

40 aportaciones de la UAM-Iztapalapa

# Orígenes y evolución del área de **Neurociencias**

*Aportaciones de un Profesor Distinguido, Dr. Javier Velázquez Moctezuma.*

*Emilio Domínguez Salazar  
Coordinador*

## ***Presentación***

El Dr. Javier Velázquez Moctezuma nació el 9 de julio de 1950 en la Ciudad de México. Estudió Medicina en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde trabajó en el laboratorio del Dr. Marcos Velasco bajo la Dirección del Dr. Javier Lozaya con quién comenzó sus estudios en sueño y fundó el Instituto Mexicano para el Estudio de Plantas Medicinales en 1975. En esos años conoció al Dr. Carlos Beyer Flores, y cuando el Dr. Beyer se convirtió en el Director de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Unidad Iztapalapa, lo invitó a formar parte de la plantilla de profesores del Departamento de Biología de la Reproducción en 1979. Siendo Profesor Investigador de la UAM-Iztapalapa realizó la maestría de Psicobiología bajo la dirección del Dr. Rene Drucker Colín y sus estudios de doctorado bajo la dirección del Dr. Carlos Beyer Flores. Al término de sus estudios de doctorado realizó una estancia sabática de investigación en el Departamento de Psiquiatría de la Universidad de California en San Diego con el Dr. Christian Gillin entre los años 1988 y 1990. Ingresó al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) en 1987 y desde 2006 es nivel III, en ese mismo año fue nombrado Profesor Distinguido por la UAM. En 2001 funda la Clínica de Trastornos de Sueño y en 2007 funda la Feria de Ciencias Biológicas, ambas de la UAM-I. Obtuvo los premios UAM a la Investigación en 1991 y 1995. Entre 1997 al 2001 fue Jefe del Departamento de Biología de la Reproducción y entre 2010 a 2014 fue Rector de la UAM-Iztapalapa. Su labor como investigador se concentra principalmente en 6 áreas de investigación: sueño, conducta sexual, estrés, ansiedad, depresión y neuroinmunoendocrinología.

Actualmente el Dr. Velázquez Moctezuma es el líder académico del Área de Neurociencias del Departamento de Biología de la Reproducción. Cuenta con 80 artículos internacionales de investigación con 1200 citas; ha coordinado, editado o compilado 13 libros especializados y ha participado como revisor en 20 revistas de circulación internacional. Bajo su asesoría se han realizado 20 tesis de posgrado y ha impartido

---

1 Jefe del Área de Neurociencias y coordinador del presente volumen.

más de 500 cursos de licenciatura y posgrado. Su interés como investigador en la difusión y divulgación de la ciencia lo ha llevado a participar en más de 100 programas de radio y televisión, particularmente en “El Catalejo”, “Entre Pares Radio” y “Entre Pares Televisión”, todos de la UAM.

Los trabajos recopilados en este volumen fueron redactados por miembros del Área de Neurociencias, de la Clínica de Trastornos de Sueño y de la Feria de Ciencias de la UAM; todas ellas fundadas por el Dr. Javier Velázquez Moctezuma. Por un lado, pretenden dar a conocer parte del trabajo de investigación y difusión de la ciencia que el Dr. Velázquez ha desarrollado e impulsado, además, pretenden contar de manera breve parte de la historia de este Profesor, quien siempre ha manifestado públicamente su agradecimiento a la Universidad Autónoma Metropolitana por haberle permitido desarrollarse profesionalmente.

## El sueño como línea de investigación en la UAM Iztapalapa

*Por José Ángel Rojas Zamorano<sup>2</sup>*

El pionero de la línea de investigación en sueño en la UAM-Iztapalapa es el Dr. Javier Velázquez Moctezuma. Él inició su contacto con el tema, cuando desarrollaba sus estudios de licenciatura en la Facultad de Medicina de la UNAM, bajo el tutelaje del Dr. Javier Lozaya en el Departamento de Neurofisiología, que era dirigido por el Dr. Marcos Velasco, al inicio de la década de 1970. En ese laboratorio, el Dr. Velázquez Moctezuma hizo estudios de perfusión cruzada con la idea de la existencia de una sustancia que producía el sueño, y se liberaba en el líquido cefalorraquídeo; de manera que si se toma este líquido de un animal privado de sueño y se aplica a un animal intacto, caerá dormido. Casi 20 años atrás, se había descubierto el sueño de Movimientos Oculares Rápidos o sueño MOR, por el grupo de Azerinsky. En esos momentos se hacían trabajos para responder a la pregunta de cuál era la función del sueño y cuáles eran los mecanismos neurobiológicos que lo controlan.

Después de concluir la carrera de Médico Cirujano, ingresó en el Laboratorio de Neuroendocrinología, donde se desarrollaban trabajos fundamentalmente en el estudio de la conducta sexual. Pero el Dr. Velázquez trabajó en algunos proyectos de neurofisiología, por ejemplo, en la estimulación de la formación reticular, registro de actividad eléctrica en el hipocampo y en el hipotálamo. Fue en ese laboratorio donde conoció al Dr. Carlos Beyer, y años después lo invitó a trabajar en la UAM-Iztapalapa.

En nuestro campus, se inició en trabajos de neurofisiología (actividad eléctrica cerebral) la cual está relacionada con diferentes fenómenos. Dada su formación, lo primero en que empezó a desarrollarse fue en cuestiones de neurofisiología, principalmente en la actividad eléctrica cerebral y hormonas. Los proyectos relativos al sueño comenzaron a aumentar de manera rápida, aunque era extraordinariamente difícil, ya que por la falta de recursos era muy complicado conseguir insumos (como el polígrafo, el papel y la tinta); además, la investigación en este campo es costosa. Después de dos años de su ingreso a la UAM-Iztapalapa, inició

---

2 Profesor Invitado del Área de Neurociencias.

su trabajo con la privación de sueño en gatos, que era el modelo animal más extensamente utilizado en ese entonces, además de que era una técnica accesible, barata y de la cual se obtenía mucha información. Sin embargo debido a la dificultad del uso de los gatos como sujetos de experimentación, adoptó a la rata como modelo animal en el estudio del sueño.

El utilizar a la rata permitió conjugar la otra fortaleza del Departamento de Biología de la Reproducción, que era la experiencia en el registro de la conducta sexual. Se empezaron a hacer trabajos que evaluaban el efecto de la privación de sueño sobre la conducta sexual, inducido por diferentes esquemas hormonales. Tal estrategia permitió romper el círculo de que si no se tienen publicaciones no se tiene acceso a mayores recursos y, si no tienes recursos no se pueden realizar publicaciones. El primer artículo obtenido fue: “*Effects of REM deprivation on the lordosis response induced by gonadal steroids in ovariectomized rats*”.<sup>3</sup> A partir de éste, se produjeron otros más relacionados con las hormonas gonadales, la conducta sexual y la privación de sueño. Gracias a esas publicaciones pudieron obtenerse mayores recursos y se colocó a la UAM-Iztapalapa como un lugar en el que se hacían investigaciones en sueño.

La privación de sueño llevó al Dr. Velázquez Moctezuma a abordar el estudio de las hormonas en las glándulas suprarrenales y el estrés. Su intención era determinar qué porcentaje de lo que se observaba en los animales privados de sueño se debía al estrés y no a la privación, pregunta experimental que aún no ha sido resuelta. Para ello modificó el modelo de la plataforma para la privación de sueño, disminuyendo la altura de la plataforma y siguiendo el modelo propuesto por un grupo brasileño de utilizar una modificación que consistió en plataformas múltiples y que se realizaba con más de un animal a la vez; lo que pretendía resolver en parte el aislamiento y la inmovilidad que resultaban estresores importantes en el modelo de la plataforma simple.

Fue entonces que se empezó a trabajar en el efecto del estrés prenatal, a comparar el efecto de la privación de sueño con otros estresores y analizar los efectos que éstos tenían en la conducta sexual de las crías. Concluyó que ningún estresor se comporta de la misma manera y fue con este trabajo que logró obtener el grado de doctor con el artículo titulado: “*The effect of prenatal stress on adult sexual behavior in rats depends on the nature of the stressor*”<sup>25</sup>.

---

3 Physiol. Behav 32:91-94, 1984.

Realizó una estancia en San Diego con el Dr. J. Christian Gillin. Abordó el estudio de los subtipos de receptores colinérgicos muscarínicos involucrados en la regulación del sueño MOR; el cual dio como resultado un artículo en el que se encontró que los receptores del subtipo M2 son los que están involucrados: “*Cholinergic receptor subtypes and REM sleep in animals and normal controls*”.<sup>4</sup>

Después de la estancia en San Diego, inició la promoción para formar la Sociedad Mexicana para la Investigación y Medicina del Sueño. Los pioneros de esta idea, además del Dr. Velázquez, fueron el Dr. Rene Drucker Colín y el Dr. Augusto Fernández Guardiola, entre otros sueñólogos importantes. Después de resolver algunas dificultades de organización, finalmente surge esta Sociedad, que ha involucrado la investigación básica y clínica. En la década de los 80 la investigación clínica del sueño de ser poco reconocida, rápidamente se volvió un tema importante; en los congresos de sueño se empezó a hablar cada vez más de investigación clínica, lo cual hizo que el desarrollo en el plano clínico se generara de forma más veloz, lo que llevó a la clasificación Internacional de los Trastornos del Sueño. Desde la fundación de la Sociedad Mexicana para la Investigación y Medicina del Sueño, hizo énfasis en la cuestión de que la de investigación básica y la de investigación clínica tenían que desarrollarse a la par, y que los investigadores de ambas áreas debían estar en intensa y estrecha comunicación. Es por esto que los congresos mexicanos del sueño han presentado desde siempre investigaciones tanto en el área clínica como en la básica.

Tras la creación de la Clínica de Sueño de la UNAM, el Dr. Javier Velázquez propició las condiciones para que la UAM-Iztapalapa tuviera también una clínica que diera servicio a la comunidad en la prevención y tratamiento de las alteraciones del dormir: la actual Clínica de Trastornos de Sueño de la UAM-Iztapalapa. La idea fue hacer de la clínica un espacio tanto académico como de servicio. La Clínica de Trastornos del Sueño de la UAM-Iztapalapa ha generado trabajos de investigación básica y clínica, ha contribuido a la formación de recursos humanos de alto nivel y también ha promovido la realización de labores de divulgación y de docencia a nivel de pregrado y posgrado.

---

4 Prog Brain Res 98:379-387,1993





## Cuarenta años, ¿ya soy grande?

por Mario García Lorenzana<sup>5</sup>

### ¿Qué vas a hacer cuando seas grande?

Pregunta que a muchas personas nos ha hecho el Dr. Javier Velázquez Moctezuma y que nos permite reflexionar ahora que la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) cumple 40 años de actividad.

Cuando se me hizo esta pregunta yo acababa de concluir mis estudios de Licenciatura en Biología Experimental en la UAM-Iztapalapa, como parte de la cuarta generación de esta Licenciatura. En ese momento, mi interés profesional estaba dirigido a la Biología del Desarrollo, por la experiencia que tuve gracias a las clases de Biología de la Diferenciación y Desarrollo Celular, impartidas por el Dr. Horacio Merchant Larios. Experiencia que motivó una estancia en el laboratorio del Dr. Merchant en el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM.

De esa estancia se presentó la oportunidad de mantener en nuestra Universidad una colonia de *Xenopus laevis*, especie de anfibio que constituye un excelente modelo para el estudio de los procesos básicos del desarrollo ontogenético. Durante alrededor de tres años mantuve de manera exitosa esta colonia en el espacio que me facilitaron las Maestras Mireya Artis y Teresa Fonseca del Departamento de Ciencias de la Salud. Al mismo tiempo tuve el gusto de concursar y ganar una plaza de profesor asistente de tiempo parcial en este departamento. Mi incorporación a la UAM me permitió crecer en dos aspectos que siempre han sido mi principal aspiración, la de ser Profesor e Investigador.

Aspiración que tuve la oportunidad de ir construyendo cuando se me presentaron dos posibilidades de crecimiento profesional: incorporarme a un proyecto de creación y desarrollo de la carrera de Biología en una Universidad privada en la Ciudad de México y estudiar la Maestría en Ciencias de la Computación con aplicaciones en Educación.

---

5 Profesor Titular del Área de Neurociencias



Proyectos personales que no me alejaron de mi *alma mater*, la UAM Iztapalapa, y me permitieron mantener el contacto con las disciplinas científicas que hasta el día de hoy constituyen una parte importante de mi formación profesional: la Histología y la Biología del Desarrollo.

Al concluir mi participación en la coordinación de la carrera de Biología en la Universidad privada y el término de mis estudios de maestría con la tesis, *Hipertexto de Histología*, que fue reconocida con Mención honorífica, volqué mi interés en la investigación biológica. Interés que me llevó a incorporarme al Doctorado en Ciencias Biológicas y de la Salud de la UAM. Este posgrado lo realicé bajo la dirección del Dr. Ricardo López Wilchis del Departamento de Biología de la UAM, y de las Dras. María del Carmen Uribe Aranzabal de la UNAM y Concepción Sánchez Gómez del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

Esta experiencia representó un periodo de aprendizaje rico, difícil y en momentos de un intenso desgaste, ya que en este tiempo seguía dando clases en la UAM y para fortalecer mi proyecto de investigación doctoral realicé la especialidad en Microscopía electrónica en la Facultad de Ciencias de la UNAM con los Dres. Gerardo E. Vázquez Nin y Luis Felipe Jiménez así como la Dra. Olga Echeverría.

Del contacto con mis maestros del Doctorado y la especialidad aprendí innumerables cosas, no solo de la disciplina en la que son expertos sino también valores humanos y éticos como el respeto, la honestidad y la sencillez, entre otros.

En esta ajetreada época me volví a encontrar con el Dr. Javier Velázquez Moctezuma y la pregunta: ¿Qué vas a hacer cuando seas grande?, se hizo presente, con el apoyo inconmensurable que me brindó, no solo para concluir con mis estudios de posgrado, sino para aterrizar mi formación como Profesor Investigador, al darme la oportunidad de incorporarme al área de Neurociencias del Departamento de Biología de la Reproducción. Esta nueva experiencia profesional resultó grandiosa porque me permitió seguir aprendiendo nuevamente, no solo aspectos propios de las disciplinas en las que el Dr. Velázquez es experto, sino en un estilo de enseñanza y trabajo que puede ser y es agobiante, pero que se vuelve adictivo por la extraordinaria sensación de generar conocimiento, siempre con un profundo respeto hacia las personas como entes inteligentes con aspiraciones emotivas y profesionales. Y hasta el día de

hoy, en el que la UAM cumple 40 años, de los cuales yo he sido testigo de casi 38 (cuatro como estudiante y 34 como profesor) puedo decir que he culminado mi sueño de ser Profesor Investigador, bajo el liderazgo de quien crece y motiva a crecer con él, y sobre todo disfruta, respeta y apoya ese crecimiento profesional y personal de quienes lo acompañamos en el trabajo del área de Neurociencias. Ahora veo que en esa pregunta se encierran innumerables cosas, entre otras y la más importante para mí, que el Dr. Javier Velázquez Moctezuma reconoce, como lo dice la frase de Bernardo de Chartres: “Si hoy podemos ver más lejos, es gracias a que estamos parados en los hombros de gigantes”, yo diría, los gigantes que nos antecedieron con sus conocimientos y los gigantes que en este momento, con él, navegamos en la apasionante empresa de la generación y transmisión del conocimiento.

En esa empresa mi contribución, como lo he mencionado, se puede ubicar dentro de la Histología o debo decir, Biología Tisular del aparato reproductor así como de los sistemas nervioso, endocrino y linfohemático. Evidentemente la interrelación de estos elementos tisulares constituye un enfoque muy ambicioso si partimos de una de las definiciones integradoras de la Biología Tisular: estudio morfofisiológico de las organizaciones pluricelulares y pluritissulares así como las interacciones micro y medioambientales, desde un enfoque ontogenético y filogenético.

En un principio y, como resultado de mi trabajo de tesis doctoral, enfocamos nuestro interés en el estudio de la biología de la reproducción de especies silvestres de roedores endémicos de México, en particular con *Peromyscus winkelmanni*: lo que culmina con la descripción de los aparatos reproductores masculino y femenino inactivos y con actividad gonadal. Asimismo describimos el ciclo estral a partir de la citología vaginal. Finalmente describimos las posturas y conductas típicas en la especie. El aprendizaje en esta experiencia fue el conocimiento profundo de la morfofisiología del aparato reproductor de especies silvestres y la interacción con factores ambientales como la temperatura y el fotoperiodo. En esta línea de investigación actualmente co-dirigimos a una estudiante de la Maestría en Biología de la Reproducción y ya se tituló una estudiante de la Maestría en Biología.

Simultáneamente, y en colaboración con la Dra. Ma. del Rosario Tarragó Castellanos, también del área de Neurociencias, abordamos el efecto agudo de los fitoestrógenos, coumestrol y genisteína, en el apa-

rato reproductor masculino y femenino de ratas de la cepa Wistar. Esta experiencia nos permitió abordar, más tarde, la acción de algunos disruptores endocrinos en el sistema nervioso central, en particular de los fitoestrógenos mencionados y el bisfenol A, sobre el área preóptica medial, así como en la región lumbar de la médula espinal. En este momento se realiza un trabajo de Servicio Social en el que se analiza estereológicamente la organización tisular de los órganos mencionados, así como su influencia en la conducta copulatoria. Como productos de trabajo en esta línea se completaron varias Unidades de Enseñanza Aprendizaje: proyectos de investigación, en los que más de una decena de estudiantes completaron su formación de licenciatura, además del reconocimiento de estos trabajos, al presentarlos en distintos foros nacionales e internacionales.

Abordamos el estudio de la glándula coagulante al heredar una serie de preguntas que el Dr. Velázquez nos formuló acerca del papel de esta glándula en la formación del tapón seminal. Para abordar este proyecto, el Dr. Velázquez concretó una interesante y productiva colaboración con la Dra. Rosa Angélica Lucio perteneciente al Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta. Colaboración que fructificó en una tesis de maestría, así como un par de publicaciones y otra en proceso.

El espíritu inquieto del Dr. Velázquez nos llevó a formar una red con colegas de las Universidades Autónomas de Aguascalientes (UAA), Tlaxcala (UAT) y Veracruz (UAV) con resultados plasmados en capítulos de libros y publicaciones en revistas indizadas. La colaboración con la UAA fructificó en un proyecto con apoyo de CONACYT que ya tiene resultados: una publicación, así como un Doctorado concluido y tres en curso, además de los artículos que se trabajan con los estudiantes de posgrado, actualmente se trabaja en tres artículos más: uno experimental y dos revisiones. La colaboración con la UAT, aparte de la ya mencionada con la Dra. Lucio, generó un valiosísimo contacto con la Dra. Margarita Martínez Gómez y el Dr. Jorge Rodríguez Antolín. Contacto del que resultaron asesorías de seis tesis, cuatro de maestría y dos de doctorado, más la impartición de un curso de posgrado, la organización y realización en la UAT del congreso nacional de Histología, así como la publicación de un artículo.

Pertenecer al área de Neurociencias, con el liderazgo del Dr. Velázquez constituye una experiencia profesional siempre inacabada, pues

día a día surgen nuevos intereses de grupo y personales. Cuando digo personales resalto la libertad y el impulso, insisto, con amplia libertad, que brinda nuestro líder en cuanto al establecimiento de contactos y colaboraciones con colegas de la propia UAM y de otras instituciones. En este aspecto emprendimos la organización de tres congresos nacionales de Histología. Eventos que se realizaron durante el tiempo en que presidí a la Sociedad Mexicana de Histología. En esta empresa el apoyo del Dr. Velázquez para la publicación del primer libro editado por la Sociedad Mexicana de Histología fue invaluable. Así como en la realización de cuatro cursos de especialización, en los que contamos con profesores invitados, tanto nacionales como internacionales. Estos cursos formaron parte de los eventos conmemorativos de los treinta años de la UAM.

Por otro lado, actualmente, además de las ya mencionadas colaboraciones con colegas de varias universidades del país, mantenemos contacto con los departamentos de Biología, Ciencias de la Salud e Hidrobiología así como con la División de Ciencias Básicas e Ingeniería y las unidades Xochimilco y Cuajimalpa. Colaboraciones que han culminado con asesorías y co-direcciones de cinco tesis de doctorado (dos concluidas y tres en proceso), una tesis de maestría concluida, cuatro proyectos de investigación de licenciatura y cinco publicaciones además de cuatro en proceso. En el constante aprendizaje que significa nuestro quehacer docente y de investigación, el análisis histopatológico de órganos de los sistemas nervioso, linfhemático y endocrino; así como de los aparatos reproductor y digestivo en modelos animales de diabetes, parasitosis, enfermedades neurodegenerativas e isquemia nos permite actualmente consolidar una línea de investigación sobre el papel inmunomodulador de los sistemas nervioso y endocrino. Evidentemente, para lograr lo ya alcanzado y lo que seguramente viene en docencia de alto nivel, investigación y divulgación del conocimiento, se requiere de una infraestructura sólida y moderna, que nos sitúe en “las grandes ligas”, parafraseando a nuestro líder. También en esa búsqueda de consolidación de la base técnica y metodológica a nuestro quehacer, el Dr. Velázquez ha sido y es un gestor incansable de apoyos y proyectos que nos proveen de equipo, instalaciones, foros y servicios de primer nivel. Como microscopios de campo claro, epifluorescencia, electrónicos y de tipo confocal; laboratorios divisionales con equipos de apoyo y servicio; ferias de Ciencias y más.

¿Qué voy hacer cuando sea grande? Trabajar formando investigadores comprometidos con el ingenio, la creatividad, la capacidad de disenter y, sobre todo, con la gran responsabilidad de generar conocimiento que permita a nuestra sociedad una mejor calidad de vida al proveerla de hallazgos científicos que alivien sus problemas de salud al permitirle acceder a una cultura que trascienda su cotidianidad.

Eso quiero ser, como nuestro líder Javier Velázquez Moctezuma con su andar día a día nos da el ejemplo de ser grandes, no por la edad, sino por lo que hacemos, que es engrandecer a nuestros compañeros y a las personas con las que compartimos la vida.

## Javier Velázquez Moctezuma y el desarrollo de la Neuroinmunoendocrinología en México

*Por Beatriz Gómez González<sup>6</sup>*

Una de las líneas de investigación recientemente cultivadas bajo la dirección del Dr. Javier Velázquez Moctezuma en el Área de Neurociencias es la relacionada con el campo de la Neuroinmunoendocrinología. La Neuroinmunoendocrinología es la rama de la ciencia que se dedica al estudio de las interacciones entre los sistemas que mantienen la homeostasis, los sistemas nervioso, endocrino e inmune. Surgió formalmente como disciplina al final de la década de los 70 del siglo pasado; sin embargo, desde principios del siglo aparecieron esporádicamente en la literatura científica internacional artículos que describían las interconexiones entre el sistema endocrino y el inmune, el sistema nervioso y el inmune, y entre los tres sistemas (nervioso, endocrino e inmune, ver Figura 1). Con el paso del tiempo, la Neuroinmunoendocrinología se ha convertido en una de las ramas de las ciencias biológicas con mayor crecimiento a nivel internacional.

Los estudios en el campo de la Neuroinmunoendocrinología son muy variados, abordan aspectos puramente anatómicos, fisiológicos o patológicos. Originalmente se estudió cada uno de los sistemas por separado en disciplinas independientes que poco a poco convergieron en lo que hoy denominamos Neuroinmunoendocrinología. Así, durante más de 100 años de desarrollo en el campo de las Neurociencias se han descrito las regiones anatómicas del sistema nervioso, sus moléculas señalizadoras, los neurotransmisores, y las funciones de regiones específicas. Gracias a ello, hoy se conocen las regiones anatómicas involucradas en el control de la conducta sexual masculina y femenina, estudiada de manera detallada en el Área de Neurociencias de la UAM-I (ver las aportaciones de la Dra. Morales y el Dr. Ferreira en este cuadernillo) y los mecanismos neuroquímicos de regulación del sueño, también estudiados ampliamente en el Área de Neurociencias de la UAM-I.

---

6 Profesor Titular del Área de Neurociencias

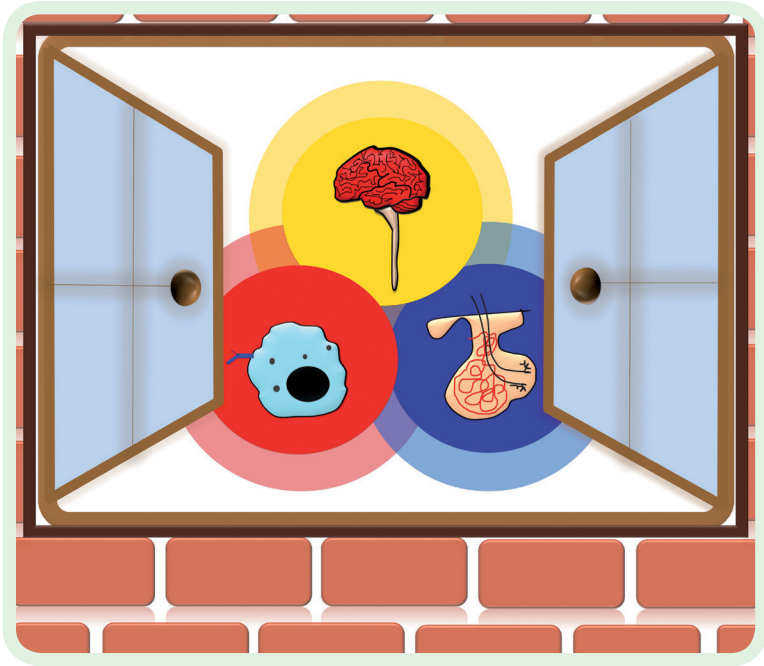


Figura 1. La integración neuroinmunoendocrina. En la imagen se muestran las interrelaciones entre elementos representativos de los sistemas nervioso (amarillo), endocrino (azul) e inmune (rojo). Adaptado del volumen especial de la revista *Frontiers in Integrative Neuroscience* editada por Gómez-González et al.<sup>7</sup> (2014). Ilustración y diseño: MBE Gabriela Hurtado Alvarado.

El mismo crecimiento continuo ha ocurrido con los campos de estudio de la endocrinología y la inmunología. Desde principios del siglo pasado se establecieron los criterios para denominar a las moléculas señalizadoras en el sistema endocrino, las hormonas; asimismo, se han caracterizado los tipos celulares que liberan cada clase de hormonas y el conjunto de receptores a través de los cuales las hormonas ejercen su efecto específico sobre células diana localizadas en glándulas y otros tejidos. A diferencia de los neurotransmisores que ejercen su efecto a distancias cortas, apenas unos nanómetros de distancia de las células

7 Gómez-González B, Domínguez-Salazar E, Velázquez-Moctezuma J. 2014. *Beyond the borders: the gates and fences of neuroimmune interaction*. *Frontiers in Integrative Neuroscience* 8: 26.



diana, las hormonas se acoplan a sus receptores localizados en células que se encuentran lejos de la glándula de origen; de modo que las glándulas endocrinas presentan una rica vascularización y liberan las hormonas directamente al torrente sanguíneo.

Los mecanismo de comunicación cruzada entre los sistemas endocrino y nervioso se describieron desde hace más de 70 años. Así, se encontró que moléculas, denominadas neurohormonas se producían en núcleos de la región ventral del encéfalo, el hipotálamo, y entraban al sistema circulatorio de la glándula hipófisis para promover la síntesis de las hormonas hipofisarias y su posterior liberación al torrente sanguíneo. De la misma forma, se describieron receptores para las diversas hormonas circulantes en prácticamente todas las regiones del sistema nervioso, tanto en neuronas como en células gliales, y se caracterizó la inervación nerviosa de algunas glándulas endocrinas, por ejemplo, la médula de la glándula suprarrenal.

En cuanto al sistema inmune, la historia data de varios siglos, en los que se fue caracterizando poco a poco la participación de diversos órganos y tejidos en la generación y maduración de las células inmunes que se encuentran en circulación. Así, se describieron con detalle los aspectos anatómicos y fisiológicos de los órganos inmunes primarios, el timo y la médula ósea, y de los órganos inmunes secundarios, como el bazo y los nodos linfáticos. Con el paso del tiempo se caracterizaron múltiples moléculas señalizadoras inmunes, algunas con efectos específicos y muchas de ellas con efectos diversos; sin embargo, conforme se conoce más sobre el funcionamiento del sistema inmune aparecen nuevas moléculas señalizadoras. Entre las moléculas señalizadoras se encuentran las interleucinas, las quimiocinas y las linfocinas, todas ellas agrupadas recientemente como citocinas. Las citocinas se han dividido en promotoras de la respuesta celular inmune, denominadas citocinas pro-inflamatorias, y promotoras de la respuesta humoral inmune, denominadas citocinas anti-inflamatorias.

En cuanto a los mecanismos de interacción neuro-inmuno-endocrina, desde finales del siglo pasado se describió la inervación nerviosa en diversos órganos y tejidos del sistema inmune. Asimismo se inició la caracterización de moléculas de señalización bidireccional entre los sistemas. Así, se describieron receptores para neurotransmisores y hormonas en las células del sistema inmune, y receptores para citocinas en

las células nerviosas y endocrinas. Además, se describió la síntesis de moléculas clásicamente consideradas hormonas y neurotransmisores en las células del sistema inmune y de citocinas en células del sistema nervioso. La interconexión entre los sistemas se hizo más evidente al encontrar cambios en la estructura y función de los otros sistemas en enfermedades clásicamente consideradas nerviosas, endocrinas o inmunes. Así, se demostró que en los pacientes con depresión mayor hay cambios en la expresión de diversos marcadores inmunológicos; y que en enfermedades autoinmunes, como la artritis reumatoide, se modifican los niveles circulantes de hormonas.

En el Área de Neurociencias se han estudiado los mecanismos de integración neuro-inmuno-endocrina usando dos clases de procedimientos experimentales; por un lado, se ha caracterizado la forma en que los cambios en el sistema inmune modifican el funcionamiento nervioso y por otro lado, se ha estudiado el efecto de la modificación de la actividad nerviosa sobre la respuesta inmune. Así, el grupo de trabajo del Dr. Velázquez Moctezuma en colaboración con otros investigadores mexicanos, ha mostrado que la infección con un parásito intestinal, la *Trichinella spiralis*, modifica el patrón de sueño de los animales experimentales. De igual manera, la generación de artritis reumatoide en un modelo animal experimental modifica los patrones normales de sueño. Por otro lado, en el laboratorio hemos descrito que la pérdida de sueño, tanto aguda como crónica, modifica los parámetros normales de la densidad de células inmunes en circulación y la concentración de citocinas plasmáticas en un modelo animal experimental<sup>8</sup>. Tales hallazgos nos llevaron a proponer en el año 2012 que la función del sueño es mantener la integridad del sistema neuro-inmuno-endocrino<sup>9</sup>.

Siguiendo esta idea, observamos que los cambios inmunes y endocrinos asociados a la pérdida de sueño conducen a un estado pro-inflamatorio crónico, que finalmente modifican el funcionamiento de los

---

8 Velázquez-Moctezuma J et al. 2004. *Differential effects of rapid eye movement sleep deprivation and immobilization stress on blood lymphocyte subsets in rats*. NeuroImmunoModulation. 11: 261.

9 Gómez-González B et al. 2012. *Role of sleep in the regulation of immune system and the pituitary hormones*. Annals of the New York Academy of Sciences 1261: 97.

sistemas de barrera que protegen al organismo de cambios ambientales adversos. En el laboratorio hemos encontrado que la pérdida de sueño modifica la estructura y función de las barreras intestinal y hematoencefálica en un modelo animal experimental. Particularmente hemos descrito que la restricción crónica de sueño permite que elementos potencialmente tóxicos para el funcionamiento neuronal atraviesen de la sangre al cerebro. Para estudiar el efecto de la pérdida crónica de sueño sobre el funcionamiento de la barrera hematoencefálica hemos administrado directamente en la circulación sanguínea un colorante que, en condiciones normales no atraviesa la barrera hematoencefálica; lo que hemos encontrado es que la pérdida de sueño durante 10 días consecutivos en la rata incrementa el paso de la sangre al cerebro del colorante al alterar la estructura de las células que forman la barrera<sup>10</sup> (ver Figura 2).

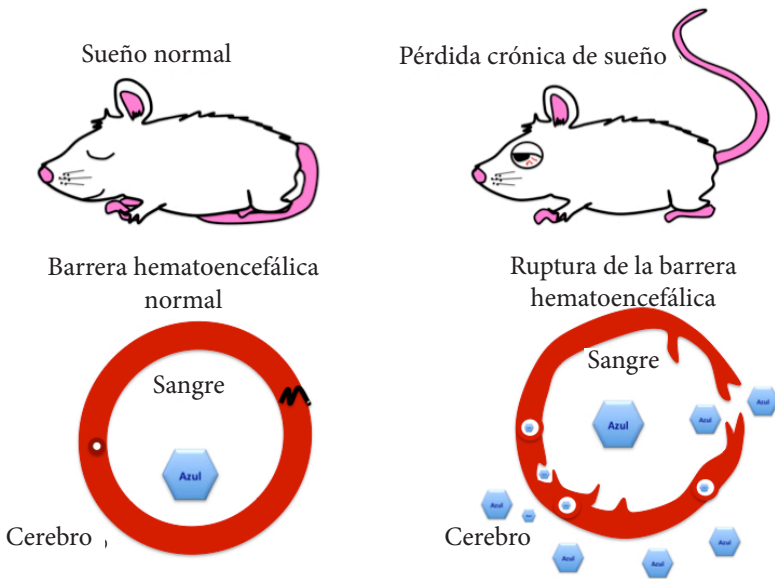


Figura 2. Efecto de la pérdida crónica de sueño sobre la estructura y función de la barrera hematoencefálica. Ilustración y diseño: MBE Gabriela Hurtado Alvarado.

Lo anterior ha fortalecido la línea de investigación en Neuroinmunoendocrinología del Dr. Javier Velázquez Moctezuma al promover la

10 Gómez-González B et al. 2013. *REM sleep loss and recovery regulate blood-brain barrier function*. Current Neurovascular Research 3: 197.

formación de estudiantes de licenciatura y posgrado. Asimismo, como parte de los esfuerzos de promover el crecimiento del campo de investigación en Neuroinmunoendocrinología en México, en el año 2009, en coordinación con otros investigadores mexicanos, el Dr. Velázquez Moctezuma fundó la Sociedad Mexicana de Neuroinmunoendocrinología (se puede encontrar más información vía internet por medio de facebook y twitter en los siguientes enlaces: <https://www.facebook.com/smnie> & <https://twitter.com/SMNIE>).

## Origen y desarrollo del laboratorio de neurohistología y conducta

Por Adriana Morales Otal y Armando Ferreira Nuño<sup>11</sup>

El Laboratorio de Neurohistología y Conducta surge en el año 2002 a partir de la colaboración de los Dres. Adriana Morales Otal y Armando Ferreira Nuño. Por esos años, estos investigadores habían concluido sus estudios de doctorado en Ciencias Biológicas de la UAM-Iztapalapa bajo la dirección del Dr. Javier Velázquez Moctezuma, investigando aspectos de la diferenciación sexual cerebral de la rata en la etapa neonatal<sup>12</sup> y la descripción de la conducta sexual masculina de la rata en un modelo animal de depresión<sup>13</sup>. A partir de estos proyectos se generó entonces como línea de investigación de la Dra. Morales Otal, el estudio del papel de diferentes antiestrógenos sobre los procesos de masculinización y feminización cerebral, que determinan la expresión de las conductas sexuales masculina y femenina en la rata adulta. Cabe señalar que para el desarrollo de esta línea de investigación, la Dra. Morales recibió en el 2001, apoyo por parte del CONACYT como Joven Investigador para el proyecto: “*Mecanismos de regulación de la neurogénesis en la diferenciación sexual del núcleo dimórfico sexual del área preóptica media (NDS-APM) de la rata*”. Esta línea de investigación actualmente es de gran relevancia, ya que los conocimientos biológicos básicos que se generen en esta área podrán ayudar a comprender mejor el origen de las diferentes orientaciones sexuales que se expresan en el humano y con ello, evitar la homodiscriminación.

En el caso del Dr. Ferreira Nuño, se originó como línea de investigación, el estudio de la expresión de conducta sexual de la rata en una Arena de Selección Múltiple de Pareja, desarrollada e innovada por estos investigadores en su laboratorio. Con estas líneas de investigación, se analizaron los niveles plasmáticos de testosterona y las características histológicas de gónadas y el cerebro de ratas macho tratadas neo-

---

11 Profesores Titulares del Área de Neurociencias.

12 Morales Otal A., et al. 2002. *Monoaminergic and cholinergic stimulation of masculine sexual behavior in neonatally demasculinized male rats*. Pharmacol Res. 46:61.

13 Ferreira Nuño A., et al. 2002. *Masculine sexual behavior features in the Flinders sensitive and resistant line rats*. Behav Brain Res. 128:113.

natalmente con tamoxifen<sup>14</sup>, y se describió la conducta sexual femenina y masculina de la rata en la Arena de Selección Múltiple de Pareja (ASMP).<sup>15, 16</sup> Posteriormente, en el Laboratorio de Neurohistología y Conducta, se estudió el efecto del estrés crónico leve producido por inyecciones intraperitoneales en la diferenciación sexual cerebral y la expresión de la conducta sexual masculina en la rata adulta<sup>17</sup>. Con la experiencia adquirida en el estudio de la conducta sexual de la rata y en el desarrollo de modelos animales para estudiar diversos aspectos de esta conducta, el Laboratorio de Neurohistología y Conducta ha contribuido a difundir y a desarrollar diferentes modelos animales para evaluar la preferencia sexual de pareja, por medio de diversos capítulos en libros<sup>18</sup>.

- 14 Morales Otal A. et al. 2005. *Testosterone levels and histological features of reproductive glands in adult male rats treated neonatally with tamoxifen*. Neuro Endocrinol Lett. 26:729.
- 15 Ferreira-Nuño A., et al. 2005. *Sexual behavior of female rats in a multiple-partner preference test*. Horm Behav. 47:290.
- 16 Ferreira Nuño A., et al. 2010. *Copulatory pattern of male rats in a multiple partner choice arena*. J Sex Med. 7:3845.
- 17 Morales-Otal A. et al. 2010. *The mild stress of chronic prenatal injections may have additive effects on drugs administered during pregnancy to alter brain sexual differentiation*. Neuro Endocrinol Lett. 31:708.
- 18 Morales Otal A., et al. 2006. *La inhibición de la aromatización: un modelo animal de Bisexualidad*. II. Conferencia Ciencia Mujer 2006. Latinoamericanas en las Ciencias Exactas y de la Vida.  
Ferreira Nuño A., et al. 2006. Factores determinantes de las características de la cópula regulada en la rata. En: *Neurobiología Experimental de la Conducta*. Fundamentos y tópicos afines. J. L. Quintanar Stephano (Comp). Editado por la UAA, Cap. III  
Ferreira Nuño A., et al. 2007. Selección de pareja y cópula regulada (Pacing) en la rata hembra. En: *Investigación en Neurociencias "Homenaje al Dr. Alfredo Feria - Velasco*. Editor: Ruth De Celis Carrillo. Bios-Mérida Editores y Diseños, S. A. de C. V. Guadalajara. México.  
Rodríguez J. et al. 2010. Sexual Behavior in Rats: An Animal Model for the Study of the Neuroendocrine System. In: M. Levy Andersen & S Tufik (Eds.) *Animal Models as Ethical Tools in Biomedical Research*. FAPESP, Sao Paulo, Brasil. Chapter 9, pp 121.  
Velázquez Moctezuma J. et al. 2012. Animal Models of Sexual Motivation, Coital Behavior and Sexual Reward. In: *Behavioral Animal Models*. Sarah E. Cruz Morales and Pedro Arriaga Ramirez. (Ed.) Research Signpost.37/661. Kerala, India. Chapter.4 pp. 53.

De manera semejante, mediante la publicación de varios capítulos de libros y libros completos, el Laboratorio de Neurohistología y Conducta ha contribuido a la difusión de los procesos de diferenciación sexual cerebral, así como de las bases biológicas y psicológicas de la orientación sexual, líneas que no han sido exploradas por muchos investigadores mexicanos debido a lo controvertido del tema<sup>19</sup>. Recientemente, pudimos demostrar que las ratas macho eyaculan más rápidamente en la Arena de Selección Múltiple de Pareja<sup>15</sup>, por lo que nos propusimos validar esta Arena como un modelo animal para la evaluación de la eyaculación precoz, que en la actualidad es una de las disfunciones sexuales más comunes en el ser humano. Por ejemplo, en México 1 de cada 7 hombres padece de eyaculación precoz<sup>20</sup>.

---

19 Morales-Otal A., et al. 2008. Bases Biológicas y Psicológicas de la Orientación Sexual. En: *Psiquiatría y Neurociencias. 40 aniversario Hospital de Psiquiatría Dr. Samuel Ramírez Moreno. R Castro Román y J Velázquez Moctezuma (Comp)*. Fundación para la Salud. SS y UAM, Cap. 4. pp. 53.

Morales Otal A., et al. 2001. Diferenciación sexual del sistema nervioso central en mamíferos. En: *Temas Selectos en Biología de la Reproducción. Velázquez-Moctezuma, J. (Ed.) UAM, y PUIS. México.* pp. 1.

Morales Otal A., et al. 2007. El efecto de los antiestrógenos sobre el proceso de diferenciación sexual. En: *Investigación en Neurociencias "Homenaje al Dr. Alfredo Feria - Velasco. Bios-Médica Editores y Diseños, S.A. de C.V. Guadalajara. México.* pp. 181.

Morales-Otal, et al. 2006. Factores hormonales que afectan la diferenciación sexual cerebral. En: *Neurobiología Experimental de la Conducta. Fundamentos y tópicos afines. J. L. Quintanar Stephano (Comp)*. Editado por la UAA. Cap. XIII. Pp. 211.

A Morales-Otal, et al. 2011. *Modelos para el estudio de la Orientación Sexual. Editorial Académica Española.* LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co.KG. Heinrich-Böcking.

Morales-Otal A., et al. 2009. Brain Sexual Differentiation and the Biological Basis of the Sexual Orientation. En: *Advances in Selected Topics in Endocrinology. Camacho-Arroyo I. (Ed.) Research Signpost. Kerala, India.* Chapter 5. pp 73.

20 Olayo-Lortia J, et al. 2014. *Further definition the multiple partner choice arena achieves potential animal model for study of premature ejaculation.* J Sex Med.



La Arena de Selección Múltiple de Pareja (ASMP)<sup>14</sup>, consiste en 4 redondeles de acrílico, dispuestos en un círculo cerrado (Figura 3). Cada uno de estos redondeles tiene en su base una entrada de acceso por donde solamente puede pasar una hembra, debido a su menor tamaño. En cada uno de los redondeles de la ASMP, se introduce a un macho sexualmente experto, mientras que en el centro de la arena se deposita a una rata hembra tratada hormonalmente para que esté receptiva y pueda elegir libremente con cuál de los 4 machos desea copular. En estas condiciones, hemos observado que la hembra muestra una marcada preferencia por uno de los machos, ya que permanece más tiempo con él<sup>14</sup>. No obstante, suele visitar y copular con los demás machos a lo largo de la prueba, lo que permite que se establezca una competencia entre ellos. En estas condiciones, hemos podido observar que este ambiente competitivo que se establece en la ASMP genera en los machos ansiedad o estrés, los excita y estimula a eyacular más rápido y a requerir de un menor número de intromisiones para hacerlo. En un estudio reciente, realizado por nuestro grupo de trabajo<sup>15</sup>, demostramos que los machos eyaculan más rápido en la ASMP si se toma en cuenta únicamente el tiempo total que permanece la hembra en el interior de cada uno de los redondeles o compartimientos, hasta que cada macho eyacula.

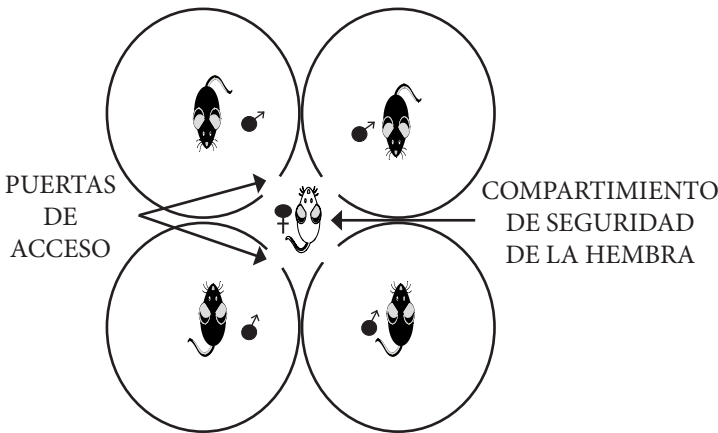


Figura 3. Vista superior de la Arena de Selección Múltiple de Pareja.

Con la idea de comprobar si la ASMP podría ser un modelo animal eficaz para evaluar el trastorno de eyaculación precoz (EP), presente en el

humano, nos planteamos evaluar si este modelo satisfacía los criterios de Validez Teórica, Predictiva y de Apariencia propuestos por Willner<sup>21</sup>. En efecto, hemos podido comprobar que la ASMP cumple el criterio de Validez de Apariencia, ya que las ratas macho en esta Arena se comportan como eyaculadores precoces<sup>15,19</sup>. También hemos probado que la ASMP cumple el criterio de Validez Predictiva de Willner, ya que la EP que presentan la rata macho en la ASMP se corrige mediante la administración de la Dapoxetina, un Inhibidor Selectivo de la Recaptura de Serotonina (ISRS) que actualmente es uno de los fármacos más utilizados en el tratamiento de la EP. Finalmente, pudimos demostrar que la ASMP cumple con el criterio de Validez Teórica de Willner, ya que la EP presentada por las ratas macho en la ASMP desaparece cuando se administra el WAY-100635, un antagonista de los receptores serotoninérgicos 5-HT<sub>1A</sub> que, de acuerdo con la teoría propuesta por Waldinger<sup>22</sup>, la EP podría deberse a una hipersensibilidad de los receptores 5-HT<sub>1A</sub>. Tomando los resultados obtenidos con la ASMP hasta ahora, este modelo animal de EP parece ser más eficiente que el modelo actual, porque satisface los tres criterios propuestos por Willner de Validez de Apariencia, Teórica y Predictiva.

En relación a la preferencia sexual de pareja en la rata, el laboratorio de Neurohistología y Conducta, recientemente ha diseñado un modelo animal para evaluar la preferencia sexual de pareja (Figura 4). En esta Arena de Preferencia Múltiple de Pareja (APMP), en cuatro de los cilindros se colocan los siguientes sujetos estímulo atados por el cuello al cilindro: dos estímulos sexuales, un Macho Sexualmente Experto (ExM, redondel 4) y una Hembra Receptiva (RcF, redondel 2) y dos estímulos sociales: una Hembra Ovariectomizada (OvF, redondel 5) y un Macho Castrado (CsM, redondel 1) y dos compartimentos vacíos (Emp, redondeles 3 y 6). La Preferencia Sexual de Pareja se realiza en la arena de preferencia sexual de pareja (APMP) mediante dos pruebas: a) Sin Contacto Sexual y b) Con Contacto Sexual. En la prueba Sin Contacto sexual, los cuatro sujetos estímulo son atados por el cuello y se colocan unas mallas de alambre en las puertas de acceso. Posteriormente, el sujeto experimental se coloca en el centro de la arena y se registra el tiempo de permanencia frente a cada área incentiva. En esta prueba la

---

21 Willner, P. 1984. *The validity of animal models of depression*. *Psychopharmacology* (Berl) 83: 1.

22 Waldinger, M. D. 2002. *The neurobiological approach to premature ejaculation*. *J. Urol* 168: 2359.

preferencia se basa principalmente en los olores. Al terminar la prueba de preferencia de pareja Sin Contacto, las mallas de alambre que limitan el acceso a los redondeles son removidas, con el fin de permitir el contacto físico entre el sujeto experimental y los sujetos estímulo, para poder realizar la prueba de Preferencia Sexual Con Contacto. En esta prueba la preferencia sexual se determina mediante la interacción entre el sujeto estímulo y el experimental.

### ARENA DE PREFERENCIA MULTIPLE DE PAREJA

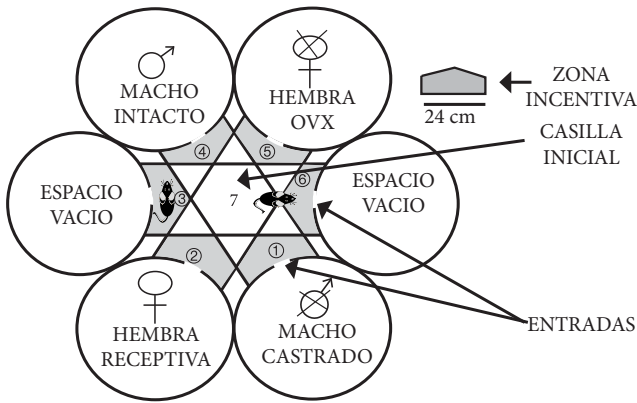


Figura 4. Vista superior de la Arena de Preferencia Múltiple de Pareja.

Mediante estos modelos animales innovadores de preferencia sexual y de eyaculación precoz, esperamos establecer y conocer cuáles son las estructuras cerebrales, mecanismos hormonales y sistemas de neurotransmisión que participan en la regulación de estas conductas. Por otro lado, ha resultado muy importante para nosotros conocer lo que sucede en las diferentes etapas de la diferenciación sexual para poder entender las alteraciones ocasionadas por el efecto del estrés en los diferentes períodos críticos de diferenciación. Con ello intentamos contribuir a la comprensión de las bases biológicas de la orientación sexual. Consideramos que al profundizar y difundir el conocimiento sobre estos temas tendremos una comunidad más documentada, más sensible, menos discriminadora y menos homofóbica. Durante este tiempo en el Laboratorio de Neurohistología y Conducta hemos podido comprobar el notable interés de los jóvenes por estas temáticas de sexualidad y hemos podido enseñarles como a veces, por diversos factores biológicos, no existe una correspondencia entre el sexo genital y el sexo cerebral.

## Los premios a la Investigación

Por Emilio Domínguez Salazar<sup>23</sup>

La Universidad Autónoma Metropolitana distingue el trabajo de Investigación de sus Profesores con el Premio a la Investigación y hasta 1992 este premio se otorgaba cada cuatro años, a partir de 1993 es un premio anual. En 1992 el Dr. Javier Velázquez Moctezuma participó en el tercer concurso de los premios a la investigación y recibió el premio a la investigación en el Área de Ciencias Biológicas y de la Salud por uno de sus trabajos realizados durante su estancia sabática en la Universidad de California en San Diego titulado *Efecto de agonistas específicos de los receptores muscarínicos M1 y M2 sobre la generación del sueño MOR*<sup>24</sup>, en colaboración con los Dres. Christian Gillin y Peter Shiromani.

En dicho trabajo el interés del Dr. Velázquez Moctezuma por los efectos de la acetilcolina sobre el sueño es patente. La acetilcolina es un neurotransmisor muy popular en el estudio del sueño en México, el Dr. Raúl Hernández Peón, científico mexicano, pionero de los efectos de diferentes fármacos colinérgicos sobre el sueño, cuya escuela fue seguida por el Dr. Velázquez Moctezuma, había demostrado que la administración de sustancias colinérgicas en regiones específicas del cerebro de gato inducía el sueño<sup>25</sup>. Javier Velázquez había probado en su laboratorio (en la UAM) el efecto de la oxotremorina, un agonista colinérgico específico del receptor muscarínico M2<sup>26</sup> administrada en el tallo cerebral, y había observado un aumento en la frecuencia de sueño MOR. Llegó al laboratorio de Chistian Gillin con una idea muy clara: continuar con

---

23 Jefe del Área de Neurociencias

24 Velazquez-Moctezuma J., Gillin J. C., Shiromani PJ. 1989. *Effect of specific M1, M2 muscarinic receptor agonists on REM sleep generation*. Brain Research, 503:128.

25 Para una excelente biografía de Raúl Hernández Peón ver [http://www.uam.mx/e\\_libros/biografias/HERNANDEZ-PEON.pdf](http://www.uam.mx/e_libros/biografias/HERNANDEZ-PEON.pdf)

26 Existen dos tipos de receptores colinérgicos, se denominan nicotínicos y muscarínicos. Estos dos tipos tienen subtipos, particularmente los receptores muscarínicos tienen los receptores M1 y M2, se denominan muscarínicos porque son activados cuando se les administra muscarina, la cuál se deriva del hongo *Amanita muscaria*.

esos experimentos administrando agonistas muscarínicos específicos en la formación reticular pontina. Concluyeron que los agonistas de receptores colinérgicos M2, oxotremorina y cisdioxolano, tenían el mismo efecto que un agonista inespecífico de los receptores colinérgicos, el carbacol, para inducir el aumento de sueño MOR. Mientras que la administración del agonista M1, el McN-A-343, no provocaba ningún cambio. Por lo tanto, describieron que en el gato, la generación del sueño MOR era mediada por la estimulación del receptor M2, continuando así la historia iniciada por Hernández Peón.

En 1996 recibe el “Premio a la Investigación en Ciencias Biológicas y de la Salud 1995” debido al trabajo con el que obtuvo el doctorado. Este se titula “Efecto del estrés prenatal sobre la conducta sexual en ratas adultas depende de la naturaleza del estresor”<sup>27</sup> realizado con la Dra. Maria Luisa Cruz y el que suscribe, en ese entonces estudiante de licenciatura.

El sueño MOR se caracteriza por una actividad cerebral semejante a la de cuando uno esta despierto, por eso también se denomina sueño paradójico, es la etapa donde se presentan con mayor frecuencia las ensoñaciones, pero sobretodo se caracteriza porque se pierde el tono muscular. Esta última característica es la que se aprovecha para restringir o privar de sueño MOR. Se coloca al sujeto en una plataforma rodeada de agua, cuando alcanza la fase de sueño MOR pierde el tono muscular, cae al agua y se despierta. Javier estuvo siempre preocupado por el estrés inherente a la técnica y trató de realizar sus experimentos tratando de disociar los efectos provocados por la privación de sueño de los efectos del estrés, esta fue la razón por la que surgió su interés en la línea de investigación sobre el estrés.

En 1972 surgió un trabajo<sup>28</sup> donde se mostraba que el estrés por inmovilización administrado a hembras gestantes provocaba que las crías macho mostraran aumento en la conducta sexual femenina cuando crecían. Pensando en la posibilidad de diferenciar el efecto de la privación de sueño del estrés, Javier decidió comprobar si la privación de sueño

---

27 Velazquez-Moctezuma J., et al. 1993. *The effect of prenatal stress on adult sexual behavior in rats depends on the nature of the stressor*. Physiology and Behavior 53: 443.

28 Ward IL. 1972. *Prenatal stress feminizes and demasculinizes the behavior of males*. Science. 175:82.

inducía la misma conducta sexual femenina en machos que otros estresores. Lo que observó es que la inmovilización de hembras gestantes inducía una mayor conducta sexual femenina en sus crías macho cuando crecían que la privación de sueño de hembras preñadas. Concluyó que la privación de sueño por si misma era un estresor, que la intensidad del estrés podía ser evaluada con la conducta sexual de las crías sometidas a estrés prenatal y que los diferentes estresores no inducían los mismos efectos sobre la conducta.

Actualmente reconocemos que la privación o restricción de sueño induce un tipo de estrés característico que es inherente a la pérdida de sueño, ya que entendemos que el estrés es una respuesta del organismo para tratar de mantener las diferentes funciones dentro de los límites adecuados, de hecho hemos propuesto que la función del sueño es mantener la integridad de los sistemas nervioso, endocrino e inmune<sup>9</sup>. Por lo tanto, cuando se restringe de sueño se puede provocar una alteración en el funcionamiento de estos sistemas. La respuesta de estrés es un mecanismo para tratar de evitar los efectos de la privación de sueño, pero no es una respuesta ilimitada, cuando la pérdida de sueño es crónica conlleva varias modificaciones fisiológicas: abre la barrera hematoencefálica<sup>10</sup>, lleva al desarrollo de diabetes *mellitus*, disminuye la respuesta del sistema inmune<sup>8</sup> y facilita el desarrollo de respuestas autoinmunes y puede llevar al desarrollo de enfermedades cognitivas; todas estas consecuencias son estudiadas en el Área de Neurociencias, gracias a la influencia del Dr. Javier Velázquez Moctezuma.





## Un experimento llamado Feria de Ciencias

Por Norma Lilia Anaya Vázquez<sup>29</sup>

### *Entre batas blancas y puertas azules*

En uno de los pasillos del Área de Neurociencias se encuentra un mueble con modelos relacionados a la fisiología, elaborados por alumnos del profesor Mario García Lorenzana, quien ha impartido clases en la UAM-Iztapalapa sobre histología animal. Hace unos años, cada vez que Javier Velázquez pasaba por ahí, decía: “Tenemos que hacer una exhibición con esos trabajos”; un día que regresó de Tlaxcala decidido a llevar a cabo una semana de ciencias biológicas. El grupo de investigación de biología de la conducta de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, invitó a Velázquez Moctezuma –como en cada año–, a participar en su semana de neurociencias. Javier llegó entusiasmado y admirado por el evento de sus amigos y colegas tlaxcaltecas, quienes mostraron a los paseantes del zócalo pintoresco de su ciudad, aspectos del cerebro, las neuronas y la conducta. De vuelta en la UAM Iztapalapa, en una reunión dentro de la famosa “aula de neurociencias”, –que por cierto, ya no existe, pues hoy ahí, se encuentran los cubículos de los doctores Beatriz Gómez González y Emilio Domínguez Salazar, investigadores relativamente recientes en el área–, el más experimentado de los científicos del grupo de trabajo, nos contó a alumnos y profesores los detalles de la exhibición y actividades que había presenciado, al tiempo en que convocó a participar en la organización de lo que sería la primera Feria de Ciencias Biológicas en esta casa de estudios. Así, entre lluvia de ideas, se definieron el mes, el día y, en el transcurso de los días, los roles de participación.

Toda el área se involucró. Entre puertas azules y batas blancas, mientras algunos nos encargábamos de la organización de las actividades generales que se llevarían a cabo dentro del evento y de hacer propuestas en este sentido, otros prestaron su fuerza e ingenio para construir mamparas con el apoyo e instrucciones de Velázquez, quien propuso que los costos se reducirían si lográbamos la generación de mobiliario propio. Los académicos Dr. Mario García Lorenzana, Dr. Armando

---

29 Coordinadora de la Oficina de Divulgación de las Ciencias y Humanidades, antes Feria de Ciencias de la UAM-Iztapalapa.

Ferreira Nuño, Dra. Adriana Morales Otal y la Dra. Ma. del Rosario Tarragó Castellanos, prepararon la información y laboriosidades que presentarían en sus módulos de exposición. Otros alumnos del área y voluntarios colaboraron en la generación del material de divulgación para repartir o llevar a cabo dinámicas en el evento.

La Primera Feria de Ciencias Biológicas se llevó a cabo durante siete días en noviembre de 2007, con la participación de profesores y alumnos de esa división. Se montaron 30 stands que presentaron actividades interactivas a los visitantes; paralelamente, se llevaron a cabo charlas, talleres y concursos, cuya convocatoria estuvo dirigida a escuelas secundarias y bachilleratos, instituciones que respondieron positivamente a ella –la descripción de la organización de los concursos me llevaría, al menos, otro par de cuartillas, por eso sólo mencionaré que algunos laboratorios del área de neurociencias se atiboraban en la semana previa al evento de maquetas, modelos, dibujos y pinturas–.

Los preparativos para la semana de ciencias llevaron meses, y no conformes con lo anterior, comenzamos a organizar talleres y charlas en ese mismo 2007; después agregamos exposiciones en cartel durante fechas especiales de los siguientes años. Todas las actividades necesitaban un lugar para realizar las gestiones correspondientes, por ello, el Área de Neurociencias asignó un pequeño espacio y equipo básico para la divulgación. En las siguientes versiones, ese grupo de profesores, alumnos y voluntarios ligados al estudio del cerebro y la conducta, construyeron mesas; después, otros hicimos unos sencillos pero útiles manteles de color verde; materiales que han servido para eventos de otros grupos de trabajo. A partir de la tercera Feria, los gastos se redujeron significativamente, pues ya contábamos con mamparas propias para los stands, mesas con patas plegables y manteles color UAM-Iztapalapa.

### *La Feria ligada al Museo Metropolitano de Oriente*

La idea de mostrarle al público lego, sobre todo, a los habitantes de Iztapalapa y en general del oriente de la ciudad, el trabajo de investigación que se lleva a cabo en esta institución, junto con varios aspectos de ciencia, a través de exhibiciones y diversas actividades, surgió mucho antes, cuando Javier Velázquez Moctezuma convocó a un grupo de profesores de la división a la que pertenecía: Ciencias Biológicas y de la Salud (CBS), para plantear –entre otras cosas–, la idea de generar un

museo dedicado a las ciencias de la vida en el terreno llamado El Gallito, ubicado justo detrás de las canchas de fútbol de esta unidad. La reunión se realizó cuando el espacio aún estaba invadido por los llamados paracaidistas, quienes habían construido en el lugar una pequeña ciudad con casas hechas de láminas que parecían de asbesto, cartón y otros desechos. Los profesores que acudieron a la cita recibieron la propuesta con beneplácito. Javier platicaba de esta iniciativa en los pasillos de la universidad, y entre los académicos que estaban interesados en ella se encontraba Óscar Monroy Hermosillo, quien más adelante apoyaría con gran fuerza el plan del museo y la primera Feria de Ciencias. Cuando ese espacio fue desalojado y el terreno entregado formalmente a la UAM Iztapalapa, Javier Velázquez convocó nuevamente a una reunión, pero ahora con los jefes de departamento de CBS para retomar la idea del Museo Metropolitano del Oriente; ellos también la recibieron con agrado.

El tiempo corrió, así como los movimientos constantes de la estructura universitaria. Óscar Monroy llegó a la dirección de la división de CBS y le pidió a Javier que acelerara los planes del museo para exponérselos al entonces rector general, José Lema Labadie. Quien al conocerlos decidió dar apoyo para el proyecto. Sin embargo, el momento de cambiar de rector general llegó; el profesor Lema llevó a cabo su campaña para ocupar la rectoría general y ganó; al mismo tiempo, Monroy ascendió y ocupó el cargo de rector de la unidad Iztapalapa. Tiempo después, durante ese mismo período, se planteó por primera vez la realización de la Feria de Ciencias Biológicas como parte de los trabajos preparatorios para el museo. El proyecto general de la Feria se presentó ante el reciente director de CBS, el Doctor Francisco Flores Pedroche, cuya reacción fue de admiración ante la cantidad de acciones programadas, y propuso colaborar con volantes para promover el evento. Así, el apoyo contundente para que fuera posible la primera Semana de Ciencias Biológicas, llegó del rector general Lema Labadie y de la unidad, Monroy Hermosillo.

### *Bajando del tercer piso*

La Feria resultó una fórmula exitosa desde su primera emisión, tanto que después fue replicada a menor escala por otros grupos de trabajo. Sin embargo, la Feria de Ciencias Biológicas continuó por los siguientes años, y en 2010, cuando Velázquez Moctezuma ocupaba el cargo de

rector de unidad, se extendió hacia las otras divisiones académicas de acuerdo a sus instrucciones. En 2013 cumplió su séptimo año, contando ya con 50 módulos interactivos. La Feria creció y cambió también en sus actividades. Con el apoyo e impulso de la administración del Dr. Velazquez, se abrió un espacio físico para el grupo de trabajo de la Feria dedicado a la divulgación –una de las tareas sustantivas de la UAM–, a través de la organización de talleres, pláticas, exposiciones y, por supuesto, la Semana de Ciencias. Hoy, La Feria de Ciencias es un proyecto de divulgación de la ciencia y las humanidades que ha generado programas de radio como *Entre Pares* y *El Catalejo*, este último ganador de un primer lugar nacional en divulgación; un boletín cuatrimestral: *Painani*; una página web sobre divulgación, entre otros productos y quehaceres. En cada acción este equipo de trabajo –que tengo el gusto de coordinar desde su inicio– ha resaltado, no sólo la importancia de la ciencia, también las tareas de investigación de los académicos de la universidad, así como algunos de los aportes de nuestra *alma mater* hacia la sociedad; adicionalmente, se han hecho vínculos con comunidades cercanas a ella.

Para algunos de nosotros, como alumnos fue más que enriquecedora la experiencia en proyectos ajenos a las cuestiones naturales en un Área de Neurociencias. No puedo hablar por los demás, pero para mí, haber participado en labores en las que valores como el trabajo en equipo, la organización, la solidaridad, la armonía, el compromiso y el respeto eran refrendados constantemente bajo el liderazgo de un académico que a la vez era un amigo y que “predicaba” con el ejemplo; resultó no sólo grato, sino un cúmulo de enseñanzas que me permitieron crecer como profesionalista y como persona.

## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Rector General

Dr. Salvador Vega y León

Secretario General

Mtro. Norberto Manjarrez Álvarez

### UNIDAD IZTAPALAPA

Rector de Unidad

Dr. José Octavio Nateras Domínguez

Secretario de Unidad

Dr. Miguel Ángel Gómez Fonseca

Director de la División de Ciencias  
Básicas e Ingeniería

Dr. José Gilberto Córdoba Herrera

Directora de la División de Ciencias  
Biológicas y de la Salud

Dra. Edith Ponce Alquicira

Directora de la División de Ciencias  
Sociales y Humanidades

Dra. Juana Juárez Romero

Coordinadora de Extensión  
Universitaria

Dra. Milagros Huerta Coria

