

FACULTAD DE MEDICINA - GRADO EN LOGOPEDIA

Trabajo de Fin de Grado

Curso 2016-2017



**Efecto de los Estrógenos en las  
Funciones cognitivas: Lenguaje**

Autoría: Guillermo Bravo Prieto

Tutoría: D<sup>a</sup> Asunción Rocher Martín

# Índice

1	Introducción.....	2
1.1	Estrógenos, marco contextual.....	2
1.2	Modo de acción.....	5
2	Hipótesis de trabajo y Objetivos .....	6
3	Material y métodos.....	7
4	Resultados .....	7
4.1	Demostración de la presencia de estrógenos en el cerebro .....	8
4.2	Estrógenos y lenguaje .....	10
4.2.1	Estrógenos en las áreas del lenguaje.....	10
4.2.2	Estrógenos en el desarrollo del lenguaje y la persona.....	12
4.2.3	Estrógenos y capacidad lingüística.....	14
4.2.4	Estrógenos e Inteligencia emocional.....	16
5	Discusión y conclusiones .....	18
	Bibliografía.....	19

# 1º Introducción

## Estrógenos, marco contextual

Llamamos Estrógenos a una familia de hormonas de índole sexual que presentan la gran mayoría de reinos de seres vivos. Pertenecen al grupo químico de los esteroides, sustancias orgánicas con núcleo ciclopentanoperhidrofenantreno o *Esterano* que suman un total de 17 átomos de carbono. Los estrógenos son hormonas sexuales que prevalecen sobre todo en la fisiología femenina, aunque también podemos encontrarlos en la masculina. Son responsables principalmente de la diferenciación sexual en etapas tempranas.

Todas las hormonas sexuales surgen a su vez de un Esteroide, el colesterol, y mantienen su facilidad para atravesar la membrana plasmática celular por sus cualidades liposolubles. El siguiente eslabón es el grupo de los Andrógenos donde se integran las hormonas sexuales de prevalencia masculina, siendo los estrógenos el producto de aromatizar estos últimos. Aromatización, por tanto, es el paso de Andrógeno a Estrógeno por acción de la enzima Aromatasa (P450), ganando un carbono en el cambio y sumando un total de 18C por molécula.

A cada hormona andrógeno le corresponde su homólogo estrógeno; de esta forma ambos sexos disponen siempre de mecanismos de autorregulación para balancear sus niveles hormonales según su etapa vital y fisiología. En concreto, la diferenciación sexual y los caracteres sexuales secundarios. La escisión entre sexos es fruto del par de cromosomas XX o XY, que regulan a su vez la distribución en tejidos de cada grupo hormonal.

Existen 3 Estrógenos principales en el metabolismo:

- **B-Estradiol:** El estradiol es con diferencia el más abundante, produciéndose en el ovario y participando a lo largo del desarrollo del cuerpo humano incluso antes del nacimiento. Se considera la contraparte femenina de la Testosterona, principal hormona andrógena. Es predominante en el conjunto general de hormonas sexuales femeninas, con una actividad metabólica superior al resto de estrógenos.

El Estradiol se produce y mantiene principalmente en los folículos ováricos, aunque muchos tejidos son capaces de sintetizarlo, incluidos tejidos no endocrinos como: lipocitos, hepatocitos, células de soporte neuronal, endometrio mamario o corteza renal. Los mecanismos de regulación de esta hormona son: síntesis a partir del Colesterol pasando por Estrona o aromatizar la Testosterona.

Su sola presencia es equiparable a cientos de veces la misma concentración de otras hormonas de menor eficacia. Condiciona el ciclo menstrual al fluctuar en sangre y tejidos, lo que desencadena cambios secundarios en Sistema Nervioso y posterior respuesta en órganos reproductivos.

Cuando alcanza una concentración en sangre específica, el Estradiol desencadena el desarrollo de caracteres sexuales durante la pubertad, tales como: crecimiento de tejido mamario, redistribución de grasa corporal, osificación pronunciada, refuerzo articular, cambios en piel y vello corporal, etc. De manera inversa, su descenso responde al fenómeno de la menopausia, relegado a 2º posición por la Estrona.

- **Estrona:** producto de aromatizar la Progesterona, está a su vez se encarga de regular todo el ciclo de Fecundación hasta Lactancia. También promueve el desarrollo de los caracteres sexuales femeninos secundarios a pequeña escala. El cuerpo mantiene un reservorio de Estrona sulfurado, que en caso de necesidad puede transformarse en B-Estradiol.
- **Estriol:** Un metabolito secundario del Estradiol y la Estrona, también procede de aromatizar una Pre-Hormona llamada Androsterona. Su concentración es significativa en mujeres embarazadas, ya que surge en la placenta en respuesta a la embriogénesis, sin embargo, fuera de esta fase permanece en espera, siendo su principal productor el tejido hepático por intercambio equivalente con el estradiol (Sherwood, 2011), siendo relevante para la formación del feto en el útero

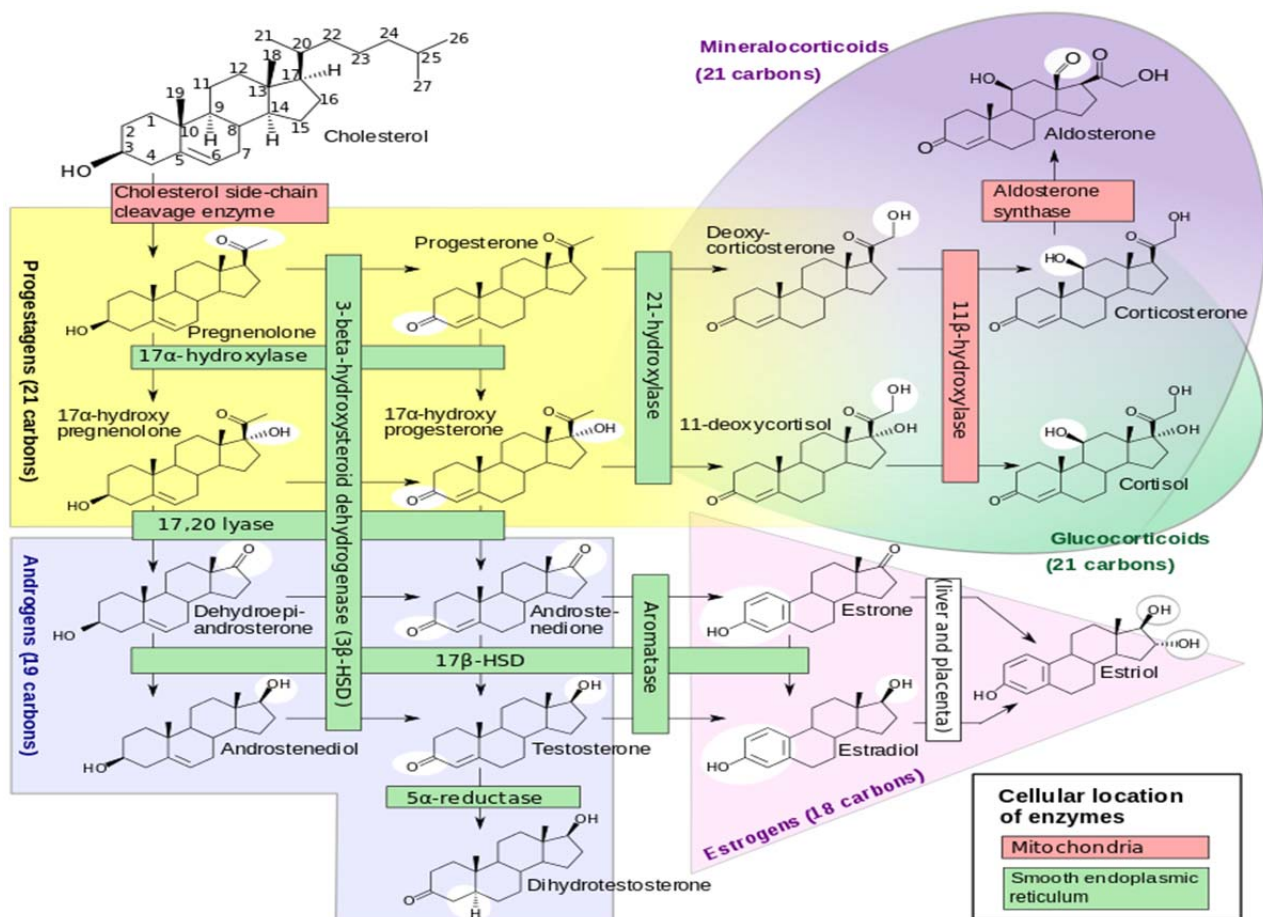


Figura 1: Mapa representativo de la síntesis de los Estrógenos. Fuente: Wikipedia.org

A nivel funcional, los estrógenos se han asociado inexorablemente con las funciones reproductivas femeninas, considerándose las principales hormonas que inducen características feminizantes. Desde el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios hasta el control de la conducta sexual femenina, los estrógenos se mantienen en altos niveles a lo largo de la vida de la mujer, actuando en la ovulación al regular el ciclo menstrual.

Aunque su campo de actuación sea principalmente el cuerpo femenino, también realizan funciones en el masculino. Las funciones principales se refieren a su actuación sobre la conducta sexual del varón y regulando el desarrollo gonadal y las distintas respuestas fisiológicas sexuales masculinas como son la erección y la conducta de copula (Sharpe, 1998). Uno de sus efectos más destacables e indirectamente relacionados con el embarazo femenino, es el hecho de controlar la reabsorción de fluidos a nivel del epidídimo, lo que conduce a un aumento de la cantidad de espermatozoides, y eventualmente predispone la posibilidad de fecundizar a la hembra.

Al mismo tiempo, el papel de las hormonas va más allá de sus funciones sexuales en la adolescencia y la regulación del proceso sexual a lo largo de la vida del adulto. Se ha encontrado evidencias de que aparecen incluso en la primera etapa prenatal. Existen pruebas contrastadas de que los estrógenos sustentan la génesis de conexiones entre distintas zonas del sistema nervioso central, nexos que actuarán posteriormente como vías para regular el tráfico de información durante la primera infancia del bebé (Schwarz y McCarthy, 2008).

En la pubertad, este proceso neuronal se completaría reforzando las conexiones ya existentes y creando otras nuevas, siendo un proceso que quedaría relativamente camuflado al ojo externo por el desarrollo complementario de los caracteres sexuales secundarios. Al mismo tiempo, con el paso de los años, se reduce la plasticidad cerebral y la posible influencia de los estrógenos pasa a un discreto segundo plano.

Altos niveles de Estrógenos en plena actividad condicionará un proceso de “feminización” mientras que con los Andrógenos se produce la “masculinización”. Sobre el papel, estos cambios son expresiones externas de un gen inherente, otorgando rasgos propios a cada sexo. Pero no solo se limitan al desarrollo madurativo gonadal, también hay sutiles cambios en otras zonas “diana” para las hormonas sexuales, como en el cerebro. Pero ningún humano se libra de tener ambas familias hormonales, solo cambian sus concentraciones, por ejemplo: el nivel de estrógenos en un varón es equiparable a los de una mujer ya en fase avanzada de menopausia.

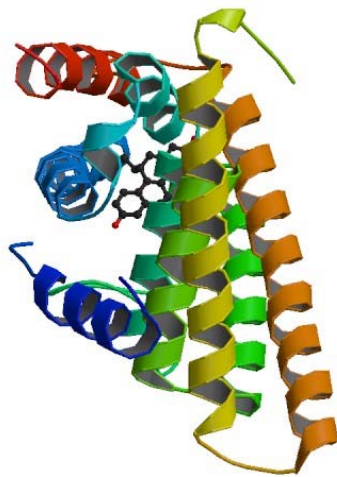
Actualmente se ha descrito el fenómeno del “Neuro-Estrógeno” por el protagonismo adquirido al constatar sus efectos sobre el sistema nervioso. Este concepto surge de la necesidad de agrupar una serie de hormonas sexuales que actúan a nivel cerebral. A efectos bioquímicos, estos neuroestrógenos son responsables de activar mecanismos de respuesta metabólica en las neuronas y células de Glía.

## 1.2 Modo de acción

La presencia de Estrógenos en el medio tisular es motivo suficiente para propiciar cambios significativos en dicho tejido. Gracias a su capacidad para atravesar la bicapa lipídica, los estrógenos entran en el medio celular para inducir reacciones metabólicas.

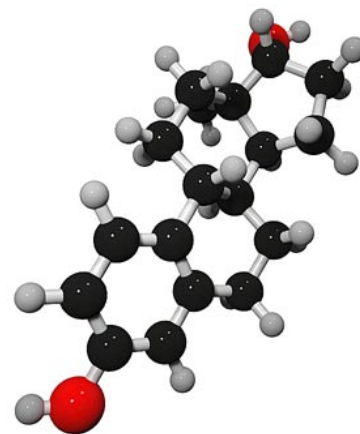
Los estrógenos tienen mecanismos de actuación cuya última instancia es la “expresión” o activación de un gen latente, es decir controlan la expresión génica. Estos procesos actúan ligados conforme a una sinergia del tipo Llave – Cerrojo, donde un receptor espera la llegada de un único tipo de Hormona Esteroidea. Ambos miembros unidos se conocen como “Conjunto Receptor” y ejercen su influencia en área local: el nucleoplasma.

En el caso de los Estrógenos, un conjunto de receptores agrupados bajo la denominación “NR-Alpha-3A1” (también ER- $\alpha$ ) o “NR-Beta-3A2” (también ER- $\beta$ ), (Del inglés *Nuclear Receptors, Subfamilia 3, Grupo A, miembro 1 o 2 respectivamente*) dedicados a formar ligandos con metabolitos concretos. Dichos receptores se localizan atravesando la membrana nuclear y propician la activación y posterior transcripción de un gen.



**Figura 2:** representación de un receptor de estrógeno tipo Beta.

Fuente: RCSB



**Figura 3:** Estructura molecular del Estradiol.

Fuente: 3D-Rivers.org

## 2 Hipótesis de trabajo y Objetivos

El **Objetivo** de este trabajo de revisión e investigación bibliográfica es demostrar una hipotética relación entre los estrógenos y el lenguaje. Para ello se ha seleccionado como fuente principal artículos de investigación relacionados con el tema y el avance dentro del ámbito de los estrógenos. Aunque su descubrimiento fue relativamente reciente, muchos son los trabajos que han tratado de dar respuesta a las funciones de los estrógenos más allá de su papel dentro del balance hormonal o del desarrollo/diferenciación sexual en el ser humano.

La **Hipótesis de trabajo** parte de un supuesto: los estrógenos juegan un papel importante, y a la vez discreto, en los mecanismos del lenguaje a nivel neuronal y en otras funciones cognitivas. No existe un nexo delimitado a día de hoy, pero esta relación es más que evidente cuando analizamos casos extremos, donde un individuo privado de estrógenos en su organismo presenta problemas en el habla.

Que los estrógenos intervienen en el lenguaje es un secreto a voces, en el transcurso de este documento intentaré dar respuesta a este hecho mediante el contraste de información y la formulación de supuestos basados en datos científicos. Uno de los indicios que suscitaron la elaboración de este documento fue el hallazgo documentado de un caso clínico: una mutación que impedía la aromatización de los andrógenos a estrógenos. El individuo con esta anomalía cromosómica presentaba grandes taras del lenguaje en forma de Dislexia y similares. (Anthoni et al, 2012)

Con todo, la investigación que relaciona los estrógenos con el lenguaje es, cuanto menos, limitada, un hecho habitual cuando se trata de los avances establecidos a unos niveles neuronales tan específicos. La incertidumbre existente de las funciones cerebrales, pues a día de hoy existen interrogantes alrededor de la mente, sigue siendo uno de los campos más difíciles de abordar dentro del ser humano.

Los hallazgos funcionan en base a pequeños indicios obtenidos desde distintas investigaciones. De esta forma, planteo este análisis desde una perspectiva descriptiva, relacionando los planteamientos teóricos alcanzados con resultados ya consolidados respecto a los estrógenos y al propio desarrollo del lenguaje, estudiado a lo largo de la historia del ser humano.

Respecto a las fuentes utilizadas para este trabajo, he considerado adecuado utilizar las teorías establecidas a nivel cognitivo, junto a las que relacionan el papel neurológico con la adaptación a nivel social del lenguaje.

### 3 Material y métodos

La metodología ha consistido en la revisión bibliográfica a partir de la principal fuente de datos del área de la biomedicina: PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>)

Para la búsqueda se ha empleado filtros de términos o palabras clave relacionadas con el tema, principalmente: Estrogen, Mind, behaviour, development, language, neuronal, synapsis, speech, etc.

Se han seleccionado los artículos de mayor relevancia para el estudio, publicados entre un rango de 10 a 15 años, en su gran mayoría en lengua inglesa. Adicionalmente, he utilizado libros y artículos en castellano referentes al ámbito de la fisiología y el lenguaje, de los que he extraído información general sobre los estrógenos, así como de lenguaje humano y el psicodesarrollo.





## 4 Resultados

### 4.1 Demostración de la presencia de estrógenos en el cerebro

Establecer la presencia de estrógenos en el cerebro se presenta como una cuestión difícil de plantear si barajamos qué concepción hagamos al respecto, lo que entendemos por mera presencia o algo subyacente. Por una parte, si la entendemos como producción de los mismos en el cerebro, actualmente no se ha demostrado la síntesis de estrógenos en el encéfalo. Lo que sí está probado es la existencia de partes del cerebro que inducen la producción de estrógenos en los ovarios. (Barón, 2010; García, 2016).

Si consideramos el ámbito de las regiones cerebrales, el hipotálamo es una de las más defendidas. Esta estructura no solo regularía procesos fisiológicos como la temperatura o los ciclos de sueño y vigilia, sino que también actuaría en la conducta sexual por el tipo de sinapsis, cantidad y tamaño de las células que se encuentran en determinadas zonas, dependiendo del sexo del individuo (Camacho, 2005).

Esto es parte de la llamada “diferenciación sexual” del cerebro, con la participación primordial de las hormonas para conseguir que se produzcan los cambios asociados a los órganos sexuales, características sexuales secundarias y aspectos específicos de cada género como los senos en las mujeres o el engrosamiento de cuerdas vocales en la voz del hombre. Al situarnos desde una perspectiva conceptual, centrada en la acción de los estrógenos, debemos plantearnos la presencia innegable de receptores de los mismos en diferentes partes del cerebro.

Aceptando que las hormonas sexuales pueden alcanzar también el cerebro por la circulación sanguínea, el papel de dichos estrógenos dependería de la zona cerebral donde apareciesen receptores, sin que necesariamente tengan relación con el resto de manifestaciones estrogénicas. Aunque los estrógenos presentan la capacidad de actuar tanto como agentes antioxidantes como oxidantes dependiendo de la zona del organismo, en el caso del cerebro, cumplen una función neuro-protectora al unirse a los receptores allí localizados (Kumar et al, 2010). Según estos autores, la presencia de estrógenos en ciertas aéreas del encéfalo es síntoma de que dichas zonas están salvaguardadas frente al envejecimiento prematuro por acción de los radicales libres. Todo dependerá del tipo de célula y la cantidad de estrógenos presentes, pero ya podemos defender la presencia de estrógenos en el cerebro, por la mera existencia de receptores y la forma de actuar que éstos tienen.

Recientemente, se han ido localizando receptores específicos de estrógenos a lo largo del SNC, en zonas extensas del cerebro incluyendo las astas dorsales. En este punto, el problema parece localizarse en que muchos de estos receptores siguen cumpliendo funciones asociadas a la reproducción, incluso en zonas que normalmente no se asociaban a las mismas, pero que muestran algún nexo con ella (Barón, 2010).

Una forma de argumentarlo es a nivel funcional, donde la conducta de reproducción en el ser humano necesariamente va asociado a otros elementos que permite que se lleven a cabo. La existencia de receptores en la amígdala es un claro ejemplo de ello, al ser una de las principales zonas partícipe de las emociones.

Si retomamos este supuesto, también encontramos que las mujeres presentan una conducta emocional ligeramente más inestable que los varones, lo que correspondería con una mayor cantidad de estrógenos actuando en los receptores de la propia amígdala. La investigación ha ido más allá para estudiar el papel de estrógenos en puntos específicos. El estradiol se ha postulado como una de las hormonas más activas para modular el funcionamiento de una notoria cantidad de sistemas de neurotransmisiones (Egli et al, 2004).

Kumar et al (2010), en una publicación reciente, señalan que el estradiol parece actuar del mismo modo en la amígdala, el hipocampo y el tronco cerebral. Por extensión, esto afectaría a funciones cognitivas superiores como la memoria, encontrando una explicación a la influencia de los estrógenos en dicha capacidad, que se ha ido revelando en otros estudios similares (Kumar et al, 2010).

Indagando más en la relación de los estrógenos con el cerebro, encontramos que el Estradiol afectaría también a la liberación de la dopamina, la cual recordemos que tiene un papel fundamental con el sistema de acción/recompensa de la conducta (Arias et al, 2000). Los mismos autores señalan que un descenso de Estradiol induce cambios discretos en áreas cerebrales a corto plazo.

También actúa sobre la conducta motora o la emotividad por proximidad de la zona cerebral correspondiente. Esto garantiza que la hipótesis de una fuerte interacción entre distintas hormonas y neurotransmisores, se mantenga vigente, con muchos planteamientos todavía a investigar sin haber encontrado una explicación del mecanismo.

Desde este punto de vista funcional en relación a otros neurotransmisores fundamentales del cerebro, se han encontrado evidencias de que los estrógenos también actúan como antagonistas de la serotonina, una potente molécula sináptica (Rupprecht et al., 2001).

Con los datos encontrados en las fuentes consultadas, queda demostrado que los estrógenos no solo llegan al SNC, por acción directa del torrente sanguíneo, también ejercen su acción en centros nerviosos, hecho demostrable por la presencia de receptores neuronales. Una vez esclarecido este punto, es hora de establecer vínculos con el lenguaje, primero a nivel del encéfalo, después en las propias áreas de procesamiento del habla, así como la parte visible del lenguaje, como son la conducta social y las relaciones personales.

## 4.2 Estrógenos y lenguaje

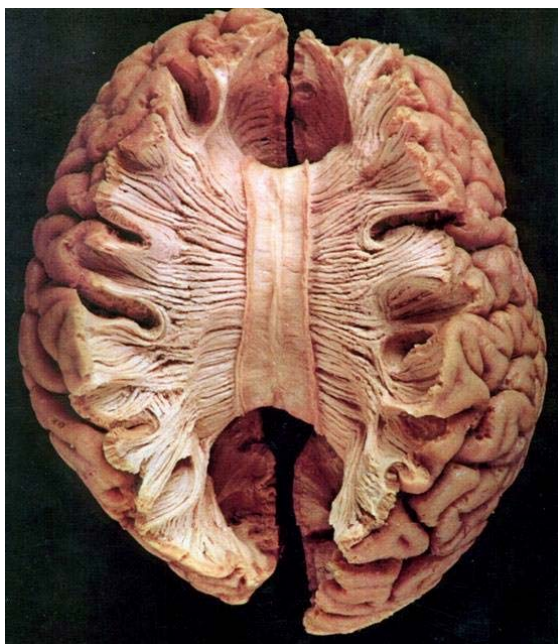
### 4.2.1 Estrógenos en las áreas del lenguaje

El objetivo principal de este trabajo ha sido indagar, a través de la búsqueda de documentos y artículos, cómo los estrógenos influyen en el lenguaje. En concreto, en el área de Broca y el área de Wernicke. Los centros de control del lenguaje se sitúan, mayoritariamente, en el hemisferio izquierdo. Dicho hemisferio es responsable del habla y la comprensión de las palabras, donde encontramos el área de Broca, situada en el lóbulo frontal inferior izquierdo, y el área de Wernicke, localizada en el área temporal izquierda.

La conexión entre ambas es absoluta, siendo clave su trabajo paralelo y en conjunto, para ser capaces de realizar actividades básicas asociadas al habla como escuchar las palabras, modular la voz o asociar cada sonido a un significado simbólico (Calixto, 2015).

Los estrógenos parecen ayudar a que crezcan áreas relacionadas con el lenguaje, como el hipocampo, y favorecen que se conecten ambos hemisferios, incrementando el nexo inter-hemisférico. Se ha llegado a constatar que el cuerpo calloso en las mujeres es un 30 % más grande por el mero hecho de almacenar muchos más estrógenos durante dicho proceso (López, 2007).

El área de Broca, en su región rostral/anterior, presenta una mayor cantidad de receptores para estrógenos en las mujeres, incluyendo el núcleo ventro-medial y la región caudal del cuerpo mamilar (López, 2007). Al mismo tiempo, la concentración de receptores en el cuerpo mamilar del hipotálamo es mayor también en las mujeres, condicionando las potenciales ventajas en el lenguaje que experimenta el género femenino.



**Figura 4:** Vista Axial comparativa de los cerebros de ambos sexos, a la izquierda se aprecia el cerebro masculino y a la derecha el femenino. Especial atención a la diferencia de tamaño del cuerpo calloso y sus conexiones.

Fuente: [egpsiteso.wordpress.com](http://egpsiteso.wordpress.com)

Esto no significa que las mujeres tengan siempre más receptores de estrógenos que los hombres, pudiendo encontrar, por ejemplo, que en el área medial preóptica o el área lateral hipotalámica tiene mayor densidad en los varones. Esto significa que el postulado de la relación entre distintos elementos y conexiones del cerebro sigue siendo una incógnita, con resultados contradictorios y explicaciones funcionalistas por encima de motivos anatómicos (Schwarz et al., 2008)

Centrándonos en las capacidades funcionales del área de Broca, la presencia de estrógenos puede establecerse a partir de las capacidades propias de dicha área y la forma en la que se expresan en la mujer. El área de Broca se encarga, ante todo, de la comprensión de estructuras sintácticas, actuando en el procesamiento de verbos y participando activamente en la planificación y programación motora para articular el habla.

Aunque sobre la parte motora no hay descripción significativa que muestre diferencias, la capacidad de comprensión es mucho mayor en las mujeres, muestra de que su área de Broca tiene mayor peso en el procesamiento del habla que en el caso del cerebro masculino. Estas diferencias no deben asociarse a una capacidad mermada del hombre, teniendo en cuenta que también se dan estrógenos en su cerebro. La diferencia radicaría en la cantidad y la velocidad de procesamiento y potencial, no a una diferencia permanente.

El área de Wernicke, a nivel funcional, se centraría sobre todo en la comprensión auditiva y el procesamiento de la selección del léxico (González, 2011). Al estar tan íntimamente relacionada con el área de Broca, muchas veces aparecen ambas activas ante el mismo procedimiento, sincronizando las capacidades mutuas para manejar el lenguaje completamente. Respecto del área de Wernicke, aunque no se han encontrado receptores de estrógenos en la zona, sí hay evidencia de que los estrógenos actúan indirectamente, ya que sincroniza con el área de Broca (Calixto, 2017). Mientras dicha conexión esté en activo, el área de Wernicke obtendrá las ventajas del de Broca de manera indirecta.

Respecto a estructuras de mayor tamaño, los estrógenos actúan incrementando la relación entre ambos hemisferios, lo cual afecta inevitablemente a la forma en la que se desarrolla el lenguaje, al favorecer que se conecten funciones parejas como la memoria o la percepción. Desde esta perspectiva, los estrógenos no solo propiciarían una mejor respuesta lingüística de las mujeres por su mayor presencia en dicho género, también tendrían su propia funcionalidad en el cerebro y la forma de distribuirse, a través de los receptores dispuestos en distintos puntos clave.

Teniendo en cuenta que buena parte de la comunicación humana se basa en la vertiente oral, es comprensible que el área de Wernicke se encuentre constantemente activada, procesando la información auditiva, lo que permitiría a su vez al área de Broca establecer una respuesta acorde a dicha información. Recordemos que el área de Broca cuenta con mayor capacidad de procesamiento mientras tenga niveles óptimos de Estrógenos, es por esto que ambos géneros perciben el input sonoro (el sonido entrante al cerebro) con la misma velocidad, pero la mente femenina es capaz de comprenderlo mucho antes.

Es fundamental recordar que en la organización cerebral respecto al lenguaje, más allá de la presencia de estrógenos en estas áreas, hay muchas otras que participan activamente. La

circunvolución supramarginal, para el procesamiento fonológico y la escritura, el área de Brodmann en la comprensión de oraciones o la circunvolución angular para la integración multimodal, son solo algunas de ellas, haciendo un circuito completo, donde la mayoría se compenetran para producir el lenguaje como un cómputo de habilidades.

Esto significa que no se debe establecer en primera instancia una relación directa entre la presencia de estradiol en las áreas de Broca y Wernicke con su influencia en el lenguaje, al menos no de forma absoluta. Con el tiempo y la investigación avanzada se podrán aislar los efectos de cada parte concreta del cerebro, con su correspondiente influencia hormonal y la respuesta cognitiva y conductual correspondiente.

Las diferencias encontradas hasta ahora, en el lenguaje entre ambos sexos, nos han mostrado valores absolutos, en función de la cantidad de estrógenos, receptores y vinculación con otras áreas del cerebro relacionadas con el lenguaje. Pero las hormonas han demostrado una fuerte dependencia del medio ambiente en cuanto a funcionalidad, actuando como sistema de respuesta adaptativo a distintas situaciones que se plantea en la vida del ser humano.

#### **4.2.2 Estrógenos en el desarrollo del lenguaje y la persona**

El fenómeno del lenguaje es una serie de habilidades perfeccionadas por un organismo concebido desde un punto de vista bio-psico-social: el ser humano. En la actualidad está completamente aceptado que existen diferencias a nivel funcional en el lenguaje entre hombres y mujeres, sobre todo si nos situamos en un plano evolutivo y la forma de ambos a la hora de desarrollarse, a lo largo de los años.

Si nos situamos en un plano general, la fluidez verbal de las mujeres es casi siempre mayor, relacionándose al mismo tiempo con aspectos como la percepción de estímulos en el ambiente o la capacidad de identificar objetos (Camacho, 2005).

Aunque es un planteamiento moderno sustentado por la evidencia obtenida en la investigación, siempre se ha tratado de forma popular por la percepción a nivel social de las mismas: rendimiento a nivel escolar, preferencias de estudios, mayor tendencia a las relaciones sociales. La idea de que la mujer siempre ha tenido mayores capacidades y un interés creciente por el lenguaje era aceptada socialmente, asociado al mero hecho de los resultados obtenidos en cuestiones educativas.

Si nos centramos en el desarrollo durante el periodo fetal, podemos establecer una serie de diferencias que marcan ya esta ventaja lingüística por parte de las mujeres. Una de las más significativas aparece en la asimetría mayor de las regiones estriadas y extra-estriadas del cerebro del niño frente a la de la niña, lo que significa, al mismo tiempo, un desarrollo similar en cuanto a hemisferios respecto al volumen.

Teniendo en cuenta el papel del hemisferio izquierdo para el desarrollo del lenguaje y la importancia de las conexiones entre ambas regiones, estas diferencias ya sustentarían una

ventaja a nivel lingüístico para del sexo femenino. Enlazado a este planteamiento, encontramos que el sistema nervioso central es el órgano más importante durante el periodo fetal respecto a la recepción de hormonas gonadales, las cuales debemos recordar que se tratan, en su gran mayoría, de esteroides, incluyendo los estrógenos (Gómez, 1999).

Entre el cuarto y el séptimo mes de embarazo se daría la diferenciación somática, con notables diferencias en cuestión de niveles de testosterona para los hombres. Por parte del estradiol, su presencia es lo que permite la diferenciación sexual durante el estado de gestación, alterando el proceso de dimorfismo sexual, dependiendo al grado de exposición a los esteroides de cada estructura del sistema nervioso central.

Durante este periodo, el estradiol cumple funciones completamente ajenas a la diferenciación sexual, como pueden ser regular el crecimiento de las neuritas, controlar el desarrollo y ramificación de neuronas ya presentes o la forma en la que interaccionan entre ellas. (Sharpe, 1998; Egli et al., 2004). Este hecho protagoniza el caso estudiado por un equipo de investigación interdisciplinar con H. Anthoni a la cabeza. Este grupo analizó un peculiar caso de síndrome policlínico cuyo origen era una mutación en el gen responsable de sintetizar la Aromatasa. Al no disponer de la enzima para aromatizar los andrógenos a estrógenos, el paciente desarrolló un conjunto de alteraciones en su lenguaje (Anthoni et al., 2012)

Si damos un salto, llegando a la etapa escolar, esta misma práctica temprana del lenguaje permite que las niñas destaquen en cuestiones de ortografía y lectura. Como podemos imaginar, estas capacidades son fundamentales durante los primeros años de escolarización, que sirven para muchas personas como valor objetivo para apreciar la capacidad de aprendizaje de los niños a nivel general.

Con las sílabas, no obstante, hay una diferencia muy particular: las niñas producen más sílabas al repetir palabras, pero los niños son más rápidos repitiendo la misma sílaba. Más allá de cuestiones culturales, se podría relacionar con la mayor cantidad de procesos lingüísticos que manejan las niñas, combinando recuerdo, percepción y producción propias, por delante del mero ejercicio de repetición que muestran los niños.

Por último, hay que tener en cuenta que muchas de estas diferencias, aunque se mantienen en la edad adulta, pierden significación a medida que pasan los años después de la pubertad. La capacidad lingüística femenina sigue siendo mejor, pero las diferencias culturales, la influencia del medio a nivel personal de cada individuo y las preferencias en cuestión de estudios y aficiones condicionan enormemente que dichas diferencias lleguen a materializarse en una mejor capacidad de forma automática (Calixto, 2017).

Muchos hombres consiguen desarrollar niveles equiparables a los del género femenino, al mismo tiempo que muchas mujeres optan por estudios centrados en destrezas empíricas como las matemáticas o el razonamiento espacial donde destacan los hombres, obteniendo mejores resultados. El lenguaje, ante todo, nace como forma adaptativa al medio, siendo el resto de añadidos complementos culturales donde la presencia de los estrógenos no llega a producir una tendencia de comportamiento tan absoluta, como podemos esperar con la investigación actual.

Otros aspectos como la supervivencia neuronal o la facilitación de la comunicación entre células a distancia, se regulan a través del estradiol, y una vez finaliza el embarazo, ejercen actividades que permiten ensamblar los patrones dismórficos de conexiones sinápticas, acompañando al proceso de diferenciación sexual a nivel genético. Este nexo sináptico sería imposible sin un mayor desarrollo asociado al cuerpo calloso, el sistema encargado de conectar los hemisferios cerebrales, y que se muestra mayor en el caso de las mujeres (Acarín et al., 2002).

Gracias a ello, el lenguaje se procesa de forma más difusa en el cerebro femenino, con preponderancia del hemisferio izquierdo sin llegar a la clara dominancia que hay en el cerebro masculino. Como podemos esperar, funciones básicas como el reconocimiento de palabras, su asociación con elementos visuales o la expresión emocional a partir del lenguaje se realizan mucho más rápido en las niñas a lo largo de la infancia, lo que beneficia enormemente al desarrollo del lenguaje en esta primera etapa.

Pero más interesante todavía son las diferencias que aparecen a nivel cognitivo por el efecto del estradiol. Un dato, habitualmente pasado por alto, es la superior sensibilidad que tienen las mujeres para diferenciar los olores, tanto en su capacidad para identificarlos como para asociarlos a un determinado sabor (Randy, 1996). Una diferencia muy básica, que se asocia al mismo tiempo con esa percepción mejorada a los estímulos externos que habíamos observado previamente, lo cual se suma a su capacidad para manejar el lenguaje de forma más automatizada y el reconocimiento de emociones por tener una mayor empatía (Gomez, 1999).

#### **4.2.3 Estrógenos y capacidad lingüística**

Centrándonos en las capacidades lingüísticas de cada género, una de las primeras cuestiones que surgen es la mayor capacidad de vocabulario de la que hacen gala las niñas. Desde los 3 años, muestran diferencias significativas en la cantidad de palabras que manejan, hecho que se explica por una mejor consolidación de memoria, a su vez fruto de la influencia de las hormonas sexuales (Fernández et al. 2010).

Esta capacidad privilegiada de adquirir vocabulario se entendería por el hecho de disponer una mayor capacidad a nivel mnémico, lo que les permitiría poder desarrollar el lenguaje más rápido que los varones. Si añadimos la variable cultural asociada a premiar los éxitos de los niños desde el principio, encontramos que muchas niñas consiguen excelentes resultados desde la primera infancia, por una suerte de profecía auto-cumplida (efecto Greenspoon) por parte de los adultos, aprovechando sus ventajas de base a nivel cognitivo, para potenciarlas con la influencia del ambiente.

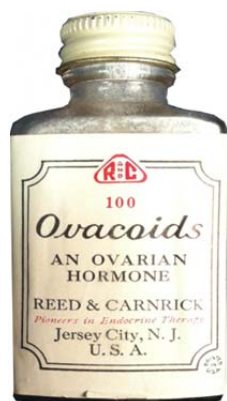
Según Kris y Loraine (2001) es en su ausencia donde queda constancia del protagonismo de los estrógenos en las distintas capacidades verbales o no, por ejemplo: casos de mujeres que durante su etapa adulta contaron con niveles normales de estrógenos, pero al llegar a la senectud sufrieron una notoria disminución, un síntoma natural de la menopausia.

Una de las vías de investigación más fiables consiste en el estudio de estados anormales del metabolismo, donde los niveles de estrógenos son mínimos o nulos. Una situación de este tipo se da en dos importantes hitos del ciclo vital: fase de neonato y la menopausia. Es en esta última fase donde se han realizado más estudios, la gran mayoría a raíz del despunte de los fármacos hormonales para combatir la menopausia, populares en la época de los 60-70.

Este tipo de medicación inducía una terapia hormonal primitiva, si consideramos los avances actuales, pero en aquel entonces los datos sobre todos sus efectos eran desconocidos. Un incremento en el nivel de Estrógenos del organismo de origen farmacológico, y por lo tanto ajenos al cuerpo, parece responsable de:

- Un incremento en la denominación de objetos: recordemos que la denominación, o habilidad para nombrar entidades, es una habilidad que se deteriora rápidamente en edades avanzadas (Kris y Loraine, 2001). Esta mejora en la capacidad denominativa también se observa en los ciclos menstruales normales. Hay un mejor rendimiento en la articulación verbal cuando los Estrógenos se encuentran en su máximo apogeo.
- Un aumento en la tasa de proliferación tumoral: un efecto compartido con ciertos anticonceptivos, cuya composición se basa en sistemas hormonales. Que el cuerpo disponga de un nivel normal de Estrógenos, en una etapa donde ya no son necesarios, induce mayor crecimiento tisular en órganos susceptibles a tumoración, como es el caso del útero.

Podemos deducir, por la administración externa de estrógenos, que volver a contar con ellos en el torrente sanguíneo supone recuperar ciertas habilidades lingüísticas, que de otra forma, sufren un progresivo deterioro hasta su desaparición. Un avance positivo para las mujeres, si no fuera porque los beneficios no compensan los daños por intentar eludir la menopausia: el más grave de todos es el inminente riesgo de cáncer. La razón es que los estrógenos suscitan el crecimiento de órganos sexuales, pero una vez extinguido el ciclo menstrual, esta cualidad juega en contra del cuerpo femenino.



**Figura 5:** Ejemplo de fármaco de terapia hormonal, empleado durante los años 50. Extraído de las gónadas del ganado Ovino/vacuno y empleado para el tratamiento de distintos desordenes hormonales.

Fuente: History of Medicine, New Jersey Collection – Librería de C. De la Salud.



#### 4.3.4 Estrógenos e Inteligencia emocional.

Se ha demostrado que la memoria se ve influenciada por los beneficios de la memoria emocional, uno de los elementos más importantes para consolidar los recuerdos y poder recuperarlos posteriormente (Mustaca et al, 2008). Los eventos emocionales favorecen la recuperación de recuerdos que tengan la misma tonalidad emocional, lo que permite que los niños asocien la recompensa emocional percibida por sus padres y los profesores con el éxito a nivel lingüístico mostrado.

Si enlazamos la teoría de la memoria emocional con la mayor capacidad emocional que muestran las mujeres, por el efecto de la amígdala, encontramos una relación adicional a este fenómeno. Los neurotransmisores son los encargados de mantener el equilibrio en el estado de ánimo, los estrógenos actuarían modulando las emociones en colaboración con otros procesos mentales, tales como la conducta sexual o la liberación de dopamina, un neurotransmisor de alto interés metabólico (García, 2016).

Más allá del vocabulario específico, una niña es capaz de recordar claramente la situación donde descubrió la palabra por el matiz emocional del contexto, utilizándola de forma adaptada al nuevo marco en el que se encuentre. Para explicar esta capacidad inherente del vocabulario, sin entrar en números específicos, se ha propuesto una alternativa mucho más sencilla: las niñas utilizan el lenguaje antes que los niños (Baron et al, 2005).

Más allá del ambiente mentado antes, donde se relaciona el premio social con las emociones de la situación, la propia formación de recuerdos a través de conexiones neuronales permite explicar esta diferencia por el sistema con el que se consolidan dichas conexiones. La repetición de los recuerdos y las acciones, la estimulación de redes neuronales completas con contenidos similares y la automatización del proceso se realizaría de forma mucho más temprana por parte de las niñas, consiguiendo diferenciarse desde el principio frente a los niños por una mera cuestión de tiempo.

Según Woolley (1998), el papel del estradiol en esta teoría se basa en su capacidad para modificar la densidad y la morfología de las espinas de las dendritas en las neuronas piramidales, encargadas de las sinapsis presentes, y de establecer nuevas conexiones. Como las mujeres tienen mucha mayor presencia de estradiol a lo largo del cerebro por la presencia de receptores afines, encontramos una participación activa en la formación de recuerdos y su posterior mantenimiento.

Desde el lenguaje se ejercitarían relaciones sociales, situaciones de enseñanza y encuentros emocionales donde el desarrollo lingüístico sería el protagonista, con recuerdos correspondientes para poder ejercitar el lenguaje en todo momento.

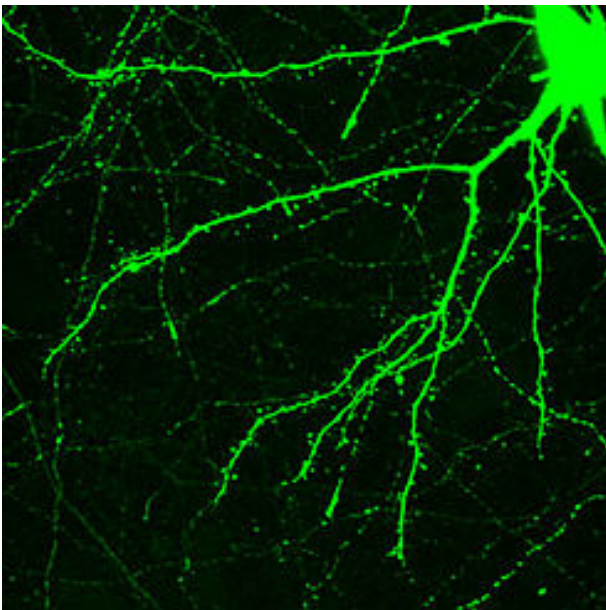
Desde esta perspectiva funcional surge la pregunta de por qué existen diferencias tan marcadas entre las habilidades lingüísticas de un género y el otro, buscando explicaciones alejadas de sesgos sensacionalistas y especulaciones puramente culturales. Una forma de interpretarlo es que esta partición es clave para poder mantener las relaciones humanas, tal y como las conocemos, convirtiendo las diferencias encontradas en herramientas de pura

adaptación social (Xu, 2014). Las mujeres aprovecharían su capacidad de relacionar el lenguaje de forma más orgánica con las emociones, y esas experiencias como herramientas para fomentar la empatía, la sensibilidad y el trato con semejantes a largo plazo.

Mejorar las relaciones laborales, una mayor capacidad para seleccionar pareja o controlar los problemas con la descendencia, son solo algunos de los rasgos asociados a esta capacidad, la cual explicaría de una forma ya atrevida el motivo de que, a lo largo del desarrollo, incluyendo la infancia y la pubertad, tengan mayores niveles de estrógenos: necesitan mejorar rápidamente su ventaja lingüística.

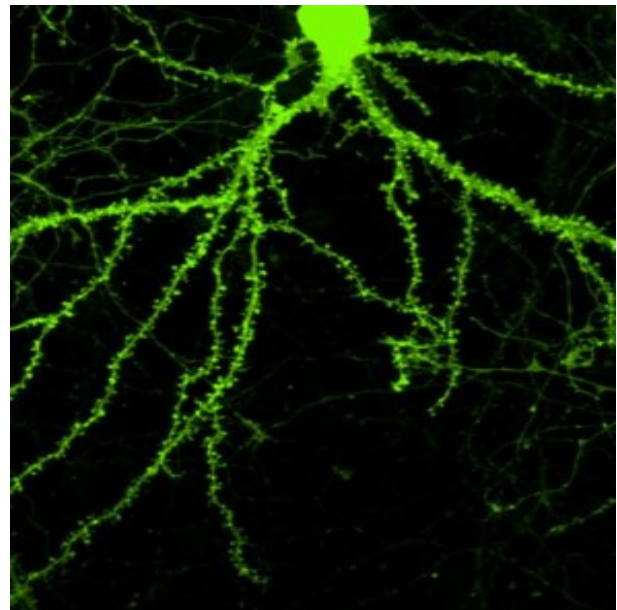
Otros estudios cuantitativos reflejan que las mujeres tienen mayor capacidad para reflexionar sobre las palabras, siendo capaces de exponer mejor sus argumentos y al mismo tiempo, mostrar errores en la argumentación del contrario (Lieberman et al, 2007).

Por parte de los hombres, su capacidad de controlar mejor las emociones haría que fuesen mucho más repentinos con sus respuestas, gestionando mejor las situaciones de alta carga emocional para, a largo plazo, volver a una situación de menor capacidad, al haberse reducido dicha carga emocional en las mujeres. Un estado de ambivalencia entre ambos géneros que, funcionalmente, permite que las relaciones fluyan con el tiempo, al complementar la adquisición del lenguaje por parte de cada uno.



**Figura 6:** Imagen por microscopio de fluorescencia de las dendritas de una neurona normal.

Fuente: Wikipedia.org



**Figura 7:** Imagen por microscopio de fluorescencia de las dendritas de una neurona espinosa.

Fuente: Wikipedia.org

## 5. Discusión y conclusiones

Tras la revisión bibliográfica y los resultados expuestos en este trabajo, podemos concluir que queda demostrada la actuación de los estrógenos en el proceso del lenguaje, por diversas vías:

- Presencia de receptores específicos en el Sistema nervioso central, localizados en zonas concretas durante toda la etapa vital, dichas regiones desarrollan su función bajo la influencia de los Estrógenos provenientes del flujo sanguíneo.
- En las Áreas del lenguaje: dichas zonas del encéfalo se benefician de los estrógenos, ya sea cuando se empiezan a formar las conexiones neuronales en etapas tempranas del crecimiento, o ya en etapa adulta, cuando la existencia de estas hormonas suscitan una mayor agilidad y velocidad, tanto de uso como de procesamiento del lenguaje.

Para llegar a esta conclusión es necesario evaluar el cerebro de ambos sexos en momentos cumbre de su evolución, bien sea por diferencias anatómicas, fisiológicas, como por cualidades del lenguaje que cada uno acaba desarrollando. Detrás de muchos de los fenómenos que ocurren en las regiones del lenguaje se encuentra la influencia de los estrógenos.

- Durante el crecimiento, contar con una mayor concentración de estrógenos otorga una ventaja al género femenino para despuntar sobre el masculino, en el lenguaje y posterior socialización. En síntesis: un cerebro expuesto a los estrógenos cuenta con mayor velocidad sináptica, mejor conectividad neuronal lo que genera unas áreas del lenguaje más eficientes. Sin embargo, estas mejoras no solo afectan a las mujeres, una parte mínima de dichos estrógenos también regulan el habla en individuos masculinos. Su presencia es mucho más discreta pero una carencia total se evidencia en ambos géneros.
- Faceta Emocional: directa relación entre la inteligencia emocional y el lenguaje, donde las mujeres son capaces de una mayor gestión de la lengua a su favor en las relaciones interpersonales. Las diferencias del lenguaje entre géneros es complementaria, de tal forma que las virtudes y defectos de cada uno se compensan entre sí, propiciando el balance y sentando las bases para las relaciones personales.

Queda abierta la puerta para futuros descubrimientos, ya que la actualidad sobre los estrógenos aún no ha sido dibujada por completo. Solo el futuro del panorama científico puede aportar una visión completa del auténtico valor de los estrógenos en el cuerpo humano en general y en el cerebro en particular.

## Bibliografía

ACARÍN, N. Y ACARÍN, L. (2002). El cerebro del rey, 7: 273-354. RBA-Barcelona 2010.

ARIAS, J.A., BAHENA, R. Y FLORES, G. (2000). Dopamina: síntesis, liberación y receptores en el Sistema Nervioso Central. Revista Biomed Rev, 11: 14–22.

(<http://www.revbiomed.uady.mx/pdf/rb001116.pdf>). Último acceso mayo 2017

BARÓN, G. (2010). Implicaciones funcionales de la localización de dos tipos de receptores de Estrógenos en el Cerebro. Revista Colombiana de Menopausia, 6: 1-2

(<https://encolombia.com/medicina/revistas-medicas/menopausia/vol-6200/menovol6200-implicacionesfun/>) Último acceso mayo 2017

BARON-COHEN, S. (2005). La gran diferencia: cómo son realmente los cerebros de hombres y mujeres,1, Editorial AMAT-Barcelona 2005. 189 -210.

CALIXTO, E. (2015). ¿Por qué y para qué habla más el cerebro de las mujeres? BlogPost/Artículo encontrado en Neurociencias en la Vida Cotidiana, Excelsior.com, 2015,1 (<http://www.excelsior.com.mx/blog/neurociencias-en-la-vida-cotidiana/por-que-y-para-que-habla-mas-el-cerebro-de-las-mujeres>) Último acceso junio 2017

CALIXTO, E. (2017). Un clavado a tu cerebro: Descubre cómo tus neuronas actúan en el amor, la sexualidad, el estrés y las emociones. Penguin Random House Grupo Editorial México ISBN: 9786073151078 – Redistribución: Editorial Aguilar 2017 – Pág. 119 -132

CAMACHO, I. (2005). Las hormonas sexuales y el cerebro. Publicacion ¿Cómo ves?, 1, 1-2

(<http://www.comoves.unam.mx/assets/revista/43/las-hormonas-sexuales-y-el-cerebro.pdf>) Último acceso abril 2017

CLEGG, D.J. Y PALMER, B.F. (2015). The sexual dimorphism of obesity. Mol Cell Endocrinol 2015. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25578600>) 402: 113–119.

EGLI, M. Y SELLIX, M.T. (2004). Ovarian steroid hormones modulate circadian rhythms of neuroendocrine dopaminergic neuronal activity. Brain Research 2004, 1005 (1-2): 164–181

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15044075>

FERNÁNDEZ, S.M., FRICK, K.M. Y HARBURGER, S.M. (2010). A new approach to understanding the molecular mechanisms through which estrogens affect cognition. Biochimica et Biophysica 2010,1800 (10): 1045-1055

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19913600>

GARCÍA, A. (2016). ¿Qué es la serotonina? ¿Cuál es su función? Artículo para Medicalnewstoday.com <http://www.medicalnewstoday.com/articles/291259.php> Último acceso junio 2017

GÓMEZ, M.I. (2000). Efectos fisiológicos, emocionales y cognitivos del estradiol. Tesis de la Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Psicología, Departamento de Psicobiología, (24-11-2000): 96 -127. Deposito: 25 Oct 2004 - Código ID: 3034.

<http://biblioteca.ucm.es/tesis/19972000/S/4/S4014601.pdf>

GONZÁLEZ, R. (2011). Trastorno del Lenguaje y Habla. Departamento de Neurología y Neurocirugía, HCUCH. Editorial Mediterráneo – Red Clínica Santiago de Chile 2011.

[https://www.redclinica.cl/Portals/0/Users/014/14/14/Cerebro\\_%20y\\_lenguaje.pdf](https://www.redclinica.cl/Portals/0/Users/014/14/14/Cerebro_%20y_lenguaje.pdf)

KRIS, G. Y LORAINE, K. (2001). El lenguaje y el cerebro. Ediciones Akal, Madrid-2003 (importación y traducción española a cargo de Eva Méndez / Pedro Tena) 1: 105 -173- ISBN 978-84-8323-090-9.

KUMAR, S., LATA, K. Y MUKHOPADHYAY, S. (2010). Role of estrogen receptors in pro-oxidative and anti-oxidative actions of estrogens: A perspective, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)* U.K. 2010. 1800 (10): 1127-1135

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20434525>

LIEBERMAN, D., COSMIDES, L. Y TOOBY, J. (2007). The architecture of human kin detection. *Revista Nature*. 2007 Feb 15; 445 (7129): 727–731. PMID: PMC3581061 NIHMSID: NIHMS360772 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3581061/>

LÓPEZ, N. (2007). Cerebro de mujer y cerebro de varón. Ediciones Rialp. España-2012 (2ª Edición) – Instituto de ciencias para la familia – Universidad de Navarra. ISBN: 978-84-321-3663-4 37 - 69

MUSTACA, A. Y RUETTI, E. (2008). Memoria emocional: efectos de la corticosterona sobre los recuerdos, *Revista Latinoamericana de Psicología*, Fundación Universitaria Konrad Lorenz, Bogotá Colombia 2008. 40 (3): 3 – 15. ISSN: 0120-0534

<http://www.redalyc.org/pdf/805/80511493004.pdf> Último acceso junio 2017

RUPPRECHT, R. (2001). Neuroactive steroids: molecular mechanisms of action and implications for neuropsychopharmacology. *Brain Research. Rev* 2001, 37 (1-3): 59 -67 ISSN: 0006-8993

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11744074>

SCHWARZ, J.M. Y MCCARTHU, M.M. (2008). Steroid-induced sexual differentiation of the developing brain: multiple pathways, one goal. *Journal of Neurochemistry* 2008, 105: 1561–1572. DOI: 10.1111/j.1471-4159.2008.05384.x.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18384643>

SHARPE, R.M. (1998). The roles of estrogen in the male. *Trends Endocrin Met* 1998 Elsevier Science, 9 (9): 371–377

[http://dx.doi.org/10.1016/S1043-2760\(98\)00089-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1043-2760(98)00089-7) Último acceso mayo 2017

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18406308>

SHERWOOD, L. (2011). Fisiología Humana, de las células a los sistemas. Cengage Learning, México 2011. Traducción de: Human physiology : from cells to systems, 7: 389 - 412. Universidad West Virginia, EEUU-1989. ISBN: 13:9786074814750.

WOOLEY, C.S. (1998). Estrogen-mediated structural and functional synaptic plasticity in the female rat hippocampus, Hormones and Behavior. Publicación de Society for Behavioral Neuroendocrinology, 38 (2): 140 – 148. ISSN: 0018-506X

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9799624>

XU, K. (2014). Answering Natural Language Questions via Phrasal Semantic Parsing. Communications in Computer and Information Science, 1: 1 – 14. Universidad de Pekin – Zhongguancun DOI: 10.1007/978-3-662-45924-9\_30.

<http://ceur-ws.org/Vol-1180/CLEF2014wn-QA-XuEt2014.pdf> Último acceso junio 2017