

# CIENCIA

## UN ENIGMA EN LA CABEZA: EL CEREBRO

### PARTÍCULAS

#### Peces tóxicos

Ante la alta incidencia de casos de personas intoxicadas por comer peces contaminados, expertos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), ubicado en Baja California Sur, realizan estudios para establecer las condiciones que favorecen los afloramientos o germinación de quistes de *Porocentrum lima*, microorganismo que afecta a los peces, y así evitar el envenenamiento de la población en esta región.



Contra el envenenamiento. Ciencia rigurosa

#### Robots geógrafos

Investigadores del Laboratorio de Cibernética, de la Facultad de Ciencias de la UNAM trabajan en el desarrollo de una serie de robots capaces de realizar mapas de todo tipo de lugares. El propósito de este proyecto, apoyado por el Conacyt, es utilizar las lecturas obtenidas por los sensores para realizar una base de datos que permita generar secuencias de movimientos en los robots con patas.

#### Vehículos eléctricos

Con el objetivo de crear tecnologías que ayuden al desarrollo de la industria nacional de vehículos eléctricos autónomos, investigadores del Instituto de Ingeniería de la UNAM diseñan un nuevo sistema hidroneumático para frenado regenerativo y un mecanismo de dirección de alta maniobrabilidad.

#### Respiración Sonora

Para ayudar al diagnóstico de las enfermedades respiratorias, expertos de la división de Ciencias Básicas e Ingeniería de la UNAM, experimentan con un novedoso modelo para el análisis de sonidos respiratorios. Basado en un sistema de microfones, el prototipo generará una base de datos que permita el acceso a esta información de una manera más precisa para el diagnóstico temprano y poder disminuir la mortalidad por estas causas.

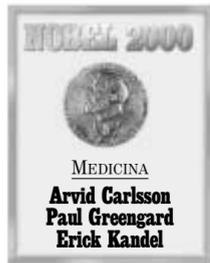
#### Diagnóstico de Leucemia

Expertos del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, desarrollan nuevos métodos de diagnóstico de leucemia en niños y adultos a través de la detección de alteraciones moleculares en la sangre de los pacientes, para hacer una detección temprana de esta enfermedad, uno de los principales tipos de cáncer que afectan a la población.



Detección. Estudio molecular.

# Desenredan la madeja a paso de caracol



RECONOCE EL INSTITUTO KAROLINSKA A INVESTIGADORES QUE SIENTAN BASES PARA TRATAMIENTO DE PARKINSON, ESQUIZOFRENIA, DEPRESIÓN Y OTROS MALES NEUROLÓGICOS

Miguel Rubio Godoy

Filósofos, teólogos, biólogos... ininidad de pensadores se han sentido atraídos por uno de los más grandes enigmas de todos los tiempos, mismo que, paradójicamente, se encuentra en nuestras cabezas: el cerebro. Desde hace mucho se comprendió que en este órgano se desarrolla el cúmulo de interacciones que según el punto de vista del estu- dioso, se podrían describir como la personalidad o el alma de una persona. En el siglo 17, cuando la visión mecanicista del mundo cobró fuerza, se sostuvo que el cuerpo humano, y por ende el cerebro, eran máquinas, ciertamente complejas, pero máquinas al fin. Esta aproximación positivista de la ciencia sin duda ha alcanzado logros considerables, y los trabajos del sueco Arvid Carlsson, y de los norteamericanos Paul Greengard y Eric Kandel, que hoy merecen el Premio Nobel de Medicina o Fisiología del 2000 se vienen a sumar a la larga lista de esfuerzos por desenmarañar la madeja.

¡Y vaya que se trata de una gran madeja! En el cerebro humano hay más de cien mil millones de células nerviosas, y muchas de éstas están conectadas unas a otras mediante una compleja red de procesos (extensiones) celulares. Esta conexión es peculiar, pues las células no se tocan unas a otras, sino que están sumamente cercanas en sitios de contacto especiales, llamados sinapsis. En estos sitios de unión se da un fenómeno curioso, pues la neurona emisora tiene que "traducir" el impulso eléctrico que quiere enviar a una forma de lenguaje químico, y para ello libera sustancias (neurotransmisores) que llevan la señal a través de la sinapsis. Como las células no están estrictamente unidas, el mensaje tiene que "entrar" a la célula receptora y volver a ser codificado (en el caso de las neuronas, como impulso eléctrico); a este proceso se le conoce como transducción de señal. El trabajo de los tres galardondados ha aclarado gran parte de las interacciones que ocurren durante la transducción de señal en las si-

napsis nerviosas, tanto durante el funcionamiento normal del cerebro como cuando ocurren algunos trastornos.

A finales de los años 50, Carlsson inició una serie de estudios que culminaron con la demostración de que la dopamina es una de las sustancias liberadas en las sinapsis para transmitir señales nerviosas, y por lo tanto es un neurotransmisor hecho y derecho. Posteriormente demostró que si a un animal se le aplicaba una sustancia que acabara con las reservas de neurotransmisores, éste no podía moverse de manera espontánea, pero se recuperaba si se le administraba L-dopa, un precursor de la dopamina. Pero más que salvar de la inmovilidad a sus ratones de laboratorio, lo que Carlsson logró con esta serie de experimentos, fue demostrar que algunas alteraciones motoras se podrían manejar farmacológicamente y sentó el camino para varios de los tratamientos que hoy se emplean para controlar el síndrome de Parkinson, la esquizofrenia, la depresión y otros males neurológicos.

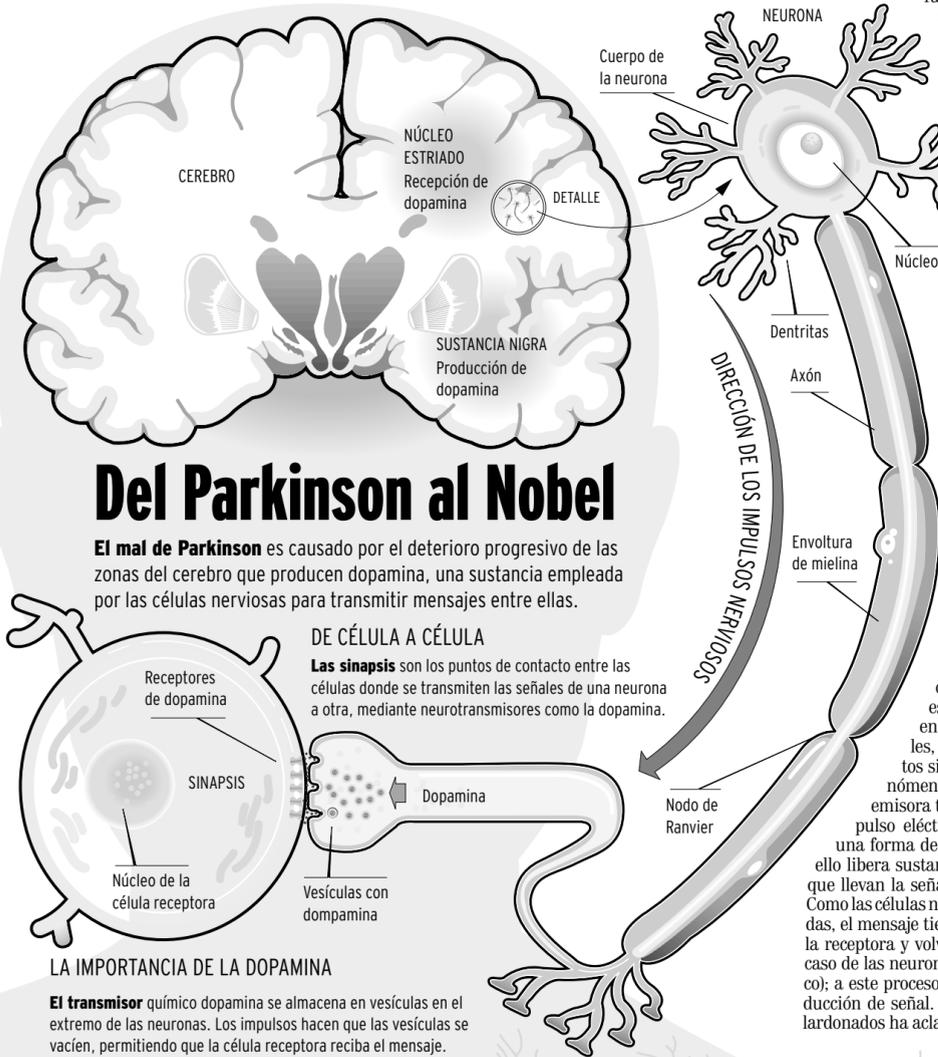
Aparte de la dopamina, existen varios otros neurotransmisores, como la noradrenalina, la serotonina y algunos neuropéptidos. El trabajo de Greengard se inscribe en la elucidación de cómo es que estos neurotransmisores ejercen diferentes efectos sobre las sinapsis. Consideremos, por ejemplo, que un haz nervioso tiene que manejar las señales que hacen que estemos alerta o de mal humor, mientras que otro controla el habla o recibe los impulsos del sentido de la vista. La velocidad con la que tienen que manejar los estímulos es claramente distinta, pero no quedaba claro si las fibras nerviosas encargadas de diferentes tareas eran distintas, o si eran iguales y variaban en su capacidad de respuesta. Alfred Gilman y Martin Rodbell demostraron hace algunos años que la transducción de señal se podía modificar mediante la adición/eliminación de fosfatos (lo cual le valió el Nobel del 1994), y los trabajos de Greengard indican que la transmisión sináptica se puede modificar dependiendo de si las proteínas a ambos lados de la sinapsis están fosforiladas o no; en cristiano, si tienen o no grupos fosfatos pegados a su estructura química.

También el trabajo de Kandel se relaciona con la fosforilación de proteínas. Este científico estaba interesado en el funcionamiento del aprendizaje y la memoria en los mamíferos, pero pronto comprendió que un sistema tan complejo no permitiría estudiar los procesos básicos. Así pues, optó por trabajar con una babosa marina, que a pesar de su humilde apariencia, era capaz de algo asombroso; aprender. Kandel demostró que la manera en que los recuerdos se iban formando se veía reflejada físicamente, en primera instancia en el tipo y cantidad de proteínas de la sinapsis que se fosforilaban, y en segundo, en la estructura misma de la sinapsis.

El conjunto de estos trabajos es sin duda un gran avance científico y tendrá repercusiones prácticas para el control de ciertos padecimientos neurológicos; pero me permitiría agregar que también es un hito filosófico, pues apunta hacia la forma física en que se da forma a los recuerdos.

Siendo los recuerdos algo tan intangible y a la vez la esencia misma de lo que somos, ciertamente resulta interesante avanzar en la arquitectura de la memoria.

Estudiante de doctorado en la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad de Bristol.



## Del Parkinson al Nobel

El mal de Parkinson es causado por el deterioro progresivo de las zonas del cerebro que producen dopamina, una sustancia empleada por las células nerviosas para transmitir mensajes entre ellas.

#### LA IMPORTANCIA DE LA DOPAMINA

El transmisor químico dopamina se almacena en vesículas en el extremo de las neuronas. Los impulsos hacen que las vesículas se vacíen, permitiendo que la célula receptora reciba el mensaje.

#### LAS NEUROCIENCIAS EN EL TIEMPO

- 1893 El aprendizaje resulta del aumento de conexiones entre neuronas (Ramón y Cajal)
- 1950 Descubrimiento del rol de la dopamina (Carlsson)
- 1958 Efecto de hormonas sobre el sistema nervioso (Harris, Michael y Scott)
- 1963 Mecanismos de transmisión de impulsos nerviosos (Eccles, Hodgkin y Huxley)
- 1970 Química de la transmisión nerviosa (Axelrod, Von Euler y Katz)
- 1981 Regionalización de las funciones cerebrales (Sperry, Hubel y Wiesel)
- 2000 Nobel a Carlsson, Greengard y Kandel

## ALEPH CERO

# El centro galáctico

Por Shaen Hacyan

LA VÍA LÁCTEA, LA GALAXIA EN LA QUE VIVIMOS, ES UN CONGLOMERADO de más de 100 mil millones de estrellas. Mide unos 100 mil años luz de un lado a otro (el año luz equivale a unos 9 millones de millones de kilómetros) y tiene la forma de un rehilete, con una parte central en forma de disco. Nuestro Sistema Solar se encuentra en uno de sus bordes y la luz emitida desde el centro galáctico tarda unos 25 mil años en llegar hasta nosotros. La Vía Láctea gira sobre sí misma; así, el Sol, junto con sus estrellas vecinas, tarda alrededor de 250 millones de años en dar una vuelta galáctica completa.

A pesar de su tamaño, la Vía Láctea tiene un centro que es una región muy bien localizada. Allí, ocurren extraños fenómenos y se localiza una enorme concentración de masa, que hace sospechar a los astrónomos de que se trata de un hoyo negro gigantesco, o algo todavía más exótico. Sea lo que fuere, ese objeto está envuelto en una nube de gas que emite ondas de radio, y fue descubierto por medio de la radioastronomía. Se le llama Sagitario A\*, porque encontrarse en la constelación del Sagitario.

Sagitario A\* se ve como una pequeña nube cuyo tamaño es de apenas una milésima de año luz, algo semejante al tamaño de la órbita de Marte. Si, para efectos de comparación, la Vía Láctea fuera del tamaño del Continente Americano, Sagitario A\* sería apenas del tamaño de un melón. Y sin embargo, en una región tan pequeña,

se encuentra escondido un cuerpo celeste tan masivo como 2 millones de soles.

La masa de ese objeto en el centro galáctico se ha podido determinar a partir de la velocidad de las estrellas cercanas que giran alrededor de él. Todo lo que hay que hacer es determinar el periodo de rotación y el radio de la órbita de una estrella, y, con los valores observados, inferir la masa del astro central utilizando la fórmula para la ley de la gravitación de Newton. La tercera ley de Kepler, aquella que relaciona periodos con radios orbitales, es una consecuencia directa de la ley de Newton. En nuestro Sistema Solar, debido a la ley de Kepler, los planetas más cercanos al Sol giran más rápidamente que los que se encuentran en órbitas más alejadas. Así, Mercurio, da una vuelta completa alrededor del Sol en sólo 88 días terrestres, con una velocidad que varía entre 37 y 58 kilómetros por segundo (en el afelio y perihelio, respectivamente), mientras que el lejano Plutón se tarda 245 años en dar una vuelta completa, a sólo 5 kilómetros por segundo. Algo enteramente análogo ocurre con las estrellas que giran alrededor de un cuerpo muy masivo.

Recientemente, un equipo de astrónomos que trabajan con el telescopio Keck de Hawai —en la actualidad, el telescopio óptico más gran del mundo, con sus diez metros de diámetro— reportó el resultado de varios años de observaciones de las estrellas que se encuentran más



Estrellas que integran un fragmento de la Vía Láctea.

cerca de Sagitario A\*. Aprovechando la gran resolución de este telescopio, el equipo pudo detectar tres estrellas que giran rápidamente alrededor del misterioso objeto. La más cercana gira con una velocidad de unos 1 350 kilómetros por segundo, con lo cual puede dar una vuelta completa en su órbita en sólo 17 años; un tiempo récord en comparación con los cientos de millones de

años que tardan las estrellas periféricas como nuestro propio Sol.

A partir de estos datos, se confirma una vez más y con mayor precisión que en el centro de nuestra galaxia se esconde un cuerpo compacto cuya masa equivale a dos millones y medio de estrellas como el Sol. Todo en un volumen comparable a la órbita de Marte; es decir, apenas un punto en comparación con la Vía Láctea.

De acuerdo con los conocimientos actuales de física y astronomía, la única explicación es que la nube radioemisora esconde en su interior un hoyo negro gigantesco: una concentración de masa tan grande que su atracción gravitacional no deja escapar nada, ni siquiera la luz. De hecho, los astrónomos han confirmado desde hace tiempo, con diversas técnicas, que los centros de la mayoría de las galaxias albergan tales concentraciones de masa. Por lo general, estos presuntos hoyos negros absorben el gas interestelar que se encuentra en sus bordes, el cual, antes de caer definitivamente al hoyo, produce fenómenos extremadamente violentos y energéticos: eyecciones de chorros de gas a velocidades comparables a la de la luz, y emisiones de radiación de muy alta energía. Lo curioso es que nada de eso se observa en nuestra propia galaxia, ya que Sagitario A\* parece ser una fuente emisora de radio de lo más apacible.

Quizás no se trata realmente de un hoyo negro, sino de algún cuerpo aun más exótico. Por ejemplo, se ha sugerido que podría ser una concentración de neutrinos, esas curiosas partículas casi sin masa, que no tienen forma de interacción electromagnética con la materia común, pero sí están sujetas a la fuerza de la gravitación. En principio, podría formarse una bola gigantesca de neutrinos, amarrados por su propia atracción gravitacional. Pero eso es todavía una gran especulación.

hacyan@fenix.ificiacu.unam.mx