Inequidad de género en las hipótesis biológicas. Nuevas evidencias

Gender Inequality in Biological Hypotheses. New Evidences

Georgina Isabel García López ORCID: 0000-0002-3370-0981
Arturo Enrique Orozco Vargas ORCID: 0000-0002-2241-4234
Centro Universitario Atlacomulco de la UAEM, México
Ulises Aguilera Reyes ORCID: 0000-0002-7563-9445
Facultad de Ciencias de la UAEM, México
Graciela Meza Díaz ORCID: 0009-0009-5394-4105
Grupo Colegio Mexiquense, México

Recepción: 3/06/22
Aprobación: 17/03/23

Resumen

La descripción de los procesos comportamentales ha estado influenciada por un pensamiento masculino, lo cual contribuye a que éstos se expliquen en función de la hegemonía prevalente. El objetivo de este artículo fue analizar los estudios conductuales, ya que las conductas se han modificado con base en un pensamiento más equitativo de género y con evidencias científicas que sustentan estos cambios de paradigma. Exponemos tres ejemplos de cambios teóricos basados en las evidencias científicas (elección femenina, señales

Abstract

The description of behavioral processes has been influenced by masculine thinking, helping to explain behavioral processes based on the prevailing hegemony. Therefore, an analysis of behavioral studies was made, which have been modified based on a more equitable gender thinking and with scientific evidence that supports these paradigm changes. We expose three examples of theoretical changes based on scientific evidence (feminine choice, honest signals, and mosaic brain), and a fourth example that, in addition to exposing a paradigm

honestas y cerebro de mosaico), y un cuarto ejemplo que, además de exponer un cambio de paradigma, tuvo prejuicios al tratarse de una idea planteada por una mujer, por lo que tardó en permear los estudios biológicos. Al explicar las conductas bajo las perspectivas femeninas se observan explicaciones más completas de los procesos de elección de pareja y fecundación; también encontramos que las explicaciones de cerebro masculino y femenino no son suficientes para dividir los tipos de cerebro en humanos, y ahora se habla de un cerebro de mosaico, donde la idea prevalente es que tenemos un continuo de estructuras que nos dan características conductuales mixtas y habilidades heterogéneas.

Palabras clave
Equidad, conductas biológicas, elección de pareja, elección crítica, cerebro de mosaico.

shift, was prejudiced as it was an idea proposed by a woman, for how long it took for the idea to permeate biological studies. When explaining the behaviors from the feminine perspectives, more complete explanations of the processes of choosing a partner and fertilization are observed. We also found that male and female brain explanations are not enough to divide brain types in humans. Now we talk about a mosaic brain, where the prevailing idea is that we have a continuum of structures that give us mixed behavioral characteristics and heterogeneous abilities.

Keywords
Gender equity, biological behaviors, mate choice, critical choice, mosaic brain.

Introducción

Hace más de 50 años, Cassirer afirmaba que el pensamiento biológico ha dado verdadero carácter a la filosofía antropológica (Cuatrecasas, 1965), dado que los procesos biológicos definen el comportamiento y la generación del pensamiento, aunque la descripción de los procesos comportamentales está influenciada por los paradigmas presentes. La ciencia es un producto social e histórico que se articula con relaciones de poder, contribuyendo a sostenerlas y, en muchas ocasiones, a perpetuarlas. Los intereses sociales y políticos, así como los prejuicios de género tienen un impacto importante en la producción de conocimiento científico (Blazquez y Chapa, 2018).

Las investigaciones biológicas no están exentas de estos contextos históricos que han estado ampliamente dominados por un pensamiento masculino, hecho que contribuye a explicar procesos conductuales en función de la hegemonía prevalente. Por ello, el objetivo de este trabajo

fue analizar los estudios conductuales, abordar aquéllas que han sido modificadas con base en un pensamiento más equitativo de género y con evidencias científicas que sustentan estos cambios de paradigma. Lo primero que exponemos son tres ejemplos de cambios teóricos con base en las evidencias científicas (elección femenina, señales honestas y cerebro de mosaico); también se suma un cuarto ejemplo en el que se expuso un cambio de paradigma. Este último tuvo prejuicios por tratarse de una idea planteada por una mujer, por lo que la idea tardó en permear los estudios biológicos.

Argumentación

Elección femenina

El primer caso que exponemos, que tuvo una alta prevalencia de pensamiento masculino, fue el estudio de la elección de pareja. En éste se describía que los hombres eran elegidos por las mujeres con base en los recursos que ellos poseían o podían tener (estatus social, nivel de estudios, asunción de riesgos, etcétera) (Buss, 1989; Wilke *et al*., 2006). La idea tiene como base los estudios de Trivers (1972), quien observa que la inversión parental es un factor determinante en la selección sexual (basado en Darwin) y que cada sexo optará por una estrategia distinta de reproducción en concordancia con el costo que les genera. Esta idea parte de que la inversión parental se refiere, básicamente, al gasto energético y de tiempo por parte de los padres, quienes buscan beneficiar a sus crías a expensas de su propia posibilidad para seguir reproduciéndose. Con respecto a los seres humanos, tal como ocurre en otras especies, la inversión del padre —la mayoría de las veces— se limita al gameto masculino, mientras que las mujeres aportan el gameto femenino, la gestación y la lactancia del infante, lo cual, en la mayoría de las sociedades, tiene una duración de años.

Esa inversión prolongada en los hijos por parte de la madre modifica la tasa sexual operacional, de manera que existen más hombres que mujeres disponibles para la reproducción. En consecuencia, las mujeres se consideran un recurso limitado que genera alta competencia intrasexual masculina. Por su parte, los hombres tienen una serie de estrategias,

como tener espermatozoides más rápidos para fecundar y fertilizar mayor número de mujeres; son ampliamente activos para ser seleccionados, y las mujeres son —al fin y al cabo, según estas descripciones— un *recurso* que es usado para ser fecundado (Hernández-López y Cerda-Molina, 2012).

Las descripciones clásicas enuncian que, aunque las mujeres eligen con quien aparearse, finalmente son los hombres quienes dirigen la fecundación por medio de los espermatozoides; sin embargo, el papel activo de la mujer durante la reproducción, incluyendo la fecundación, tiene una amplia evidencia; es decir, aunque cientos de espermatozoides nadan hacia un óvulo, sólo uno llega a fertilizarlo. Los estudios actuales muestran que, aunque los espermatozoides más rápidos y capaces llegan primero al óvulo, es éste el que selecciona cuál esperma lo fertiliza. Estos estudios también han permitido explicar que existe una comunicación química que se produce entre el sistema reproductor femenino que analiza los espermatozoides entrantes de la pareja masculina (Sakkas *et al*., 2015). Hay una creciente apreciación de que las mujeres pueden sesgar el uso de esperma, en humanos, una fracción diminuta de esperma eyaculado sube por la trompa de Falopio hasta el lugar de la fecundación (media=~250 espermatozoides); de estos espermatozoides, aproximadamente uno de cada diez está capacitado (un proceso bioquímico necesario para la fertilización) para responder a los quimio-atrayentes y la fertilización del óvulo (Fitzpatrick *et al*., 2020; Pedrosa *et al*., 2020).

La elección del esperma es muy compleja, porque con ello se asegura una progenie óptima (genética y fisiológicamente e, incluso, se sesga el sexo de acuerdo con las condiciones ecológicas prevalentes, etcétera). El proceso incluye opsinas, que son una familia de receptores acoplados a proteína G (GPCR), se cree que actúan como sensores térmicos para la termotaxis de los espermatozoides. En un estudio con ratones encontraron un vínculo entre las características fisiológicas de los espermatozoides y la capacidad de migrar en un gradiente de temperatura a lo largo del aparato reproductor femenino, dependiendo de la calidad de su contenido genético. Los resultados de los estudios apuntan a la termotaxis como un mecanismo para seleccionar espermatozoides de mamíferos de alta calidad (Pérez-Cerezales *et al*., 2015).

Otra estrategia que tienen las mujeres es el líquido folicular, que es una fuente de quimio-atrayentes de esperma, regulando diferencialmente el comportamiento de los espermatozoides para reforzar las decisiones de elección de pareja antes del apareamiento y mediar así el éxito de la fertilización. Los espermatozoides humanos responden a los quimio-atrayentes presentes en el líquido folicular que rodea los óvulos (probablemente progesterona), alterando su comportamiento de natación para orientarse hacia el líquido folicular y acumularse alrededor del ovulo; una vez allí, hay interacciones directas entre las proteínas de la superficie celular en los gametos (visto *in vitro*). Al experimentar con ratones domésticos (*Mus domesticus*), Firman y Simmons (2015) encontraron que los óvulos fueron fertilizados por esperma de machos menos relacionados genéticamente, durante las fertilizaciones *in vitro*. Esto es importante porque están seleccionando variabilidad genética para que su cría tenga mayor posibilidad de sobrevivencia.

También se ha demostrado que, bajo condiciones experimentales distintas, el líquido folicular de diferentes hembras atrae de manera diferencial el esperma de machos específicos. Esta elección de espermatozoides moderada por quimioatrayentes ofrece a los óvulos una vía para ejercitar la preferencia de pareja. Una pregunta de gran importancia hasta el momento es por qué las mujeres han invertido evolutivamente gran cantidad de estrategias para la fecundación diferencial. Los estudios han demostrado que, dependiendo de la calidad del líquido seminal y los espermatozoides, se induce la expresión de una variedad de genes en el cuello uterino, incluidos los que afectan el sistema inmunológico, la ovulación, la receptividad del revestimiento del útero de un embrión e incluso el crecimiento del propio embrión, favoreciendo el desarrollo embrionario de las fecundaciones que tuvieron buena calidad genética. Se ha estudiado el efecto de tres microARN (fragmentos de ARN que afectan la expresión génica) liberados por el cuello uterino en respuesta a la calidad del semen (Robertson y Sharkey, 2016).

Cuando estos preceptos empezaron a cambiar, con un papel más activo de las mujeres en la elección de pareja (incluyendo la selección espermática) y cuidado parental, se le llamó *elección críptica*, algo que es oculto y

no se sabe. La mujer oculta lo que hace para elegir pareja, mientas que los hombres exhiben su estatus social, musculatura, posesión de territorios, en forma explícita. Según algunas descripciones, ellos son honestos (o no) en sus exhibiciones para ser elegidos, pero los estudios han demostrado que las hembras también emiten señales en forma activa y honesta.

Señales honestas

La teoría de la señalización examina la comunicación entre individuos para atraer pareja. Las señales honestas se caracterizan porque el comportamiento o la acción emitida (señal), corresponde con la intención del emisor; es decir, el animal *no esconde nada*, no miente, se trata de una señal sincera. Estas señales, igual que las deshonestas, se emiten para obtener algún beneficio propio (o compartido). En reproducción incluyen que el macho exhiba una serie de cualidades que le dan señal a la hembra de que él es adecuado para la reproducción, aun con los costos que esa señalización incluye. Por ejemplo, un pavorreal macho tiene una cola grande y colorida para gustarle a la hembra, pero también lo vuelve más visible y susceptible de ser una presa fácil, además de que la producción excesiva de testosterona que le llevó a tener ese ornamento lo inmunosuprime (Guzmán, 2018). Diversos estudios en animales permiten observar cómo anuncian su calidad, ya sea como competidores o como parejas, utilizando una amplia gama de exhibiciones de comportamiento y adornos elaborados.

La competencia entre los machos de muchas especies es más fuerte. Esto ocurre por las oportunidades de apareamiento, lo que favorece el desarrollo de adornos coloridos exclusivamente en los machos. Por otro lado, los beneficios adaptativos de la expresión ornamental de las hembras pueden verse reducidos, dado que las oportunidades de aparearse no están limitadas y los beneficios de la condición publicitada no compensan los costos de producir y portar rasgos de señalización conspicuos, particularmente porque la inversión en fecundidad puede verse comprometida en el proceso. Por lo que si ustedes hacen una búsqueda de exhibición de señales honestas en hembras es muy poco probable que los encuentren; sin embargo, sí hay evidencia de estas conductas en las hembras (conspicuas) (Asis *et al*., 2021).

Para este tema es difícil encontrar un ejemplo en humanos, por lo que primero expondremos trabajos encontrados en hembras de otras especies y concluiremos con un ejemplo donde podría estar involucrada una señalización en mujeres, la cual tiene que ver con la fertilidad y la señalización social de este estado fértil hacia otras mujeres. La abeja de Dawson es un insecto solitario que anida en el suelo, los machos son protándricos (esto significa que comienzan su vida como machos, pero a medida que crecen desarrollan también los órganos reproductivos femeninos; sin embargo, mientras aún son tanto macho como hembra, no se pueden autofertilizar), y buscan hembras recién emergidas que se aparean sólo una vez antes del inicio de la anidación, que dura alrededor de seis semanas. Las hembras emergentes señalan su receptividad a través de hidrocarburos cuticulares (CHC). La búsqueda de pareja por parte de los machos es muy eficiente, y entre 80 y 90% de las hembras se aparean al emerger. Las hembras son descubiertas con frecuencia por varios machos y las luchas que se producen pueden ser fatales para las hembras. Sin embargo, alrededor de 10 a 20% de las hembras dejan el sitio de emergencia sin aparearse, ya sea porque no fueron detectadas o porque escapan de los grupos de machos durante las luchas de apareamiento. La teoría predice que, incluso con costos muy pequeños, las hembras deberían señalar con menos intensidad a las parejas cuando son jóvenes, pero aumentar su esfuerzo de señalización cuando permanecen sin aparearse. Se ha demostrado que los CHC de las hembras recién emergidas son muy atractivos para los machos que buscan pareja, mientras que los CHC de las hembras que anidan no son atractivos. Pero entre las hembras recién emergidas, aquellas que permanecieron sin aparearse después de 24 horas tienen perfiles de CHC más altos. Por lo tanto, las hembras emergentes que permanecieron sin aparearse parecían haber aumentado su esfuerzo de señalización al ajustar la intensidad de la mezcla de CHC en sus cutículas que las hace atractivas para los machos que buscan (Simmons, 2015).

Un ejemplo cercano a los humanos es la competencia hembra-hembra y la elección de pareja por medio de señalización sexual de éstas. Las señales visuales alrededor de la ovulación de una hembra están muy extendidas en la filogenia de los primates. Aunque varían mucho entre especies, estas señales

ocurren principalmente a través de cambios en el tamaño, la hinchazón, la forma y el color de la piel perineal de la hembra. Las señales visuales de ovulación tienen costos significativos, fisiológicamente la hinchazón resulta del aumento de la retención de agua, el aumento del peso corporal y el desvío de líquidos de funciones corporales potencialmente más importantes (especialmente en condiciones secas o de sequía). Un peso corporal más alto (hace que la movilidad sea más difícil), hinchazones notables o coloraciones genitales pueden aumentar el riesgo de depredación de una hembra. Las hinchazones sexuales exponen la piel perineal de la hembra a parásitos, así como a cortes y rasguños. Los signos visuales de ovulación generan costos sociales como, por ejemplo, una mayor competencia masculina, lo que lleva a una reducción del territorio del grupo, los recursos alimentarios y un aumento de las muertes infantiles (Rooker y Sergey, 2018).

Uno de los retos más importantes sobre los estudios en humanos es el de explicar los mecanismos fisiológicos que subyacen en el despliegue del comportamiento. La psicología evolutiva trata de establecer una relación de causa-efecto entre la forma en que se comporta el humano y los cambios fisiológicos que ocurren en él. Con el fin de darle una interpretación evolutiva a la conducta humana, una hipótesis de señalización que pusimos a prueba proponía que los hombres perciben a la mujer más atractiva durante la ovulación en función de ciertos cambios fenotípicos causados por las concentraciones de estrógenos, lo que les indica señales de su condición de fertilidad (señalización reproductiva). Además, se propuso que otras mujeres también son capaces de discriminar la ovulación como un mecanismo de competencia femenina, dado que en ese período podrían ser más atractivas para sus parejas (señalización social). Para poner a prueba la hipótesis, se realizó un seguimiento de progesterona y estradiol a lo largo del ciclo menstrual a 50 mujeres, tomándoles fotos en cada una de las fases del ciclo (folicular temprana, folicular tardía, periovulatoria y fase lútea) y se les preguntó a hombres y mujeres en qué foto se veían más atractivas. Tanto los hombres como las mujeres respondieron que perciben a las mujeres como más atractivas en el período periovulatorio, la mujer tiene señalizaciones explicitas y no sólo crípticas sobre su estado reproductivo (García-López *et al.*, 2015).

El cerebro sin género

La idea de que los cerebros de las mujeres funcionan de forma distinta a los de los hombres surgió mucho antes de que existieran métodos para observar la actividad del sistema nervioso. Durante siglos se utilizó como justificación para mantener los roles sociales que relegaban a la mujer al hogar y al cuidado de los hijos, alejándola de la vida intelectual, política, artística y científica (Pérez-Gay, 2019).

La historia científica de que el cerebro de hombres y mujeres era diferente impactó en las investigaciones científicas, con ello se generaron diversas publicaciones de donde derivó el término de neurosexismo. Las diferencias documentadas de sexo/género en el cerebro, a menudo se toman como apoyo de una visión sexualmente dimórfica de los cerebros humanos: cerebro femenino frente a cerebro masculino; en consecuencia, una visión sexualmente fraccionada del comportamiento humano (cognición, personalidad, actitudes y otras características de género). Pero ahora se ha argumentado que la existencia de diferencias de sexo/género en el cerebro no es suficiente para concluir que los cerebros humanos pertenecen a dos categorías distintas (Biagio *et al*., 2015). Tales distinciones requieren el cumplimiento de dos condiciones: 1) la forma de los elementos que muestran diferencias de sexo/género debe ser dimórfica, es decir, con poca superposición entre las formas de los elementos en hombres y mujeres; 2) debe haber un alto grado de consistencia interna en la forma de los diferentes elementos de un solo cerebro (por ejemplo, todos los elementos tienen la forma *masculina*) (Joel *et al*., 2015).

Para analizar estas distinciones del cerebro se abordaron dos ideas: el primer enfoque utilizó un algoritmo de detección de *anomalías* del cerebro para probar si el de las mujeres también son típicas de los hombres, y viceversa. La detección tiene como objetivo construir un modelo de elementos *normales* para que pueda detectar un elemento *anormal*, suponiendo que cada grupo representa un *tipo* de cerebro. A esta idea se le sumó un segundo enfoque, con la idea de que las diferencias entre sexos eran suficientes para formar categorías; para ello se analizaron datos de imágenes de resonancia magnética de cerebros humanos, analizados con dos métodos (análisis basado en volumen y en superficie). El estudio concluyó que el cerebro humano

no encaja en dos tipos distintos de cerebro, uno típico de los hombres y otro típico de las mujeres. Aunque es posible usar la arquitectura del cerebro para predecir si una persona es mujer u hombre —con una precisión de ~80%—, la categoría de sexo proporciona muy poca información sobre la probabilidad de que la arquitectura del cerebro de uno sea similar o diferente del cerebro de otra persona. Esto se debe a que los tipos de cerebro típicos de las mujeres también son típicos de los hombres, y las grandes diferencias sexuales se encuentran sólo en la prevalencia de algunos tipos de cerebro con patologías. El estudio categoriza en un continuo los tipos de cerebro en que indistintamente están hombres o mujeres; a éste se le llama cerebro de mosaico, donde cada uno tiene características diferentes como femeninas o masculinas (Joel *et al*., 2018).

Esta hipótesis suena interesante, pero nosotros teníamos la pregunta de ¿cómo se daba un cerebro superpuesto de géneros dada la respuesta de las hormonas? Para esto había que considerar que las hormonas tienen grandes efectos neurofisiológicos durante momentos críticos de la vida. Por otra parte, los últimos cincuenta años de estudios habían tratado de que la exposición a la testosterona dentro del útero masculiniza irreversiblemente el cerebro de los hombres, alejándolos así de una forma femenina predeterminada. Esta idea ha sido reemplazada por un escenario más complejo, según el cual, los cerebros tanto de mujeres como de hombres son susceptibles a factores internos y externos que los moldean. Estas observaciones condujeron a la hipótesis del *cerebro de mosaico*. Los cerebros humanos se componen, en gran parte, de mosaicos únicos de características típicas femeninas y masculinas (Joel, 2020 y 2021). Lo anterior se desprende de estudios realizados en humanos, en los cuales se evaluó la consistencia interna en volumen regional, espesor cortical y conectividad con imágenes de resonancia magnética (MRI). El resultado también se basó en el número de neuronas halladas en el hipotálamo *post mortem*, así como en los cambios en el volumen regional y de grosor cortical (evaluado con MRI) después de la exposición al estrés.

Se han informado diferencias de sexo en la respuesta del cerebro al estrés, algunas debido a cuestiones hormonales —tanto en humanos como en animales—, pero se desconoce si los efectos se suman de ma-

nera consistente dentro de los cerebros individuales. Esto implicó usar imágenes de resonancia magnética (MRI) obtenidas antes y después de la exposición al estrés extremo en personas que estuvieron expuestas a un servicio militar combativo (15 mujeres y 24 hombres, entre 18-19 años). Se analizaron dos conjuntos de datos, uno del volumen y otro de espesor cortical, sólo pocas regiones (siete y tres, respectivamente) mostraron cambios específicos de sexo/género (es decir, el cambio estructural más común en mujeres y hombres fue diferente); además, estas respuestas no se suman para crear alguna contestación neural típica femenina y masculina, en réplica al estrés (Shalev *et al*., 2020).

Se pensaba que las diferencias en el cerebro contribuyen a una división en la inteligencia entre hombres y mujeres; sin embargo, con los estudios de cerebros de mosaico esto ya no es válido. Se ha comprobado que esta creencia estaba influenciada por la cultura de género y no por diferencias *a priori* cerebrales. En un experimento se pidió a los participantes que recomendaran personas para un puesto de trabajo; la mitad de ellos creía que el trabajo requería una capacidad intelectual de alto nivel, la otra mitad no recibió esta información. Por medio de una regresión logística bayesiana de efectos mixtos, se obtuvo que la probabilidad de recomendar a una mujer era 38.3 % menor, cuando la descripción del trabajo mencionaba la capacidad intelectual, en consonancia con los prejuicios de género. Esta misma dinámica se aplicó a niños y niñas entre cinco a siete años (N= 192), a quienes previamente se les enseñó cómo jugar en equipo. A la mitad de los niños se les dijo que el juego era para niños "muy, muy inteligentes", a la otra mitad no se les dio algún tipo de identificación para jugar, únicamente se les pidió que seleccionaran a tres compañeros de equipo de entre seis niños que les eran desconocidos. Las selecciones fueron impulsadas por preferencia del mismo sexo, cuando no se describió que se requería que fueran inteligentes (es decir, las niñas eligieron niñas y los niños eligieron niños), pero los niños eligieron niñas como compañeras cuando el juego requería a alguien inteligente (Bian y Cimpian, 2018).

Otro ejemplo en el cual no hay evidencia contundente de las diferencias entre el cerebro de hombre y de mujer son las sinapsis, que es el nivel funcional y organizativo más bajo del cerebro, pues éstas facilitan la

comunicación entre neuronas y, por lo tanto, determinan funciones y mecanismos desde el aprendizaje y la formación de la memoria hasta muchos mecanismos patogénicos. Teniendo en cuenta este importante papel de las sinapsis, se sabe relativamente poco sobre las diferencias sexuales sinápticas. Hasta ahora, la investigación en este campo se centra en un sexo, principalmente hombres, dejando indeterminada la transferibilidad de los resultados. Estas variaciones a lo largo del cerebro podrían indicar que no existe una feminización o masculinización universal, sino una maduración en mosaico de diferentes áreas del cerebro. Los primeros indicadores que respaldan esta teoría se han obtenido en un análisis de conectomas humanos, lo que no muestra consistencia interna en las características del conectoma y el género. El dimorfismo sináptico no es constante entre todas las regiones y circuitos del cerebro. Entonces, el continuo de hombre a mujer parece estar determinado específicamente para cada región del cerebro (Schmeisser y Schumann, 2022; Lisman *et al*., 2018).

Paradigmas y género del investigador

Mary Jane West-Eberhard (1941) es una bióloga teórica estadounidense, destacada por argumentar que la plasticidad fenotípica y del desarrollo desempeñó un papel clave en la configuración de la evolución y la especiación animal. Su teoría tuvo sus primeros esbozos a principios de la década de los ochenta, y en 2003 publicó el libro *Developmental Plasticity and Evolution*, el cual integraba todas sus investigaciones desarrolladas en este tema por más de dos décadas. En este volumen destaca la idea de cómo los fenotipos alternativos son importantes, ya que pueden conducir a rasgos nuevos y luego a la divergencia genética y, por lo tanto, a la especiación. La inducción ambiental puede liderar la evolución genética a través de fenotipos alternativos, pues describe cómo la plasticidad ambiental juega un papel clave en la comprensión de la teoría genética de la evolución. Hace veinte años Mary Jane West-Eberhard exponía sus ideas sobre los estudios de conducta animal, lo que, sin duda, parecía el futuro ineludible; sin embargo, al cuestionarle ¿por qué éstas no habían hecho eco en la comunidad biológica? Respondió que su marido, William Eberhard, recién había planteado la teoría de la elección críptica y que eso era imposible de opacar.

La plasticidad fenotípica adaptativa es la variación fenotípica heredable, producto de la interacción del genoma con el ambiente, permitiendo que la norma de reacción evolucione, modulando el efecto de selección natural en el *fitness* de los organismos. Esto puede generar picos en el paisaje adaptativo de una población dada.

La plasticidad fenotípica es la norma de reacción de un genotipo a diferentes factores ambientales que determinan su nicho (Schmalhausen, 1949; Schlichting y Pigliucci, 1998; Pigliucci, 2001). Es la capacidad de algunos organismos para producir fenotipos diferentes a lo largo de un gradiente ambiental donde pueden sobrevivir. Estas variaciones pueden manifestarse en la historia de vida, en los caracteres morfológicos, en el comportamiento o en la fisiología del organismo, ya sea de forma continua o discreta de cambios reversibles o no reversibles como respuesta dentro de una misma generación o a nivel transgeneracional (Wund, 2012).

Un ejemplo de esta plasticidad fenotípica se observa a partir de un caso de fisiología y conducta humana, ocurrido en septiembre de 1944: los ferroviarios holandeses iniciaron una huelga con la que esperaban paralizar el transporte de tropas alemanas, ayudando indirectamente a las fuerzas aliadas. La huelga no sólo fracasó, sino que tuvo terribles consecuencias para la población holandesa. Los nazis bloquearon el suministro de alimentos a gran parte del país y Holanda se sumió en la hambruna. Cuando los Países Bajos fueron liberados y la Segunda Guerra Mundial terminó (mayo de 1945), más de 20,000 personas habían muerto en Holanda por inanición. Este horrible episodio ha pasado a la historia como el *Invierno holandés del hambre*. Este período de hambruna provocado por los nazis comenzó y terminó abruptamente.

Durante la década de 1990 el grupo de trabajo dirigido por L.H. Lumey comenzó a estudiar una cohorte de miles de personas que nacieron durante la hambruna holandesa de 1944-1945. Les realizaron analíticas, comparándolas con muestras de hermanos nacidos antes o después de este período; también se estudió la metilación de muestras de ADN, comparando los patrones de los nacidos durante la hambruna con los de sus hermanos nacidos inmediatamente antes o después. Con esta información se relacionaron tres aspectos: el estado de salud, el índice de masa corporal

y la metilación del genoma, que se sabe está directamente relacionado con el sobrepeso (López-Tricas, 2018). Lo que se observó es que esos bebés gestados durante la hambruna tienen mayores tasas de enfermedades cardiovasculares, altos niveles de diabetes tipo 2, cáncer de mama y esquizofrenia, en su edad adulta. Estas personas han visto alterada su masa corporal, los niveles de grasa y azúcar en sangre, así como mayor tendencia a la obesidad. Además, lo que le ocurrió a la madre pasó a los fetos, y éstos han heredado las consecuencias de la hambruna. La hambruna no altera el código genético, pero desactiva una serie de genes, lo que ocasiona cambios considerables en la fisiología del individuo, cambios que pueden pasar de generación en generación. Estos cambios originaron metilaciones en el ADN, hecho que alteró la actividad de los genes de los entonces fetos para el resto de sus vidas, en lo que se conoce como epigenética.

Conclusiones

No hay nada inherentemente masculino en la ciencia, sólo es parte del territorio que tuvo el hombre durante muchos años por los contextos sociales. Los estudios conductuales son muy complejos porque necesitan contestar al menos las cuatro preguntas que nos marcó Tinbergen para su estudio (causa, función, ontogenia y evolución), por lo que las explicaciones son variadas y han cambiado dependiendo del desarrollo tecnológico, social e incluso económico.

En este escrito hemos reflexionado sobre patrones de conducta que tenían como protagonistas a los hombres, sin embargo, el desarrollo tecnológico y las preguntas que se hicieron algunos científicos sobre el papel de la mujer en estos procesos, más que cambiar las explicaciones las ha enriquecido. Es importante no desacreditar las preguntas que se han resuelto bajo la perspectiva masculina, pero sí sumar nuevas explicaciones que nos ayudarían a entender a la conducta en un contexto más integral.

En el mundo natural, la forma y el papel femenino varían enormemente para abarcar un espectro fascinante de anatomías y comportamientos. Sí, la madre cariñosa está entre ellos, pero también lo está el pájaro jacana, que abandona sus huevos y los deja a cargo de un harén de machos para que los críen. Las hembras pueden ser fieles, pero

sólo 7% de las aves son sexualmente monógamas. Las hembras alfa han evolucionado a través de una variedad de clases, desde primates hasta insectos; luego están las *femme* fatales: arañas hembras caníbales que consumen a sus parejas como bocadillos después o incluso antes del coito, y lagartijas que han perdido la necesidad de los machos por completo y se reproducen únicamente por clonación. En la conducta humana, las mujeres sesgan la reproducción a hombres que contienen la mejor calidad genética y cuidan a sus crías; este cuidado, después de la Revolución Industrial, se ha extendido no sólo a mayores edades, sino también a sus nietos, asegurando que la progenie sea exitosa.

Podemos analizar los componentes de cada conducta animal que nos planteemos, aunque, evidentemente, no todas tendrán la misma función y mucho menos el mismo valor adaptativo. Habrá conductas más adaptativas que otras, y éstas serán las que, probablemente, se repetirán en la cadena evolucionista y las que se consolidarán de forma más estable en una especie. Los humanos somos muy complejos y nuestras conductas, por lo tanto, también lo son; por ello, no nos podemos olvidar de cada uno de los componentes y tampoco podemos discriminar el papel de las mujeres en las conductas sociales, altruistas, cooperativas, reproductivas, etcétera.

El interés por estudiar las diferencias intersexuales de la conducta, medirlas y explicar su origen presenta una larga historia en la investigación, pero hacerlo hoy de una manera objetiva y más equitativa resulta necesario para explicar los procesos conductuales fuera de protagonismos que forzosamente marcarían interpretaciones equívocas que los estudios científicos no deben de tener.

Referencias

Asís, B.A.; Avery, A.J.; Tylan, C.; Engler, H.I.; Earley, E.I. y T. Langkilde (2021). Honest Signals and Sexual Conflict: Female Lizards Carry Undesirable Indicators of Quality. *Ecology and Evolution,*11(12): 7647-7659. https://doi.org/10.1002/ece3.7598

Bian, L.; Leslie, S.-J. y Cimpian, A. (2018). Evidence of Bias Against Girls and Women in Contexts that Emphasize Intellectual Ability. *American Psychologist*, 73(9): 1139-1153. https://doi.org/10.1037/amp0000427

Blazquez, G.N. y Chapa R.A. (2018). *Inclusión del análisis de género en la ciencia*. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Red Mexicana de Ciencia, Tecnología y Género, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Buss, D.M. (1989). Sex Differences in Human Mate Preferences: Evolutionary Hypotheses Tested in 37 Cultures. *Behavioral and Brain Sciences*, 12: 1-49.

Cuatrecasas, J. (1965). Biología y ciencias del hombre. *Revista de Psicología*, 1: 33-38.

Fitzpatrick, J.L.; Willis, C.; Devigili, A.; Young, A.; Carroll, M.; Hunter, H.R. y Brison, D. R. (2020). Chemical Signals from Eggs Facilitate Cryptic Female Choice in Humans. Proceedings. *Biological Sciences*, 287(1928). https://doi.org/10.1098/rspb.2020.0805

Firman, R.C. y Simmons, L.W. (2015). Gametic Interactions Promote Inbreeding Avoidance in House Mice. *Ecol. Lett.* 18: 937-943. doi:10.1111/ele.12471

García-López, G.I.; Aguilar M.M.I y Aguilera, R.U. (2015). Atractivo sexual femenino a lo largo del ciclo menstrual: Análisis bajo la perspectiva de la psicología evolutiva. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 17(1): 46-53. https://revistas.unlp.edu.ar/raab/article/view/1104

Guzmán, G. (2018). La teoría de señales: ¿es útil el engaño? *Psicología y mente*. https://psicologiaymente.com/psicologia/teoria-de-senales

Hernández-López, L.E. y Cerda-Molina, A.L. (2012). La selección sexual en los humanos. *Salud mental,* 35(5): 405-410. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33252012000500007&lng=es&tlng=es.

Joel, D.; Berman, Z.; Tavor, I.; Wexler, N.; Gaber, O.; Stein, Y.; Shefi, N.; Pool, J.; Urchs, S.; Margulies, D.S.; Liem, F.; Hanggi, J.; Jancke, L. y Assaf, Y. (2015). Sex Beyond the Genitalia: The Human Brain Mosaic. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 112 (50): 15468-15473. doi = 10.1073/pnas.1509654112.

Joel, D.; Persico, A.; Salhov, M.; Berman, Z.; Oligschläger, S.; Meilijson, I.Y. y Averbuch, A. (2018). Analysis of Human Brain Structure Reveals that the Brain Types Typical of Males Are Also Typical of Females, and Viceversa. *Front. Hum. Neurosci*., 18(12): 1-18. https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00399

Joel, D. (2021). Beyond the Binary: Rethinking Sex and the Brain. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *122*: 165-175. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.11.018

Joel, D. (2020). Beyond Sex Differences and a Male-Female Continuum: Mosaic Brains in a Multidimensional Space. Handbook of Clinical Neurology, 175: 13-24. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64123-6.00002-3

López-Tricas, J.M. (2018). La *hambruna en Holanda (1944-1945) persiste en los genes de los descendientes*. http://www.info-farmacia.com/historia/la-hambruna-de-holanda-1944-1945-pervive-en-los-genes-de-los-descendientes

Lisman, J.; Cooper, K.; Sehgal, M. y Silva, A.J. (2018). Memory Formation Depends on Both Synapse-Specific Modifications of Synaptic Strength and Cell-Specific Increases in Excitability. *Nat. Neurosci*., 21: 309-314. doi: 10.1038/s41593-018-0076-6

Biagio, D.; Di Cosmo, A.; Scandurra, A. y Pinelli, C. (2019). Mosaic and Concerted Brain Evolution: The Contribution of Microscopic Comparative Neuroanatomy in Lower Vertebrates. *Frontiers in Neuroanatomy*, 13. doi.10.3389/fnana.2019.00086

Pedrosa, M.L.; Furtado, M.H.; Ferreira, M. y Carneiro, M.M. (2020). Sperm Selection in IVF: The Long and Winding Road from Bench to Bedside. *JBRA Assisted Reproduction*, 24(3): 332-339. https://doi.org/10.5935/1518-0557.20190081

Pérez-Cerezales, S.; Boryshpolets, S.; Afanzar, O.; Brandis, A.; Nevo, R.; Kiss, V. y Eisenbach, M. (2015). Involvement of Opsins in Mammalian Sperm Thermotaxis. *Sci Rep*., 5: 1-18. https://doi.org/10.1038/srep16146

Pérez-Gay, J.F. (2019). ¿Tiene género el cerebro? *Revista de la Universidad de México*, 854: 148-151.

Pigliucci, M. (2007). Do We Need an Extended Evolutionary Synthesis? *Evolution*, 61: 2743-2349.

Robertson, S.A. y Sharkey, D.J. (2016). Seminal Fluid and Fertility in Women. *Fertility and Sterility*, 106(3): 511-519. https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2016.07.1101

Rooker, K. y Sergey, G. (2018). On the Evolution of Visual Female Sexual Signalling. *Proc. Biol. Sci*., 285: 1879. doi: 10.1098/rspb.2017.2875

Sakkas, D.; Ramalingam, M.; Garrido, N. y Barratt, C.L. (2015). Sperm Selection in Natural Conception: What Can We Learn from Mother Nature to Improve Assisted Reproduction Outcomes? *Human Reproduction Update*, 21(6): 711-726. https://doi.org/10.1093/humupd/dmv042

Shalev, G.; Admon, R.; Berman, Z. y Joel, D. (2020). A Mosaic of Sex-Related Structural Changes in the Human Brain Following Exposure to Real-Life Stress. *Brain Structure & Function*, 225(1): 461-466. https://doi.org/10.1007/s00429-019-01995-6

Schmeisser, U.H. y Schumann, M.J. (2022). The Sexual Dimorphic Synapse: From Spine Density to Molecular Composition. *Front. Mol. Neurosci*., 15: 818390. doi: 10.3389/fnmol.2022.818390

Schmalhausen, II. (1949). *Factors of Evolution*. Chicago University Press, Chicago.

Schlichting, C.D. y Pigliucci, M. (1998). *Phenotypic Evolution: A Reaction Norm Perspective*. Sinauer Associates, Sunderland.

Simmons, L.W. (2015). Sexual Signalling by Females: Do Unmated Females Increase their Signalling Effort? *Animal Behaviour*, 1. https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0298

Trivers, R.L. (1972). Parental Investment and Sexual Selection. Sexual Selection and the Descent of Man. Campbell, 136-179. doi: 10.1111/j.1420-9101.2008.01540.x

Wilke, A.; Hutchinson, J.M.C.; Todd, P.M.; Kruger, D.J. and Risk, I. (2006). Taking Used as a Cue in Mate Choice? *Evolutionary Psychology*. doi:10.1177/147470490600400130

Wund, M.A. (2012). Assessing the Impacts of Phenotypic Plasticity on Evolution. Integrative and Comparative. *Biology*, 52(1): 5-15. doi: 10.1093/icb/ics050.

Georgina Isabel García López

Mexicana. Doctora en Investigación Psicológica por la Universidad Iberoamericana. Profesora de tiempo completo del Centro Universitario Atlacomulco de la UAEM. Líneas de investigación: conducta animal y humana: desarrollo neuronal, embarazos tempranos y hormonas.
Correo electrónico: gigarcial@uaemex.mx

Arturo Enrique Orozco Vargas

Mexicano. Doctor en Investigación Psicológica por la University of North Texas. Profesor de tiempo completo del Centro Universitario Atlacomulco de la UAEM. Líneas de investigación: conducta humana y psicología de la violencia.
Correo electrónico: dr.enrique.orozco@hotmail.com

Ulises Aguilera Reyes

Mexicano. Doctor en Ciencias Veterinarias por la Universidad Autónoma del Estado de México. Profesor de tiempo completo en la Facultad de Ciencias de la UAEM. Líneas de investigación: neurobiología del comportamiento sexual y reproductivo.
Correo electrónico: uaguilera22@gmail.com

Graciela Meza Díaz

Mexicana. Doctora en Ciencias de la Educación por la Universidad del Valle de México. Rectora de la Universidad Grupo Colegio Mexiquense. Línea de investigación: educación.
Correo electrónico fresitameza@hotmail.com



Performance público. Plaza Regina, Xalapa.