



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

FACULTAD DE BIOLOGÍA

**ORGASMO EN HEMBRAS, UNA REVISIÓN CRÍTICA DEL DEBATE
CIENTÍFICO ACTUAL EN TORNO A SU PAPEL EN EL PROCESO
EVOLUTIVO**

T E S I N A

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGA**

P R E S E N T A:

ARELI HERRERA SERVIN

**DIRECTORA DE TESIS:
MTRA. MAGDALENA DENÍ MUÑOZ GARCÍA**



LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre y a mi padre: que tuvieron el proyecto de una familia, y con amor y mucho esfuerzo se dedicaron enteramente a la crianza de dos seres humanos e hicieron un buen trabajo. Nada de esto sería posible sin su infinito apoyo y su guía.

A mi hermana Zaira, que ha sido confidente y compañera de vida.

A mi esposo, a quien conocí en esta carrera y fue fundamental para que llegara al final de ella. Te amo.

A África y Goa, que me han enseñado lo que finalmente tiene sentido en esta vida.

A las amigas y amigos en este camino ¿qué sería de la Universidad sin ustedes? Fueron gran motivación para seguir.

A Dení, profesora, asesora, colega y sobre todo amiga. Gran directora de tesis que me guió y me mantuvo siempre a la vanguardia con su entusiasmo, en un universo complejo y vertiginoso de conocimientos.

A mis sinodales, especialmente a la doctora Bertha Segura que estuvo muy pendiente de este trabajo.

A la UNAM que me ha dado tanto.

A la FES Iztacala y a la carrera de Biología que ha sido un lugar de formación, pero también un hogar.

“If anyone imagines that scientists are dispassionate and impartial people, discussing theories and ideas unemotionally in the cool clear light of reason, they have been seriously misled.”

Eva Jablonka, 2005. *Evolution in Four Dimensions*.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. ANTECEDENTES	7
2.1 Cómo se define el orgasmo en humanos.....	7
2.2 Fundamentos fisiológicos del orgasmo humano (sistema nervioso, muscular, endocrino).....	9
2.2.1 Opioides como vía de recompensa.....	16
2.2.2 Orgasmo y ovulación	19
2.3 Cómo se ha estudiado el orgasmo en hembras de distintas especies de mamíferos	20
3. JUSTIFICACIÓN	28
4. DEBATE	30
5. DISCUSIÓN	36
6.-CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	39
7. REFERENCIAS.....	42
ANEXO	

1. INTRODUCCIÓN

La evolución, como eje de la Biología, es un proceso fundamental para la comprensión de la vida; como expresara el genetista y biólogo evolutivo Theodosius Dobzhansky (1973): “Nada en Biología tiene sentido si no es a la luz de la evolución”. El objetivo de Dobzhansky fue entender los procesos evolutivos y los cambios que presentan las especies a través del tiempo, por lo que resulta necesario comprender, cómo las diferentes fuerzas evolutivas -flujo génico, deriva génica, mutaciones, selección natural- afectan a estas variaciones (Eguiarte, L.E., Aguirre-Liguori, J. A., Jardón-Barbolla, L., Aguirre-Planter, E., Souza, V., 2013).

En este trabajo se considera que el estudio del orgasmo en hembras de mamíferos, puede arrojar luz sobre los mecanismos subyacentes al proceso evolutivo, basándonos en el análisis del debate científico que aún hoy en día persiste en torno a la cuestión del papel de la respuesta orgásmica en el marco de la teoría de la evolución.

El tema de la función de la respuesta sexual clímax u orgasmo en hembras, ha sido motivo de diversas discusiones en el ámbito científico; en machos es usualmente asociado con eyaculación, no obstante, en hembras pareciera no existir una correlación funcional con ningún proceso fisiológico clave para la procreación: “(...) esta aparente paradoja, ha inspirado a un número de científicos a ofrecer hipótesis acerca de la utilidad del orgasmo en hembras, resultando en un acalorado y vigente debate” (Wheatley, J., Puts, D., 2015, p.123).

Las hipótesis evolutivas (que se basan principalmente en modelos de hembras primates -sobre todo humanas- y algunos otros mamíferos, como roedores), se alinean fundamentalmente en dos grupos: un grupo argumenta que el orgasmo en hembras tiene un efecto sobre el éxito adaptativo, mientras que el otro argumenta que puede no tener valor reproductivo alguno (Pavlicev, M., Wagner, G., 2016).

Lloyd (2005), publicó una revisión crítica de las 21 hipótesis científicas existentes hasta ese entonces, en torno a la explicación evolutiva del papel del orgasmo en hembras. Basándonos en este referente, se elaboró un recuento de las propuestas más respaldadas por la comunidad científica que analizara Lloyd en su obra y, posteriormente, se incorporan las explicaciones más sobresalientes que surgidas a lo largo de los 13 años que han sucedido la publicación de su libro, con el fin de conocer el estatus actual del debate, a la luz de los nuevos descubrimientos y perspectivas dentro de la teoría de la evolución.

Cabe señalar que la mayoría de estas posturas, se basan en investigaciones de la respuesta orgásmica en hembras humanas, no obstante, algunas de las propuestas involucran la hipótesis de la presencia de orgasmo en hembras de otras especies; por lo que, primeramente, este trabajo responde a las preguntas: ¿cómo se define el orgasmo?, ¿cuáles son los fundamentos fisiológicos de la respuesta orgásmica?, ¿cómo se ha estudiado la respuesta orgásmica en especies animales no humanas?

Para analizar las diferentes hipótesis científicas sobre la función del orgasmo, nos enmarcamos en la perspectiva epistemológica del desarrollo del conocimiento científico propuesta por Imre Lakatos (1978), para lo cual se

respondió a las siguientes cuestiones ¿qué son los Programas de Investigación Científica? ¿De qué manera este enfoque sirve como herramienta analítica comparativa de las diferentes explicaciones científicas propuestas? Con base en ello, se elaboró una representación gráfica para organizar las hipótesis examinadas, y de esta manera, poder discutir este debate y comprender las implicaciones que tiene para la Biología y la teoría de la evolución en la actualidad.

2. ANTECEDENTES

2.1 Cómo se define el orgasmo en humanos

El estudio científico del orgasmo inició en los seres humanos, debido a que la naturaleza de esta respuesta, como breve punto cumbre de la excitación sexual, se basa principalmente en la experimentación de sensaciones placenteras y fugaces que han sido reportadas verbalmente.

En 1966, Masters y Johnson, en su libro *Human sexual response*, definieron el orgasmo en mujeres y hombres como “el clímax de la excitación sexual, los pocos segundos durante los cuales la vasoconcentración y miotonía desarrollados durante la estimulación sexual son liberados” (Masters W., and Johnson, V., 1966 citados en Levin, R. 2014 pág. 63). Su publicación se convirtió en un referente clásico que, hasta la fecha, sigue siendo citada en la mayoría de los artículos científicos sobre el tema.

Cour, F., Droupy, S., Faix, A., Methorst, C., y Giuliano F. (2013), señalan que, debido a que la respuesta orgásmica comprende múltiples expresiones, siempre dependerá del observador tomar en cuenta uno u otro aspecto del orgasmo; por ejemplo, se podría estudiar su ámbito psicológico o abocarse enteramente al neurofisiológico. Sin embargo, llegar a una definición consensual, deberá tomar en cuenta el abanico completo de sus formas de expresión, lo que los autores propusieron de la siguiente manera:

El orgasmo es un proceso neuropsicofisiológico complejo que, por lo general, marca el clímax de la respuesta sexual. El orgasmo se refleja en las mujeres como en los hombres, con una fuerte activación de ciertas

áreas del cerebro junto con una serie de respuestas fisiológicas periféricas. La sensación de placer intensa inherente al orgasmo, que es en parte subjetiva, se genera dentro de las zonas cerebrales activadas. A nivel periférico, el orgasmo se caracteriza por contracciones rítmicas de los músculos del suelo pélvico, una activación más o menos pronunciada del sistema nervioso autónomo y una tensión muscular generalizada. La fisiología del orgasmo comparte muchas similitudes entre los dos sexos (p. 557).

No obstante que la respuesta orgásmica es similar tanto en mujeres como en hombres, la definición y descripción del orgasmo es en realidad distinta para los dos sexos. Razón por la cual, un grupo de investigadores de distintas disciplinas, crearon una conceptualización para el orgasmo en la mujer, como ellos llamaron 'más exhaustiva', con el propósito que incluyera "*sus complejidades objetivas y subjetivas como constructo con múltiples indicadores*", la cual fue desarrollada de la siguiente manera:

Un orgasmo en la mujer, es un pico variable y transitorio de intenso placer que crea un estado alterado de conciencia, usualmente acompañado por contracciones rítmicas involuntarias de la musculatura pélvica circunvaginal estriada, así como de contracciones concomitantes uterinas y anales, y de miotonía que resuelve la vasocongestión sexualmente inducida (a veces sólo parcialmente), usualmente con una inducción de bienestar y satisfacción (Meston, C., Hull, E., Levin, R., Sipski, M., 2004, citados en Levin, R. 2014 p. 63).

En el campo de la Biología, igualmente se han estudiado las respuestas sexuales de otras especies con el propósito de saber si existe un clímax sexual al que se le pueda circunscribir como análogo de la respuesta orgásmica humana. En este ámbito, se ha buscado establecer, más que una definición de orgasmo para animales no humanos, un marco operacional que delimite el conjunto de respuestas observables y medibles, tanto fisiológicas como conductuales, que funcionen como indicativo de la posible ocurrencia de la reacción orgásmica (Burton, F. 1970; Chevalier-Skolnikoff, S., 1974; Goldfoot, D.A., Westerborg-van Loon, H., Groeneveld, W., Slob, A.K., 1980; Pfaus, J., Scardochio, T., Parada, M., Gerson, C., Quintana, G., Coria, G., 2016; Troisi, A., Carosi, M, 1998, Zumpe, D., Michael, R., 1968).

2.2 Fundamentos fisiológicos del orgasmo humano (sistema nervioso, muscular, endocrino)

El orgasmo es fundamentalmente un reflejo controlado por el sistema nervioso autónomo. Puede ser definido y observado objetivamente como un reflejo espinal que produce sensaciones intensas de placer las cuales son concomitantes con las contracciones rítmicas procedentes de la parte distal de la vagina (músculos vaginales liso y el estriado bulboesponjoso), así como del músculo del suelo pélvico, útero, cérvix y ano (Huynh, H., Willemsen, A., Lovick, T., Holstege, 2013; Pfaus, J., et al, 2016).

Las respuestas sexuales requieren una compleja coordinación de los sistemas nerviosos simpático, parasimpático y nervios eferentes somáticos distribuidos a lo largo de los segmentos de la médula espinal. Con base en estudios

experimentales en animales con médula espinal transectada y en humanos con lesiones en la médula espinal, se ha encontrado que la vasocongestión del clítoris y la vagina, son organizados a nivel de la médula espinal. (McKenna, K., 2000).

Los estímulos visuales, auditivos, olfatorios, táctiles e imaginativos, al llegar al cerebro, producen una serie de reacciones como la tumescencia de los órganos eréctiles en la mujer que activan nervios sensoriales como el nervio dorsal del clítoris, que se continua con el nervio pudendo el cual entra a la médula espinal en sus divisiones sacras S2_S4 (Pfaus, J., et al., 2016).

El clítoris tiene una única función: el placer sexual. Los receptores del clítoris tienen múltiples inervaciones y pueden recibir de ocho a diez fibras nerviosas cada uno. Esto puede facilitar la transmisión de señales erógenas a los centros craneales (Puppo, V., 2013).

El nervio pélvico controla las contracciones de los esfínteres internos anal y uretral y es responsable de la erección del clítoris, al tiempo que la estimulación del nervio hipogástrico que inerva el cérvix y el útero, activa la salida simpática responsable del orgasmo. Sucesivamente, el nervio pélvico lleva información sensorial desde el cérvix y las contracciones de los músculos del suelo pélvico durante el orgasmo. El estímulo desde las paredes vaginales y el cérvix viaja a través del nervio vago y envía estímulos sensoriales directamente a la médula en el tallo cerebral; de tal forma que estos nervios favorecen los estímulos genitosensoriales a la médula espinal y el cerebro, y que son procesados finalmente como tumescencia genital, estimulación sexual y orgasmo (Pfaus, J., et al., 2016) (Fig. 1).

Huynh, H, et al., (2013), identificaron las regiones de tronco encefálico que se activan durante el orgasmo en las mujeres, utilizando tomografía por emisión de positrones para capturar el patrón de activación del cerebro en el momento del clímax sexual; los datos fueron que el orgasmo en las mujeres resultó en la activación de una región específica y muy localizada del cerebro. Coria, G. (2012) señala que una de las maneras de respaldar la existencia de orgasmo en otras especies animales, se da al identificar la activación y desactivación de ciertas áreas específicas del cerebro.

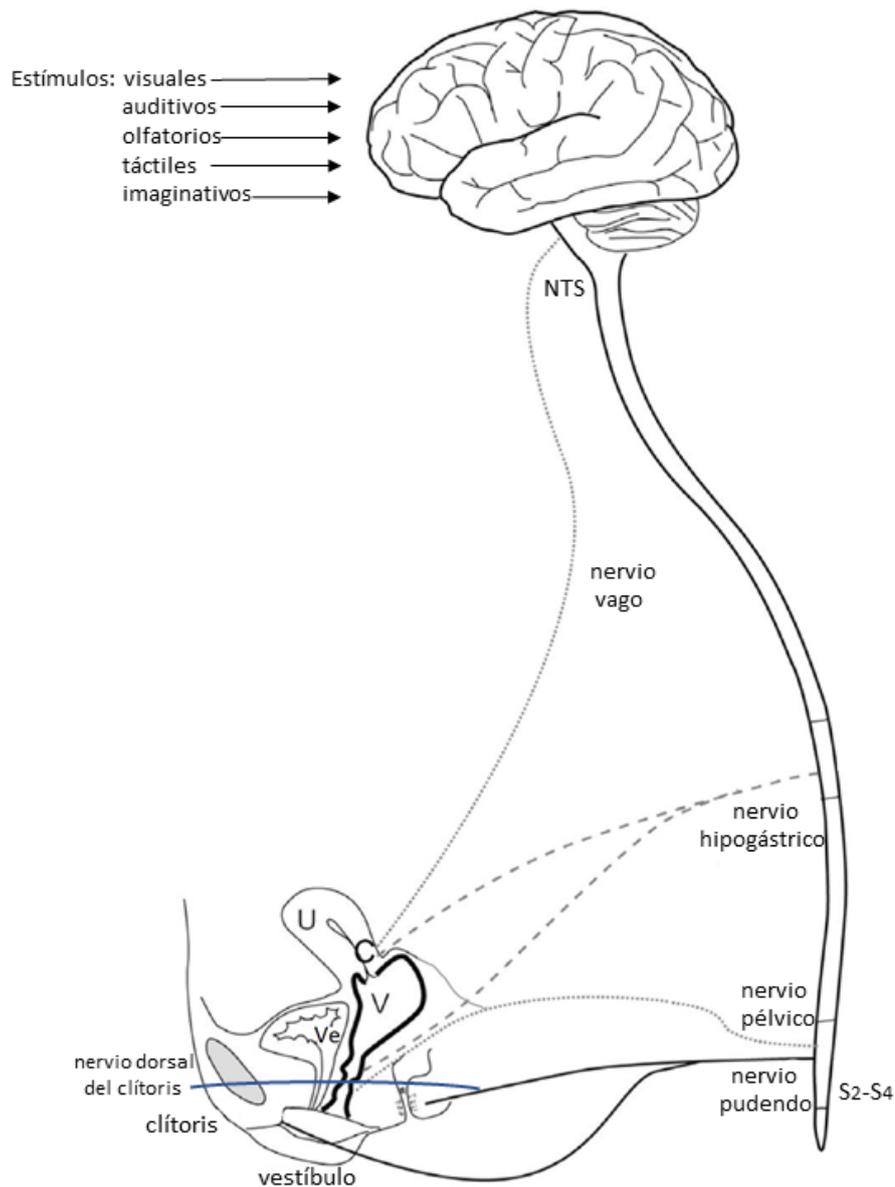


Fig. 1 Nervios: pudendo, pélvico, hipogástrico y vago; favorecen la excitación sexual y el orgasmo en mujeres y regulan la tumescencia y detumescencia del clítoris. C: cervix, U: útero, V: vagina, Ve: vejiga, NTS: núcleo del tracto solitario (tallo cerebral). (Imagen adaptada de Pfaus, J., et al., 2016 pp. 3).

Cour et al. (2013), aportan que la primera etapa del deseo, a la que ellos llaman 'espontáneo', se construye bajo la influencia de las hormonas sexuales a nivel del hipotálamo, donde los receptores de estrógenos, progesterona y andrógenos controlan el estado de ánimo y modulan la respuesta sexual.

Otra hormona que ha demostrado tener un papel en el aumento de la respuesta sexual es la hormona estimulante de alfa-melanocitos (α -MSH), que es un polipéptido resultante de la hidrólisis de una pro hormona: proopiomelanocortina (POMC). La secreción de α -MSH es controlada por el hipotálamo y tiene efectos estimulantes de la actividad sexual en animales de laboratorio, por ejemplo, en ratas ovariectomizadas, la administración de un análogo de melanocortina (Bremelanotide) incidió en un aumento de la respuesta sexual. (Cour et al., 2013, Plant, T., Zeleznik, A., 2015)

En cuanto a los neurotransmisores, varios de ellos están involucrados en el control de la respuesta sexual. Por ejemplo, acetilcolina y noradrenalina, median la respuesta vascular perineal autónoma (la vulva, el clítoris, la vagina) y las variaciones de tono de los músculos lisos de la vagina (Cour, et al., 2013).

Las contracciones son presumiblemente debido a la inervación uterina noradrenérgica y de la oxitocina, superando la presunta acción del péptido intestinal vasoactivo (VIP) que inhibe la actividad contráctil uterina. (Levin, R., 2014).

Por otro lado, la dopamina también está implicada en el control central de la respuesta sexual, como facilitador; asimismo, está también involucrada en el sistema de recompensa en relación con la búsqueda del placer. La concentración de dopamina en el núcleo accumbens aumenta cuando la hembra se vuelve receptiva en presencia del macho y en la cópula. Agonistas dopaminérgicos aumentan los comportamientos de búsqueda y conducen a la cópula. (Cour, et al., 2013).

En una investigación sobre formación de pareja en roedores, Coria, et. Al. (2008) observaron que la cópula produce liberación de dopamina como consecuencia

de la exposición a estímulos novedosos o a la recompensa sexual, lo que facilita la atención y modula el valor incentivo de los estímulos a los que un individuo es expuesto con el fin de facilitar el aprendizaje.

En ambos sexos, la prolactina es liberada durante el orgasmo incrementando significativamente la concentración en el plasma por aproximadamente 60 min después del orgasmo (Levin, R., 2014). La prolactina disminuye el deseo sexual de la mujer: el aumento de la prolactina post-orgásmica sería la señal de una satisfacción de deseo. (Cour, et al., 2013).

La oxitocina aumenta igualmente durante la fase de excitación y el orgasmo en función de la intensidad de los mismos, aporta una sensación de satisfacción y plenitud después del sexo (Cour, et al., 2013). Propuestas desde los estudios en mamíferos, plantean que la oxitocina está involucrada en transporte de espermatozoides, lo cual sería, facilitando la eyaculación en machos y las contracciones uterinas en hembras (Levin, R. 2011).

Estudios en distintas especies indican que la oxitocina está vinculada en la formación de pareja (Coria, G., Hernández, M., Toledo, R., García, L., Manzo, Pacheco, P., Miquel, M., Pfaus, J., 2008; Smith, A., Ågmo, A., Birnie, A., French, J. 2010), realizaron un estudio en parejas heterosexuales de titís (*Callithrix penicilata*), donde alteraron la actividad central de la oxitocina en estos pequeños primates. Los investigadores encontraron que la oxitocina influye positivamente el comportamiento afiliativo y la proximidad espacial que promueven las relaciones a largo plazo.

Coria, G. et al (2008), quienes trabajaron con roedores, propusieron las bases biológicas y neurales del establecimiento de preferencia de pareja, explicando

que, la oxitocina liberada durante la cópula, el parto y la lactancia, junto con la arginina vasopresina, establecen vínculos afectivos, tanto de pareja como maternos, lo cual sugiere que median el reconocimiento social. Al inyectar a sus sujetos experimentales oxitocina intracerebral, condicionaron la preferencia de pareja induciendo estados de recompensa. Esto apoya la hipótesis de que la oxitocina facilita la formación del vínculo como resultado de la asociación de la pareja con la recompensa provocada por la oxitocina liberada, aunque también puede ser simplemente que la oxitocina sea un péptido fundamental para la memoria condicionada. En cuanto a la formación de pareja en aves, a pesar del hecho de que el 90% de las aves son socialmente monógamas, y que han sido extensamente usadas para investigar los mecanismos neurales del canto y comunicación, hay pocos estudios sobre los mecanismos neurales de la formación de pareja en especies aviares. Sin embargo, hay cierta evidencia de que el homólogo en aves de la oxitocina (OT), la mesotocina, y sus receptores juegan un rol en formación de pareja en los pinzones hembra (Plant, T., Zeleznik, A., 2015).

En especies de producción como cerdas y vacas, se ha encontrado que la estimulación del clítoris, masajeándolo manual o mecánicamente, después de la inseminación artificial, estimula la liberación de oxitocina, lo que incrementa las contracciones del útero a través del oviducto (Çoyan and Tekeli, 1996 citados en Bozkurt, T., Türk, G., Seyfettin Gür, S., 2007) y agranda el lumen del cérvix permitiendo el paso del semen más fácilmente (Pointner, 1986 citado en Bozkurt et. al 2007). En Dinamarca, el comité nacional para la producción de cerdos encontró que si se estimula a una cerda mientras se está inseminando artificialmente, se verá un incremento del 6% en la tasa de parto. La estimulación

se puede aplicar manualmente o incluso algunos granjeros utilizan vibradores, los cuales se colocan en el tubo de alimentación de esperma ya que el clítoris de las cerdas se encuentra dentro de la vagina (Roach, M. 2009). En el caso de las vacas, diversos estudios han encontrado una relación directa entre el masaje de clítoris y el aumento de las tasas de concepción tras la inseminación artificial (Randel, R., Short, R., Christesen D., Bellows R.1975; Lunstra, D., Hays W., Bellows R., Laster D. 1983; Segura, C., Rodriguez R. 1994).

2.2.1 Opioides como vía de recompensa

El sistema opioide ha sido ampliamente conocido por mediar la recompensa o el reforzamiento positivo, propios de los estímulos incondicionados tales como sexo, comida, agua y en el caso de humanos, drogas de abuso. Los estímulos sociales a menudo son recompensados y se ha asociado al sistema opioide en motivación maternal, apego cría-madre y aprendizaje social. En cuanto al proceso del orgasmo, involucra la activación de al menos tres sistemas neuroquímicos: opioides que inducen placer, euforia y éxtasis; endocannabinoides que inducen sedación; y serotonina que induce saciedad (Plant, T., Zeleznik, A., 2015).

Portillo, W., Paredes R. (2010) y Coria, G. Herrera, D., Ismail, N.. Pfaus, J. (2016), enmarcados en la endocrinología del comportamiento y la neurobiología, trabajaron con el paradigma de lugar de preferencia condicionado, que toma sus bases de la psicología experimental y en el que se utiliza una 'caja de preferencia de lugar condicionado' para conocer más sobre estados de recompensa en

roedores. La caja consiste en tres compartimentos que difieren en olor, color y textura, y sirve para demostrar cómo las ratas aprenden a estar más tiempo en un compartimento donde experimentan los efectos que produce un estado afectivo positivo, que en el caso de sus investigaciones era la 'cópula controlada' por la hembra, es decir, el compartimento donde hay un macho dispuesto a copular, está separado de los otros compartimentos y dividido con paredes que constan de un pequeño espacio que es lo suficientemente pequeño para que sólo las hembras, que son de menor tamaño que los machos, lo puedan atravesar; de tal manera que cada hembra puede controlar la cantidad de cópulas y el tiempo de cada una de éstas. En estas pruebas el animal asocia el estado placentero inducido por la cópula con las características ambientales de la caja (Fig.2). Esto se interpreta como que el estado fisiológico que le produjo a la rata hembra controlar la cópula, fue de una intensidad suficiente para poder asociarse con los estímulos de esa sección de la caja particular, pues al quitar al macho de la caja, la hembra seguía prefiriendo esa sección de la misma, lo cual confirma que las hembras experimentan recompensa sexual durante la cópula regulada por la hembra en cuanto a proporción y tiempo de estimulación de clítoris (Coria, G. et al, 2016).

Si las ratas estaban inyectadas con una solución que bloqueaba los opioides endógenos, la preferencia de lugar condicionada ya no se producía. Los opioides y endorfinas son las que producen el placer. Coria, G. (2012) asegura por ellos el sexo es recompensante y añade que existen varias ventajas en la estimulación adecuada, pues se ha demostrado que es más fácil que las hembras queden preñadas, y que tienen más crías.

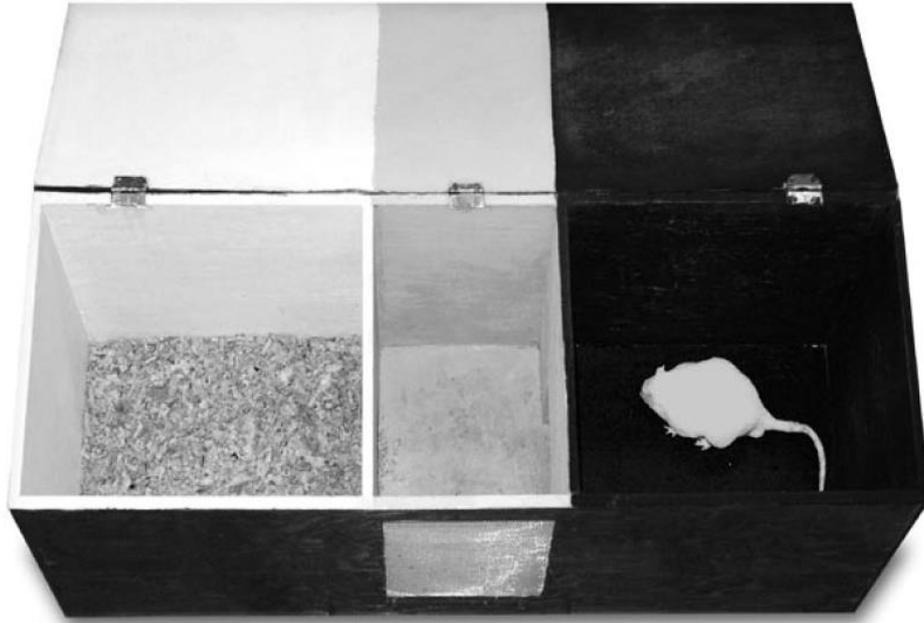


Fig. 2 Caja de preferencia de lugar condicionada, la cual consiste en tres compartimentos que difieren en olor, color y textura los cuales funcionan como estímulos condicionados que los animales pueden distinguir perfectamente y asociar con los estados recompensadores o aversivos que experimentan. En estas pruebas, el animal asocia el estado placentero inducido por la cópula con las características ambientales de la caja. Se ha demostrado que, con una sola prueba de condicionamiento, las ratas desarrollan preferencia por el lugar condicionado es decir, los compartimentos asociados con la cópula, lo cual indica que el sexo induce un estado de recompensa con suficiente intensidad para condicionarse a estímulos ambientales que sirven de predictores futuros; es decir, después de una sola experiencia copuladora, los animales son capaces de desarrollar una preferencia (observada con más tiempo y más visitas) hacia uno de los compartimentos distintivos de una caja de lugar condicionada que se ha asociado con sexo. La recompensa sexual también puede inducir preferencias de pareja con base en la predicción de recompensa que un individuo hace a través de estímulos condicionados. (Imagen tomada de Portillo, W., Paredes R. 2010).

2.2.2 Orgasmo y ovulación

En el 2016, en un artículo llamado *El origen evolutivo del orgasmo femenino*, Pavlicev M., y Wagner G., se enfocaron en un rasgo fisiológico específico que acompaña al orgasmo en hembras: una descarga neuroendocrina (en particular la descarga de prolactina y en menor medida la de oxitocina); los autores sugieren que dicha oleada hormonal que acompaña al orgasmo humano, puede revelar su homólogo en otros mamíferos placentarios. Esta descarga sirve para un amplio rango de importantes pero variables funciones dentro de los diferentes *taxa* de mamíferos, incluyendo la función de inducir la ovulación (lo que se le llama ovulación inducida o refleja), como sucede en gatos o conejos, esta descarga hormonal ocurre durante la cópula y sirve para estimular la liberación de óvulos. Los investigadores afirman que la ovulación inducida habría surgido hace unos 75 millones de años para luego dar lugar a la ovulación espontánea, lo que probablemente se ha modificado a lo que ahora entendemos como orgasmo de la mujer, y su función reproductiva ancestral se hizo obsoleta. Es importante para este argumento notar que, en humanos, la descarga hormonal no está invariablemente asociada a la cópula, pero sí es condición necesaria para que se presente el orgasmo (Huynh, H, et al., 2013, Pavlicev, M., Wagner, G., 2016).

2.3 Cómo se ha estudiado el orgasmo en hembras de distintas especies de mamíferos

El orgasmo en otras especies de mamíferos, tal cual se conoce en humanos, ha sido muy difícil de estudiar debido a que como se mencionó, las sensaciones que éste produce, tales como: placer eufórico seguido de relajación, saciedad, alivio y goce, han sido básicamente determinadas por expresiones verbales, lo que dificulta evaluarlos en otras especies, a menos que se pueda trazar un paralelismo por analogía, por lo que científicos han tenido que inferir su ocurrencia en las demás especies basándose en estados fisiológicos y conductuales reportados en humanos. (Pfaus, J., et al 2016).

Son diversas las publicaciones sobre comportamiento sexual animal, que abordan temas como la búsqueda de recompensa sexual con base en conductas sexualmente estimulantes que no están ligadas a la reproducción, tales como la masturbación y la felación, en especies como osos y delfines por ejemplo (Tan, M., Jones, G., Zhu, G., Ye, J., Hong, T., Zhou, S., et al 2009, Sergiel, A., Maślak, R., Zedrosser, A., Paško, L. Garshelis, D., Reljić, et al 2014); no obstante, pocos son los artículos que abordan el estudio de la respuesta orgásmica como objetivo principal de la investigación, y éstos se han llevado a cabo básicamente en modelos de roedores y primates no humanos (Pfaus, J., et al 2016); en todas las demás especies, la información aún es escasa. Tal vez es debido a las dificultades para evaluar la respuesta orgásmica en especies con una anatomía diferente a la humana (Zuk, M. 2006).

Troisi, un neuropsiquiatra que ha estudiado el orgasmo en hembras en macacos japoneses (*Macaca fuscata*), explica que los primates macacos son un excelente modelo para estudiar el orgasmo en hembras, ya que son genéticamente semejantes a los humanos y tienen un sistema reproductivo similar; además que resulta más fácil estudiarlos en el laboratorio pues las especies de macacos tienden a tener cópulas más largas que las otras especies de primates. “Las décadas de 1970 y 1980 fueron los años dorados para la investigación en primates y etología animal, (...) actualmente es la era de las neurociencias y la genética molecular. Pocos investigadores prestan atención a la observación del comportamiento” (Ferro, S., 2013).

Continuando con el modelo de primates, en 1968, Zumpe, D. y Michel, R., publicaron un artículo en el cual describieron lo que ellos llamaron “la reacción de agarre”, una secuencia conductual en la que la hembra gira su cabeza hacia atrás y arriba para mirar la cara del macho. Esto es acompañado por un vigoroso chasquillo de labios al tiempo que estira hacia atrás su brazo para asirse con la mano y jalar del pelo de la cabeza del macho, hombro, abdomen, muslo o pierna (Fig. 3). Esta secuencia fue observada en casi todas las cópulas durante el momento de la eyaculación en hembras intactas, sin embargo, su incidencia decreció después de realizar una ovariectomía bilateral. La dependencia de la reacción de agarre sobre el estatus hormonal de la hembra, hace improbable que sea una simple respuesta motora condicionada a la eyaculación del macho, lo que sugiere, en palabras de los autores, que esta reacción conductal es una expresión externa de un comportamiento sexual ‘consumatorio’ en la hembra de *Macaca mulatta* y su homología con el orgasmo en la hembra humana, pueda ser considerada (Zumpe, D. y Michel, R., 1968).

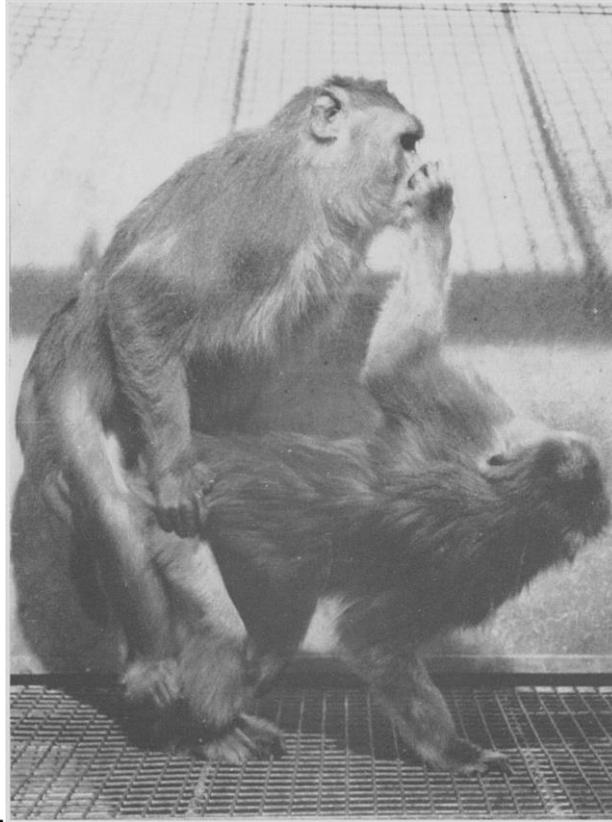


Fig. 3 Reacción de agarre en *Macaca mulatta*. (Zumpe, D. y Michel, R., 1968).

Burton, F. (1970), en un estudio de laboratorio con tres hembras de *Macaca mulatta* a las que se les realizó estimulación sexual (acicalamientos de la zona sacra, posteriormente del clítoris y finalmente con una réplica de pene de silicón que introdujo en la vagina de las hembras a una velocidad de dos a cinco intromisiones por segundo durante algunos minutos), reportó que los individuos claramente exhibieron tres de las cuatro fases copulatorias de Masters, W. y Johnson, V. (1966), las cuáles son una progresión de reacciones fisiológicas que se suceden en este orden: excitación, meseta, orgasmo y resolución. Los resultados de la investigación arrojaron que, durante la fase de excitación, en respuesta al acicalamiento en la zona sacra y la estimulación del clítoris, la entrada de la vagina se dilata, una secreción mucosa emana de la vagina, los labios de la vulva se hinchan y la región perineal oscurece su color. En la fase

de meseta, el clítoris presenta tumescencia, algunas hembras presentaron en este punto la reacción de agarre descrita por Zumpe y Michael (1968) en la que estiraron su brazo y alcanzaron al investigador asiendo su mano, voltearon la mirada hacia el investigador y emitieron algunos sonidos de gruñidos bajos; finalmente, exhibieron algunas respuestas que corresponden a la fase de resolución de Masters y Johnson, tales como detumescencia del clítoris, y la coloración de la zona genital regresaba a su tono habitual. Además, dos de ellas presentaron espasmos y contracciones vaginales en la fase de meseta; Burton señala que Master y Jonhson mencionan que esta respuesta está “puramente confinada a la fase orgásmica” (Burton, F. 1970).

Chevalier-Skolnikoff, S. (1974) utilizó, asimismo, el modelo de primates para estudiar la conducta de cópula en *Macaca arctoides*. Se observó que sus cópulas de una sola monta son excepcionalmente largas y que las parejas generalmente permanecen ‘trabadas’ en un bloqueo genital después de la eyaculación; de igual manera, las hembras mostraban la reacción de agarre descrita por Zumpe y Michael (1968), lo que para la investigadora revela dos indicios de que el orgasmo sucede: la ocurrencia del bloqueo genital en la fase post-eyaculatoria (esto es causado tanto por agrandamiento del pene dentro de la vagina como la simultánea constricción de los músculos pélvicos), y que la hembra alcanza la espalda del macho y se sostiene de ella. Masters, W. y Johnson, V. (1966), argumentan que las contracciones musculares vaginales durante la fase orgásmica, son una de las más distintivas características del orgasmo. Además, las hembras mostraban conducta de monta con otras hembras, es decir, que tenían encuentros homosexuales en los que tomaban un papel activo para asumir roles sexuales invertidos, lo que a juicio de la investigadora ofreció una

nueva visión de la sexualidad primate no humana. Chevalier considera que otra señal de que las hembras de macaco rabón presentan orgasmo, es que en las montas homosexuales exhibieron características del orgasmo en machos tales como rigidez de cuerpo seguida de espasmos corporales, vocalizaciones y una expresión facial emocional positiva característica: chasquido y fruncimiento de labios seguido de una mueca de boca cuadrada (Fig. 4).

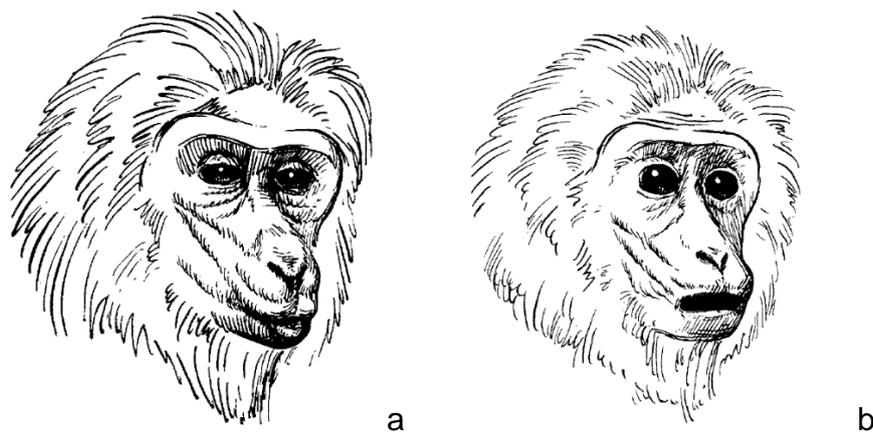


Fig. 4 a) Expresión de chasquido de labios. Labios entreabiertos. La expresión de chasquido de labios implica movimientos rápidos y repetitivos de un movimiento entre una posición con labios y quijadas ligeramente abiertas y lengua que sobresale ligeramente con la boca cerrada en posición de labios fruncidos. El chasquido de labios es una expresión intensa y cariñosa. b) La boca cuadrada es una expresión emocionada y cariñosa. (Chevalier-Skolnikoff, 1974).

Goldfoot. D., et al (1980), encontraron contracciones uterinas intensas y el repentino aumento de la tasa cardíaca, coincidentes con el comportamiento homólogo de la respuesta eyaculatoria del macho (menos la emisión seminal) en una hembra normal de macaco rabón enganchada en episodios de monta homosexual. Los patrones de comportamiento fueron también observados en cópulas heterosexuales. Los investigadores concluyeron que esas respuestas

demonstraron la existencia de una respuesta orgásmica en un primate no humano.

En 1998, Troisi, A. y Carosi, M, siguiendo la línea de observación y estudio de la conducta en primates, apuntan que la ocurrencia del orgasmo en hembras parece ser altamente variable y aun pobremente entendida, pero sus descubrimientos sugieren que los mecanismos proximales que controlan los límites en las hembras de macacos, son más responsivos al estímulo social y menos constreñidos por limitaciones fisiológicas o el tipo y duración de la estimulación física como previamente se pensaba. Troisi y su coautora argumentan que sus descubrimientos proveen evidencia indirecta de que el orgasmo en hembras primates es una adaptación la cual tiene la función de selectividad de pareja (Troisi, A., Carosi, M, 1998).

Pfaus, J., et al (2016), trabajando con bases biológicas y neurales del comportamiento, publicaron el artículo "Do rats have orgasms?", el cual reportó que las hembras de rata manifiestan, durante la interacción sexual, cambios fisiológicos y comportamentales tales como: contracciones musculares del piso pélvico (experimentadas a intervalos discretos durante el sexo), exhausto sexual, terminación del estro, sensibilización a largo término del contexto (establecen una preferencia de lugar y del compañero asociado con una inducción hedónicamente positiva, un estado de recompensa sexual opioide-inducida). Los investigadores argumentan que este estado de recompensa incrementa la activación de sistemas neuroquímicos excitatorios tales como dopamina, noradrenalina, oxitocina y vasopresina que derivan en excitación sexual, preferencias de lugar condicionadas, y preferencias de pareja en las circunstancias apropiadas. Los datos sugieren que la estimulación

genitosensorial del clítoris induce un estado placentero del que las hembras son conscientes en términos de que realizan 'llamadas apetitivas', es decir, vocalizaciones que intentan compensar comportamentalmente si la estimulación es disminuida por agentes farmacológicos o lesiones a nervios específicos. Los autores concluyen que este despliegue de manifestaciones es consistente con las 'Orgasm Like Responses' (OLR , 'Respuestas Tipo Orgasmo') en las que ellos se basaron con referencia al estudio realizado por Mah y Binik (2002) citados en Pfaus, J., et al (2016):

1.- cambios fisiológicos, incluyendo las contracciones del piso/suelo pélvico y de los músculos anales que estimulan las contracciones uterinas y cervicales en la mujer. Estas contracciones deberían ocurrir en sincronía temporal con la activación simpática y/o flujo de sangre desde los tejidos eréctiles.

2.- cambios comportamentales a/de corto plazo que reflejan la conciencia inmediata de un placer hedónico, un estado de recompensa. Éstos incluyen patrones de vocalizaciones medibles, rechazo de posterior estimulación genitosensorial, y/o comportamiento de relajación o quietud durante o inmediatamente después de OLR.

3.- cambios comportamentales a largo plazo que dependen del estado de recompensa inducido por la OLR. Éstos incluyen un estado identificable de saciedad sexual, el reforzamiento de patrones de excitación sexual y deseo en cópulas subsecuentes, y la generación de lugar condicionado y de preferencias de pareja para un contexto de relación de/con pareja señales asociadas con el estado de recompensa. Pfaus, J., et al (2016), mencionan que los estudios en animales de laboratorio, usando el paradigma de lugar de preferencia

condicionado, confirman que las hembras experimentan recompensa sexual durante la cópula que es regulada por la hembra en cuanto a proporción y tiempo de estimulación de clítoris (pre y post-orgasmo).

3. JUSTIFICACIÓN

La respuesta orgásmica en hembras es, hasta nuestros días, una incógnita en lo referente a su papel en el proceso evolutivo, como expresa R. Levin: “Esta molesta cuestión biológica ha sido (¡y sigue siendo!) El foco de una acalorada discusión entre quienes consideran que el orgasmo femenino es un ‘subproducto evolutivo’ y quienes lo consideran como una ‘adaptación’ (2014, p. 5).

Como herramienta para discutir las posturas académicas de las hipótesis encontradas y reportadas en el presente ensayo, se utilizó la visión de Imre Lakatos basada en el fortalecimiento de los núcleos firmes dentro de las investigaciones vigentes, o Programas de Investigación Científica (PIC) (Fig. 5) (Cova, A. I. 2005; Lakatos, 1978).

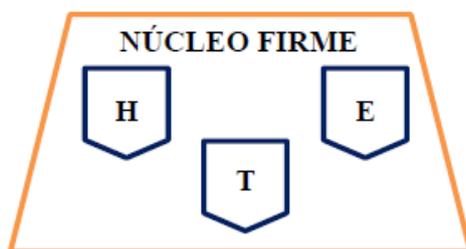


Fig. 5 El Núcleo Firme es la parte más estable de todo Programa de Investigación Científica; está compuesto por hipótesis generales (H), teorías (T) o enunciados universales (E). (Cova, A. I. 2005; Lakatos, 1978).

Esta herramienta de análisis sirve para identificar las hipótesis que son mayormente respaldadas por otros grupos de investigadores, por lo que se infiere que éstas representan núcleos firmes en las diferentes áreas del conocimiento. De tal manera que es posible esquematizar y conocer la tendencia actual del debate, visualizando desde qué áreas del conocimiento se proponen las hipótesis, cuáles fueron los criterios metodológicos utilizados, los modelos de

mamíferos en los que realizaron sus estudios (humanos, otros primates, roedores, etc.), así como los países e institutos desde donde se generan las propuestas. Al tener este panorama global, se facilita hacer inferencias generales de las razones que conllevan a que el orgasmo en hembras, presente a la fecha, una marcada división de posturas científicas en torno a su papel en el proceso evolutivo.

4. DEBATE

El análisis principal de este trabajo se enfoca en lo concerniente a las hipótesis evolutivas que, como se mencionó anteriormente, se alinean básicamente en dos grupos: los que atribuyen un efecto adaptativo (pero con distintas hipótesis dentro de esta división); y el otro grupo el cual argumenta que puede, de facto, no tener valor reproductivo en las hembras.

Con fundamento en la revisión de las hipótesis analizadas por Lloyd en su libro publicado en el 2005: *The case of the female orgasm. Bias in science of evolution*, se refieren aquí algunas de las principales propuestas, para tener una plataforma de partida de lo encontrado por la autora y, posteriormente, se incorporan las explicaciones que han surgido a lo largo de los últimos trece años desde su publicación, para conocer el estatus actual del debate, a la luz de las nuevas tecnologías, descubrimientos y enfoques, es decir, nuevas formas de entender la evolución.

E. Lloyd (2005) ordenó las propuestas que analizó, bajo el criterio del rol que desempeña el orgasmo en hembras dentro del proceso evolutivo. Primeramente, dividió las hipótesis en dos, dependiendo si su argumento es que el orgasmo tiene un papel adaptativo o que no lo tiene. Dentro de la primera categoría entran casi todas las hipótesis que Lloyd compiló; la segunda categoría que corresponde entonces a la visión de que el orgasmo no tiene una función adaptativa, presenta una sola hipótesis que ha sido llamada: hipótesis del subproducto evolutivo. En la siguiente figura (Fig.6), se muestra el ordenamiento de hipótesis por criterio de función que realizó Lloyd, asimismo se señalan sus exponentes y el año de publicación de tales hipótesis.

Argumentos compilados por E. Lloyd (2005)

El orgasmo tiene un rol adaptativo			El orgasmo no tiene un rol adaptativo		
Hipótesis	Autor	Año	Hipótesis	Autor	Año
1.-Formación de pareja	Morris, D.	1967	10.- Subproducto evolutivo	Symons, D.	1979
2.-Formación de pareja	Alcock, J.	1980	11.- Subproducto evolutivo	Gould, S.	1987
3.-Estimular respuesta orgásmica en macho	Allen, M., Lemmon, W.	1981	12.- Subproducto evolutivo	Lloyd, E.	2005
4.-Reforzamiento intermitente	Diamond, M.	1980			
5.-Reforzamiento intermitente	Hrdy, S.	1996			
6.-Éxito reproductivo por succión	Fox, C., Wolff, H. y Baker, J.	1970			
7.-Éxito reproductivo por succión	Singer, J., Singer, I.	1978			
8.-Éxito reproductivo por competencia de esperma	Baker, R., Bellis, M.	1993			
9.- Éxito reproductivo por competencia de esperma	Thornhill, R., Gangestad, S., Comer, R.	1995			

Fig. 6 Hipótesis de orgasmo divididas por categorías con base en su función. (Lloyd 2005).

Las hipótesis más sobresalientes que surgieron a partir del año 2005, posterior a la publicación de Lloyd, se citan a continuación, fueron compiladas para este trabajo y todas pertenecen a la postura de que el orgasmo tiene una función adaptativa en el proceso evolutivo, pero con distintos argumentos (Fig.7).

Hipótesis de orgasmo más sobresalientes que surgieron a partir del año 2005

El orgasmo tiene un rol adaptativo		
Hipótesis	Autor	Año
13.- Orgasmo induce ovulación	Pavlicev, M., Wagner, G	2016
14.- Orgasmo refuerza la conducta de cópula y moldea el comportamiento de la pareja	Fleischman, D.	2016
15.- Orgasmo no es subproducto evolutivo del rasgo en machos, ya que no evidencia presión de selección.	Zietsch, B., Santtila, P.	2011
16.- Orgasmo es una adaptación facultativa	Puts, J., Wheatley, D.	2015
17.- Orgasmo es recompensa sexual y fomenta el vínculo de pareja	Pfaus, J., et al	2016
18.- No hay una prueba crucial que pueda falsificar la hipótesis sobre que el orgasmo es adaptativo.	Levin, R.	2014
19.- Orgasmo no es factor de fidelidad en las mujeres ni sirve para indicar al hombre mayores posibilidades de fecundación. No obstante, los autores no descartan alguna función adaptativa del orgasmo).	Ellsworth, R., Bailey, D.	2013
20.- Éxito reproductivo por succión.	Huynh, H., et al	2013

Fig. 7 Hipótesis de orgasmo más sobresalientes que surgieron a partir del año 2005, posterior a la publicación de Lloyd. Todas pertenecen a la postura de que el orgasmo tiene una función adaptativa en el proceso evolutivo, pero con un argumento distinto.

Para propósitos del análisis del presente debate, se expone cada postura con el número que es representada (del uno al veinte según la compilación aquí propuesta); y se incorpora una pequeña tabla con información sobre la formación académica de los autores, año de publicación de sus propuestas, país de origen y área o departamento de la Institución en la que se realizó cada investigación.

(Ver tabla en anexo 1 'Tabla de compilación de hipótesis sobre la función del orgasmo en hembras en el proceso evolutivo').

De acuerdo al análisis fundamentado en los Programas de Investigación Científica de Imre Lakatos; se resaltó la existencia de cuatro hipótesis principales que fueron respaldadas por otros grupos de investigadores, por lo que se infiere que éstas representan núcleos firmes en las diferentes áreas del conocimiento. (Ocho fueron las hipótesis, de las veinte revisadas, que quedaron fuera del análisis debido a que no presentaron una postura que fuese apoyada por otros investigadores).

La Figura 8, muestra el Diagrama de representación gráfica de los cuatro Programas de Investigación Científica y sus núcleos firmes para las posiciones teóricas con respecto a la función del orgasmo en hembras. Se señala en la parte superior una línea del tiempo para esquematizar en qué momento surgió cada hipótesis; el lapso de duración de su vigencia se grafica de acuerdo a la longitud de la elipse que lo representa, con base en los años de las publicaciones de los estudios que la respaldan. Se indica con un cuadro color verde, aquellos cuya postura es que el orgasmo tiene una función adaptativa y con un cuadro color rojo, el PIC que tiene una postura NO adaptativa con respecto a la función del orgasmo.

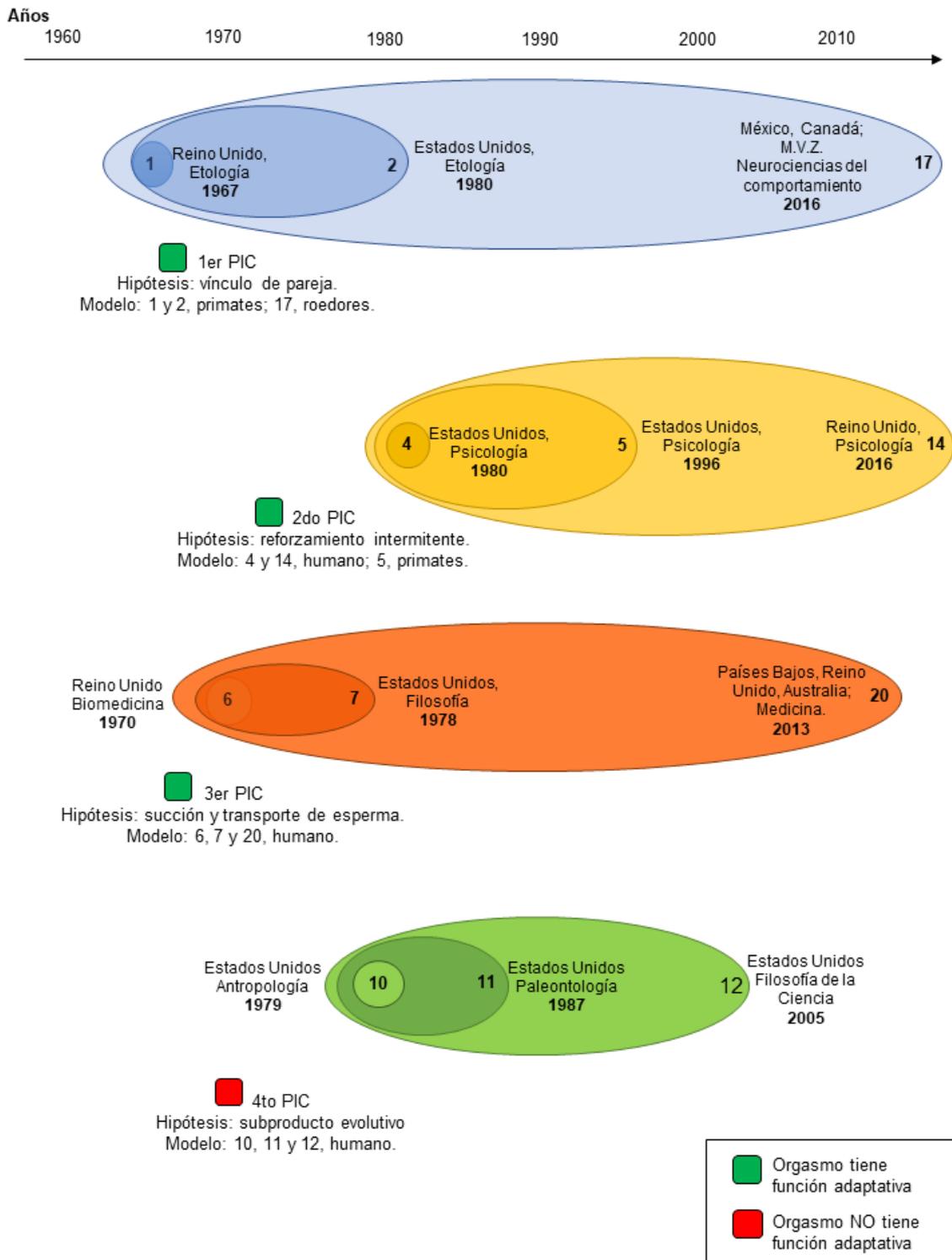


Fig. 8 Diagrama de representación gráfica de los cuatro Programas de Investigación Científica y sus núcleos firmes para las posiciones teóricas con respecto a la función del orgasmo en hembras.

A continuación, se describen los cuatro núcleos firmes de las hipótesis propuestas sobre el papel del orgasmo en hembras en el proceso evolutivo:

Primer Programa de investigación Científica: Vínculo de pareja. Representado por las hipótesis número 1, 2 y 17. Áreas del conocimiento: Etología, M.V.Z., Neurociencias del comportamiento. Países de origen de las investigaciones: Reino Unido, Estados Unidos, México y Canadá. Publicaciones realizadas en los años: 1967, 1980, 2016.

Segundo Programa de investigación Científica: Reforzamiento intermitente de conducta de cópula. Representado por las hipótesis número 4, 5 y 14. Área del conocimiento Psicología. Países de origen de las investigaciones: Estados Unidos y Reino Unido. Publicaciones realizadas en los años: 1980, 1996, 2016.

Tercer Programa de investigación Científica: Succión de Esperma. Representado por las hipótesis número 6, 7 y 20. Áreas del conocimiento: Biomedicina, Filosofía, Medicina. Países de origen de las investigaciones: Estados Unidos, Países Bajos, Reino Unido y Australia. Publicaciones realizadas en los años: 1970, 1978, 2013.

Cuarto Programa de Investigación Científica Subproducto evolutivo. Representado por las hipótesis número 10, 11 y 12. Áreas del conocimiento: Antropología. Paleontología. Biología Evolutiva. Filosofía de la ciencia. País de origen de las investigaciones: Estados Unidos. Publicaciones realizadas en los años: 1979, 1987, 2005.

5. DISCUSIÓN

Desde el punto de vista evolutivo, es evidente que hay dos polos en las hipótesis sobre el papel del orgasmo en hembras a nivel adaptativo. Desde la década de los sesentas, hasta investigaciones recientes consultadas para este trabajo, son más las propuestas que se adhieren al núcleo firme de la adaptación, el cual se subdivide en tres diferentes posturas: 1) las que proponen que sirve para formar vínculo de pareja, 2) las que plantean que sirve como reforzamiento de conducta de cópula, 3) aquellas que enuncian que tiene la función de provocar contracciones que permiten la succión y transporte de espermatozoides. En el otro polo, están aquellas hipótesis que descartan que tenga un papel adaptativo dentro del proceso evolutivo, y éstas corresponden a un solo núcleo firme que propone que la respuesta orgásmica es simplemente un subproducto de la evolución.

La hipótesis de mayor sobrevivencia en el tiempo (desde las primeras publicaciones que la mencionan en 1967 y hasta las últimas revisadas correspondientes al año 2016), y con mayor número de países apoyándola y con dos tipos de modelos de estudio (primates y roedores), es la de vínculo de pareja. En sus primeras publicaciones comienza basándose en estudios etológicos y recientemente se refuerza con investigaciones desde las neurociencias del comportamiento.

Una hipótesis surgida en años más recientes (década de 1980), pero que se sostiene actualmente con una publicación en el año 2016 que la respalda, es la de reforzamiento intermitente. Esta propuesta proviene únicamente de investigaciones realizadas en los Estados Unidos y se basa solamente en el área de la Psicología. A pesar de ser apoyada por distintas publicaciones revisadas

en este trabajo, la hipótesis no trasciende la transdisciplina como se ve en otras propuestas.

La hipótesis de succión de esperma, es sostenida por el área médica e incluso la filosófica. Las investigaciones realizadas provienen de diversos países: Estados Unidos, Países Bajos, Reino Unido y Australia. Se propone desde el año 1970 y su vigencia aún perdura con una publicación aún en el año 2013. Por provenir fundamentalmente del área médica, su modelo de estudio ha sido el humano únicamente, según las hipótesis compiladas en este trabajo.

La única propuesta que argumenta que el orgasmo en hembras no tiene un papel adaptativo es la hipótesis de subproducto evolutivo. Proviene de las áreas de investigación de la antropología, la paleontología y filosofía de las ciencias basada en la biología evolutiva. Esta propuesta surge únicamente de Estados Unidos, y toma como modelo de estudio sólo al ser humano. Resalta el hecho de que la última publicación revisada en este ensayo que apoya esta propuesta, fue en el año 2005, y resalta el hecho que no se sigue la línea de investigación en trabajos más recientes.

La cuestión primordial de este análisis ha sido conocer el estatus actual del debate científico de la función del orgasmo en hembras dentro del proceso evolutivo, y se encontró que, a la fecha, sigue siendo imposible asentar una postura definitiva de su papel, puesto que la discusión científica sigue aún sobre la mesa ya que no existe una prueba crucial que pueda falsar la hipótesis sobre que el orgasmo es adaptativo, ni aún existen los descubrimientos suficientes para que se pueda afirmar con precisión, que se ha llegado el final de este debate. Sin embargo, desde la Biología, ha resultado no sólo interesante, sino

indispensable, la investigación del orgasmo en otras especies además de la humana, para poder comprender esta manifestación cabalmente y, sobre todo, desde el punto clave de partida que es la Teoría de la Evolución.

6.-CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

En el análisis del debate científico en torno a la función adaptativa del orgasmo, se hicieron evidentes una serie de tendencias en investigación:

En los primeros años del debate, décadas de los 70 y 80, las propuestas de hipótesis provenían de investigaciones basadas en una o dos disciplinas mayormente, ya que la ciencia se encontraba más compartimentada. Poco a poco surgieron más trabajos interdisciplinarios, y asímimos surgieron nuevos departamentos en investigación en los institutos científicos.

Como se señala en el punto anterior, la tendencia de investigaciones interdisciplinarias la encontramos en el trabajo de Pavlicev, M., Wagner, G., (2016), en el que se propone una hipótesis neuroendocrina evolutiva haciendo un rastreo genético la ovulación y liberación de hormonas con base en emparentamiento genético. La postura neuroendocrina nos sugiere que el flujo de información brindado desde el medio ambiente nos lleva directamente a la adaptación de los organismos, como es en el caso de los ovuladores espontáneos cíclicos. Se sugiere profundizar en el trabajo de Pavlicev, M., Wagner, G., (2016) como línea de investigación ya que esta rama neuroendocrina en la comprensión evolutiva del orgasmo, es pionera y actual por lo tanto aún no cuenta con investigaciones que la respaldan.

Por otro lado, con base en las definiciones de respuesta orgásmica, que toman como modelo de estudio principal a la hembra humana, notamos que, a la fecha, aunque el concepto incluye la interacción de los sistemas muscular, endocrino y

nervioso; y que, además, precisa las relaciones afectivo-conductual, sobresale el hecho de que aún no se toma en cuenta la dimensión epigenética.

Acerca de estudiar la respuesta sexual, y más específicamente orgásmica de otras especies, Zuk, M. (2006, p. 298) señala: “nuestra falta de curiosidad acerca del tema, pone en manifiesto otra manera en que nuestros pensamientos tendenciosos pueden cegarnos (...) sobre todo, un examen del orgasmo en la mujer podría señalar el camino hacia una mayor conciencia de las tendencias en los estudios de otros fenómenos biológicos” y de igual manera estamos de acuerdo con E. Lloyd (2005), que menciona al final de su libro que el caso aún está abierto, y es perfecto para un buen trabajo científico integrativo.

Con base en las conclusiones anteriores, y bajo el enfoque de Lakatos de los núcleos firmes se sugiere que las y los Biólogos, puedan incorporar las propuestas de áreas como lo son por ejemplo la Medicina, la Psicología, la Antropología, y que esto promueva la migración hacia la transdisciplina, lo que facilita el estudio de rasgos de naturaleza compleja desde distintos enfoques; ya que en el análisis del debate sobre el papel del orgasmo en el proceso evolutivo, descubrimos que lo que divide las distintas hipótesis, es el origen de la formación de los investigadores, es decir, que poco se mueven en la transdisciplina y, por el contrario, se aglomeran en posturas teórico-metodológicas bien delimitadas. Al avanzar la tecnología y la ciencia, hay necesidad de nuevos especialistas en procesos muy puntuales e integradores (por ejemplo, bioinformática), por lo que son importantes las nuevas visiones transdisciplinares y la oportunidad para fomentar la colaboración y establecimiento de grupos multi e interdisciplinarios no sólo a nivel local sino también global.

Un ejemplo actual de lo que hace la Universidad Nacional Autónoma de México en interdisciplina, es el CEIICH (Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades), y lo que proponen sus investigadores, Luis E. Eguiarte, Jonás A. Aguirre-Liguori, Lev Jardón-Barbolla, Erika Aguirre-Planter y Valeria Souza, del Lab. de Evolución Molecular y Experimental, Depto. de Ecología Evolutiva, Instituto de Ecología es que, tras el desarrollo técnico y la acumulación de información y datos, “el reto será ser capaces de plantear preguntas adecuadas para hacer inferencias del mar de información disponible”.

7. REFERENCIAS

- Alcock, J. (1987). Ardent adaptationism. *Natural History*. 96: 4
- Allen, M., Lemmon, W. (1981) Orgasm in Female Primates. *American Journal of Primatology* 1:15-34
- Baker, R., Bellis, M. (1995) Human Sperm Competition: Copulation, Masturbation and Infidelity. London: Chapman & Hall.
- Bozkurt, T., Türk, G., Seyfettin Gür, S., (2007) Effect of clitoral massage on levels of estradiol, testosterone, dehydroepiandrosterone sulphate and pregnancy rate in cows. *Veterinarski Arhiv* 77 (1), 59-67
- Burton, F. (1970). Sexual Climax in Female *Macaca mulatta* *Proc. 3rd int. Congr. Primat.*, Zurich 1970, vol. 3, pp. 180-191 87
- Chevalier-Skolnikoff, S., (1974). Male-Female, Female-Female, and Male-Male sexual behavior in the stumptail monkey, with special attention to the female orgasm. *Archives of Sexual Behavior*, March 1974, Volume 3, Issue 2, pp 95-116
- Coria, G. (2012, Abril, 15). ¿Para qué sirve un orgasmo? Dr. Genaro Coria Ávila II Jornadas de Neurociencias. [Archivo de video] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=0aDkziUAVJ4>
- Coria, G. Herrera, D., Ismail, N., Pfaus, J. (2016) The role of orgasm in the development and shaping of partner preferences. *Socioaffective Neuroscience Psychology*. 6: 10.3402/snp.v6.31815
- Coria, G., Hernández, M., Toledo, R., García, L., Manzo, Pacheco, P., Miquel, M., Pfaus, J. (2008) Bases biológicas y neurales de las preferencias de pareja en roedores: modelos para entender los vínculos afectivos en humanos. *Revista de neurología* 47 (4): 209-214
- Cour, F., Droupy, S., Faix, A., Methorst, C., y Giuliano F. (2013). Anatomie et physiologie de la sexualité. *Progrés en urologie*. 23, 547-561.

Cova, A. I. (2005). Lakatos y los Programas de Investigación Científica. (U. d. Zulia, Ed.) *OMMIA*, 11(003), 83-108.

Diamond, M. (1980) *Sexual Decisions*. Michigan, Estados Unidos. Little Brown and Company.

Dobzhansky, T. (1973). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher*, 35(3), 125-129.

Eguiarte, L.E., Aguirre-Liguori, J. A., Jardón-Barbolla, L., Aguirre-Planter, y E., Souza, V. (2013). Genómica de poblaciones: nada en evolución va a tener sentido si no es a la luz de la genómica, y nada en genómica tendrá sentido si no es a la luz de la evolución. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 16(1), 42-56.

Ferro, S. (26 de septiembre de 2013). Do animals have orgasms? Well, probably, but how can you tell? Obtenido de Popular Science: <https://www.popsci.com/science/article/2013-09/fyi-do-animals-have-orgasms>

Fleischman, D. 2016. An evolutionary behaviorist perspective on orgasm. *Socioaffective Neuroscience and psychology* 6: 321-30

Fox, C., Wolff, H. y Baker, J. (1970) Measurement of intra-vaginal and intra-uterine pressures during human coitus by radio-telemetry. *Journal of reproduction and fertility*, 22, 243-251.

Goldfoot. D., Westerborg-van Loon, H., Groeneveld, W., Slob, A.K., (1980). Behavioral and physiological evidence of sexual climax in the female stump-tailed macaque (*Macaca arctoides*). *Science*. Jun 27;208(4451):1477-9.

Gould, S. 1987. Freudian slip. *Natural History* 96(2):14–21

Hrdy, S. (1996) The evolution of female orgasms: Logic please but no atavism. *Animal Behavior* 52:851–52

Huynh, H., Willemsen, A., Lovick, T., Holstege (2013). Pontine Control of Ejaculation and Female Orgasm. *Journal of Sexual Medicine*, doi: 10:3038–3048.

Lakatos, I. (1989). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid, España: Alianza Editorial.

Levin, R. (2011) Can the Controversy About the Putative Role of the Human Female Orgasm in Sperm Transport be Settled with Our Current Physiological Knowledge of Coitus?. *Journal of Sexual Medicine* 8:1566–1578

Levin, R. (2014). The pharmacology of the human female orgasm -Its biological and physiological backgrounds. *Pharmacology, Biochemistry and Behaviour* 121: 62-70.

Lloyd, E. (2005). *The Case of the Female Orgasm: Bias in the Science of Evolution*, London, England: Harvard University Press.

Lunstra, D., Hays W., Bellows R., Laster D. (1983) Clitoral stimulation and the effect of age, breed, technician, and postpartum interval on pregnancy rate to artificial insemination in beef cattle. *Theriogenology*. 19(4):555-63

Masters, W., Johnson, V. (1966). *Human Sexual Response*. Toronto; New York: Bantam Books.

McKenna, K. (2000). The neural control of female sexual function. *NeuroRehabilitation* 15, 133–143.

McKenna, K., (2000). The neural control of female sexual function. *NeuroRehabilitation* 15: 133–143

Morris, D. (1967) *The Naked Ape: A Zoologist's Study of the Human Animal*. Londres, Gran Bretaña. Jonathan Cape.

Pavlicev, M., Wagner, G. (2016). The Evolutionary Origin of Female Orgasm. *Journal of Experimental Zoology B: Molecular and Developmental Evolution*, 00B:1-12.

Pfaus, J., Scardocho, T., Parada, M., Gerson, C., Quintana, G., Coria, G., (2016). Do rats have orgasms? *Socioaffective Neuroscience and psychology* 6: 31883 doi: 10.3402/snp.v6.31883.

Plant, T., Zeleznik, A. (2015) Knobil and Neill's Physiology of Reproduction 4th Edition Volume 1, Oxford, UK: Elsevier.

Portillo, W., Paredes R. (2010) *Conducta sexual*. Dirección general de divulgación de la ciencia. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.

Puppo, V. (2013) Anatomy and Physiology of the Clitoris, vestibular bulbs, and labia minora with a review of the female orgasm and the prevention of female sexual dysfunction. *Clinical anatomy* 26: 134-152.

Puts, J., Wheatley, D. (2015) Evolutionary Science of Female Orgasm. DOI: 10.1007/978-3-319-09384-0_7

Randel, R., Short, R., Christesen D., Bellows R. (1975) Effect of Clitoral Massage after Artificial Insemination on Conception in the Bovine. *Journal of Animal Science* 40(6):1119-23

Roach, M. (2009, Febrero). Mary Roach: 10 things you didn't know about orgasm. [Archivo de video]. Retrieved from:
https://www.ted.com/talks/mary_roach_10_things_you_didn_t_know_about_orgasm

Segura, C., Rodriguez R. (1994) Effect of clitoral stimulation after artificial insemination on conception in Zebu-crossbred heifers in the tropics *Theriogenology* 42(5):781-7

Sergiel, A., Maślak, R., Zedrosser, A., Paško, L. Garshelis, D., Reljić, S., Huber, D. (2014) Fellatio in Captive Brown Bears: Evidence of Long-Term Effects of Suckling Deprivation? *Zoo Biology* 33: 349–352

Singer, J., Singer, I. (1978). Types of Female Orgasm. 10.1007/978-1-4613-3973-1_12.

Smith, A., Ågmo, A., Birnie, A., French, J. (2010) Manipulation of the oxytocin system alters social behavior and attraction in pair-bonding primates, *Callithrix penicillate*. *Hormones and Behavior* 57 (2010) 255–262.

Symons, D. (1979) *The evolution of human sexuality*. New York: Oxford Univ. Press.

Tan, M., Jones, G., Zhu, G., Ye, J., Hong, T., Zhou, S., Zhang, S., Zhang, L., (2009) Fellatio by Fruit Bats Prolongs Copulation Time. *PLoS ONE* 4(10): e7595. doi:10.1371/journal.pone.0007595

Thornhill, R., Gangestad, S., Comer, R. (1995) Human female orgasm and mate fluctuating asymmetry. *Animal Behavior* (50) 1601-1615

Troisi, A., Carosi, M, (1998) Female orgasm rate increases with male dominance in Japanese macaques. *Animal behaviour*, 56: 1261–1266

Wheatley, J., Puts, D. (2015) Evolutionary Science of Female Orgasm. En T. K. Shackelford, R. D. Hansen (eds.), *The Evolution of Sexuality*, Evolutionary Psychology (pp. 123-148) DOI 10.1007/978-3-319-09384-0_7

Zietsch, B., Santtila, P. (2011) *Animal Behaviour* 82: 1097-1101

Zuk, M. (2006) The Case of the Female Orgasm. *Perspectives in Biology and Medicine*, Volume 49, Number 2, Spring pp. 294-298 Essay Review

Zumpe, D., Michael R. (1968). the clutching reaction and orgasm in the female Rhesus monkey (*Macaca mulatta*) *Journal of Endocrinology* 40, 117-123.

Tabla de compilación de hipótesis sobre la función del orgasmo en hembras en el proceso evolutivo

Nombre	Formación académica/líneas de investigación	País	Instituto/Departamento	Título de la publicación y journal	Año	Modelo de estudio	Contenido
1.- Morris, D.	Zoólogo/Etólogo	Gran Bretaña	Universidad de Oxford /Comportamiento animal. Evolución humana.	El mono desnudo /	1967	Primates	El orgasmo en hembras tiene la función adaptativa de consolidar el vínculo de pareja.
2.- Alcock, J.	Biólogo/Etólogo Enfocado en sistemas de apareamiento en insectos	Estados Unidos	Arizona State University / Evolución y Biología del Desarrollo. Comportamiento animal.	Más allá de la sociobiología de la sexualidad: hipótesis predictivas.	1980	Primates	El orgasmo en las hembras funciona para la selección de pareja: los machos que logran dar a sus parejas un orgasmo, también son más proclives a desempeñarse como buenos padres, por lo que, las hembras que suelen tener orgasmos más fácilmente
3.- Allen, M., Lemmon, W.	Allen: Psicología, Biología. Lemmon: Medicina, Biología	Estados Unidos	Instituto para estudios en primates	Orgasm in female primates	1981	Primates	La respuesta orgásmica ha evolucionado con el propósito de estimular la respuesta orgásmica en el macho.
4.- Diamond, M.	Anatomía y Biología Reproductiva Psicología	Estados Unidos	Universidad de Hawaii / Departamento de Anatomía, Bioquímica y Fisiología	The Biosocial Evolution of Human Sexuality	1980	Humano	El orgasmo es una recompensa, al no presentarse en todas las cópulas, hay reforzamiento intermitente, lo cual hace que la conducta de cópula sea más estable y difícil de extinguir.

Nombre	Formación académica/líneas de investigación	País	Instituto/Departamento	Título de la publicación y journal	Año	Modelo de estudio	Contenido
5.- Hrdy, S.	Antropóloga, primatóloga. Psicología evolutiva y Sociobiología.	Estados Unidos	Universidad de California / Departamento de Antropología	The evolution of female orgasms: logic please but no atavism	1996	Primates	Las mujeres, al buscar numerosas parejas de apareamiento para satisfacer sus necesidades sexuales en un período relativamente corto de tiempo, podrían también lograr una meta adaptativa de 'paternidad confusa', de esta forma, las parejas estarían menos inclinadas a lastimar y más inclinadas a proteger a la descendencia que tiene alguna posibilidad de ser su propia descendencia.
6.- Fox, C., Wolff, H. y Baker, J.	Biomedicina	Gran Bretaña	Instituto Nacional para la investigación médica / División de ingeniería biomédica	Medición de las presiones intra-vaginales e intrauterinas durante el coitus humano mediante radio-telemetría	1970	Humano	Existe un gradiente de presión entre la vagina y el útero inmediatamente después de que sucede el orgasmo en la mujer, lo cual podría llevar a respaldar la teoría de la succión uterina, la cual supone que el útero juega una parte activa en el transporte del semen desde la vagina.

Nombre	Formación académica/líneas de investigación	País	Instituto/Departamento	Título de la publicación y journal	Año	Modelo de estudio	Contenido
7.- Singer, J., Singer, I.	Filosofía	Estados Unidos	Massachusetts Institute of Technology / Department of Linguistics and Philosophy	Tipos de orgasmo femenino	1978	Humano	Amplía la teoría de succión de esperma de Fox et al. (1970), y propone que los orgasmos pueden ser clasificados con base en el criterio de localización de las contracciones, es decir, si involucran contracciones del útero, o contracciones de la vagina. Los orgasmos uterinos fueron sugeridos como facilitadores de la concepción mientras que los no-uterinos no se consideraron así; por lo que plantea que tras una variación sistemática entre un tipo de orgasmo y otro, una mujer podría, consciente o subconscientemente, influir en la probabilidad de la concepción
8.- Baker, R., Bellis, M.	Biólogos. Comportamiento animal.	Gran Bretaña	Universidad de Manchester / Departamento de Biología del Ambiente	Competencia de esperma humano: manipulación de eyaculación por las hembras y una función para el orgasmo femenino	1993	Humano	Competencia de esperma: la retención del esperma podría depender de si la mujer había tenido un orgasmo o no, y en qué momento ocurrió el mismo (antes, durante o después del coito). La retención del semen sería de una pareja preferida, lo que incrementaría la probabilidad de la concepción, e incluso jugaría un papel en la competición del esperma ya que expelería el esperma de la pareja que precedió inmediatamente.

Nombre	Formación académica/líneas de investigación	País	Instituto/Departamento	Título de la publicación y journal	Año	Modelo de estudio	Contenido
9.- Thornhill, R., Gangestad, S., Comer, R.	Biología y Psicología	Estados Unidos	Universidad de nuevo México / Departamento de Psicología y Departamento de Biología	El orgasmo femenino humano y la asimetría fluctuante de la pareja	1995	Humano	Competencia de esperma: Debido a que el orgasmo se correlaciona con retención de esperma y por lo tanto con fertilidad, el orgasmo es una adaptación que promueve la aptitud del macho en un ambiente de apareamiento con múltiples parejas y por lo tanto competición de esperma. Mujeres con parejas que poseen baja fluctuación asimétrica, reportaron significativamente más orgasmos femeninos copulatorios que aquellas parejas en las que el hombre poseía alta fluctuación asimétrica
10.- Symons, D.	Antropólogo. Psicología Evolutiva.	Estados Unidos	Universidad de California / Departamento de Antropología	"The Evolution of Human Sexuality"	1979	Humano	Subproducto evolutivo: introduce la idea de que el clítoris es un homólogo del pene, un subproducto por desarrollo embrionario. La organización neural homóloga del clítoris y el pene explica por qué ambos son fácilmente estimulados para el orgasmo

Nombre	Formación académica/líneas de investigación	País	Instituto/Departamento	Título de la publicación y journal	Año	Modelo de estudio	Contenido
11.- Gould, S.	Paleontólogo. Biólogo Evolutivo e historiador de la ciencia	Estados Unidos	Universidad de Columbia / Departamento de Paleontología	Freudian slip	1987	Humano	Subproducto evolutivo: Gould propuso que el clítoris es una estructura vestigial en mujeres, que no sirve para ninguna función evolutiva en particular. El glande del clítoris es mucho más pequeño que su homólogo anatómico en hombres: el glande del pene; por lo tanto, podría ser considerado un vestigio del desarrollo de los genitales masculinos.
12.- Lloyd, E.	Historia y Filosofía de la Ciencia	Estados Unidos	Universidad de Indiana / Historia y Filosofía de la Ciencia	The Case of the Female Orgasm: Bias in the Science of Evolution	2005	Humano	Lloyd (2005) hizo eco a los argumentos de Symons y Gould concordando con sus propuestas sobre la respuesta orgásmica en hembras.

Nombre	Formación académica/líneas de investigación	País	Instituto/Departamento	Título de la publicación y journal	Año	Modelo de estudio	Contenido
13.- Pavlicev, M., Wagner, G	Ecología, Filogenética molecular. Biología evolutiva, Obstetricia, Ginecología y ciencias reproductivas	Estados Unidos	Instituto de perinatología de Cincinnati, Universidad de Cincinnati, Universidad de Yale, Universidad del Estado de Wayne Centro médico infantil de Cincinnati, Ecología y Biología Evolutiva, Biología de sistemas, Ginecología, Obstetricia y Ciencias Reproductivas	The Evolutionary Origin of Female Orgasm	2016	Diferentes especies de mamíferos	Orgasmo induce ovulación: los autores proponen que el rasgo ancestral que evolucionó hasta lo que hoy conocemos como orgasmo en hembras humanas, tuvo la función ancestral de inducir la ovulación: el reflejo neuroendocrino presente en especies en las cuales la ovulación es dependiente de la estimulación física durante la cópula
14.- Fleischman, D.	Psicología Evolutiva	Gran Bretaña	University of Portsmouth / Department of Psychology,	An evolutionary behaviorist perspective on orgasm	2016	Humano	Orgasmo refuerza la conducta de cópula: La evolución ha usado los orgasmos para entrenarnos hacia fines adaptativos conductuales; el orgasmo y la alta excitación sexual son respuestas que derivan directamente en estados de dicha.

Nombre	Formación académica/líneas de investigación	País	Instituto/Departamento	Título de la publicación y journal	Año	Modelo de estudio	Contenido
15.- Zietsch, B., Santtila, P.	Psicología, Medicina, Genética, Comportamiento animal	Australia y Finlandia	Universidad de Queensland / Genética, Genética del comportamiento, Psicología y Logopedia	Genetic analysis of orgasmic function in twins and siblings does not support the by-product theory of female orgasm	2011	Humano	El orgasmo no es subproducto evolutivo del rasgo en machos, ya que no evidencia presión de selección: diferentes factores genéticos son los que subyacen a la función orgásmica del macho y la hembra y que la presión de selección en la función del orgasmo en varones no actúa sustantivamente sobre la función en mujeres. Estos resultados desafían la teoría del subproducto del orgasmo femenino.
16.- Puts, J., Wheatley, D.	Antropología evolutiva, ecología del comportamiento, psicología biológica	Estados Unidos	Pennsylvania State University /Departamento de Antropología	La ciencia evolutiva del orgasmo femenino	2015	Humano	El orgasmo es una adaptación facultativa. la variabilidad entre las mujeres y la frecuencia del orgasmo per se, no justifica el rechazo de una hipótesis funcional. En otras palabras, el foco del análisis evolutivo debería estar en el patrón de respuesta en lugar de la frecuencia general.

Nombre	Formación académica/líneas de investigación	País	Instituto/Departamento	Título de la publicación y journal	Año	Modelo de estudio	Contenido
17.- Pfaus, J., et al	Medicina Veterinaria, Neurociencias comportamentales, Psicología evolutiva	México y Canadá	Universidad Veracruzana, Universidad de Ottawa / Centro de investigaciones cerebrales, Centro de estudios en Neurobiología comportamental	El papel del orgasmo en el desarrollo y la configuración de la preferencia de pareja	2016	Roedores	Existe un vínculo entre la experiencia del orgasmo / recompensa sexual y los mecanismos neuroquímicos de vinculación de pareja.
18.- Levin, R.	Medicina, Neurofisiología, Mecanismos de excitación sexual en hombres y mujeres	Gran Bretaña	The University of Sheffield / Department of Biomedical Science	The pharmacology of the human female orgasm - Its biological and physiological backgrounds.	2014	Humano	El orgasmo NO sirve para succión ni transporte de espermatozoides. Señala que la interpretación evolutiva de que el orgasmo es adaptativo, no se puede medir porque no hay una prueba crucial que pueda falsificar la hipótesis.

Nombre	Formación académica/líneas de investigación	País	Instituto/Departamento	Título de la publicación y journal	Año	Modelo de estudio	Contenido
19.- Ellsworth, R., Bailey, D.	Antropología / Psicología	Estados Unidos	University of Missouri Carnegie Mellon University / Department of Anthropology Department of Psychology	Human Female Orgasm as Evolved Signal: A Test of Two Hypotheses	2013	Humano	Los resultados indicaron que hipótesis de la fidelidad femenina no fue respaldada. Asimismo, la segunda hipótesis tampoco se apoyó con los resultados, ya que el orgasmo no se asoció con las percepciones masculinas de la fecundidad de su pareja ni la fidelidad sexual de ésta. Se concluyó que parece ser que el comportamiento del orgasmo femenino no indica fidelidad per se, ni parece influir en las percepciones de los hombres sobre su compañera de cópula. Sin embargo, los autores señalaron que su trabajo no descartó alguna función del orgasmo femenino humano
20.- Huynh, H., et al	Medicina, Fisiología, Farmacología	Países Bajos, Reino Unido, Australia	Universidad Centro Médico Groningen, Países Bajos. Universidad de Bristol, Reino Unido. Universidad de Queensland, Australia. Centro para la Uroneurología, Departamento de Medicina Nuclear e Imagen Molecular, Escuela de Fisiología y Farmacología, Centro de investigación clínica.	Pontine Control of Ejaculation and Female Orgasm	2013	Humano	Huyn y su equipo postulan que, durante el orgasmo, el músculo liso vaginal y el músculo bulboesponjoso estriado producen contracciones rítmicas en la parte distal de la vagina para introducir el semen en la vagina, lo que facilita que los espermatozoides se aproximen al óvulo y lo fertilicen.

