còpula és la forma més comuna sens dubte.

Per què la majoria d'espècies copulen?

Perquè si hi ha còpula segur que les cèl·lules sexuals masculines estan dins del cos de la femella, i molt a prop d'on té les cèl·lules sexuals femenines. D'aquesta manera s'assegura molt més la fecundació. En canvi quan la reproducció és externa poden passar moltes més coses que dificultin la fusió de l'òvul amb l'espermatozoide.

Fins i tot alguns organismes s'hi juguen la vida amb el sexe a mans de les seves parelles.

I tant. Molts insectes i aràcnids. Hi ha moltes aranyes en que les femelles si no estan ben alimentades es menjaran al mascle després de la còpula. I el mascle tot i això sent un instint reproductor tan gran que s'entrega al sexe igualment.

Tot i saber que serà la seva perdició?

Els mascles d'aquestes espècies d'aranya són rapidíssims. Evidentment intenten sobreviure. Han evolucionat per ser molt ràpids i poder escapar de la femella després de la còpula. Si morissin de seguida aconseguirien molt poca descendència. De fet aquí hi ha selecció sexual. Un mascle que sigui molt ràpid podrà copular amb la femella, fugir ràpidament després sense ser depredat i sobreviure podent així copular amb més femelles. En canvi els mascles més lents i matussers seran depredats per la femella i no disseminaran tant els seus gens.

Per tant en el fons un fet que sembla desavantatjós per l'espècie acaba fomentant que s'estenguin bons caràcters a la població?

Exactament. Només els mascles d'aranya àgils i ràpids podran generar molta descendència. I fins i tot hi ha espècies on la femella mata al mascle durant la còpula i això no és perjudicial per la transmissió dels gens. A les mantis religioses s'ha vist que la decapitació del mascle durant l'acte fa que es mantingui durant més temps l'erectió i que s'alliberin dins la femella molts més gàmetes masculins.

En aquestes espècies el mascle no és més que un receptacle d'esperma, llavors.

Cap altre cosa. Per a éssers vius com la mantis religiosa el paper dels mascles és tan sols el d'actuar com a recipients de cèl·lules sexuals que permeten aportar variabilitat a la descendència. És trist però és així. La vida és apassionant i quan t'endinses en la biologia trobes de tot, fins i tot disgustos com aquest. En el cas de l'espècie humana no és així perquè el mascle també desenvolupa un paper en la criança i el benestar posterior de la descendència, però realment als homes als que els importa ben poc la criança dels fills acaben sent ben bé això si ho mires des d'una perspectiva evolutiva i de supervivència de l'espècie o dels gens.

I dins el món animal, quina és la forma de reproducció sexual que més et crida l'atenció de les que coneixes?

Un cas que em fascina és el dels pops. Els pops no tenen penis sinó que un dels seus braços està especialitzat per la reproducció i és el que utilitzen per introduir l'esperma dins el cos de la femella. Hi ha un gènere de pops, el gènere *Argonauta*, en que la femella és molt més gran que el mascle. El mascle prefereix no tenir en contacte amb la femella, jo suposo que per les grans dimensions d'aquesta, i el que fa és acostar-s'hi i quan està prou a prop dispara l'hectocòtil, el braç especialitzat per la reproducció, en direcció la femella. Es talla un dels braços amb l'espermatòfor al final i és com si li clavés una fletxa a la femella. Jo això ho trobo realment espectacular.

Se li regenera l'hectocòtil després?

Té la capacitat de regenerar-se però realment no cal perquè els pops viuen un any. L'organisme creix, arriba a l'edat reproductora, es reproduueix i ja està.

Això només és aplicable als mascles o les femelles també viuen tan poc?

El cicle vital d'aquests pops és d'un any. El cas de les femelles de pop és espectacular. La femella posa els ous i ja no menja mai més. Aguanta sense menjar ventilant els ous fent que l'aigua dels voltants estigui oxigenada movent les potes i vigilant que no vinguin depredadors fins que neixen els fills, que ja neixen autònoms, i llavors mor. És proïsme pur.

Qui escull a qui a la natura? És cert que són les femelles les que trien la parella i els mascles els qui sedueixen?

Aquí caldria fer alguna distinció per espècies, però sí que és cert que a la gran majoria d'espècies la que escull al final és la femella quan cal que la parella s'apropi per la reproducció. Sí que és cert que els mascles poden escollir a qui seduir però en última instància és la femella la que ha de ser seduïda, ja sigui pels caràcters que presenti el mascle o per accions que desenvolupi com pot ser un ball: els mascles han d'aconseguir que una femella es fixi en ells i vulgui reproduir-s'hi per aconseguir transmetre els seus gens, han de competir entre ells per tenir descendència amb alguna femella. I tot això deriva del paper que juga cada sexe en la reproducció, ja que la femella és la que sustenta la cria en espècies amb fecundació interna.

Tanmateix, el tema de la seducció i l'atracció entre espècies és molt complex i encara es complica més a la nostra espècie, perquè a l'evolució natural s'hi suma l'evolució cultural.

El que està clar és que els dos s'han d'atraure.

Evidentment, sense atracció no hi hauria reproducció amb còpula. I les feromones hi juguen un paper molt important en l'atracció de moltes espècies. Les papallones, que són insectes molt petits, emeten feromones que els permeten detectar-se a kilòmetres de distància. I penses, com pot ser que un mascle i una femella de papallona es detectin volant a kilòmetres de distància? I de fet, la fase alada d'aquest insecte està dissenyada per trobar-se molts pocs dies, aconseguir reproduir-se, que la femella posi els ous i aquí s'acaba.

Quin és el ritual de seducció més estrany que coneixes?

A mi personalment em crida molt l'atenció com atrau la femella un tipus de tritó, el tritó palmat. El mascle intenta cridar l'atenció de la femella fent una espècie de ball amb moviments repetitius i contornejants i si té èxit i a la femella li agrada el ball, el seguirà. Quan el mascle ha aconseguit atraure la femella continua dansant i movent-se mentre la femella el segueix fins que en un moment determinat la femella li toca la cua al mascle amb el morro i aquest allibera l'espermatòfor, que no és més que una boleta de semen, que queda al terra i quan la femella hi passa per sobre seguint el mascle se li queda enganxat a la cloaca, que és la part reproductora i la fecunda.

I les femelles poden escollir, en algunes espècies, quan quedar-se embarassades un cop han copulat?

Això passa en moltes espècies. Un cop tenen l'esperma el poden guardar en un receptacle i en funció de com estan de salut o de l'època de l'any es donarà la fecundació o es reservaran les cèl·lules per quan estiguin més fortes o quadrar el naixement de les cries amb unes bones condicions ambientals. En espècies de foques passa. Els individus es reproduïen durant l'època de zel però no hi ha embaràs fins un temps, fins i tot mesos després, per tal que les cries neixin quan hi ha un bon ambient extern.

Una femella està segura de que els fills seran seus, però un mascle no pot estar segur d'això ja que les femelles poden copular amb molts mascles. Amb quines estratègies responen els mascles per de ser pares?

Existeixen diferents estratègies. Hi ha una espècie d'aranya en que el mascle, per tal que el seu semen no hagi de competir amb el d'altres mascles, no copula normalment sinó que forada la femella a l'abdomen i hi introdueix el seu semen per arribar directament a on hi ha les cèl·lules sexuals femenines. En altres espècies el mascle es talla l'òrgan copulador després de la còpula per que faci de tap i la femella no pugui reproduir-se amb cap altre mascle. O de vegades ells mateixos fan de tap! El mascle d'insecte pal quan troba una femella i la femella l'accepta i copulen s'hi queda enganxat, com si fos una motxilla, durant dies i fins i tot setmanes per evitar que un altre mascle li robi la paternitat.

S'han trobat conductes homosexuals en un gran nombre d'espècies de primats a més de l'home. Si el que interessa la transmissió de gens, com s'explica l'existència de comportament homosexual a la natura?

Les conductes homosexuals en primats s'han associat a un mecanisme per alleugerir tensions. En una espècie de primats, els bonobos, s'ha vist que en situacions de conflicte moltes vegades la cosa no acaba en lluita sinó que es converteix en una orgia. Per altra banda, en espècies animals on hi ha un mascle dominant que té totes les femelles controlades, els altres mascles practiquen l'homosexualitat.

Així que realment encara que no sembli avantatjós el presentar caràcters homosexuals sí que pot acabar comportant avantatges que podrien explicar perquè, tot i presentar una vessant genètica com tot, es manté a la natura.

Això mateix. Els bonobos eviten embrancar-se en una baralla mostrant conductes homosexuals. A més, en aquest punt és important el fet que hi ha molts individus homosexuals que es reproduïxen a la nostra espècie i a la resta d'animals. El comportament homosexual no exclou còpules heterosexuales. En la sexualitat i l'orientació sexual no és tot o blanc o negre, sinó que hi ha tota una varietat de grisos intermedis. És a dir, entre homosexualitat i heterosexualitat hi ha un ampli ventall de sexualitats intermèdies, és totalment gradual.

Què ens fa humans del sexe?

Home, jo diria que el sexe és una de les coses que ens fa més animals. Però sí que és cert que el sexe humà presenta unes particularitats concretes, com les presenta cada una de les formes que adopta la reproducció sexual a les diferents espècies. Què ens fa humans del sexe? Penso que el sentit de pensar en el sexe com a font de plaer i no tan sols com a acte reproductor, el gaudir del sexe sense finalitat reproductora. A més de l'allargament en el temps de l'acte en si, que afavoreix l'aparició de lligams afectius entre els individus de la parella i l'orgasme femení.

Cap a on podria evolucionar el sexe? I homes i dones?

L'evolució evidentment no es para, i de ben segur que el sexe anirà a més i que apareixeran noves formes de reproducció a la natura.

I compte, perquè a l'espècie humana amb els avenços biomèdics que s'estan donant podria arribar un moment en que els mascles no fossin necessaris per la reproducció. Mascles en fan falta gaires quan hi ha grans bancs de semen? Una altra cosa és la posterior criança dels fills. L'evolució del sexe a la nostra espècie dependrà molt de com evolucioni la cultura en general, de quin valor se li doni.

Bibliografia:

Martorell E., Bueno D. (2012). *Per a què serveix el sexe? La història i la utilitat del sexe com mai te les havien explicat*. Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-475-3624-5.

J.Rubia F. (2007). *El sexo del cerebro. La diferencia fundamental entre hombres y mujeres*. Ediciones Temas de Hoy. ISBN 978-84-8460-628-4.

Estupinyà P. (2013). *S=EX². La ciència del sexe*. Rosa dels Vents. ISBN 978-84-01-38861-3.

Tobeña A. (2006). *El cervell eròtic. Rutes neurals d'amor i sexe*. L'esfera dels llibres. ISBN 84-9734-403-0.

Hüther G. (2015). *La evolución del amor. Lo que Darwin ya sospechaba y los darwinistas se niegan a aceptar*. Plataforma Editorial, 2015. ISBN 978-84-16256-25-9.

Fisher H. (2015). *Por qué amamos. Naturaleza y química del amor romántico*. Santillana Ediciones Generales. ISBN 84-663-1491-1.

Howard J. (2015). *Sexo en la Tierra. Un homenaje a la reproducción animal*. Blackie Books S.L.U. ISBN 978-84-16290-29-1.

Roach M. (2008). *Entre piernas. La extraordinaria cópula de ciencia y sexo*. Global Rhythm Press S.L. ISBN 978-84-96879-55-3.

Swaab D. (2010). *Somos nuestro cerebro. Cómo pensamos, sufrimos y amamos*. Plataforma actual. ISBN 978-84-15880-76-9.

Cormier Z. (2014). *La ciencia del placer. Sexo, drogas y rock'n'roll bajo el microscopio*. RBA. ISBN 978-84-9056-471-4.

Lane N. (2009). *Los diez grandes inventos de la evolución*. Ariel. ISBN 978-84-344-8824-8.

Lane N. (2015). *La cuestión vital*. Ariel. ISBN 978-84-344-2306-0.

Harris M. (1989). *Nuestra especie*. Alianza editorial. ISBN 978-84-206-6013-4.

Campillo Álvarez J.E. (2005). *La cadera de Eva*. Drakontos Bolsillo. ISBN 978-84-8432-936-7.

Baker R. (1997). *Batallas en la cama*. Temas de hoy. ISBN 978-84-7880-883-0.

New Scientist. (1993). *Is sex good for anything?* December.

Investigación y ciencia. (2009). *Temas 56: Instinto sexual*. 2º Trimestre.

Investigación y ciencia. (2014) *Número monográfico: Evolución. La saga humana*. Noviembre.

El mètode. Revista de difusió de la investigació de la Universitat de València. (2001). *Monogràfic: sexe per a tots*. ISSN 2174-9191.

<http://www.livescience.com>

Biol. on-line: Vol. 5, Núm. 2 (Juliol de 2016) ISSN: 2339-5745 online

<http://scienceline.org>

** Il·lustracions pròpies.*