



## Competencia espermática

### Los machos también deciden cuándo, cuánto y con quién

Angélica Lucio<sup>1</sup>, Gabriel Gutiérrez-Ospina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta-Universidad Autónoma de Tlaxcala, Unidad Periférica del IIBm-UNAM. <sup>2</sup>IIBm-UNAM.

#### La selección sexual

Uno de los conceptos fundamentales en la teoría de la evolución es el de la selección sexual que explica la existencia de estructuras “ornamentales y armamentales” que confieren la ventaja de atraer a las potenciales parejas reproductivas. La selección sexual incluye a la selección intersexual o elección de pareja, proceso por el cual los miembros de uno de los sexos se aparean preferentemente con algunos miembros del sexo opuesto.

Se elige a la pareja no sólo en el ámbito sexual, sino también en el parental y ecológico. Los conceptos más tradicionales al respecto de la selección sexual suponen que elegimos a la potencial pareja con base en sus atributos fenotípicos. Son tres los criterios que, en apariencia, consideramos al realizar tan difícil decisión. El primero se relaciona con los atributos físicos que nos indican buena salud, lo que en hipótesis se traduciría como tener “buenos” genes. El segundo, mucho más sutil, es el de encontrar en la posible pareja, rasgos fenotípicos que se asemejen a los de nuestros parientes (si nuestros parientes se han reproducido y han sobrevivido, pues entonces estos rasgos también nos indicarían “buenos” genes). El tercero, es el “juicio” de si será o no será buena madre (buen padre). El individuo femenino “busca” al mejor proveedor; el individuo masculino, “buenos modales” y conducta maternal. Con todo, como sabemos, la elección de una pareja no es cosa fácil. De hecho, y en contra de la idea tradicional de selección sexual en la que los atributos físicos llamativos constituyen la base de la elección, se ha propuesto que algunos individuos escogen parejas sexuales y reproductivas que poseen fenotipos con deficiencias morfofuncionales

evidentes. La razón de esta elección se desconoce, aunque el argumento parecería ser el mismo que utilizan aquellos individuos que sólo escogen a las “guapas” o a los “guapos”. La lógica del argumento es: “si los individuos atractivos, y por tanto llamativos, han logrado sobrevivir en un nicho ecológico adverso porque tienen “buenos” genes, entonces podríamos decir lo mismo de aquellos menos agraciados.

#### La mejor combinación

La experiencia nos deja en claro, sin embargo, que los tres criterios anteriormente mencionados no son de fiar; consideremos por ejemplo la falsedad de las inferencias que hacemos cuando observamos fenotipos modificados por lo cirujanos plásticos. Por lo tanto, la elección de la pareja sexual y reproductiva, no debe basarse en nuestros criterios solamente, también requiere una dosis de azar. De esta forma, la naturaleza parece haber echado mano de otros mecanismos que incrementan la posibilidad de que las crías adquieran fenotipos diversos con las mejores combinaciones posibles de genes disponibles en el mercado. Nace entonces el concepto de la competencia

espermática como un elemento importante de la selección sexual.

La competencia espermática ocurre cuando hay inseminación hetero-espermática, es decir, cuando múltiples apareamientos permiten la presencia simultánea de espermatozoides vivos de dos o más machos dentro de los conductos genitales femeninos (para aquellas especies de fertilización interna). Los espermatozoides de distintos machos compiten por lograr fecundar a los óvulos de una misma hembra.

Continúa en la página 12



Parejas Bailonas. Obra de Pilar Tirado. León, España.

El desarrollo de la C y T requiere de múltiples redes ...págs. 8 y 9

Agradecemos la colaboración de las doctoras Robyn Hudson y Margarita Martínez en la invitación a los investigadores y la recopilación de los artículos sobre conducta que aparecen en este número.

## Musculatura estriada pélvica y perineal en funciones expulsivas femeninas: utilidad del estudio conductual

Margarita Martínez-Gómez<sup>1</sup>, Dora Luz Corona<sup>2</sup> y Yolanda Cruz<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Biología Celular y Fisiología, IIBm-UNAM; <sup>2</sup>Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta-Unidad Periférica IIBm, UNAM-Universidad Autónoma de Tlaxcala. <sup>3</sup>Doctorado en Neuroetología, Universidad Veracruzana.

**E**n mamíferos, la reproducción demanda una gran inversión por parte de las hembras. El gasto energético que ellas invierten en algunas etapas de su vida reproductiva, tales como la gestación y la lactancia, se considera mayor que el que invierte el macho durante la cópula.

El ciclo reproductivo de la hembra presenta diferentes etapas (ciclo estral o menstrual, apareamiento, gestación, parto y lactancia) que implican ajustes fisiológicos y anatómicos. Uno de los cambios fisiológicos más conocidos y analizados es la variación de las hormonas femeninas, cuyo estudio se incluye en el área de la endocrinología reproductiva. Hay diversos cambios anatómicos que ocurren en las áreas pélvica y perineal y han sido menos estudiados. Por ejemplo, la demanda de espacio durante el crecimiento del feto induce distensión del útero y de las estructuras adyacentes. Durante el parto, el nacimiento del producto produce cambios dramáticos, tanto en el canal del parto, como en las estructuras adyacentes (hueso pélvico, tejido conectivo, músculo liso, músculo estriado y nervios). Como consecuencia de la expulsión de la (s) cría (s), hay una gran distensión del útero, de la vagina, de los músculos estriados pélvicos y perineales y de los nervios que regulan su actividad. Se ha propuesto que esta distensión produce daño biogénico y neurogénico que podría estar relacionado con la alta prevalencia de disfunciones urogenitales en mujeres.

A pesar de que en las áreas pélvica y perineal el sistema urogenital se encuentra en estrecha relación anatómica con músculos estriados, los estudios sobre los mecanismos fisiológicos que regulan las funciones urogenitales femeninas enfatizan el papel de la musculatura lisa y su regulación neuroendocrina y poca atención se ha puesto en la posible contribución de la musculatura estriada pélvica y perineal en la regulación de dichas funciones expulsivas.

En nuestro laboratorio de la Unidad Periférica Tlaxcala del IIBm hemos contado con apoyo financiero de CONACyT y de la DGAPA-UNAM para desarrollar un grupo de investigación que analiza el papel de la musculatura estriada pélvica y perineal en dos funciones expulsivas del sistema urogenital femenino: el parto y la expulsión de orina. Usamos como modelo de estudio a la coneja doméstica (*Oryctolagus cuniculus*) ya que en esta especie, a diferencia de la rata y de manera similar a la mujer, la hembra adulta presenta músculos estriados pélvicos y perineales bien desarrollados.

Hasta hace poco se proponía que las funciones expulsivas como el parto y la micción dependían casi exclusivamente de su regulación a través del sistema nervioso autónomo. Así, la contracción del útero y de la vejiga sería suficiente para expulsar

a la cría o a la orina, respectivamente. Sin embargo, en conejas anestesiadas hemos mostrado que la musculatura estriada pélvica y perineal se activa diferencial y sincrónicamente durante la expulsión de las crías y de la orina. Sugerimos que esta coordinada actividad visceromotoria, regulada mediante la activación de reflejos espinales y supraespinales, es necesaria para el desarrollo exitoso del parto y de la micción.

No obstante los consistentes resultados de nuestros estudios en conejas anestesiadas, es importante no olvidar que estamos utilizando un enfoque simplificado y reduccionista del proceso fisiológico, que no descarta el posible efecto del anestésico. Mediante estos métodos no es posible determinar más concluyentemente la contribución de la musculatura estriada en estas funciones expulsivas femeninas y se hace necesario el estudio en animales despiertos usando la insustituible técnica del registro y análisis conductual.

Con el análisis conductual (Fig. 1) hemos descrito primero, las características del comportamiento de la coneja durante el parto y después, en conejos con lesión de músculos perineales (bulbocavernoso e isquiocavernoso), el aumento en la frecuencia de nacimientos con retención vaginal y el número de crías muertas, lo que indica que durante el parto la actividad de tales músculos contribuye a la expulsión de las crías.



**Figura 1.** Fotografía del sistema de registro de la conducta de parto de la coneja. La jaula se encuentra sobre un estante de madera con base de vidrio que sirve de piso al animal. Abajo se encuentra un espejo a 45° que permite una clara visión de la región ventral de la hembra. La caja de vidrio transparente dentro de la jaula es el nido y ahí nacieron las crías. El parto es grabado mediante un circuito cerrado de televisión.

Continúa en la página 10

## Participación del olfato en el aprendizaje aversivo a los sabores

Jorge Tovar y Gabriel Roldán, Facultad de Medicina, UNAM.

Los mecanismos fundamentales que permiten a los organismos modificar su conducta a partir de la experiencia son el aprendizaje, la formación y la evocación de la memoria. En términos sencillos, se entiende por aprendizaje el proceso mediante el cual adquirimos información nueva del entorno o de nosotros mismos, mientras que la memoria se refiere a la representación física de dicha información, es decir, los cambios plásticos a nivel sináptico que codifican lo aprendido. Para su estudio, el aprendizaje puede dividirse en etapas sucesivas claramente

distinguibiles, a saber: la adquisición, en la cual se perciben, procesan y asocian los diferentes estímulos que constituyen la información nueva. La consolidación, en la que se forma y se almacena la información adquirida y se representa en el sistema nervioso mediante modificaciones en la red neuronal denominadas en general como cambios plásticos;

estas modificaciones pueden variar con el tiempo y de eso probablemente depende la persistencia de la memoria. Finalmente la **evocación**, que es la fase en la cual se accede a la huella (engrama) de memoria almacenada y puede ser recuperada para emitir una respuesta adaptativa.

El comportamiento alimenticio es un fenómeno complejo que se ha abordado desde muy diversos puntos de vista, desde el nivel molecular hasta el ecológico. A lo largo de la vida los animales, tanto forrajeros como depredadores, requieren modificar sus hábitos alimenticios con el fin de optimizar sus requerimientos calóricos, particularmente durante los periodos de crecimiento y reproducción. De manera general se puede decir que la conducta alimenticia está regulada por tres mecanismos principales: el primero, es la preferencia y la aversión innatas por ciertos alimentos, las cuales son específicas para cada especie y están determinadas genéticamente. Los primates, por ejemplo, preferimos los alimentos dulces al tiempo que evitamos los amargos, debido a que los primeros predicen un alto contenido

energético y los segundos un envenenamiento por toxinas. El segundo mecanismo es menos conocido pero está bien caracterizado; podríamos llamarlo "apetito específico" inducido por la carencia de un nutriente. Así, la falta de algún elemento como el calcio, hierro, fósforo, etcétera, o de algún aminoácido esencial, es detectada rápidamente por el sujeto e induce la búsqueda compulsiva de alimentos que lo contengan. Experimentalmente se ha visto que los animales prefieren un alimento poco palatable que contenga el nutriente faltante a

uno muy sabroso que carezca de él. El tercer mecanismo tiene que ver con la modificación de los hábitos alimenticios en respuesta a la experiencia, es decir, al aprendizaje; a través de éste, los animales son capaces de distinguir los alimentos que le son benéficos de aquellos que les provocan malestar. Dentro de las formas de aprendizaje alimenticio más



La mariposa Monarca (*Danaus plexippus*), también llamada mariposa del "algodoncillo", se alimenta de esta planta durante su estado larvario, de donde absorbe las toxinas venenosas que contiene. La inofensiva mariposa Viceroy (*Limenitis archippus*) ha evolucionado pareciéndose a la Monarca, evadiendo así la depredación por aves que han aprendido mediante un condicionamiento toxicofóbico a evitar comer a la Monarca. ¿Cuál es cuál?

importantes está el llamado condicionamiento toxicofóbico (CT), en el cual se asocian las características de la comida con las consecuencias desagradables provocadas por su ingestión. El CT está extendido a lo largo de toda la escala filogenética, observándose tanto en invertebrados (moluscos y artrópodos), como en vertebrados (desde peces hasta mamíferos) incluyendo, desde luego, al hombre. La relevancia adaptativa de este tipo de aprendizaje se pone de manifiesto al analizar los patrones de co-evolución entre muchas plantas y herbívoros o entre depredadores y presas, dando lugar, por ejemplo, a una variedad inusitada de mecanismos químicos de defensa, en el primer caso, o al llamado mimetismo Müllleriano, en el segundo, donde una o varias especies inofensivas han evolucionado "imitando" la apariencia de un modelo tóxico, evitando así ser depredados. Evidentemente, las características del alimento que utilizan los organismos como estímulos asociativos varían de especie a especie, e incluyen claves visuales, auditivas y táctiles,

Continúa en la página 10

## La contribución de las interacciones entre hermanos en la configuración de los fenotipos conductuales y fisiológicos

*Robyn Hudson, Departamento de Biología Celular y Fisiología, IIBm, UNAM y Amando Bautista, Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Unidad Periférica IIBm, UNAM-Universidad Autónoma de Tlaxcala*

Un tema recurrente en las ciencias biológicas tiene que ver con la naturaleza y origen de las diferencias entre individuos en cuanto a su morfología, fisiología o conducta. A pesar de la tendencia, a considerar las diferencias entre nuestros sujetos de estudio (usualmente animales) como variación indeseable o “ruido”, los investigadores estamos prestando atención nuevamente a la plasticidad fenotípica de los organismos y a la importancia de estudiar sus orígenes, su significado funcional y sus patologías. El renovado interés por la plasticidad fenotípica se manifiesta en varios niveles: en la biología teórica y evolutiva, en la comprensión de las adaptaciones inmediatas de los organismos a su ambiente y en entender las diferencias entre individuos (incluyendo los de nuestra propia especie), que comúnmente llamamos “personalidad” o “temperamento”. De relevancia particular para la medicina y la investigación biomédica, es la vieja y persistente idea de que “tipos” particulares de personalidad podrían ser más vulnerables a ciertas patologías y que tales diferencias pudieran estar relacionadas con las desconcertantes y frecuentes diferencias individuales en la respuesta a tratamientos médicos.

Hay tres aspectos importantes en el estudio del origen de las diferencias individuales: 1) el papel de la herencia, con énfasis en las diferencias entre individuos debidas a genes; 2) el papel del ambiente externo, con énfasis en las diferencias individuales causadas por el mundo físico y, 3) el papel del ambiente social, con énfasis en las diferencias individuales modeladas por las interacciones con miembros de la misma especie. El tercer aspecto es motivo de una reciente investigación de nuestro grupo. Tradicionalmente se ha enfatizado la influencia de los padres y, entre mamíferos, el papel de la madre en la configuración de las diferencias individuales. Esto no es sorprendente, dado el papel esencial, entre los mamíferos, de las madres, para garantizar la supervivencia de sus crías, como ocurre en el desarrollo uterino

y en el postnatal, mediante el aprovisionamiento de leche. No obstante, para muchos mamíferos, incluyendo a los seres humanos, los hermanos de la misma o de diferente edad son un componente muy importante del ambiente social durante las primeras etapas de la vida, por lo que puede esperarse que las interacciones que tengan entre sí, produzcan un impacto significativo sobre su desarrollo físico y conductual.

Desde 1998 y apoyados por Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Dirección General de Asuntos para el Personal Académico (DGAPA), hemos desarrollado una línea

de investigación en Biomédicas (IIBm) y en el Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC), a fin de estudiar la influencia que tienen en la vida temprana las interacciones entre hermanos en la configuración de las diferencias conductuales y fisiológicas individuales. Estos estudios los hemos desarrollado, primeramente, en el conejo doméstico y, más recientemente, en el gato. Escogimos al conejo

debido a las ventajas que ofrece su patrón de cuidado maternal, inusualmente limitado. Las conejas solamente visitan a sus crías para amamantarlas una vez al día por unos cuantos minutos. Esto hace posible manipular y experimentar con las crías sin perturbar su relación normal con la madre, y también significa que la vida social de los gazapos en sus primeras etapas está restringida casi enteramente a las interacciones con sus hermanos.

Inicialmente nos enfocamos en la competencia entre hermanos de la misma camada por recursos tales como la leche de la madre y las posiciones térmicamente ventajosas dentro del agrupamiento en el nido. Observamos que la competencia entre las crías recién nacidas es muy fuerte, y que las crías de mayor peso tienen una clara ventaja en tales contiendas. Actualmente, nuestro trabajo está dirigido a identificar si existen diferencias metabólicas y endocrinas entre los miembros de la camada relacionadas con estas contiendas de su vida social temprana, y las posibles consecuencias a largo plazo en dominancia social, temperamento

*Continúa en la página 6*



## La relación madre-cría en el conejo europeo ¿es sólo una cuestión de tiempo?

Ivette Caldelas, Departamento de Biología Celular y Fisiología, IIBm-UNAM.

Virtualmente todos los organismos exhiben cambios diarios en su comportamiento, como ocurre en la actividad y el reposo, la alimentación, la conducta sexual, entre muchas otras. La ocurrencia de estas conductas se encuentra regulada temporalmente por osciladores circadianos internos, como es el caso del núcleo supraquiasmático (NSQ) del hipotálamo en mamíferos, cuyas células contienen la maquinaria molecular necesaria para generar ritmos de aproximadamente 24 horas.

Esta organización temporal cumple con una función adaptativa fundamental, que es la supervivencia de los organismos en un medio ambiente que muestra variaciones rítmicas, tal como el ciclo luz-oscuridad, ya que permite a los organismos predecir y prepararse con anticipación a los cambios cíclicos ambientales, por lo que la ritmicidad endógena se encuentra sincronizada con los cambios cíclicos ambientales.

Esta sincronización es evidente desde etapas tempranas del desarrollo; en el caso de los mamíferos, la primera exposición a un ambiente rítmico ocurre *in útero* en donde los fetos se encuentran bajo la influencia de señales rítmicas no-fóticas que se originan en la madre. Al parecer, durante la gestación y las etapas tempranas postnatales, las señales no-fóticas provenientes de la hembra resultan ser las principales señales sincronizadoras para las crías, mientras que durante la vida adulta el sistema es predominantemente sensible a las señales fóticas.

El conejo Europeo (*Oryctolagus cuniculus*) representa un ejemplo fascinante sobre la relevancia de las señales no-fóticas maternas como principales agentes sincronizadores del sistema circadiano en desarrollo; esto se debe a la peculiar conducta materna que exhibe esta especie. En la que días previos al parto, las hembras gestantes excavan madrigueras subterráneas, aisladas de señales fóticas ambientales. Con paja y su propio pelo, forman un nido, en el que permanecerán hasta el momento del parto. La conducta materna en esta especie es excepcionalmente limitada en comparación con la de otros mamíferos altriciales, ya que una vez nacidas las crías, la madre se marcha del nido dejando a los neonatos solos. Adicionalmente, durante esta etapa temprana del desarrollo, los neonatos cuentan con escaso pelo, su capacidad termo-regulatoria es deficiente y exhiben una precaria coordinación motora; por otra parte, algunos de sus sistemas sensoriales aún se encuentran inmaduros, como por ejemplo el auditivo y el visual, en los que

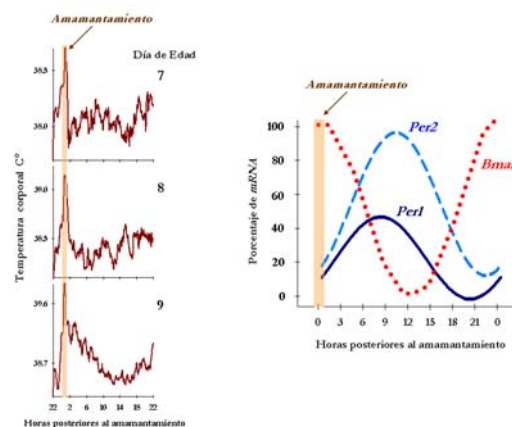
los canales auditivos y los párpados se encuentran completamente cerrados. Desde el momento del nacimiento, hasta el momento del destete, los neonatos permanecen en el nido, bajo condiciones de oscuridad continua y aislados de señales ambientales; la única señal cíclica ambiental proviene de la hembra lactante, la cual



exhibe un claro ritmo circadiano de amamantamiento, en donde cada 24 horas visita el nido para alimentar a los neonatos, evento que tiene una duración aproximada de 3 a 5 minutos [Hudson y Distel, 1982; 1989]. Dadas estas condiciones, el amamantamiento actúa como un potente agente sincronizador no-fótico del sistema circadiano de conejos en etapas tempranas del desarrollo. De hecho, se ha observado que estos exhiben ritmos claramente sincronizados al ciclo impuesto de amamantamiento en su

actividad locomotora, temperatura corporal, secreción de corticoesteroides, metabolitos séricos y glicógeno [Para mayor detalle ver Hudson y Distel, 1989; Jilge y Hudson, 2001; Caldelas et al. 2005].

Asimismo, se ha encontrado que los neonatos son capaces de anticipar la llegada de la hembra lactante, ya que horas previas a la llegada de esta los neonatos exhiben un marcado incremento



Ritmo de temperatura corporal y de expresión de los genes reloj Per1, Per2 y Bmal1 en el núcleo supraquiasmático del hipotálamo, de conejos neonatos sincronizados por amamantamiento desde el día 1 de edad.

en su actividad dentro del nido, así como en su temperatura corporal, momentos en los cuales las crías se preparan y adoptan los lugares más ventajosos para asegurar su ingesta de leche durante este breve evento determinante para la supervivencia

Continúa en la página 6

**La relación madre-cría en el conejo...**

**Viene de la página 5**

de los neonatos. Posteriormente al momento del amamantamiento, los niveles de actividad y la temperatura corporal de los neonatos disminuyen abruptamente. Más aún, se ha observado que esta anticipación persiste aún cuando las crías no tienen acceso a la hembra lactante, lo cual en su nicho ecológico puede ocurrir con frecuencia, ya sea por la presencia de depredadores cercanos a la madriguera, o bien por la competencia entre hermanos de camada. Esta persistencia de la anticipación al amamantamiento, aún cuando las crías no tienen acceso a la hembra lactante, evidencia que esta anticipación está regulada temporalmente de forma endógena.

Estas señales no-fóticas provenientes de las hembras lactantes, tienen impacto sobre el funcionamiento del marcapaso circadiano contenido en el NSQ, el cual exhibe un patrón rítmico en la expresión de los genes reloj *Per1*, *Per2* y *Bmal1* en conejos neonatos de tan solo 7 días de edad sincronizados por amamantamiento [Caldelas et al. *En prensa*] y la expresión de estos genes muestra una estrecha relación con la fase en la que ocurre el amamantamiento. En la actualidad prevalece un gran número de incógnitas relacionadas al proceso de sincronización no-fótica durante el desarrollo, como es el saber ¿cuáles son las señales y modalidades sensoriales que participan? ¿Cuáles son los mecanismos neuroanatómicos y moleculares que subyacen en este fenómeno? ¿Cómo, durante la ontogenia, el sistema cambia y se convierte en predominantemente sensible a señales fóticas? ¿Cómo es integrada la información fótica y no-fótica por el sistema circadiano? entre otras. Cuestiones que sin duda

pueden ser abarcadas empleando este modelo natural de sincronización no-fótica, ya que representa un modelo natural en el que la señal ambiental no-fótica de “amamantamiento” cumple una función determinante para la supervivencia de los neonatos; por otra parte, esta especie favorece la elaboración de estudios ontogenéticos sin perturbar la relación madre-cría, debido a la particular conducta materna que esta especie exhibe. ☞

**Agradecimientos:**

DGAPA proyecto IN200203-3.

CONACYT proyecto 48504.

TWAS, proyecto 04-155/RG/BIO/LA.

**Bibliografía:**

Caldelas I, Tejadilla D, González B, Montúfar R, Hudson R. Diurnal pattern of clock gene expression in the hypothalamus of the newborn rabbit. *Neuroscience* (En prensa).

Caldelas I, Chimal-Monroy J, Martínez-Gómez M, Hudson R (2005): Non-Photic Circadian Entrainment in Mammals: A Brief Review and Proposal for Study during Development. *Biol. Rhythms Res.* 36: 23-37.

Hudson R, Distel H (1982): The pattern of behaviour of rabbit pups in the nest. *Behaviour* 79: 255-271.

Hudson R, Distel H (1989): The temporal pattern of suckling in rabbit pups: A model of circadian synchrony between mother and young. En: *Development of Circadian Rhythmicity and Photoperiodism in Mammals*. Reppert S.M. (Ed.). Perinatology Press, Boston. Pp. 83-102.

Jilge B, Hudson R (2001): Diversity and development of circadian rhythms in the European rabbit. *Chronobiol. Internat.* 18: 1-26.

**La contribución de las interacciones**

**Viene de la página 4**

y parámetros fisiológicos, tales como niveles de esteroides sexuales, hormonas del estrés y frecuencia cardíaca.

En contraste con los hallazgos sobre la competencia, nuestros estudios recientes apuntan a los efectos positivos, de tipo más “cooperativo”, causados por la presencia de hermanos. Demostramos que la presencia de hermanos es vital para una adecuada termorregulación, y que los gazapos que crecen con alimento y calor adecuados, pero en aislamiento social, muestran deficiencias en el desarrollo motor y en su capacidad para competir, después del destete, con sus hermanos criados en grupo, por recursos vitales, tales como el agua y el alimento.

Interesados en ampliar nuestra investigación y en probar si los hallazgos en conejos son válidos para otros mamíferos, recientemente iniciamos investigaciones similares en un mamífero muy diferente: el gato doméstico. En éste también encontramos, entre los recién nacidos, una fuerte competencia para amamantarse y una ventaja para los individuos de mayor peso. El trabajo actual está dirigido a investigar el desarrollo de

las relaciones de dominancia entre hermanos de una camada y a la identificación de tipos estables de personalidad.

Aunque esta investigación es de carácter básico, se espera que la comprensión de la contribución de las interacciones entre hermanos en la plasticidad fenotípica de los mamíferos y en el desarrollo de la individualidad, sean útiles en el futuro para la práctica médica y psiquiátrica. ☞



**DEFENSORÍA DE LOS  
DERECHOS UNIVERSITARIOS**  
Académicos y estudiantes:  
La defensoría hace valer sus derechos  
Emergencias 24 horas, al tel. 55-28-74-81  
Lunes a viernes, de 9:00 a 14:00 y de 17:00 a 19:00 h.  
Edificio “D” nivel rampa, frente a Universum, Circuito  
Exterior, CU, estacionamiento 4  
Teléfonos: 5622 6220 al 22, fax: 5606 5070  
ddu@servidor.unam.mx

# El análisis de parámetros conductuales como una herramienta en el estudio de la fisiología de la conducta sexual

*Estela Cuevas y Pablo Pacheco, Departamento de Biología Celular y Fisiología, Instituto de Investigaciones Biomédicas-Unidad periférica Xalapa, UNAM.*

Previo al descubrimiento de que el sistema endocrino estaba íntimamente ligado al Sistema Nervioso Central, los estudios de la conducta animal se consideraban como observaciones anecdóticas. Cuando se formalizó el análisis conductual, mediante el establecimiento de parámetros que cada día se han refinado más y se siguen refinando, se le dio mayor importancia a los estudios conductuales.

A la fecha, por ejemplo, existen análisis conductuales para el estudio de mecanismos del dolor, fenómeno que sigue siendo un reto para la medicina moderna, pues aún desconocemos gran parte de sus mecanismos fisiológicos. Lo mismo podría decirse de muchos otros aspectos fisiológicos donde participa el Sistema Nervioso Autónomo con sus dos divisiones clásicas: la simpática y la parasimpática. Así, los estudios de la conducta sexual han formulado un efecto integrador entre estas dos divisiones del sistema autónomo en un ganglio accesorio: el ganglio pélvico mayor, donde el nervio hipogástrico (representante del simpático) y parte del nervio pélvico (representante del parasimpático) confluyen, para posteriormente enviar su actividad nerviosa hacia ciertos órganos blancos, como la vejiga urinaria, los "cruras" penianos o del clítoris, y quizás hacia glándulas fundamentales para la comunicación química en los animales, incluyendo al ser humano. Aunado a la parte autonómica, el estudio de la conducta sexual requiere de tomar en cuenta toda la información sensorial recibida, la cual es integrada en el Sistema Nervioso Central (SNC) y respondida en forma de eventos autonómicos (incremento de la frecuencia cardíaca) o somáticos (movimiento).

En los mamíferos, la conducta sexual, realizada por machos y hembras, consiste en la ejecución de conductas estereotipadas que involucran varios músculos y regiones

específicas del cerebro. En ambos sexos, la conducta sexual consta de dos fases: una de reconocimiento, donde los sistemas sensoriales (visual, auditivo, gustativo y olfativo) y regiones del sistema límbico juegan un papel muy importante para promover la motivación sexual; y otra de ejecución de la conducta sexual como tal, caracterizada por movimientos pélvicos que conllevan a la inserción del pene dentro de la vagina, y que involucra la participación de diferentes nervios y músculos y, obviamente, diversas estructuras cerebrales.

La formalización del estudio de la conducta sexual en animales de laboratorio, en su mayoría roedores, ha llevado al establecimiento de parámetros que evalúan ambas fases del despliegue conductual, analizando la frecuencia, el número o la duración de diversas conductas. Así, en la hembra, es posible cuantificar conductas relacionadas con la "insinuación" hacia el macho, como son el movimiento de las orejas, o bien, conductas relacionadas con la disponibilidad a copular, evaluada por el grado de arqueamiento de su dorso en el momento en que el macho se acerca (lordosis). En el macho,

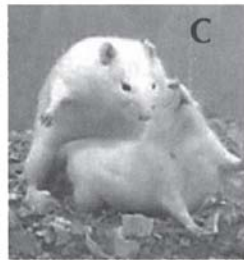
se cuantifican las conductas de olfateo de los genitales de la hembra, las montas, intromisiones y eyaculaciones que éste realiza, entre otros parámetros.

La cuantificación de los parámetros antes mencionados ha permitido determinar la fisiología de la conducta sexual, incluyendo diversos componentes motivacionales y motores requeridos para la ejecución de la misma. A continuación exponemos algunos ejemplos de cómo los estudios conductuales, solos o acompañados de técnicas electrofisiológicas o de marcaje, han sido una herramienta fundamental en la comprensión de la fisiología de la conducta sexual.

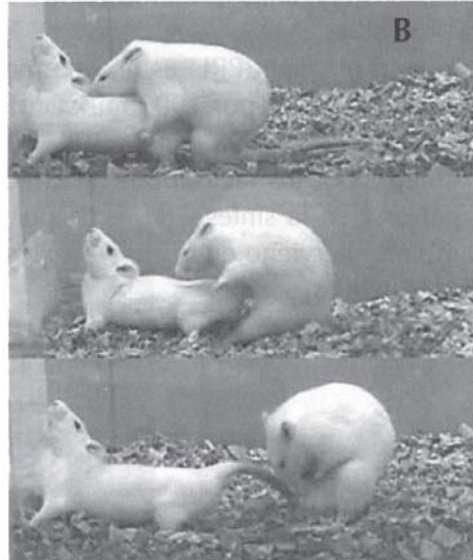
El primer ejemplo son los estudios realizados para determinar la importancia de los nervios del área pélvica en la



**Monta**



**Eyaculación**



**Intromisión**

*Continúa en la página 15*

## En busca de la competitividad regional El milagro de San Diego

○ *El desarrollo de la C y T requiere de múltiples redes entre gobierno, empresarios, científicos, profesionistas, políticos, emprendedores y medios de comunicación*

Para lograr el desarrollo científico y tecnológico así como su impacto en la economía regional y nacional, se requieren establecer múltiples redes de interacción entre gobierno, empresarios, científicos, profesionistas, políticos, emprendedores y medios de comunicación, señaló Mary Walshok, Vicecanciller de Programas Públicos de la Universidad de California en San Diego.

Al exponer la experiencia de la ciudad de San Diego, dentro del ciclo *Ciencias de la Vida e Innovación: en busca de la competitividad regional*, durante la pasada Expo BioMonterrey, señaló que en 1980, la economía de su ciudad estaba dominada por la industria militar, el turismo y los bienes raíces; “había una docena de compañías biotecnológicas y de alta tecnología; en un periodo de diez años, sólo se habían otorgado 839 patentes en ese condado y la tasa de desempleo era del 10 por ciento”. Veintiseis años después, la ciudad atrae más de un billón de dólares anuales en capital de riesgo; en cinco años registró tres mil 840 patentes y la tasa de empleo se incrementó exponencialmente, creando cada año un promedio de 130 mil nuevos puestos de trabajo, dos terceras partes en las áreas del conocimiento, ubicándose el desempleo cuatro por ciento por debajo del promedio nacional.

San Diego atrae anualmente mil millones de dólares en investigación y en Estados Unidos tiene la concentración más alta de compañías (alrededor de 500) relacionadas con las ciencias de la vida y la biotecnología. También se ha convertido en la capital del mundo de la comunicación sin cables, con 525 compañías de nivel global, tales como Qualcomm, Motorola y Nokia. “Hace 25 años, compañías como Pfizer no estaban interesadas en ubicarse en San Diego, pero hace unos pocos años abrieron una instalación de un millón de pies cuadrados para investigación y desarrollo, debido a la concentración de pequeñas compañías innovadoras”.

### *El desempleo: un acicate para cambiar de dirección*

Al explicar cómo se ha logrado todo esto, la doctora Walshok apuntó que el gobierno Federal invirtió en investigación básica y educación. “Había mucha inversión porque se tenía una buena visión, se valoraba a los emprendedores y el gobierno creó un ambiente de impuestos que hacía atractivo al sector privado involucrarse”. Debido a su alto desempleo, San Diego reconoció

que debía moverse en una nueva dirección y creó un ambiente enfocado en el futuro y en el alto valor agregado.

Desde el punto de vista de la experta, se presentaron seis características vitales para la transformación de San Diego; dos de ellas fueron políticas federales, que consistieron en invertir en investigación y en recursos humanos. “La región fue muy apoyada para el crecimiento de universidades y un buen número de instituciones de investigación, lo que significó que fuimos competitivos para obtener financiamiento federal. Creamos departamentos de química, física y escuelas de medicina, que fueron atractivas para los mejores doctores del país que compitieron por dólares para la investigación y en ese ambiente

fueron muy exitosos”. Hoy, la Universidad de San Diego (USD), con 44 años de antigüedad, es la número cinco en el país por su ingreso en dólares federales, superada por Berkeley y Harvard, “porque en un ambiente de competencia, el mejor gana”, la región invirtió en crear una infraestructura de investigación y en facultades e investigadores de clase mundial en la USD, el Instituto Salk y el instituto Scripps. La segunda cosa que hizo fue invertir en educación media y superior, en química, ciencias de la computación, ingeniería, que eran el talento que

requerían las compañías de innovación.

### *Crear una comunidad de innovación y emprendedores*

Otras cuatro cosas que sucedieron en San Diego y en otras regiones de Estados Unidos, “que no ocurren en México, y me preocupa, fue la formación de redes que cruzan disciplinaria y profesionalmente las fronteras. En mi pueblo, un científico es tan conocido como un publicista o un contador; hay que conocer a otros científicos y establecer cientos de comunicaciones con la industria, pero no como eventos especiales, sino como parte de la cultura que permite crear una comunidad de innovación y emprendedores”. A decir de la investigadora, las redes no sólo deben desarrollarse al interior de un campo, sino entre los diversos campos y a través de diversas funciones. “Los directores de Ingeniería y Medicina pasan actualmente más tiempo juntos que el director de una de esas facultades con su propia comunidad, porque es donde sucede la creatividad”. Otra característica es la de compartir los contactos, los recursos y el conocimiento que cada quien tiene para ayudar a crecer a las universidades, las compañías y a la economía locales.



© Photohome.com

San Diego, California.

Continúa en la página 9



*El desarrollo de la CyT requiere...*

*Viene de la página 7*

### *Compartir el riesgo*

Las otras características tienen que ver con crear una cultura para compartir el riesgo. “No buscan al gobierno para que invierta todo el dinero; se requiere de inversión privada y de habilidades de negocios; las compañías necesitan invertir en investigación”. Señaló que por ejemplo, los laboratorios Pfizer, invierten en investigación básica en esa ciudad, más que ninguna otra compañía, así como el gobierno Federal. Se requieren instalaciones, equipo, no sólo incubadoras financiadas por el gobierno, sino inversionistas en bienes raíces y arrendatarios de fábricas e instalaciones que inviertan por adelantado y compartan el riesgo para crear el ambiente en donde se construirá la empresa donde se pueda hacer investigación y desarrollo.

### *Reinversión y Filantropía*

Finalmente mencionó a la reinversión y la filantropía como elementos para poder impulsar la investigación y la creación de empresas de base tecnológica. Los capitalistas huyen de los impuestos, pero “han becado a estudiantes en comunicaciones inalámbricas que se requieren para esa industria e instituido fondos de capital de riesgo o grupos de inversión de capital ángel para ayudar a los jóvenes emprendedores a lograr lo que lograron. La reinversión consiste en poner dinero líquido en el negocio y mediante filantropía hacer que el lugar funcione y continúe siendo emprendedor”.

Finalmente, la doctora Walshok mencionó la constitución de redes dedicadas a crecer nuevos *clusters* de tecnología alrededor del mundo, que unen a individuos y organizaciones para construir empresas internacionales de base tecnológica. Relacionar a emprendedores con recursos financieros, tecnológicos y de negocios. Lo que se busca es “integrar a todos estos socios para decirle al sector privado: más vale que empieces a poner todo tu dinero detrás de esta universidad y que empieces a ayudar a estos jóvenes emprendedores, pero también decirle a los científicos: más vale que aprendas a hablarle a la industria y crearemos oportunidades para ti”.

### *Proyecto para un cluster de ciencias de la vida en México*

Randall Kempner, Vicepresidente para la Innovación Regional del Consejo para la Competitividad (COC) de Estados Unidos, informó de la participación de ese Consejo en un proyecto para desarrollar un cluster de ciencias de la vida en México, específicamente en el Estado de Nuevo León.

Señaló que una meta de corto plazo es promover el desarrollo de firmas mexicanas en el área de ciencias de la vida, mejorando las conexiones entre las instituciones mexicanas y norteamericanas para ser más competitivos.

Indicó que un estudio realizado por el COC encontró como rasgos positivos para el logro de la empresa propuesta, que en México y Monterrey hay investigación y desarrollo de muy alta calidad, aunque ésta es insuficiente en cantidad. “Hay gente,

estudiantes, científicos y profesores de alto nivel muy interesados en trabajar en esta industria y hay un compromiso real del Gobierno estatal de Nuevo León y de otros estados para fortalecer esta industria.

### *Los obstáculos son oportunidades*

A su consideración, existen sin embargo algunos obstáculos, que son también oportunidades. Una de ellas es la inversión. Sólo el 0.37 por ciento del PIB se dedica a investigación y desarrollo, lo que es muy poco a nivel internacional. El sector privado tampoco está invirtiendo mucho en investigación y desarrollo, particularmente en el área de farmacéuticos, y en ello deben participar tanto las industrias grandes que tienen posibilidad de invertir en empresas de alto riesgo, como las pequeñas.

Otro de los obstáculos es el alejamiento que existe entre el sector académico y el industrial, “porque ese tipo de enlaces se requieren en gran cantidad, hay muy poca interacción y esfuerzos en conjunto entre ambos y eso tiene que cambiar”, puntualizó.

### *El reto*

A su vez, Donato Saldívar, director de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León, se refirió a las acciones que esa Universidad ha emprendido para convertir al estado en una economía basada en la generación de conocimiento y empresas de base tecnológica.

Para él, el reto en el área de ciencias básicas, es inculcar en los investigadores una actitud proactiva hacia la industria para “convencerla de que tenemos la capacidad para modificar sus productos y hacerles ganar, mientras que generamos conocimiento y hacemos investigación; que resolvemos problemas de salud y ayudamos a que la industria incremente su productividad económica, bajo un esquema perfectamente legislado y claro para que ni las universidades ni industrias salgan espinadas en esa coexistencia”.

Durante una mesa previa, el director de la Facultad de Medicina de la UANL, explicó que Monterrey forma parte de una red de hospitales para la realización de estudios clínicos en distintas fases, que incluye también a las ciudades de Manitoba, en Canadá y Kansas, en Estados Unidos.

El objetivo de esta red es apoyar a pequeñas y medianas empresas para la obtención de aprobaciones de medicamentos para los tres países, destacando que se trata de una población que incluye además de la población mexicana, a mexico-americanos, otros hispanos y caucásicos. Asimismo, señaló que los ensayos están relacionados principalmente con padecimientos como la diabetes y el cáncer.

Esta red tiene el propósito de comunicar, cooperar y coordinar la investigación y el desarrollo de nuevos productos.☞

*(Rosalba Namihira)*

**Musculatura estriada pélvica...**

*Viene de la página 2*

Nuestros estudios de la conducta de expulsión de orina (Fig. 2) muestran que las conejas presentan cuatro formas diferentes de expulsión que están asociados a posturas específicas que adopta la hembra, a distintos volúmenes de orina expulsados y probablemente a diferentes consistencias de la misma; hemos encontrado que dichas formas conductuales se presentan en mayor o menor frecuencia dependiendo de la presencia o ausencia de individuos de su misma especie (conespecíficos). Es posible que los diferentes y complejos patrones de expulsión de orina estén relacionados con la excreción de metabolitos y con la función de comunicación química, relaciones pobremente estudiadas en hembras de mamíferos. Es casi seguro que la expresión de estas conductas dependa de la actividad de la musculatura estriada pélvica y perineal adyacente al tracto urogenital, cuya contracción podría regular la cantidad de orina expulsada así como la forma y la dirección de la expulsión – algunas veces se dirige a su conespecífico.



**Figura 2. Fotografía del sistema de registro de la conducta de expulsión de orina de la coneja. La arena en la que se encuentra la coneja tiene un apartado donde se coloca un conespecífico, macho o hembra. El piso negro y el registro con video permite registrar las características de expulsión de orina de la coneja.**

**Participación del olfato...**

*Viene de la página 3*

pero, sin duda, son las olfativas y las gustativas las señales más importantes. Una de las formas de CT más estudiadas es el llamado condicionamiento aversivo a los sabores (CAS), descrito hace más de 50 años por John García y colaboradores. A partir de entonces se ha generado una gran cantidad de información sobre su anatomía funcional y su regulación neurofisiológica. Típicamente, en este modelo los sujetos asocian un estímulo gustativo simple, como una solución de sacarina o salina, con un malestar visceral, desarrollando una fuerte aversión a dicho estímulo. Sin embargo, en condiciones naturales los alimentos poseen sabores complejos, es decir, presentan estímulos olfativos y gustativos, los cuales se procesan simultáneamente. Por lo tanto, usando el modelo convencional de CAS sólo podemos estudiar la “mitad” del fenómeno biológico real, puesto que debería incluirse al olor en el análisis de este tipo de aprendizaje, es decir, entendiendo al sabor como la suma de los componentes olfativos y gustativos. Es indiscutible la relevancia de modelar lo más fielmente posible un fenómeno natural en el laboratorio: una cosa es trabajar con una versión instrumental simplificada del mismo y otra con un fenómeno artificial, si bien no podemos soslayar lo mucho que hemos aprendido del CAS, aún excluyendo su componente olfativo.

Para muchos organismos, los olores son los estímulos más eficaces para comunicarse e interpretar el medio que los rodea; estos pueden ubicarse en dos contextos principales: uno socio-sexual y reproductivo (por ejemplo, reconocimiento de la pareja sexual, de las crías, etcétera), y otro alimenticio (reconocimiento

El hecho de que la musculatura estriada perineal adyacente al tracto urogenital contribuya en la regulación de las funciones expulsivas del sistema urogenital de la coneja es de gran relevancia médica, ya que aunque hay diferencias en el arreglo anatómico de los músculos entre las especies (lo que hace difícil la comparación y la extrapolación de resultados), el mejor conocimiento del papel de los músculos pélvicos y perineales en los procesos urogenitales de la coneja ayudará al mejor entendimiento de la función de esta musculatura en las hembras de mamífero, incluyendo a la mujer y sus patologías. Baste señalar que se ha encontrado que las mujeres multíparas muestran una alta probabilidad de presentar incontinencia urinaria por esfuerzo, la cual en varios países ha mostrado ser un padecimiento con muchos efectos sociales y de comportamiento y desde el punto de vista del manejo médico. ☘

de la comida). La percepción de los olores tiene lugar en las neuronas sensoriales olfativas (NSO). Cuando un animal inhala, millones de moléculas odoríferas se unen a proteínas receptoras especializadas, ubicadas en los cilios de las NSO, generando un potencial de acción que viaja a través de los axones y llega al bulbo olfatorio (BO). El BO sirve como la primera estación de relevo para procesar la información olfativa conectando al epitelio olfatorio con la corteza. Las células mitrales del BO proyectan a la corteza olfativa primaria (piriforme) y a otras estructuras centrales como el tubérculo olfatorio anterior, la amígdala (AM) y la corteza entorrinal. Se tiene evidencia experimental de que varios núcleos de esta vía participan en la codificación de la memoria olfativa. En nuestro laboratorio hemos empezado a estudiar la contribución de los olores en el CAS, encontrando que tanto la neurotransmisión colinérgica como la glutamatérgica a nivel del BO y la AM, son esenciales para la adquisición y las fases tempranas de la consolidación de ambos componentes (olfativo y gustativo) de la memoria aversiva al sabor, pero no para su evocación. Asimismo, la síntesis de óxido nítrico activado por glutamato sólo interviene en la memorización del componente olfativo. No obstante, estos hallazgos representan apenas el inicio de esta línea de investigación; es necesario hacer estudios que incluyan la exploración en diversas estructuras corticales y subcorticales, como las ya mencionadas, al igual que otros sistemas de neurotransmisión y mecanismos de plasticidad neuronal para empezar a entender cómo se integran los estímulos olfativos y gustativos en un todo llamado memoria del sabor. ☘



## Generación de toxinas recombinantes para el desarrollo de faboterápicos en contra de la picadura de alacrán.

*García-Gómez Blanca, Judith Estévez y Jorge Paniagua-Solis, Instituto Bioclón, S.A. de C.V. Departamento de Investigación y Desarrollo*

Los alacranes son los animales terrestres más antiguos que se conocen, se han encontrado fósiles en depósitos del Silúrico de aproximadamente 360 millones de años (1). La intoxicación por picadura de alacrán es un problema de salud de notable importancia en México, que requiere sumar esfuerzos tanto en la investigación básica de las características de los componentes tóxicos del veneno, en la producción de toxinas recombinantes así como en la generación de antídotos eficaces y seguros para tratar las intoxicaciones causadas por las diversas especies de alacranes peligrosos de todo el mundo.

Gracias al mejor entendimiento de los mecanismos de acción a nivel molecular del veneno en el organismo, el manejo del paciente picado por alacrán ha cambiado radicalmente (2). Actualmente se ha demostrado el exitoso uso de los faboterápicos, cuya acción es interferir y neutralizar las toxinas circulantes y las acumuladas en los órganos y tejidos. **ALACRAMYN®** es un faboterápico polivalente antialacránico; el concepto de faboterápico implica utilizar la fracción F(ab)<sub>2</sub> purificada de la inmunoglobulina digerida enzimáticamente.

La limitada disponibilidad de toxinas nativas en los venenos ha constituido en algunos casos un obstáculo para la investigación, así como para la generación de nuevos faboterápicos. Para la obtención de estos últimos, es necesaria la maceración de gran cantidad de glándulas venenosas (telsons), de ahí que el uso de toxinas recombinantes capaces de sustituir a las nativas en aquellos casos en donde no se cuenta con un elevado número de especímenes, cobra gran importancia. En los últimos años, la superproducción de proteínas y péptidos recombinantes en bacterias se ha convertido una técnica muy poderosa. En la mayoría de los casos no es sólo necesaria una alta expresión de proteína recombinante, sino también que su plegado sea el adecuado para constituir una toxina activa e inmunorreactiva. El conocimiento de la genética y la

bioquímica de la bacteria *Escherichia coli* ha permitido el desarrollo de las actuales técnicas de clonación y producción de grandes cantidades de proteínas recombinantes a partir de los genes que las codifican. Junto con su bien conocida biología y su rápida tasa de crecimiento *E. coli* sigue siendo uno de los sistemas de expresión más exitosamente utilizados (3).



Usando el cDNA sintetizado a partir del RNAm de la glándula venenosa del alacrán sudafricano *Parabuthus granulatus*, fué posible clonar los genes que codifican para varias de las toxinas de su veneno. Se eligió el gen que codifica para la toxina Pg8, ya que en experimentos previos se conocía su toxicidad en ratones debido a su actividad sobre los canales de sodio. En el Instituto Bioclón, y en colaboración con el grupo del doctor Lourival Possani, del Instituto de Biotecnología de la UNAM, nos hemos dado a la tarea de implementar un sistema piloto de expresión heteróloga y purificación de la toxina recombinante Pg8, que posteriormente pueda ser usada para la

elaboración de faboterápicos. El mismo sistema podría usarse para la producción de toxinas recombinantes de cualquier lugar del mundo una vez que se cuente con el gen que la codifica y de este modo planear estrategias que permitan el diseño de nuevos faboterápicos con los que se pueda llegar a salvar vidas, sobre todo en países en donde aún no se cuenta con la tecnología necesaria para producirlos, como Sudáfrica y Turquía por mencionar algunos.☞

### Bibliografía.

- 1.- Hoffman A. (1993) *El Maravilloso mundo de los arácnidos*. Fondo de Cultura Económica: Colección "La Ciencia desde México"; No. 116, México D:F.
- 2.- Possani L. (2005) *El alacrán y su piquete*. Serie "Ciencia de Boletó". Gobierno del Distrito Federal/Universidad Nacional Autónoma de México, No. 1.
- 3.- Banerjee S., et al. (2006) "Expression of functional scorpion neurotoxin Lqq-V in *E.coli*." *Peptides*. 27: 49-54.

*Los machos también deciden...*

*Viene de la página 1*

Las hembras de distintas especies de artrópodos poseen sitios de almacenaje de esperma en regiones especializadas de sus conductos genitales conocidas como espermatecas o bursas. Una vez colectado el semen de distintos machos, se liberan los espermatozoides para que estos compitan por el preciado premio. Con ello, las hembras “garantizan” que sus crías tengan variabilidad fenotípica asociada a sus gustos y al azar, y que posean los mejores genes pues, al menos en hipótesis, sus óvulos fueron fecundados por los “mejores” espermatozoides. Con esta concepción de la competencia espermática, se infiere que las hembras se desempeñan como las “instigadoras” de la misma. Sin embargo, cuando de reproducción sexual se trata sabemos que *el tango se baila entre dos*. Así, en años recientes, los científicos que trabajan en esta fascinante área han reflexionado sobre el papel del macho en el proceso de competencia espermática. ¿Será realmente que el macho subyuga sus deseos a las seducciones femeninas? o ¿tendrá algo más que hacer...?

*La rivalidad entre machos*

Entre lo más interesante se ha encontrado que un macho es capaz de juzgar el grado de rivalidad que tiene con otros machos por la hembra deseada. En efecto, las evidencias experimentales indican que los machos de varios invertebrados pueden ajustar la cantidad de eyaculado en respuesta al riesgo de competencia. En los escarabajos se ha mostrado que los machos eyaculan poco cuando se aparean con hembras que fueron eyaculadas previamente. Si el macho “juzga” que tiene pocas posibilidades de ser el padre de las crías, la cantidad de esperma que eyacula es reducida; sucede lo contrario si las posibilidades son mayores. Un caso extremo es el de las mariposas porque el macho se da el gusto de “toquetear” a la hembra pero no eyacula si identifica que su pareja se apareó previamente con otros, ¡las mariposas tienen su dignidad! ¿para qué expulsar semen? ¿para qué gastarlo en una situación infructuosa?

Ciertos arácnidos regulan la frecuencia y duración de la cópula de acuerdo con la historia de apareamiento de la hembra y la presencia de machos rivales. Los machos copulan más frecuentemente y por períodos más largos con hembras vírgenes que con hembras apareadas. Además, como los machos de mayor tamaño evitan que los pequeños se apareen, entonces los grandes copulan mayor número de veces. Como consecuencia, los machos pequeños se aparean con menor frecuencia pero su cópula es más duradera, con ello, incrementan su posibilidad de tener descendencia. Las cópulas de mayor duración presumiblemente resultan en mayor cantidad de esperma expelido.

Cabe mencionar que las estrategias copulatorias y reproductivas son distintas dependiendo del organismo en cuestión. Los machos de varias especies de aves y mamíferos incrementan la posibilidad de ser padres al aparearse repetidamente con la misma hembra, sometiéndose a la competencia espermática porque la hembra copula con diferentes machos. Las ratas por ejemplo, copulan alternadamente; machos y hembras se aparean con múltiples parejas en un mismo periodo reproductivo. Y como el costo en la producción de semen no es trivial, la hipótesis es que los machos regulan la cantidad de espermatozoides que expelen durante la eyaculación dependiendo del riesgo de competencia espermática. Los experimentos con esta misma especie (*Rattus norvegicus*) han mostrado que los machos ajustan el número de espermatozoides

dependiendo de las circunstancias durante el apareamiento; si la condición es poliándrica, los machos expelen mayor número de espermatozoides que en una situación monándrica. Se desconocen cuales son los factores que le indican a un macho si el tracto reproductivo de una hembra contiene semen de un rival. Es probable que el macho se valga de señales auditivas, olfatorias, táctiles y/o visuales para “juzgar” la magnitud de la rivalidad y responder en consecuencia. El macho no pierde la oportunidad de copular ¿a quien le dan pan que llore?

Como el lector podrá imaginar, quedan en el aire varias preguntas, entre ellas, ¿de qué manera la magnitud de la rivalidad puede traducirse en la deposición de cantidades variables de espermatozoides durante la eyaculación? ¿no se supone que la eyaculación es una respuesta refleja, es decir, fuera del control de la voluntad? Con nuestros estudios de espermabioscopía (análisis de semen) hemos constatado que una misma rata expulsa volúmenes variables de semen durante las pruebas que tienen la misma frecuencia copulatoria, siendo la concentración espermática igualmente variable, ¿cómo explicar esto? ¿acaso la hembra influye en su desempeño sexual?

*El papel de la serotonina*

Se ha sugerido que la serotonina participa en la coordinación entre el comportamiento copulatorio y la eficacia reproductiva. En efecto, se ha encontrado serotonina en estructuras del sistema nervioso central como es el área preóptica (relacionada con la conducta sexual masculina); en algunos núcleos del tallo cerebral (que inervan a las neuronas autonómicas espinales que se activan durante la eyaculación) y en los segmentos lumbosacros de la médula espinal (donde están las motoneuronas que regulan la contracción rítmica de la musculatura perineal durante la

*Continúa en la página 16*



## Inevitable el cambio de paradigma en el trabajo científico: Laclette

La ciencia disciplinaria no tiene capacidad para contender con la complejidad, por lo que es inevitable el trabajo transdisciplinario, y en el área biomédica, los problemas de salud tienen siempre un lado humanista, de ahí que deba darse una interacción entre biología y ética. Esta interacción no implica necesariamente que una disciplina contenga a la otra, sino que más bien, se modifican mutuamente, señaló el doctor Juan Pedro Laclette, al participar en el ciclo de conferencias La Bioética pregunta, organizado por el Seminario Interdisciplinario de Bioética de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM.

Durante su intervención, el doctor Laclette, director de Biomédicas y Presidente de la Academia Mexicana de Ciencias, apuntó que es inevitable el cambio de paradigma en el trabajo científico, hacia uno que desarrolle proyectos orientados a resolver problemas sociales que tengan por objetivo el bien común.

En este sentido, advirtió que ya no se sostiene la pretendida neutralidad del trabajo científico, puesto que tiene que ver con múltiples intereses y por ello debe cuidarse el valor fundamental de la ciencia, que es la búsqueda honesta de la verdad, salvaguardando la integridad del individuo y el medioambiente, pues es un hecho que vivimos una época crítica del desarrollo humano en donde el desarrollo de la ciencia aplicada ha llevado a grandes trastornos en el planeta.

En el auditorio del Instituto de Investigaciones Filológicas, señaló asimismo que es impostergable la adopción de normas de carácter ético en la investigación en todas las instituciones dedicadas a ella en nuestro país, ya que no hacerlo iría en contra de la credibilidad de la investigación científica mexicana; resultaría en una incapacidad para participar en condiciones de igualdad en proyectos de investigación financiados por agencias internacionales, que exigen cumplir con las declaraciones y principios universales en la materia; disminuirían también las posibilidades de financiamiento público y se estaría dejando de proteger el interés nacional.

### *Las normas deben traducirse en una Ley*

Por su parte, la doctora Juliana González, señaló al concluir la presentación del doctor Laclette, que el trabajo realizado por Biomédicas en la creación de un código ético para la investigación es pionero en el país y constituye una tarea importante de traducción de las Declaraciones internacionales y las normas nacionales a la realidad de los laboratorios de investigación y la enseñanza de la Biomedicina en la Universidad, lo que le permite ser operativo y contribuir a la toma de conciencia de parámetros de carácter ético, por parte del investigador científico; sin embargo, señaló: “lo ideal es que existan leyes y no sólo principios que rijan de facto, pues se dan casos en donde se practican intervenciones experimentales, como los xenotransplantes, sin que exista de por medio un verdadero consentimiento informado hacia el individuo que se presta para la investigación, además de no dársele los beneficios que pudieran resultar de la misma, teniendo que pagar inclusive por los

tratamientos”. Esta situación, dijo, es resultado de un descuido de las normas éticas desde el inicio de los protocolos, lo que da como resultado una investigación con ceguera respecto a estos parámetros.

Lo que se requiere, dijo, es que las normas se cumplan y se conviertan en un modelo práctico que se traduzca en una ley. A este respecto, señaló que la ley para la investigación con animales y la ley de bioseguridad se quedaron detenidas por falta de entendimiento y por cambios en las legislaturas, por lo que se requiere que los legisladores comprendan a la brevedad la importancia de contar con leyes en esta materia.

Durante su alocución, el doctor Laclette presentó el Código Ético para la Investigación Biomédica que rige el trabajo científico en el Instituto de Investigaciones Biomédicas en materia de cuidado y uso de animales de experimentación, investigación científica con seres humanos e integridad científica, señalando que su elaboración es resultado del trabajo colegiado durante más de cuatro años por parte de miembros de la comunidad biomédica, tanto interna como externa, organizada en comisiones para cada uno de estos apartados, así como de una amplia consulta a la comunidad de la dependencia.

El director de Biomédicas subrayó la importancia de contar con este código al interior de la dependencia universitaria, toda vez que el trabajo que se desarrolla está estrechamente ligado a problemas que afectan a los seres humanos, como son los procesos de salud-enfermedad y para cuyo estudio, el Instituto cuenta con 11 grupos de investigación en diversas instituciones de salud, entre ellas los Institutos Nacionales del ramo. Asimismo, otras investigaciones utilizan animales que son producidos en el propio instituto y que anualmente alcanzan una cifra de entre 10 y 15 mil ejemplares.

### *El trabajo científico no está ausente de pasiones*

El marco en el que se desarrolla el trabajo científico, no está ausente de pasiones que deben resolverse para evitar fracturas del tejido social en el que interactúan los investigadores. Estos tres aspectos, dijo, están encaminados a construir un sistema de valores que norme y conduzca el desarrollo de la investigación.

En cuanto al primero, señaló que está relacionado con el uso adecuado de los animales de experimentación, incluyendo en éste el alojamiento, mantenimiento y utilización, basada en un adecuado diseño experimental, en la minimización del dolor y el estrés mediante el refinamiento de las técnicas, en el reemplazamiento de animales por otros métodos que no los requieran.

En cuanto a la investigación en seres humanos, indicó que incluye todo lo relacionado con investigación genética y genómica, clonación, uso de gametos, embriones y xenotrasplantes, para lo cual el documento se ha basado en declaraciones Universales como la del Genoma Humano y la de Helsinki; Convenciones como la Europea relacionada con la Investigación biomédica, entre otras, y considera el estado de

*Continúa en la página 14*

## Documenta *The Lancet* reforma del sistema de salud en México

El Secretario de Salud, Julio Frenk, quien compite por la Dirección de la OMS, que se definirá el próximo 9 de noviembre, anunció el pasado 4 de septiembre, la entrada en operación de la Tarjeta Única de Salud (TUSALUD), para que 3.5 millones de beneficiarios del Seguro Popular puedan recibir atención en cualquiera de los servicios o unidades hospitalarias del IMSS, ISSSTE o la SSA. El titular del ramo precisó que para el año 2010 se asegurará la atención médica a todos los mexicanos, mediante esta tarjeta.

Al concluir la inauguración del Seminario sobre México: “Lecciones Globales a partir de las políticas públicas basadas en evidencias”, organizado con la colaboración de la revista *The Lancet*, Frenk indicó que la inversión en TUSALUD para los usuarios del Seguro Popular fue de 80 millones de pesos, mientras que la inversión total para los tres tipos de seguridad social será de 360 millones de pesos. TUSALUD contiene, además de los datos generales del paciente, un resumen de la historia clínica y los medicamentos recetados por el médico, mediante la cual el afiliado podrá obtenerlos en las farmacias del sector.

Durante su intervención en el Seminario, el Secretario se refirió a la reforma del sistema de Salud, “que no estaba a la altura de las presiones impuestas por la doble carga de enfermedad, en donde la desnutrición, las infecciones comunes y los problemas de salud reproductiva coexisten con las enfermedades no transmisibles y

***Inevitable el cambio de paradigma...***

***Viene de la página 13***

dependencia del paciente con respecto a quienes llevan a cabo la investigación, siendo primordial que se trate de verdaderos voluntarios debidamente informados acerca de los límites de seguridad existentes, los posibles efectos secundarios y sobre su seguimiento durante y posteriormente a la investigación.

El código establece, siguiendo la normatividad internacional, 7 requisitos indispensables: el valor social o científico de la investigación; la mejoría de la salud y el conocimiento; la actualidad científica, la selección adecuada de los sujetos participantes; un balance favorable en cuanto a riesgo beneficio; el consentimiento informado, el respeto por los sujetos involucrados en la investigación, incluyendo su decisión de optar por nuevas posibilidades o retirarse voluntariamente del ensayo, y la revisión de los protocolos por parte de investigadores independientes del grupo que somete el proyecto.

Apuntó que aún existe controversia en asuntos relacionados con la investigación en seres humanos, como es el uso de placebos, que implican la marginación de los sujetos control de los beneficios de los tratamientos, y no es ético cuando existen tratamientos efectivos. Asimismo, se ha considerado que el suministro de placebo debe suspenderse cuando el grupo experimental muestra mejoras evidentes con el medicamento a prueba.

A nivel internacional, dijo, los códigos están encaminados a resistir presiones, de la industria y otros socios, para disminuir las precauciones, así como a considerar las consecuencias médicas, financieras y psicológicas para los futuros usuarios de los tratamientos resultantes.

las lesiones”. Este panorama daba como resultado que los gastos para la atención de la salud de las familias repercutiera negativamente, empobreciéndolas, de aquí la decisión de introducir el Seguro Popular, para proteger de manera gradual a 50 millones de mexicanos, que hasta ahora habían sido excluidos de la seguridad social formal; 20 por ciento de los cuales (los más pobres), bajo este nuevo esquema, no pagan ninguno de los gastos de los servicios de salud que requieran. Frenk aseguró que “ninguna otra reforma de salud en el mundo ha sido tan estudiada y basada en evidencia científica”. Igualmente, externó cinco mensajes clave para tener éxito: moverse más allá de los falsos dilemas; entre lo vertical y lo horizontal, debemos movernos en diagonal; para reformar, es necesario informar; existe una tensión fundamental entre el análisis y la acción que debe resolverse y, deben aprovecharse los bienes públicos mundiales del conocimiento para abordar problemas locales.

El propósito del Seminario, cuyos trabajos serán publicados en la Revista *The Lancet* a fin de mes, fue, a decir de Richard Hurton, editor en Jefe de la publicación, mostrar la importancia y utilidad de la investigación sobre los sistemas de salud para orientar la toma de decisiones basada en evidencias, así como documentar la experiencia del caso mexicano. Subrayó la importancia de establecer programas sostenibles de salud en una nueva era de compromiso con una nueva visión política de la ciencia, que se constituya en una voz más fuerte para mejorar la arquitectura global de la salud. ☚ ***(Rosalba Namihira)***

Existe un segundo nivel de la ética científica, que es el relacionado con la integridad científica y la práctica social del investigador, de singular relevancia en las instituciones de educación superior y particularmente en Biomédicas, toda vez que forma un promedio de cinco estudiantes por cada grupo de investigación, que requieren tanto de un entrenamiento adecuado que les de competencia profesional para la obtención manejo y comunicación de datos experimentales, lo que implica evitar la falsificación, manipulación y sobrevaloración de los resultados, así como la eliminación de los no favorables. La integridad científica, abundó, tiene que ver también con no copiar ideas, métodos o datos sin dar los créditos correspondientes y, evitar conductas inapropiadas, todo lo cual involucra la defensa del pensamiento racional y la credibilidad de la ciencia, así como la contribución al desarrollo de una cultura de honestidad. Sobre este aspecto, señaló que sería ingenuo pretender que a diferencia de otros ámbitos, el científico está exento de actos de corrupción o malas prácticas, y existen varios ejemplos descubiertos en Norteamérica y Europa que sugieren que el problema es real, por lo que no hay razón para pensar que éste sería menor o diferente en México, por lo que debe haber una labor institucional para vigilar el comportamiento de los investigadores en cuanto a los aspectos éticos. Es necesario educar, concientizar acerca de este valor como parte integral de la formación del estudiante incluyendo la materia en los cursos curriculares, concluyó. ☚

***(Rosalba Namihira)***

[www.biomedicas.unam.mx/noticias\\_gaceta.htm](http://www.biomedicas.unam.mx/noticias_gaceta.htm)



**H<sub>2</sub>O + Kärcher, es la fórmula del agua potable**



Limpeza y Tecnología



**Unidad Potabilizadora**

La avanzada tecnología alemana de la potabilizadora de agua Waterclean de Kärcher, es la más adecuada para la potabilización eficaz del agua en la industria química y biomédica. La unidad de potabilización es alimentada con agua de red, de superficie (pozos, manantiales, ríos, etc) o acuíferos. Una combinación de filtros de membrana, (Ósmosis Inversa) arena y carbón activo garantizan la purificación eficaz del agua.

**01 800 024 1313**

**www.karcher.com.mx**

*El análisis de parámetros conductuales...*

*Viene de la página 7*

conducta sexual y los procesos reproductivos. Los nervios pélvicos provienen de dos troncos nerviosos relacionados con la médula espinal lumbosacra: el tronco lumbosacro y el tronco L6-S1, ambos forman parte del llamado plexo sacro (Pacheco y cols., Brain Res 763:202-208, 1997). La lesión de algunos de estos nervios, como el genitofemoral y el pélvico afecta los parámetros de la conducta sexual e incluso la fertilidad de la rata macho (Lucio y cols., Physiol Behav 55:241-246, 1994; Physiol Behav 73:487-92, 2001; Manzo y cols., Physiol Behav 68:611-618, 2000).

Otro ejemplo, son los estudios que reportan el papel que desempeñan las hormonas masculinas (testosterona) y femeninas (estradiol y progesterona) tanto en la disponibilidad para copular como en la ejecución de la misma. Las hembras requieren de la presencia de estradiol y progesterona para mostrar conductas tanto de atracción al macho, como de su disponibilidad para copular (Brandling-Bennett et al., Hormon Behav 35:144-154, 1999). Los machos requieren de testosterona o sus metabolitos para facilitar la influencia que tienen los estímulos sensoriales en la motivación sexual (Roselli y cols., Hormon Behav 44:146-151, 2003).

Un ejemplo más son aquellos estudios que analizan los

efectos de la administración de drogas en la conducta sexual, durante la gestación. Así, ratas macho expuestas prenatalmente a morfina muestran, durante su edad adulta, un comportamiento “femenino” en presencia de otros machos (Gagin y cols., Pharmacol Biochem Behav 58:345-348, 1997).

Recientemente en nuestro laboratorio estudiamos la importancia de la cola durante la cópula de la rata. En muchas especies de mamíferos se ha descrito que la cola participa en acciones motoras, como son el controlar el balance del cuerpo durante la locomoción arbórea o terrestre y durante las caídas; sin embargo, no se había relacionado con la conducta sexual. Ahora sabemos que la ausencia de la cola en el macho no afecta los parámetros conductuales de la cópula; sin embargo, la falta de ella en la hembra, altera por completo el patrón conductual del macho, haciendo incluso que éste eyacule fuera de la vagina. Encontramos que los machos se mantienen sexualmente motivados, pero pierden su “referencia espacial” para ubicar el orificio vaginal (datos aún no publicados).

Los estudios mencionados son sólo algunos ejemplos de cómo la sistematización en el estudio de la conducta puede aportar información importante acerca de la fisiología de algunos eventos, como es el caso de la conducta sexual. ☘

*Los machos también deciden...*

*Viene de la página 12*

eyaculación). Más aún, en órganos periféricos, testículo y epidídimo, la serotonina participa en el control de la concentración de testosterona y la maduración espermática, respectivamente. En este sentido, nuestros trabajos en el laboratorio muestran que el epidídimo cuenta con un sistema serotoninérgico propio, es decir, la serotonina que presenta es sintetizada *in situ*, ya que encontramos también a la triptofano hidroxilasa (su enzima limitante), así como a su transportador y algunos de sus receptores. Encontramos también receptores serotoninérgicos en los espermatozoides epididimarios. Si consideramos esto, más el hecho de que los niveles de serotonina se incrementan de acuerdo con la maduración sexual y que su concentración es mayor en los machos con experiencia sexual *versus* aquellos inexpertos nos dan la pauta para sugerir que la serotonina podría ser una molécula clave que participara en la regulación de la cantidad de espermatozoides expelidos durante la eyaculación, dependiendo de las circunstancias del apareamiento. De esta forma, esperamos que en los años venideros, nuestros experimentos logren sentar las bases de un modelo neuroendocrinológico en mamíferos que explique la participación del macho en la competencia espermática dentro del contexto evolutivo de la selección sexual. Por lo pronto, lo único que podemos afirmar es que los machos también “deciden” con quién, cuándo y sobre todo, cuánto ☞.

### Universidad Nacional Autónoma de México

*Dr. Juan Ramón de la Fuente / Rector*

*Lic. Enrique Del Val / Secretario General*

*Mtro. Daniel Barrera / Secretario Administrativo*

*Dr. René Drucker / Coordinador de la Investigación Científica*

*Dr. Juan Pedro Laclette / Director del IIBM*

#### Gaceta Biomédicas

*Rosalba Namihira / Directora*

*Rosalba Namihira y Edmundo Lamoyi / Editores*

*Sonia Olguín / Reportera*

**GACETA BIOMÉDICAS**, órgano informativo del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, es una publicación mensual, realizada por el Departamento de Prensa y Difusión del IIBM. Certificado de Licitud de Título No. 10551. Certificado de Licitud de Contenido No. 8551. Oficinas: Planta baja del Edificio B del IIBM, Circuito Escolar Universitario, C.U. Teléfono y fax: 5616-0524. Impresión: Editoriales de México, S.A. de C.V. (División Comercial) Chimalpopoca 38, Col. Obrera, C.P. 06800, México, D.F. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 001911/97 expedido por la Dirección General de Derechos de Autor. ISSN 1607-6788. Editores: Rosalba Namihira y Edmundo Lamoyi. Tiraje de 4 mil 500 ejemplares. Información disponible en: [www.biomedicas.unam.mx/noticias\\_gaceta.htm](http://www.biomedicas.unam.mx/noticias_gaceta.htm). Responsable de la edición electrónica: Jorge Limón-Lason.

Cualquier comentario o información, dirigirse a: Rosalba Namihira, jefa del Departamento de Prensa y Difusión, correo electrónico: [namihira@biomedicas.unam.mx](mailto:namihira@biomedicas.unam.mx). Las opiniones expresadas en los artículos son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de la institución. Prohibida la reproducción total o parcial del contenido por cualquier medio impreso o electrónico, sin previa autorización. □

### Desde la Dirección

## Setenta y cuatro

El número que da título a este espacio se refiere, por supuesto, al lugar que ocupó la UNAM en la clasificación de las mejores universidades del mundo, recientemente publicada por The Times Higher Education Supplement, una publicación periódica especializada. Al igual que el año pasado, la UNAM aparece como la mejor universidad iberoamericana, es decir, la mejor de habla hispana o portuguesa; de hecho, es la única del grupo que aparece dentro de las primeras cien. Este lugar significa un ascenso notable con respecto al 95 que habíamos ocupado el año pasado. Para llevar a cabo la clasificación, la publicación tomó en cuenta una serie de indicadores que incluyen datos de productividad científica, conocimiento sobre las universidades por parte de académicos de todo el mundo, opiniones sobre los egresados provenientes de los empleadores, entre otros.

Más allá del reconocimiento al esfuerzo de una comunidad académica, a sus profesores e investigadores, a sus trabajadores administrativos y a sus alumnos, se trata sin duda de un motivo de orgullo para México, puesto que la UNAM se sostiene principalmente con el apoyo de la sociedad. La UNAM es evidencia de que la institución educativa pública o la universidad de masas, no está reñida con la excelencia académica. En este contexto, nunca estuvo más justamente aplicado el término de “Máxima Casa de Estudios”.

En el mundo global que vivimos, continuarán llevándose a cabo evaluaciones mundiales, de hecho, creo que cada año seguiremos con atención creciente los resultados de este suplemento, que se perfila como uno de los más influyentes en el campo de la educación superior. Por ello, si bien podemos sentirnos satisfechos por la mejoría de nuestro posicionamiento mundial, creo que debemos aspirar a nuevos ascensos. Uno de los rubros por cuidar, se refiere a las publicaciones; actualmente muchas de éstas no son recuperadas por los sistemas de referencia debido a la heterogeneidad de nombres que utilizamos en ellas para referirnos a la UNAM. A raíz de la encuesta arriba citada, un acuerdo del CTIC obliga a escribir el nombre completo y en español de nuestra dependencia, seguido por el de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Preparemos nuestro ánimo para la competencia, personalmente creo que la UNAM avanza gradualmente hacia convertirse en una de las mejores universidades del mundo.

*Juan Pedro Laclette*