

# Elemental Watson

LA REVISTA

DICIEMBRE 2016

Año 7 N° 21

Registro de la propiedad intelectual N° 841211

ISSN 1853-032X

Especial

## NEUROCIENCIAS

**Neurona: la célula extrema**  
**Evolución del sistema nervioso**  
**Neurociencias en Noruega**  
**Neurofisiología de las emociones**  
**Que conocemos sobre la memoria?**  
**Neuronas espejo**  
**Innovación en educación**  
**Facundo Manes**  
**Y mas.....**



UBA



30  
AÑOS

UBA CBC

TRABAJANDO POR LA EDUCACIÓN

BIOLOGÍA Cátedra Fernández Surribas- Banús  
Declarada de interés institucional según resolución (D) n° 1293/10



## EDITORIAL

**D**ice Facundo Manes: “Las neurociencias estudian la organización y el funcionamiento del sistema nervioso y cómo los diferentes elementos del cerebro interactúan y dan origen a la conducta de los seres humanos. En estas décadas hemos aprendido más sobre el funcionamiento del cerebro que en toda la historia de la humanidad. Este abordaje científico es multidisciplinario (incluye a neurólogos, psicólogos, psiquiatras, filósofos, lingüistas, biólogos, ingenieros, físicos y matemáticos, entre otras especialidades) y abarca muchos niveles de estudio, desde lo puramente molecular, pasando por el nivel químico y celular (a nivel de las neuronas individuales), el de las redes neuronales, hasta nuestras conductas y su relación con el entorno. Es así que las neurociencias estudian los fundamentos de nuestra individualidad: las emociones, la conciencia, la toma de decisiones y nuestras acciones sociopsicológicas. Todos estos estudios exceden el interés de los propios neurocientíficos, ya que también captan la atención de diversas disciplinas, de los medios de comunicación y de la sociedad en general.” Es así, que a medida que recorras los artículos de esta edición, te vas a encontrar con diversos enfoques y miradas sobre las neurociencias, pero todas están guiadas por un hilo conductor: las emociones. Porque “el cerebro sólo aprende si hay emoción”. La misma emoción que sentimos nosotros cada vez que estamos en las aulas, y cada vez que trabajamos e investigamos para llevar a cabo esta revista. Nos despedimos de este año. Y te esperamos en el 2017 con muchísimas más novedades.

Felicidades y hasta la vuelta!

[Twitter](#)

[Facebook](#)

# Elemental Watson

LA REVISTA

**STAFF / Elementalwatson “la” revista /** Revista cuatrimestral de divulgación / Año 7, número 21/ Universidad de Buenos Aires Ciclo Básico Común (CBC) / Departamento de Biología / Cátedra F. Surribas - Banús / PB. Pabellón III, Ciudad Universitaria Avda. Intendente Cantilo s/n CABA, Argentina / **Propietarios:** María del Carmen Banús, Carlos E. Bertrán / **Editor Director:** María del Carmen Banús / **Escriben en este número:** Alejandro Ayala, María del Carmen Banús, Adrián Fernández, Edgardo Hernández Jennifer Micó, Víctor Panza / **Diseño:** Guillermo Orellana / [revista\\_elementalwatson@yahoo.com.ar](mailto:revista_elementalwatson@yahoo.com.ar), [www.elementalwatson.com.ar/larevista.html](http://www.elementalwatson.com.ar/larevista.html) / 54 011 4789-6067 / Todos los derechos reservados; reproducción parcial o total con permiso previo del Editor y cita de fuente. / Registro de la propiedad intelectual N° 841211, ISSN 1853-032X / Las opiniones vertidas en los artículos son responsabilidad exclusiva de sus autores no comprometiendo posición del editor / **Imagen de tapa: “Límite”, Óleo sobre papel entelado, año 2012, María del Carmen Banús**

**María del Carmen Banús**

**CORREO DE LECTORES (Comunicate con nosotros!)**

[revista\\_elementalwatson@yahoo.com.ar](mailto:revista_elementalwatson@yahoo.com.ar)

# SUMARIO

01 Editorial  
María del Carmen Banús

---

04 La memoria  
Edgardo Hernández

---

10 Neurona, célula extrema  
Adrián Fernández

---

16 Neurobiología  
Alejandro Ayala

---

22 Sistema nervioso  
Víctor Panza

---

28 Hipocampo  
Jennifer Micó

---

34 Dueñas de la empatía  
María del Carmen Banús

---

40 **DESAFÍOS CIENTÍFICOS**



María del Carmen Banús

Por primera vez en Buenos Aires, en paralelo con New York y Dhaka, se desarrolló un hackatón para estudiantes de escuelas secundarias de la ciudad.

---

52 Facundo Manes  
María del Carmen Banús - Jennifer Micó



**Edgardo A. Hernández**  
Lic. En Ciencias Biológicas  
Docente de Biología, CBC-UBA

## LA MEMORIA ¿QUÉ SE SABE SOBRE UN TEMA COMPLEJO Y POCO CONOCIDO EN LA CIENCIA BIOLÓGICA?

El cerebro en principio es como una caja negra, un órgano extremadamente complejo que genera la mente y los pensamientos, guarda recuerdos y los puede hacer conscientes. Además es el órgano que coordina movimientos y actividad fisiológica. A pesar de que la neurociencia en las últimas décadas ha avanzado más que en toda su historia, muchas de las dudas más profundas y fascinantes aun están en pie

Se sabe que el cerebro posee billones de neuronas que se conectan en circuitos, o redes (fig.1) y el resultado de estas actividades la capacidad de ver, oír, sentir, recordar, escribir, jugar al fútbol, ser conscientes de nuestra propia existencia. Pero ¿cómo pueden las neuronas generar las distintas funciones del cerebro? Esta es la gran pregunta que se hacen los neurocientíficos. La enciclopedia británica define a la memoria como “la codificación, el almacenamiento y la evocación en la mente humana de experiencias pasadas”. Esta definición refiere a la mente humana, pero que decir de los animales, las computadoras. ¿Tienen memoria como los humanos? y de ser así son conscientes de su existencia? Para Wikipedia: “La memoria es una función del cerebro que permite al organismo codificar, almacenar y recuperar la información del pasado” El primer paso de la memoria es obtener información del ambiente que nos rodea así los órganos de los sentidos son esas puertas a la actividad sensorial del cerebro, así surge la **Memoria sensorial**: como la capacidad de registrar las sensaciones percibidas a través de los sentidos. Constituye la fase inicial del desarrollo del proceso de la atención. Esta memoria tiene una gran capacidad para procesar gran cantidad de información a la vez, aunque durante un tiempo muy breve. Existe una serie de almacenes de información provenientes de los distintos sentidos que prolongan la duración de la estimulación, lo que facilita, procesamiento en la llamada *memoria operativa*. Los almacenes más estudiados son los sentidos de la vista y el oído: El almacén *icónico* se encarga de recibir la percepción visual. Se considera un depósito de gran capacidad en el cual la información se guarda por una representación de su forma, de carácter físico, y aun no se reconoce el objeto observado. Esta estruc-

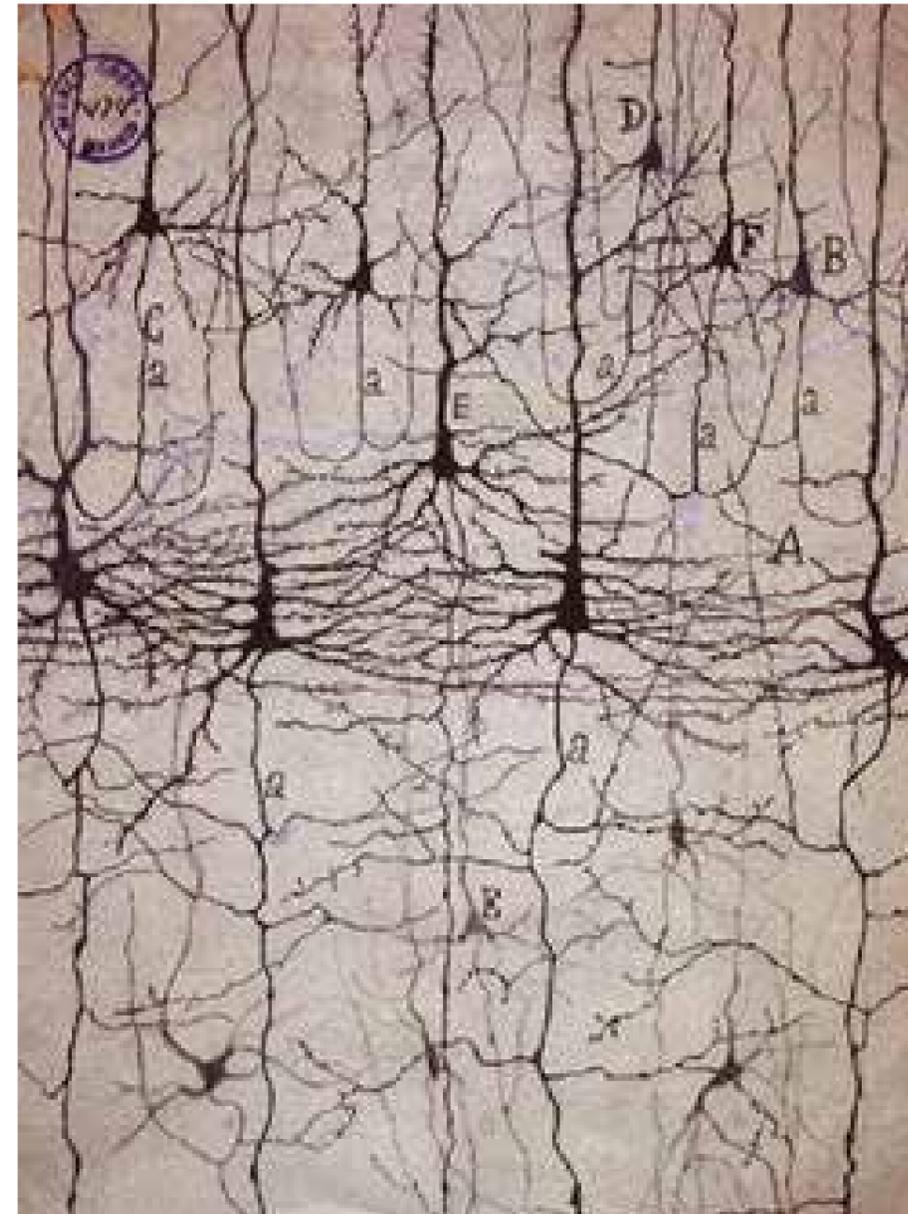


Figura 1. Redes neuronales descubiertas y dibujadas por Santiago Ramon y Cajal. Tomado de <http://nba.uth.tmc.edu/homepage/beierlein/>

tura es capaz de mantener nueve elementos aproximadamente, por un intervalo de tiempo muy corto (alrededor de 250 milisegundos). Los elementos que finalmente se transferirán a la *memoria operativa* serán aquellos a los que el usuario preste atención. El almacén *ecoico*, guarda los estímulos auditivos hasta que el receptor haya recibido la suficiente información para poder procesarla definitivamente en la *memoria operativa*. La memoria permite retener experiencias pasadas y se la clasifica de acuerdo al alcance temporal en:

**1 - Memoria a corto plazo:** (consecuencia de la simple excitación de la sinapsis para reforzarla o sensibilizarla transitoriamente), ésta es el sistema donde el individuo maneja la información a partir de la cual está interactuando con el ambiente. Aunque esta información es más duradera que la almacenada en las memorias sensoriales, está limitada a aproximadamente  $7 \pm 2$  elementos durante 10 segundos (span de memoria) si no se repasa. Esta limitación de capacidad se observa en los efectos de *primicia* y *ultimidad*. Cuando a uno le dan una larga lista de nombres u objetos solemos recordar más los primeros y los últimos.

**2 - Memoria a largo plazo:** (consecuencia de un reforzamiento permanente de la sinapsis gracias a la activación de ciertos genes y a la síntesis de las proteínas correspondientes). Esta es un almacén al que se hace referencia cuando comúnmente hablamos de memoria en general. Es en donde se almacenan los recuerdos vividos, nuestro conocimiento acerca del mundo, imágenes, conceptos, estrategias de actuación, etc. Su capacidad es desconocida y contiene información de distinta naturaleza (visual, auditiva, olfativa, sensorial). Se considera la «base de datos» en la que se inserta la información a través de la «memoria operativa», para usarla posteriormente. El hipocampo es la principal estructura del cerebro relacionada a la memoria y aprendizaje (fig. 2). La enfermedad de Alzheimer que ataca las neuronas del hipocampo causando la pérdida de memoria en la persona y no recuerda ni a sus familiares. En términos prácticos, la memoria (o, mejor, los recuerdos) es la expresión de que ha ocurrido un aprendizaje. De ahí que los procesos de memoria y de aprendizaje sean difíciles de estudiar por separado. ¿Cuánta capacidad tenemos para almacenar memoria? El cerebro humano de un individuo adulto promedio posee unos 100 000 millones de neuronas y unos 100 billones de interconexiones (sinapsis) entre estas. Aunque a nadie sabe la capacidad de memoria del cerebro, puesto que no se dispone de ningún medio confiable para poder calcularla, las estimaciones varían entre 1 y 10 terabytes. Según Carl Sagan, tenemos la capacidad de almacenar en nuestra mente información equivalente a la de 10 billones de páginas de enciclopedia.

También se puede clasificar la memoria a largo plazo por tipo de información:

**1 - Memoria procedimental (implícita):** Puede considerarse un sistema de ejecución (praxia), implicado en el aprendizaje de distintos tipos de habilidades que no están representadas como información explícita sobre el mundo. Consisten en una serie de repertorios motores (escribir) o estrategias cognitivas (hacer un cálculo) que llevamos a cabo de modo inconsciente o automático. El aprendizaje de estas habilidades se adquiere de modo gradual, principalmente a través de la ejecución y la retroalimentación que se obtenga; sin embargo, también pueden influir las instrucciones (*sistema declarativo*) o la imitación (*mimetismo*). Este tipo de habilidad se realiza óptimamente sin demandar demasiada la atención, uno puede realizar otra tarea al mismo tiempo, ya que se lleva a cabo de manera automática. Esta memoria se ejecuta a través de las praxias por ejemplo poner en marcha programas motores ya aprendidos de manera voluntaria: un movimiento o gesto es-

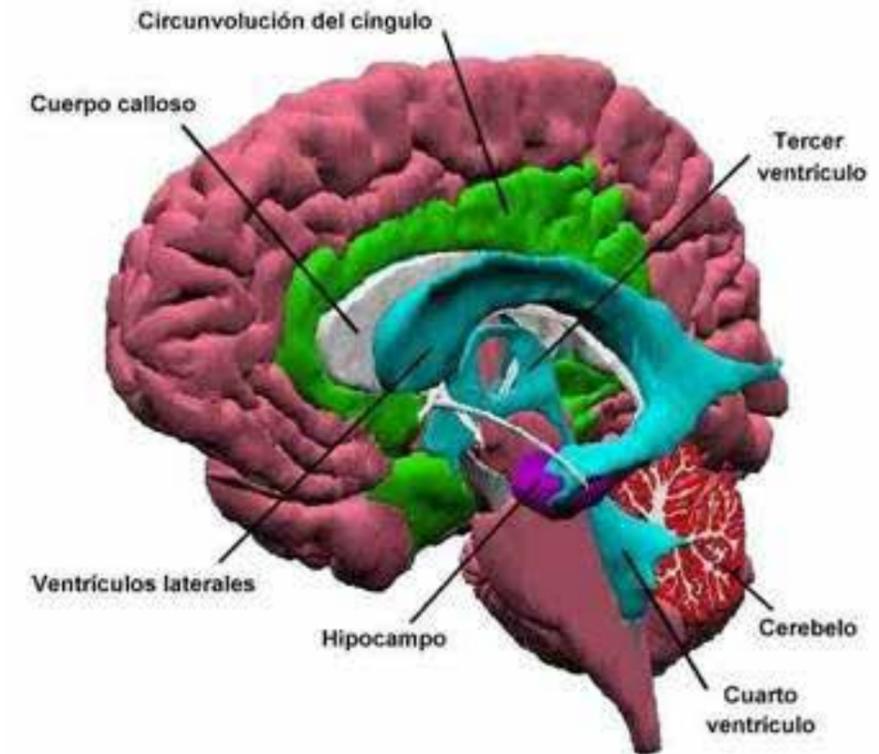


Figura 2. Partes internas de la composición del cerebro donde se observa el hipocampo el centro de procesamiento de la memoria. Tomado de [http://www.proyectosalohogar.com/CuerpoHumano/Cerebro/Cortes\\_transversales.htm](http://www.proyectosalohogar.com/CuerpoHumano/Cerebro/Cortes_transversales.htm)

pecífico, manejar objetos que requieren una secuencia de gestos etc.

**2 - Memoria declarativa (explícita):** Esta contiene información referida al conocimiento sobre el mundo y sobre las experiencias vividas por cada persona (*memoria episódica*). Un ejemplo de la misma es el día del cumpleaños, que recordamos y cada uno que participa recuerda cosas diferentes. También contiene información referida al conocimiento general, sobre todo respecto a los conceptos extrapolados de situaciones vividas (*memoria semántica*). Por ejemplo el color verde es algo que aprendimos desde pequeños y que para todos es igual, tener en cuenta estas dos subdivisiones de la memoria declarativa es importante para entender de qué modo la información está representada y se recupera diferencialmente. La *memoria semántica* se basa en conocimientos acerca de los significados de las palabras y de las relaciones entre estos significados, y constituye una especie de diccionario mental, mientras que la *memoria episódica* representa eventos o sucesos que reflejan detalles de la situación vivida y no solamente el significado.

### PERO ¿CÓMO SE GUARDAN LOS RECUERDOS?

Las neuronas tienen básicamente dos estados: en reposo o emitiendo *potenciales de acción*, que son como descargas eléctricas que transmiten por los axones y estos descargan neurotransmisores en las dendritas de otra/s neuronas, transmitiéndose así el impulso nervioso. Estos neurotransmisores que descargan sobre los receptores de las dendritas regeneran la descarga eléctrica. Esta interfaz química es lo que diferencia las redes neuronales de un circuito eléctrico. Ya que

dependiendo el neurotransmisor que se libere la respuesta es distinta, por ejemplo la dopamina o el glutamato son unos activadores, pero el ácido gamma aminobutírico (GABA) es un inhibidor. Al ir aprendiendo las neuronas generan dendritas y axones y se conectan en una configuración que en los hechos es un recuerdo. Uno de los estudios pioneros en cómo funcionan las redes de neuronas fue John Hopfield de la Universidad de Princeton. El postulo las llamadas *redes de Hopfield* en 1982. Imaginemos una red de neuronas interconectadas algunas disparando y otras calladas. Una dada "memoria A" se corresponderá a una configuración de la red, por ejemplo: callada, activa, callada, callada, activa etc. Otra memoria B tendrá otra configuración: callada, callada, activa, activa, activa etc. En lenguaje binario sería "A" 01001 etc, la "B" 00111 etc. Por ejemplo la configuración de "A" se activa cuando evocamos un recuerdo, la de "B" cuando vemos la cara de Messi, algún estímulo reactiva esa memoria que estaba en reposo. Aunque más no sea ver un rasgo de Messi puede reactivar la configuración de la red (fig. 3).

Este tipo de conexiones se puede dar por la **plasticidad neuronal**. Se dan cambios en las conexiones entre neuronas, cada neurona conecta con otras 10000, pero conexiones muy activas son como autopistas muy transitadas por el impulso nervioso, pero otras de poca activación van siendo como una calle desierta que podría conectar dos lugares pero en la práctica no lo hace. Este cambio de conectividad lleva a una modificación en los patrones de disparos. Esta es la clave para que el cerebro pueda generar y almacenar distintas memorias. Un ejemplo de como actúa la memoria es la percepción de imágenes. Las imágenes que recibe el ojo son transmitidas a la corteza visual primaria (V1), la cual responde a líneas con una determinada orientación. Algunas neuronas se activan ante líneas verticales, otras horizontales etc. Esta información viaja por la *vía de la percepción* formadas por áreas de procesamiento visual más avanzadas (ver Logothetis y col.1996) para terminar en la corteza inferotemporal (IT) donde encontraron neuronas que responde a "caras", "objetos" etc. Estas neuronas envían la información al Hipocampo donde se guarda la memoria de esa "cara" en una sola neurona. Estudiando la actividad de esas neuronas con electrodos insertados en el hipocampo, se observó que cuando al paciente se le mostraban fotos de alguien aun en distintos planos esa neurona se activaba, regenerando en la (IT) la imagen memorizada. Así se descubrió una primera neurona que respondía a la imagen de Jennifer Aniston y se hizo famosa por su nombre la *neurona de Jennifer Aniston* (ver Quian Quiroga 2012). También se descubrió que neuronas del hipocampo que se activaban ante imágenes relacionadas lo hacían en conjunto ante cualquier imagen que tuviera que ver con el "concepto", por ejemplo imágenes de la guerra de las galaxias. Es decir en el Hipocampo se memorizan los conceptos. Se las llamo *neuronas conceptuales* (ver Ison y col. 2012).

### ¿RECORDAMOS TODO?

Olvidar es necesario y normal, evita la acumulación de un exceso de datos inútiles. Sería imposible recordar cada detalle de los sucesos vividos y de las cosas aprendidas, solo se recuerda lo importante, o lo que repetidas veces se memorizó. El olvido ocurre por:

**1-Caducidad:** Los datos almacenados pueden ir diluyéndose con el paso del tiempo. Fundamentalmente en la memoria sensorial a corto plazo, así no se satura. No encontramos explicación al hecho de que se olviden cosas que estaban almacenadas en la memoria a largo plazo, pues su capacidad es prácticamente ilimitada. El problema es que falla la forma de llegar a ellos.

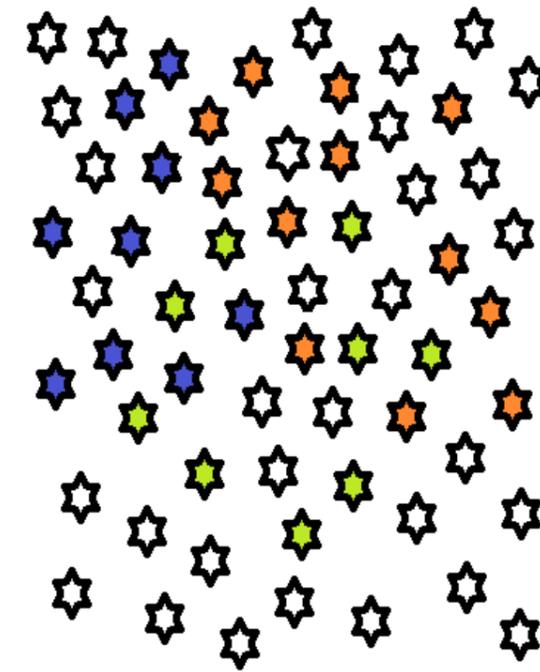


Figura 3. Representación funcional de tres memorias distintas "A" rojo, "B" azul y "C" verde. El color representa que neuronas entran en actividad. Grafico E. Hernandez basado en Hopfield 1982.

**2-Problemas de acceso:** A veces no podemos acceder al contenido de nuestra memoria, especialmente si el estrés nos hace producir hormonas (glucocorticoides) que bloquean la función de acceso. Esto se mejora con ejercicios de memoria.

**3-Eliminación:** Aparece en el caso de informaciones dolorosas, frustrantes y molestas y cuando se han vivido situaciones extremas o traumáticas. Las sinapsis para mantener estos recuerdos se reducen y hasta pueden desaparecer.

### FINALMENTE

La memoria es un hecho que ocurre al funcionar nuestro cerebro, se sabe que los animales tienen memoria, hasta los invertebrados pueden aprender cosas. Los vertebrados superiores además en la mayoría de los casos pueden reconocerse como seres individuales es decir tienen conciencia de su existencia. ¿Tendrán los ordenadores y las PC algún tipo de conciencia producto de su gran capacidad de memoria? Mucho camino falta aún por recorrer para develar este maravilloso y misterioso proceso de nuestro cerebro.

Edgardo Hernández ●

[Volver](#)

### BIBLIOGRAFÍA

- Bekinshtein P. "100% Cerebro". 2015. Ediciones B. Buenos Aires. 256 p  
 Hopfield, J. "Neural networks and physical systems with emergent collective computational properties". 1982. Proceedings of the National Academy of Sciences. Vol 79, pp. 2554 - 2558.  
 Logothetis N. y Sheiberg D. 1996. "visual object recognition". Annual Review of Neuroscience. Vol 9 pp 577-621.  
 Quian Quiroga, R. "Qué es la memoria". 2015. Ed. Paidós. Buenos Aires. 184 p.  
 Quian Quiroga R.2012. "concept cells: the building blocks of declarative memory functions". Natural Reviews Neuroscience. 13 (8) pp 587-597  
 Ison M, Quian Quiroga y Fried E.2012. "Rapid encoding of new memories by individual neurons in the human brain. Neuron, 87 (1) pp220-230.



Adrián Fernández

Lic. en Ciencias Biológicas  
Docente de Biología, CBC-UBA

# NEURONA: CÉLULA EXTREMA.

La neurona presenta una larga lista de singularidades, que la convierten en única. Es el más claro ejemplo de los extremos a los que puede llevar la especialización, en pos de cumplir una función.

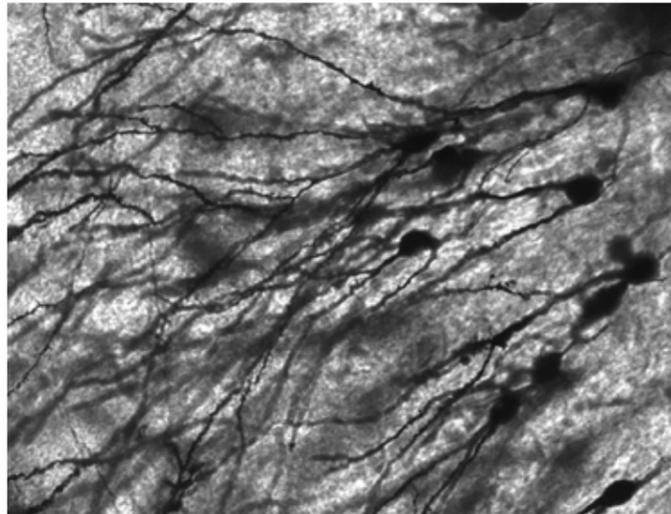


Fig. 1. Microfotografía de neuronas del giro dentado, teñidas con coloración de Golgi. De [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gyrus\\_Dentatus\\_40x.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gyrus_Dentatus_40x.jpg). Autor: MethoxyRoxy.

## INTRODUCCIÓN

Definimos a la célula como la unidad anatómica y fisiológica de todo ser vivo. En el caso particular del sistema nervioso, dicha unidad es la neurona, tal como lo estableció el gran histólogo español Santiago Ramón y Cajal a finales del siglo XIX. Las neuronas presentan una morfología extraordinariamente compleja, con un soma, con dendritas y un axón que le dan un aspecto estrellado y ramificado (Fig. 1). En el soma se encuentran el núcleo, el Sistema Vacuolar Citoplasmático (SVC), y la mayor parte de las organelas. Por medio de las dendritas y el axón se comunican entre sí muchas neuronas, constituyendo redes estructurales y funcionales. En algunas neuronas el axón puede llegar a medir un metro, con lo cual se trata de una estructura que puede medir decenas de miles de veces más de largo que de ancho. Tal desproporción morfológica tiene directa relación con la función de transmisión de impulsos nerviosos a través de redes de neuronas. Para sostener tan largo axón (Fig. 2), la neurona cuenta con la ayuda de las fibras del citoesqueleto. Si bien los microfilamentos están por debajo de la membrana plasmática, como en toda célula, son muy abundantes los neurofilamentos, un tipo de filamento intermedio. Estos le confieren gran estabilidad mecánica a los axones. También hay microtúbulos que recorren los axones de un extremo al otro, aunque su función principal es otra: se trata del transporte de vesículas desde el aparato de Golgi que se encuentra en el soma, hasta el telerón, el extremo del axón. Utilizando los microtúbulos como vías, la proteína quinesina transporta vesículas conteniendo neurotransmisores, en un costoso viaje pagado con ATP

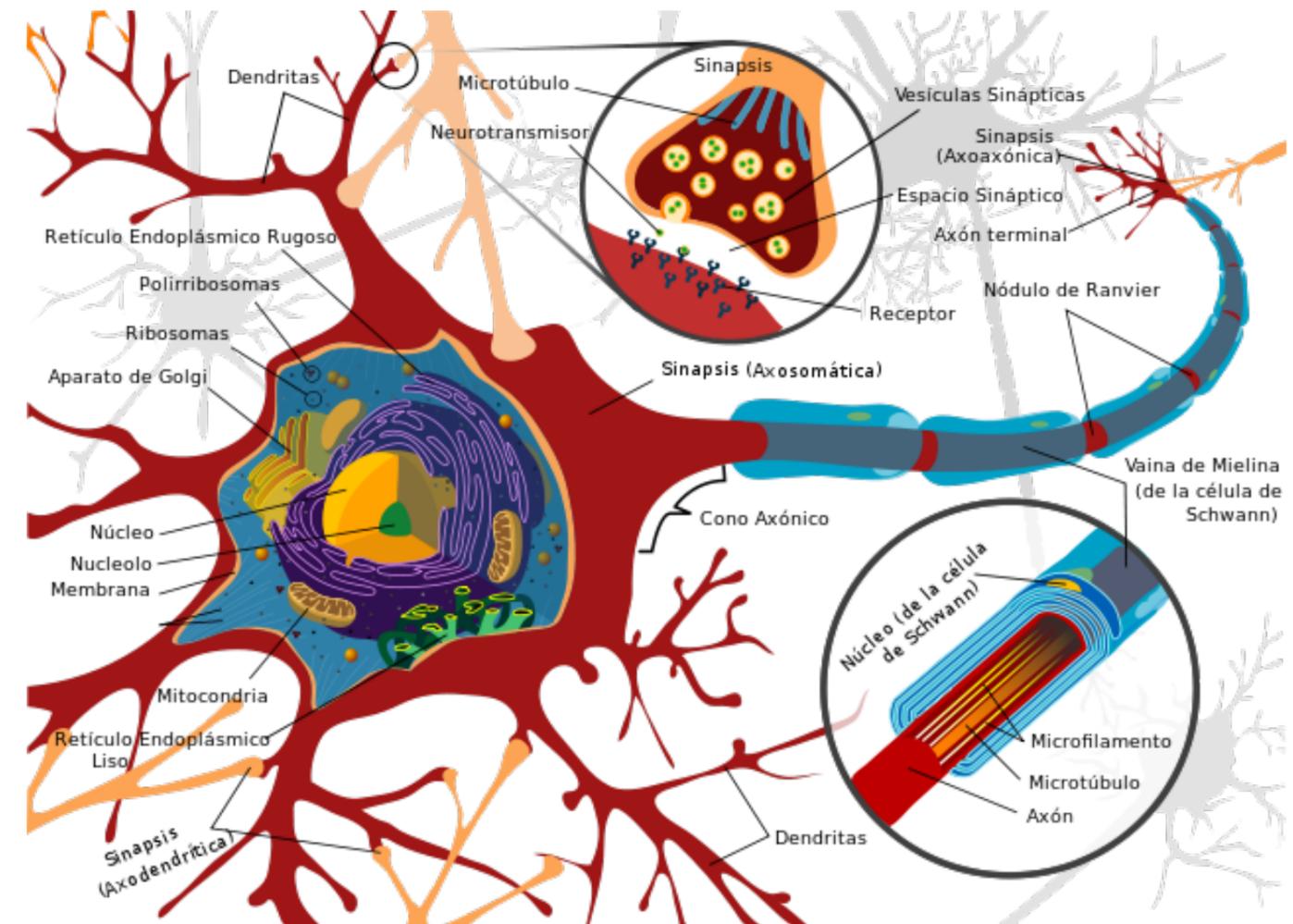


Fig. 2. Esquema de neurona, con detalle del interior, de sinapsis y de vaina de mielina. Autor: LadyofHats ([https://es.wikipedia.org/wiki/Neurona#/media/File:Complete\\_neuron\\_cell\\_diagram\\_es.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Neurona#/media/File:Complete_neuron_cell_diagram_es.svg))

(adenosín-trifosfato, la “moneda” energética de toda célula). La neurona no es la única célula tan especializada. Las células sanguíneas, por ejemplo, carecen de las proteínas que unen a unas células con otras (salvo durante la agregación de las plaquetas en la coagulación sanguínea) y eso les permite circular individualmente por la sangre. Las células de los epitelios, en cambio, están firmemente unidas entre sí, y a la matriz extracelular, a la vez que presentan formas que le permiten encajar unas con otras sin dejar espacios libres. Particularmente, en el epitelio intestinal, las células presentan digitaciones, llamadas microvellosidades, que les permiten incrementar enormemente la superficie, y aumentar así la absorción de nutrientes. El eritrocito (o glóbulo rojo, o hemátí), lleva sus adecuaciones al punto de carecer de núcleo y mitocondrias, y aumentar así la eficiencia en el transporte de oxígeno en su hemoglobina. Pero, a cambio, jamás logran dividirse y sólo viven unos 4 meses hasta ser destruidos en el bazo. Por su parte la neurona logra adecuaciones extremas que sin embargo no le impiden vivir durante años, de hecho, muchas nos acompañan toda la vida.

### CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS

Las células de un organismo pluricelular corresponden a una de las siguientes tres categorías: gametas, células germinales o células somáticas. Las gametas son las células destinadas a la fecundación, y que en animales son los óvulos y los espermatozoides. Las células que les dan origen son las germinales que, en animales, son las ovogonias y las espermatogonias. Las células somáticas son todas las demás, y dentro de ese grupo están las neuronas. En la mayoría de los organismos pluricelulares las células somáticas son diploides, por lo que las neuronas también lo son, es decir que tienen dos cromosomas de cada clase, o pares de cromosomas. Esos cromosomas no son visibles, por lo que veremos a continuación. Las células atraviesan por distintas etapas del ciclo celular: la interfase (con sus tres etapas G1, S, G2), y la división celular, y para ello cuentan con una serie de proteínas que llevan al pasaje de una etapa a otra: las ciclinas. Las neuronas están detenidas en G1, condición que se conoce como G0, de tal modo que nunca pasan a S, etapa en la que las células replican el ADN. Esto tiene sentido ya que sería inútil replicar el ADN si luego la célula no va a repartir ADN en la división celular. Así, nunca una neurona puede dar origen a dos neuronas. Durante toda la interfase la cromatina está laxa, por lo que los cromosomas no se ven en el microscopio. Por lo tanto, no pueden visualizarse los cromosomas en una neurona. No puede hacerse un estudio del cariotipo a partir de tejido nervioso. Además, al no replicar el ADN los cromosomas de la neurona son simples, es decir, tienen una sola cromátide. Las neuronas, por lo tanto, nunca alcanzan el máximo posible de cantidad de ADN que alcanzan las células en G2. En términos técnicos, el máximo se denomina 4C, y la cantidad

de ADN de las neuronas, 2C.

La neurona no se divide porque hacerlo tendría muchos mayores costos que beneficios. El beneficio para las neuronas de la división celular sería la posibilidad de compensar las que se pierden por muerte natural. Pero los costos son enormes. Pensemos que previamente a la división, y como requisito ineludible las células deben replicar el ADN, proceso muy costoso. Más costosa aún es la compactación de la cromatina. Luego, la desorganización de la envoltura nuclear, la formación del huso acromático y la ubicación de los cromosomas en el plano ecuatorial, consumen mucha energía. En anafase, la segregación de las cromátides también consume energía. Por último, la citocinesis, es decir, el reparto del citoplasma, implica la estrangulación de la célula aproximadamente por la mitad. Aquí radica la mayor de las dificultades.

## Las células de un organismo pluricelular corresponden a una de las siguientes tres categorías: gametas, células germinales o células somáticas

Para una célula con sus tres dimensiones aproximadamente iguales partirse por la mitad no implica mayor problema, pero una célula tan desproporcionada como la neurona, que está tan desarrollada en una dimensión (largo), partirse al medio implicaría cortar el axón por la mitad quedando el soma con el núcleo en una sola de las mitades, lo que haría que la otra mitad fuera inviable, o la otra posibilidad sería partirse a lo largo de toda su longitud en un larguísimo corte por todo el recorrido del axón, lo que se torna en una tarea imposible por su costo y su dificultad de realización. Existe una tercera posibilidad teórica que sería que la neurona dividiera su soma en dos mitades, una de las cuales quedaría con el axón, y la otra, no. Esta última debería luego generar un axón y hacerlo crecer a lo largo de un nervio, abriéndose paso entre otros axones apretujados... no hace falta seguir... es demasiado costoso y complicado. Esto nos hace concluir que la neurona sacrifica la posibilidad de dividirse en pos de tener una morfología y una fisiología muy complejas, y poder cumplir sus funciones con eficiencia. No es la única. A la célula muscular le ocurre exactamente lo mismo: resigna la división celular por la funcionalidad, ya que necesita llenar todo su interior de filamentos proteicos contráctiles, y también de prolongaciones del retículo sarcoplasmático (REL), llenas de calcio. Y también le ocurre al eritrocito, o glóbulo rojo, aunque en un grado mayor: para poder transportar oxígeno eficientemente carece de núcleo y de mitocondrias.

Relacionado con el punto anterior surge la pregunta “¿de dónde provienen las neuronas?”. En el embrión, durante la formación del sistema nervioso, las neuronas surgen en el tubo neural, a partir de células de tipo epitelial, llamadas células progenitoras neurales. En los adultos, ya vimos que las neuronas no se dividen... aunque un día este dogma cayó: el científico argentino Fernando Nottebohm (Fig. 3) demostró en los años 70 que las neuronas de ciertos pájaros podían dividirse. Más tarde se descubrieron casos similares en otros vertebrados e incluso en humanos. Sin embargo, esos descubrimientos están limitados a ciertos tipos de neuronas, y no están libres de controversias las técnicas utilizadas.

El descubrimiento de Nottebohm es especialmente importante como punto de partida para diseñar terapias para regenerar neuronas. Este punto es crucial, sobre todo cuando

nos enteramos que naturalmente miles de neuronas mueren por día. No podemos evitar que mueran, pero sí podemos hacer que mueran más aún. ¿Cómo? Incorporando sustancias nocivas al cuerpo como alcohol, y drogas varias. Es especialmente importante el tema de las bebidas alcohólicas, ya que en nuestra sociedad el alcohol es una droga socialmente aceptada. El daño que produce el alcohol en el sistema nervioso es considerable ya que no sólo mata neuronas sino que además inhibe la formación de nuevas dendritas. Los jóvenes terminan de formar sus conexiones neuronales hacia los 25 años. La ingesta excesiva de alcohol durante los años previos reduce el número de neuronas así como de conexiones dendríticas con lo que, esa persona terminará siendo una versión pobre de lo que podría haber sido. En la plasticidad de las neuronas para establecer nuevas sinapsis, y anular otras, de acuerdo a la experiencia, radica tal vez la mayor de las riquezas de la humanidad: la unicidad, la individualidad, el hecho de que no haya dos personas absolutamente idénticas. Ya que no hay dos personas que hayan pasado por la misma combinación de vivencias, sus conexiones neuronales se habrán moldeado de manera diferente, sus cerebros (y todo lo que en él ocurra) serán distintos. Si bien esta plasticidad se manifiesta a lo largo de la vida, cada vez que se aprende algo nuevo, y se moldean así nuevos circuitos, la mayor intensidad se da en la infancia, más precisamente en los tres primeros años de vida. El más contundente ejem-

plo lo manifiestan los niños que han sufrido pérdida de masa encefálica, afectando áreas enteras encargadas de alguna función específica, como el área de Broca, relacionada con el lenguaje. En poco tiempo, otras áreas se encargan de la función perdida. Esto sería prácticamente imposible en un adulto. Es en esos primeros tres años que la falta de una alimentación adecuada, de estímulos variados y de afecto, pueden provocar la formación de circuitos débiles, incorrectos, o ausentes, afectando severamente todo su porvenir.

### FISIOLOGÍA: IMPULSO NERVIOSO

Las neuronas poseen, como toda célula eucarionte, con un potencial de membrana, provocado por la diferente concentración de iones a ambos lados de su membrana plasmática. Ese potencial tiene un valor de unos -60, o -70 mV (milivoltios). Su valor negativo indica que la célula es negativa en su interior, lo cual se debe a que varias biomoléculas no difusibles (no pueden escapar de la célula) como proteínas, ARN y fosfolípidos de membrana, tienen carga negativa. Pero a diferencia de otras células cuentan con la excitabilidad, es decir, la posibilidad de que ese potencial de membrana cambie, por lo que es denominado potencial de reposo. Ese cambio en el potencial es la respuesta de la neurona a un estímulo, el cual puede ser físico como luz o movimiento, o químico, como el neurotransmisor que liberó otra neurona sobre la membrana plasmática de ésta. Si la intensidad del estímulo es pequeña el cambio de potencial en la membrana de la neurona es proporcionalmente pequeño. Pero si el potencial de membrana supera cierto valor umbral, se dispara lo que se conoce como potencial de acción, es decir, un cambio muy rápido en la polaridad de la membrana. El proceso subyacente es la entrada de iones sodio a la neurona por apertura de canales como reacción al estímulo. El ingreso de esos cationes es lo que lleva a un aumento de la diferencia de potencial de -60mV a -40mV, luego -20mV y 0mV. Otros canales de sodio son sensibles a esos cambios de voltaje, y responden abriéndose, lo que produce una mayor apertura de canales de sodio que hace que otros canales de sodio se abran y así ocurre un círculo virtuoso, es decir, un circuito de retroalimentación positiva conocido como ciclo de

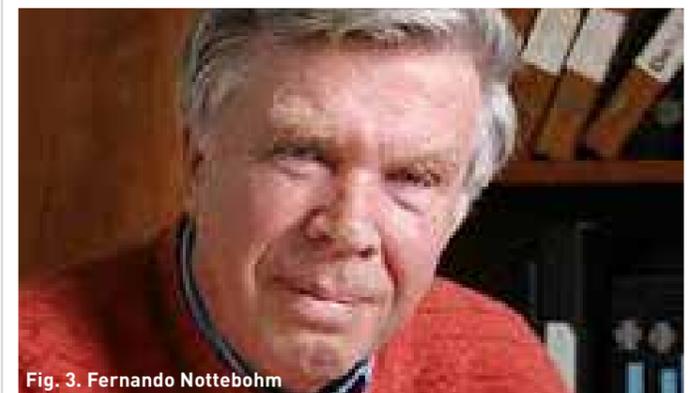
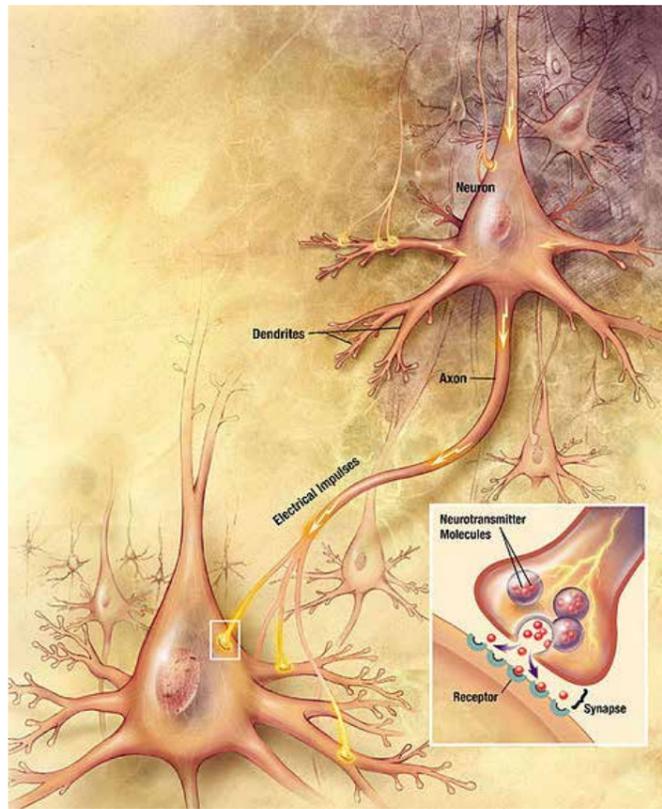


Fig. 3. Fernando Nottebohm



Neuronas en proceso de sinapsis. Tomado de Wikipedia

Hodgkin. Esto lleva al potencial de membrana a un valor de +50mV. En este punto se abren canales de potasio que permiten la salida de esos cationes, y el voltaje baja rápidamente de nuevo a valores negativos. La bomba de sodio reestablece las concentraciones de sodio y potasio. Recordemos que dicha bomba saca 3 Na<sup>+</sup> y mete 2 K<sup>+</sup>. Pareciera que todo acabó, sin embargo no es así, ya que el sodio que entró en un punto de la neurona difunde hacia los costados iniciando ciclos de Hodgkin en sus alrededores. La disposición de canales de sodio sensibles al voltaje dirige la sucesión de aperturas, y cambios de polaridad, llamada impulso nervioso, a lo largo del axón alejándose del soma. Cuando el impulso nervioso llega al terminal axónico, ocurre la apertura de canales de Ca<sup>2+</sup> ingresando ese catión y desencadenando la exocitosis de numerosas vesículas, liberando así miles de moléculas de algún neurotransmisor al espacio sináptico. La sinapsis es el punto de contacto de esta neurona con otra, o con una célula muscular, o con una célula de una glándula. Existe un caso más: algunas neuronas liberan neurohormonas directamente al torrente sanguíneo (secreción neuroendócrina), como las del hipotálamo.

En la compleja red de neuronas del sistema nervioso la velocidad de propagación de un impulso nervioso pasa a ser el factor limitante para el procesamiento de la información. De allí que cualquier mejora aumentará notablemente el rendimiento de ese sistema. Una notable mejora en ese sentido se dio cuando aparecieron evolutivamente las células de Schwann, las cuales crecen enrollándose alrededor del axón. Entre una célula de Schwann, y otra, queda un pequeñísimo sector con la membrana plasmática descubierta llamado nodo de Ranvier, lo que permite que el impulso nervioso se desplace a saltos, muchísimo más rápido que si no existieran dichas células. Ésta es otra singularidad de las neuronas: que les crezca otra célula alrededor, envolviéndoles parte de su estructura. Las células de Schwann crecen dando muchas vueltas alrededor del axón, tantas y tan apretadas, que se empiezan a acumular capas de membrana plasmática, unas sobre otras, constituyendo lo que se conoce como vaina de mielina.

Muchas patologías relacionadas con el sistema nervioso tienen su base en alguna falla en la fisiomorfología de la neurona. Del mismo modo, allí radica la base de la acción terapéutica de muchos medicamentos. Sólo por ejemplificar algunas patologías y sus terapias asociadas mencionaremos: -La esclerosis múltiple, con su desmielinización de axones y la consecuente disminución de la velocidad de transmisión del impulso nervioso, -La depresión y su tratamiento por medio de inhibidores de la recaptación del neurotransmisor serotonina. -El tratamiento anticonvulsivo con benzodiazepinas (se une al receptor de cierto neurotransmisor) para aliviar el descontrol eléctrico de ciertas neuronas durante las crisis de epilepsia.

- La acción de la dopamina (neurotransmisor) para contrarrestar el efecto de rigidez en la enfermedad de Parkinson.
- La desorganización de los microtúbulos en los axones de las neuronas en la enfermedad de Alzheimer.

### ESTRUCTURAS BASADAS EN NEURONAS

Las estructuras formadas por neuronas pueden ser ganglios, nervios o centros superiores. Los ganglios son conjuntos de somas de neuronas. Los nervios son haces de axones. Los centros superiores son estructuras extremadamente complejas con intrincadas redes formadas por millones de neuronas interconectadas. Estos centros son el encéfalo (cerebro, cerebelo, bulbo raquídeo, protuberancia anular) y médula espinal. En ambos, la acumulación de axones da la sustancia blanca, mientras que la de somas da la sustancia gris. Las funciones superiores de la mente humana, como la abstracción, el razonamiento lógico, las capacidades de relación interpersonal, de introspección, y las emociones, todo radica en el sistema nervioso, más que nada en el cerebro.

### EPÍLOGO

Si aceptamos que el cerebro es la estructura más compleja del universo, que le permite estudiarse a sí mismo, y entendemos que la base anatómica y fisiológica de todo el sistema nervioso es la neurona, no podemos menos que maravillarnos de la enorme potencialidad de las peculiaridades de la neurona. La neurona es el sustrato evolutivo que permitió la formación del cerebro humano, el cual no sólo nos permite saber, sino saber que sabemos. El cerebro humano no sólo es consciente del entorno, sino también de sí mismo, lo que le permite indagar sobre su propio funcionamiento, y su origen, y sobre todo su pasado evolutivo, y más aún, sobre el origen mismo del universo. Como el cerebro humano es parte del universo podemos decir entonces que el universo es autoconciente. Y la neurona lo hizo posible.

Adrián Fernández ●

[Volver](#)

### BIBLIOGRAFÍA

- El telar mágico. Robert Jastrow. 1985. Biblioteca Científica Salvat.  
 La neurona de Dios. Diego Golombek. 2014. Ed. Siglo XXI. Buenos Aires.  
 Los Dragones del Edén. Carl Sagan. 1979. Editorial Grijalbo.  
 Principios del Desarrollo. Lewis Wolpert y otros. 2010. Editorial Médica Panamericana. Madrid.  
 Sexo, droga y biología. Diego Golombek. 2006. Ed. Siglo XXI. Buenos Aires.

### REFERENCIAS

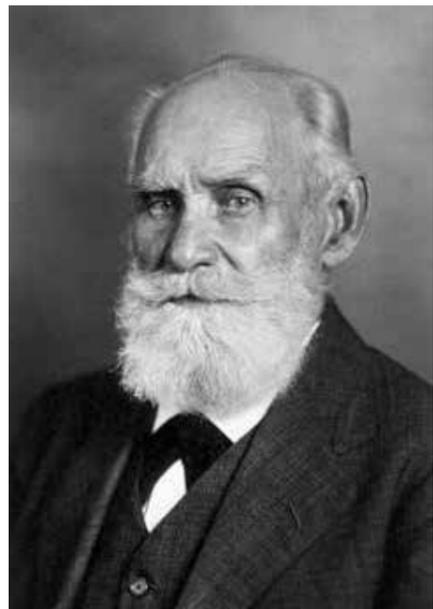
1. Aquí debemos hacer una aclaración. Según una definición un tanto antigua de cromosoma, éste está formado por cromatina compactada, lo que lleva a que sea visible en el microscopio óptico. Según este punto de vista las células, en interfase no tienen cromosomas. Así, la neurona carece de cromosomas, afirmación un tanto temeraria, que lleva a la conclusión de que si algo transitoriamente no se ve, entonces no está. Desde un punto de vista más funcional, que es el que usaremos aquí, los cromosomas siempre están, sólo que se ven cuando la cromatina está compactada. De este modo la neurona tiene cromosomas, al igual que toda célula, sólo que no se ven en el microscopio óptico.
2. ¡No deben confundirse con los ganglios linfáticos!
3. ¡No debe confundirse con la médula ósea, ni con la médula adrenal!
4. Son innumerables las implicancias psicológicas, filosóficas, y religiosas de este razonamiento, y escapan al contenido de este artículo. Puede resultar interesante el libro "Dios y la nueva física", de Paul Davis, Biblioteca Científica Salvat.



**Alejandro Ayala**  
Lic. en Ciencias Biológicas  
Docente de Biología, CBC-UBA

# NEUROBIOLOGÍA DE LAS EMOCIONES

Curiosidad, placer, sonidos y comida se asocian en nuestro cerebro



*Iván Pavlov*

El científico ruso Iván Pavlov (1849-1936) estudiaba la fisiología del proceso digestivo cuando algo llamó su atención, descubrió que los perros, sus sujetos experimentales, comenzaban a salivar antes de tener la comida en la boca, por ejemplo al ver a su cuidador llegando con el plato. La producción de saliva es una respuesta normal del proceso digestivo, pero ¿por qué se producía con anticipación?, ¿qué provocaba que los perros empezaran a producir saliva antes de la ingesta? Esta observación llevó a Pavlov a desarrollar un experimento que consistía en asociar el sonido de una campana justo antes de alimentar a los animales. Naturalmente un sonido de campana no provoca la salivación, pero después de repetir esta asociación numerosas veces los perros de Pavlov aprendían que luego del sonido de la campana llegaba la comida, a punto tal que producían saliva abun-

dantemente con solo escuchar dicho sonido aunque este no viniera acompañado luego por los alimentos. En otras palabras, los perros de Pavlov habían aprendido a relacionar un estímulo previamente neutral, y que nada tenía que ver con el proceso alimentario, con la comida. Para Pavlov esta asociación entre un estímulo neutral y una respuesta involuntaria, propia del proceso digestivo, era el resultado de un “reflejo psíquico”. A estas respuestas reflejas aprendidas por asociación se las llamó “aprendizaje por condicionamiento clásico o pavloviano”.

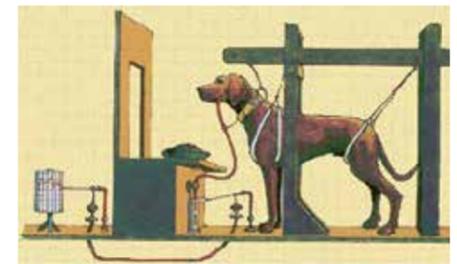
Los experimentos de Pavlov tuvieron una gran influencia en el enfoque experimental del aprendizaje tanto en Rusia como en el resto del mundo. Más tarde el psicólogo estadounidense Burrhus Skinner (1904-1990) de la Universidad de Harvard, influido por

los trabajos de Pavlov y el Conductismo de Watson, asumió que era posible interpretar las conductas individuales como una serie de respuestas condicionadas por el entorno. Desarrolló una línea experimental basada en el control del aprendizaje mediante las técnicas de refuerzos positivos (recompensas) y refuerzos negativos (castigos), llamado condicionamiento operante. Perfeccionó un ingenioso dispositivo, más tarde conocido como “Skinner box” o “caja de Skinner”, en el cual una rata de laboratorio aprendía a bajar una palanca para recibir un pellet de comida (refuerzo positivo) o para evitar una desagradable descarga eléctrica aplicada a sus patas (refuerzo negativo). Los refuerzos positivos aumentan la probabilidad de repetir determinados comportamientos, mientras que los refuerzos negativos provocarían el efecto contrario. De este modo, se pensó al condicionamiento operante como un tipo de comportamiento que naturalmente tendería a reforzar las conductas más adaptativas para la supervivencia de los individuos. El aprendizaje se produciría primero por prueba y error para luego establecer una conexión entre el estímulo y la respuesta. Así el sujeto tiende a repetir los comportamientos asociados a consecuencias placenteras o positivas, mientras desarrollaría una aversión hacia las conductas ligadas a experiencias desagradables o negativas. En otras palabras, el aprendizaje está indisolublemente asociado a la experiencia emocional.

## DE LA CURIOSIDAD AL PLACER

El condicionamiento operante, la caja de Skinner, los avances en neurofisiología y neuroanatomía, sumados a la casualidad se conjugarían para dar lugar a un descubrimiento, desconcertante primero pero fascinante después. En 1954 los científicos James Olds y Peter Milner de la Universidad McGill de Montreal (Canadá) se encontra-

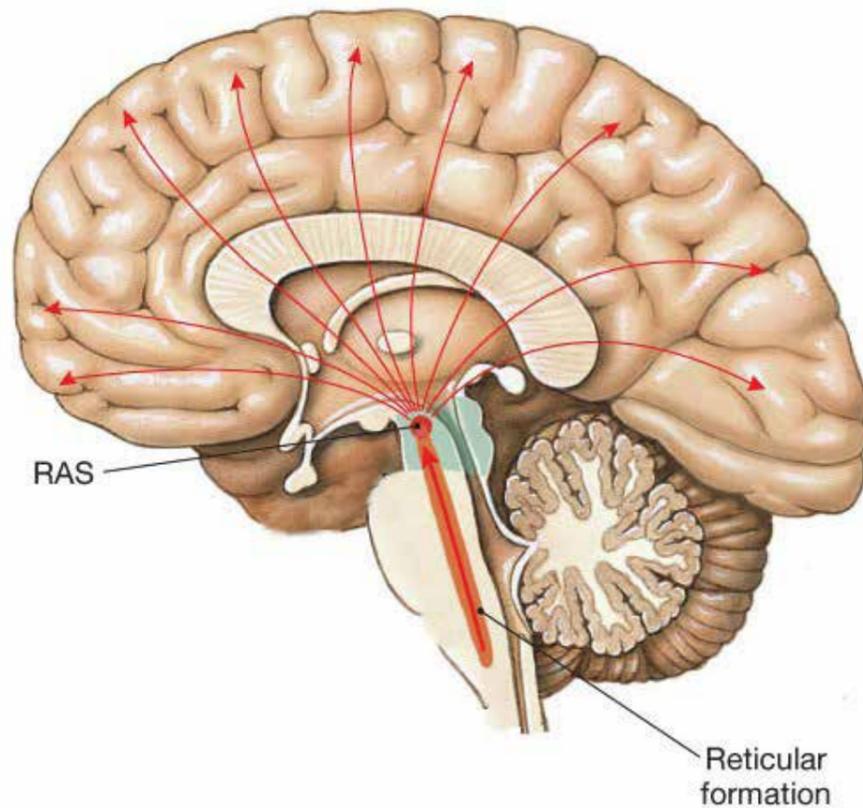
ban siguiendo una línea experimental desarrollada por un fisiólogo alemán, que consistía en la implantación de microelectrodos en determinadas áreas del tronco encefálico vinculadas con el ciclo vigilia-sueño. El objetivo del experimento era provocar estados de alerta o calma a través de la estimulación con impulsos eléctricos en zonas específicas del cerebro de ratas. En la primera parte de los experimentos, Olds y Milner implantaron quirúrgicamente electrodos intracerebrales en la formación reticular, una zona del tronco encefálico vinculada con los ciclos circadianos. Luego de unos días, cuando la primera rata se había recuperado de la intervención, se la colocó en una plataforma cuadrada y cada vez que el animal olfateaba un cierto ángulo se le aplicaba un estímulo eléctrico (los estímulos eléctricos son de baja intensidad y no provocan sensaciones dolorosas pues el cerebro carece de receptores para el dolor). Los investigadores esperaban que los estímulos eléctricos aplicados en tales condiciones aumentaran la curiosidad y la actividad exploratoria en los otros rincones de la jaula. Sin embargo lo que observaron fue un comportamiento completamente inesperado, la rata volvía repetidamente al mismo ángulo donde había recibido la estimulación, incluso en los días subsiguientes. En pruebas posteriores comprobaron que la cuestión no estaba en ese ángulo en particular, sino en el momento en el que se aplicaba el estímulo, de modo que la rata aprendía a asociar un lugar específico de la jaula con el estímulo eléctrico. De hecho se dieron cuenta que podían cambiar el ángulo de preferencia y hasta dirigir el comportamiento del animal controlando el momento preciso de la estimulación. Su sorpresa fue todavía mayor cuando descubrieron que el electrodo no se había alojado en la formación reticular, sino que accidentalmente había terminado en otra zona del cerebro, una región filogenéticamente antigua y hasta ese momento no muy explorada llamada “septum pellucidum”. Con la intuición de haber



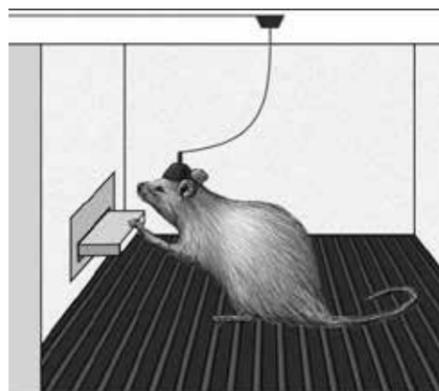
*experimento de Pavlov*



*Skinner box*



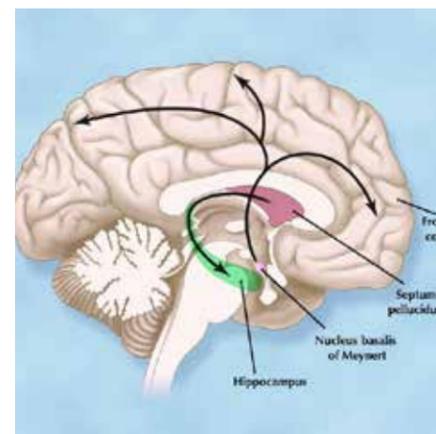
hecho un descubrimiento importante, Olds y Milner diseñaron un nuevo experimento basado en el empleo de una caja de Skinner. Tal como era tradicional en estos dispositivos, las ratas aprenderían a bajar una pequeña palanca a cambio de una recompensa. Pero en este caso el refuerzo positivo no sería un pellet de alimento sino un estímulo eléctrico aplicado directamente en la región del septum pellucidum, y sería el propio animal a auto-estimularse con solo pulsar la palanca. Este



Experimento de Olds y Milner

experimento, que comenzó en parte gracias a un error, terminó convirtiéndose en una de las más emblemáticas investigaciones de las neurociencias. Los resultados mostraron que las ratas aprendían muy velozmente a presionar la palanca a cambio de recibir un estímulo eléctrico en la región septal. Tal recompensa demostró tener un valor de refuerzo muy superior al alimento o al agua, pues las ratas lo preferían a comer o beber, aun a pesar de estar hambrientas o sedientas. Incluso llegaban a presionar la palanca hasta 7.000 veces por hora, o soportaban atravesar un área electrificada con tal de acceder a ella. Olds y Milner habían descubierto, no la “zona de la curiosidad” sino más bien una región del cerebro fuertemente involucrada con las recompensas positivas, o “centros del placer” como se los denominó en un principio (aunque debemos tener en cuenta que esto implica una valoración subjetiva).

La publicación de los trabajos de Olds y Milner generó una avalancha de investigaciones y en las décadas subsiguientes otras regiones del cerebro fueron sometidas a experimentos similares con la intención de trazar un mapa acerca de los circuitos relacionados con las recompensas. Pronto toda la atención se dirigió hacia el llamado “sistema límbico” que no sólo aparecía involucrado en los “centros del placer” sino que también se encontraba asociado a otras respuestas emocionales básicas como las conductas agonísticas de

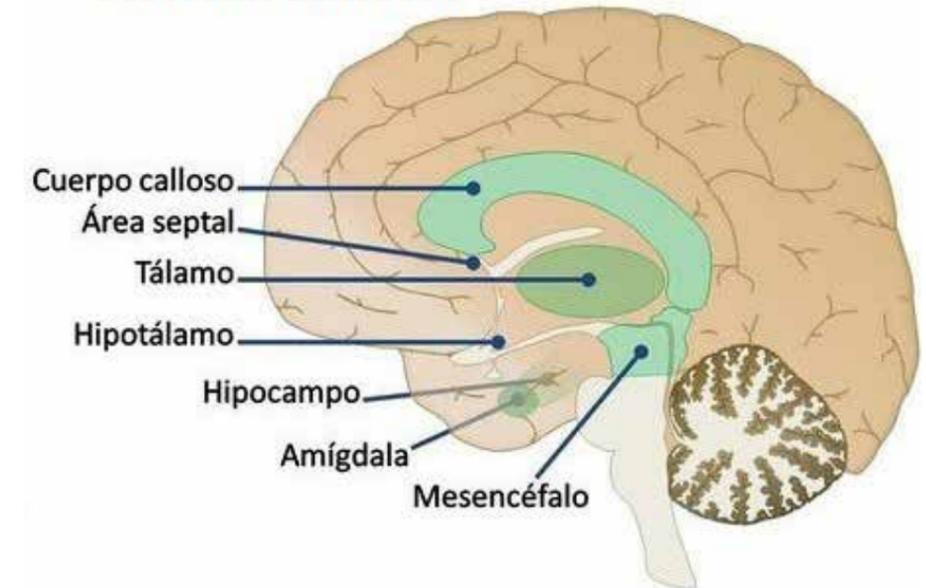


ataque y defensa, y los impulsos sexuales.

### EL SISTEMA LÍMBICO

Sin ánimo de caer en el “localizacionismo”, podríamos decir que así como el neocórtex cerebral es el sistema donde se asientan principalmente las funciones cognitivas que nos relacionan con el medio ambiente, el sistema límbico es la parte del cerebro que se relaciona con la motivación y la emocionalidad. Toda información procesada por el cerebro pasa por el sistema límbico donde adquiere un significado emocional. Esto no sólo involucra a las acciones inmediatas, también existe una fuerte vinculación del sistema límbico con el aprendizaje y la memoria, ambos procesos fuertemente influenciados por las emociones. El término sistema límbico se le atribuye al médico francés Paul Broca quien en 1878 describió al “lóbulo límbico” como la estructura que incluye a la corteza del cíngulo y al hipocampo rodeando al cuerpo calloso. Inicialmente se le atribuyó una función olfatoria. Fue ya iniciado el siglo XX cuando científicos como Phillip Bard, Walter Hess, y James Papez lo asociaron con el comportamiento emocional. El sistema límbico no se trata de una estructura en sí misma sino de una serie de estructuras cerebrales vinculadas funcionalmente con las emociones más primitivas como la agresividad, el miedo, el placer, los instintos sexuales, la atención, el aprendizaje y la memoria, también con funciones endócrinas y autonómicas. El concepto de sistema límbico ha ido evolucionando con el tiempo, y hoy la mayoría de los especialistas coincide que entre sus principales componentes se encuentran: el tálamo, el hipocampo, la amígdala cerebral, el septum lateral, el mesencéfalo, el giro cíngulo anterior, el hipotálamo, el núcleo accumbens, el fórnix, el cuerpo calloso, el cuerpo mamilar, el tracto olfatorio y el área tegmental ventral. El sistema límbico aparece tempranamente en la historia evolutiva, ya en forma primitiva se encuentra presente en los

### Sistema Límbico



peces y es prácticamente la mayor parte del cerebro en los anfibios y los reptiles. Filogenéticamente corresponde a las partes más antiguas y conservadas del cerebro de los mamíferos. Es un sistema cuyo valor adaptativo es fundamental para la supervivencia, pues es capaz de darle un “color emocional” a la vida de los individuos, valorando tanto las situaciones de peligro como aquellas relativas a los afectos.

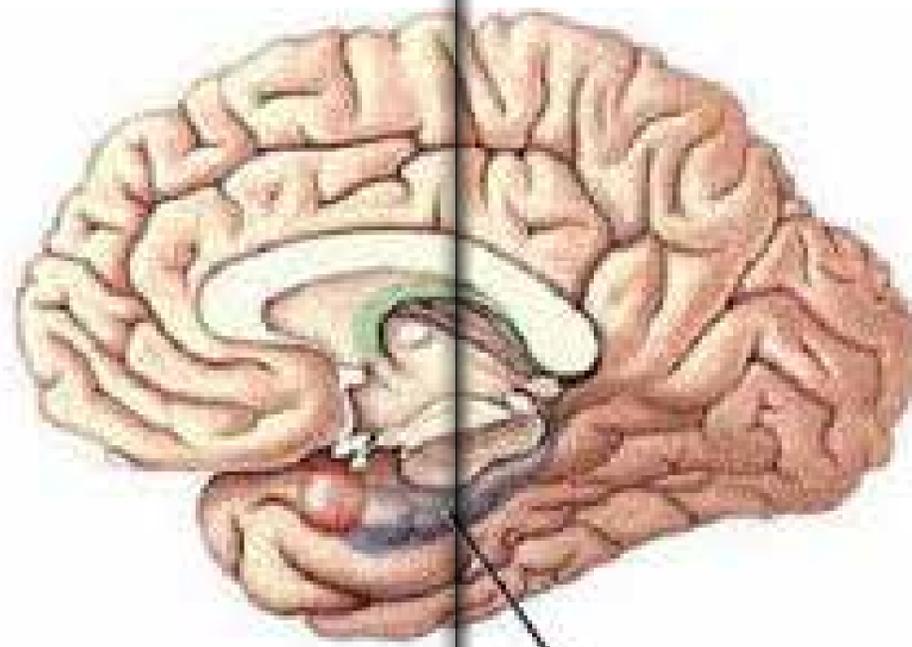
### ¿ATACO O ME DEFIENDO?

El estudio de la agresividad representa uno de los campos de mayor interés en la Biología del Comportamiento, su comprensión puede contribuir directa o indirectamente al control de la violencia en el hombre, o al desarrollo de tratamientos para ciertas enfermedades mentales. La investigación experimental sobre nuestra especie impone grandes limitaciones por lo que se utilizan para tal fin varios modelos animales. Los ratones de laboratorio han sido empleados frecuentemente para estudios sobre la agresividad competitiva, por ejemplo la que se desarrolla contra individuos de la misma especie al interno del propio grupo, o sobre la agresividad defensiva,

por ejemplo contra un potencial predador. Otro modelo experimental muy utilizado es el gato. Esta especie cuenta con buen repertorio de comportamientos agresivos muy estereotipados y por ende fáciles de identificar, y además conocemos muy bien tanto su neuroanatomía como su neurofisiología, lo cual nos facilita poder asociar determinados patrones de conducta con áreas cerebrales específicas. En el gato se distinguen claramente dos tipos de comportamientos agresivos, el predatorio y el defensivo. Ambos se pueden replicar en el ambiente experimental de un laboratorio a través de la estimulación eléctrica en determinadas zonas del cerebro mediante electrodos intracerebrales crónicos implantados por cirugía estereotáxica. Desde hace mucho tiempo es muy conocido, en el campo de la Neurobiología, el papel de los núcleos mediales del hipotálamo y la sustancia gris periacueductal en la conducta agresiva del gato. Ciertas conductas agresivas depredadoras pueden ser provocadas por estimulación del hipotálamo lateral y algunas zonas del lóbulo temporal. La amígdala cerebral es un importante núcleo que recibe entradas de todas las modalidades sensoriales, y sus proyecciones hacia el hipotálamo juegan un papel esencial en la asociación de tales estímulos con las conductas agresivas. La estimulación de este núcleo provoca



respuestas agresivas descontroladas relacionadas con las conductas de huida y el miedo. Por otra parte, su destrucción produce una disminución de las respuestas agresivas y comportamientos dóciles ante estímulos nuevos, o incluso peligrosos. Kluver y Bucy en 1939, estudiando el efecto de lesiones en el lóbulo temporal observaron cómo monos Rhesus con destrucción de la amígdala no demostraban ningún temor frente a las serpientes, siendo que en condiciones naturales huirían inmediatamente. También se ha demostrado que la sustancia gris periacueductal, a través de sus conexiones hipotalámicas, juega un papel importante en la aparición de comportamientos defensivos en animales de laboratorio. Sabemos además que en animales de experimentación existen ciertas zonas cerebrales que inhiben las respuestas agresivas, como el núcleo caudado y el lóbulo prefrontal. En los seres humanos las lesiones en el lóbulo prefrontal pueden provocar interferencias con los mecanismos inhibitorios de las conductas agresivas, y por consiguiente generar un incremento de los comportamientos violentos.



## hipocampo

### UN GPS EN EL CEREBRO

En términos generales, la memoria puede dividirse en dos procesos diferentes, la llamada memoria de corto plazo o memoria de trabajo y la memoria consolidada o memoria de largo plazo. La memoria de trabajo puede convertirse en memoria de largo plazo, y en este proceso estaría involucrado el hipocampo, una estructura del sistema límbico filogenéticamente antigua que se ubica en el lóbulo temporal. El hipocampo sería el encargado de procesar los fenómenos nuevos y enviarlos a regiones de la corteza cerebral para su consolidación y almacenamiento. Se sabe de pacientes con lesiones en el hipocampo que mostraban una imposibilidad para incorporar nuevos recuerdos mientras conservaban intactos en su memoria hechos de su pasado lejano. Uno de los tópicos en donde la relación del hipocampo con el aprendizaje y la memoria ha sido muy estudiado, es el de la orientación espacial. En los años 70' se descubrió que en el hipocampo de roedores había neuronas que únicamente se activaban cuando el animal se encontraba en una zona particular

de su espacio, y se las denominó “neuronas de lugar”, cumplirían aparentemente con la misión de codificar la memoria espacial. Experimentos con aves que tienen como hábito esconder semillas como forma de almacenamiento, con lesiones bilaterales en el hipocampo, mostraron que podían esconder las semillas normalmente pero luego tenían dificultades para encontrarlas. Palomas con lesiones en el hipocampo presentaban dificultades para elaborar un mapa de navegación y orientarse correctamente en sus vuelos. Sobre esta misma línea experimental un curioso estudio realizado en Londres demostró que los taxistas que habían aprobado el examen (por cierto muy riguroso) para adquirir su licencia, tenían un hipocampo de mayor volumen que aquellos que no lo habían pasado, o que no habían completado el curso, o que directamente no eran taxistas. Si bien se trata de un estudio que no arroja resultados concluyentes puesto que para establecer una relación de causa y efecto se debería hacer el seguimiento sobre los mismos sujetos a lo largo del tiempo, estos y otros resultados parecen indicar que el hipocampo sería como una suerte de “GPS del cerebro”.

Alejandro Ayala ●

[Volver](#)



**Victor H. Panza**

Lic. en Ciencias Biológicas  
Docente de Biología, CBC-UBA

# EVOLUCIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO

Sin duda la característica evolutiva más importante en los vertebrados es el continuo proceso de encefalización, lo que permitió una gran adquisición de capacidades funcionales por parte del cerebro

En este preciso instante estás leyendo esta nota. La luz emitida por la pantalla o reflejada por el papel impacta en tus ojos. Si estás escuchando música, las ondas sonoras llegan a tus oídos. Los receptores sensitivos distribuidos por toda la piel que determinan el tacto son estimulados por la ropa, la posición en la silla, cama o dónde te encuentres. Y como si fuera poco, podés estar tomando o comiendo algo mientras lees esto, con lo cual el olfato y gusto están siendo estimulados. Simultáneamente estás ventilando (inhaland y exhaland), digiriendo y realizando un montón de actividades más. Sin embargo tu mente no se distrae con todas estas actividades y estímulos y podés seguir con atención este texto, almacena información, establece relaciones con diversos conceptos que ya sabés, y puede apreciar el agradable gusto de lo que tomás y la melodía de lo que estás escuchando.

¿Y cómo puede darse todo esto? Gracias al sistema nervioso y especialmente al cerebro, un increíble órgano alojado en la caja craneana. Un órgano con aproximadamente 10.000 millones de neuronas conectadas entre sí cada una de ellas con aproximadamente otras mil. ¿Se trata del cerebro más grande de los animales? La respuesta es no, el de una ballena es mucho más grande. ¿Es el más plegado? Es decir con más circunvalaciones. No, el de una marsopa está más plegado.

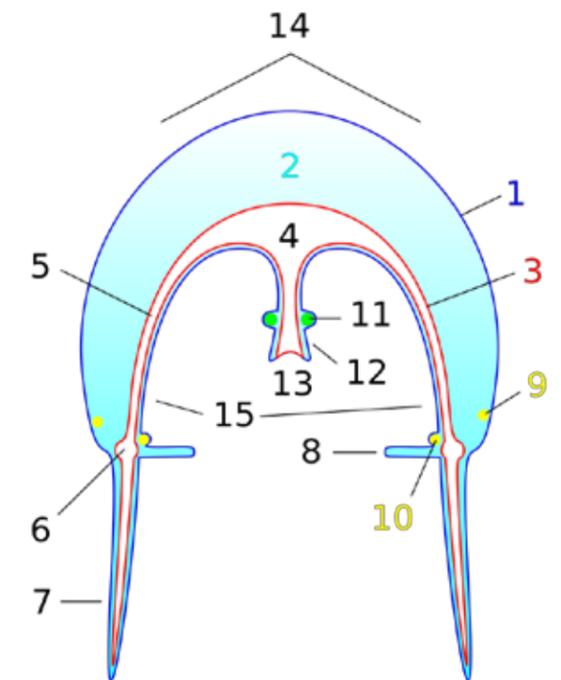
¿Y entonces? Es el más desarrollado, el que permite la mayor cantidad y variedad de procesos entre los animales. ¿Y cómo se llegó a este grado de desarrollo? La respuesta aunque a primera vista compleja es sin embargo muy simple. Por evolución.

Ahora nos adentraremos en el camino evolutivo que llevó desde los primeros animales al ser humano y veremos como fue evolucionando el sistema nervioso. Para comenzar debemos saber un par de conceptos básicos. El sistema nervioso basa su actividad en una propiedad característica de las células, la irritabilidad. El tipo celular principal del sistema nervioso es la neurona. Como unidad fundamental del sistema nervioso una neurona debe cumplir diversas funciones:

- Recibir información del ambiente, del medio interno o de otras neuronas.
- Integrar la información que recibe y producir una señal
- Transportar la señal producida hasta su terminación
- Transmitir la señal a otras células (nerviosas, glándulas, musculares, etc.)

Obviamente para tener un sistema nervioso un individuo debe ser pluricelular y además poseer diversos tipos celulares y una complejidad mínima. Los animales más primitivos en los que se encuentra un sistema nervioso son los cnidarios (medusas por ejemplo). Uno podría preguntarse si todos los sistemas nerviosos son similares. La respuesta a esa pregunta es que básicamente hay dos tipos o diseños de sistema nervioso entre los animales (único reino que posee sistema nervioso), el sistema nervioso difuso, que se encuentra en cnidarios y el sistema nervioso centralizado que, con diversos grados de centralización y desarrollo, se encuentra en los animales más complejos.

Es lógico que el sistema nervioso de una hidra o una medusa (cnidarios) sea difuso ya que poseen simetría radial. No poseen un adelante y atrás y para ellos una presa o un predador, puede provenir de cualquier lado. Es por ello que no ha habido presión evolutiva para que los sentidos se concentren en una única localización. Poseen una red de neuronas distribuidas por todo el cuerpo y alguna que otra agrupación de neuronas que forman ganglios. El impulso nervioso puede transmitirse en todas direcciones a diferencia de lo que sucede en los animales superiores, en



Morfología de una hidromedusa: 1.- Ectodermis; 2.- Mesoglea; 3.- Gastrodermis; 4.- Estómago; 5.- Canal radial; 6.- Canal circular; 7.- Tentáculo; 8.- Velo; 9.- Anillo nervioso externo; 10.- Anillo nervioso interno; 11.- Gónada; 12.- Manubrio; 13.- Boca; 14.- Exumbrela; 15.- Subumbrela.



Foto de una anémona de mar (Actiniaria)



Foto de una Planaria

donde el impulso nervioso se transmite en una única dirección. Es una organización corporal poco habitual entre los animales. Para hacerse una idea de cómo percibe una medusa, si nosotros fuéramos medusas y tuviéramos ojos (que las medusas no poseen), ¿veríamos en todas direcciones!

¿Y cómo son el resto de los animales? El resto de los animales posee simetría bilateral, con lo cual poseen un “adelante” que es la cabeza y un “atrás” que es la cola. Obviamente al avanzar, la cabeza del animal es lo primero que entra en contacto con el ambiente. Ella se encuentra con el alimento, los peligros, los potenciales individuos reproductivos, etc. Concentrar en ella receptores para captar el ambiente resultó muy ventajoso. Los sentidos se concentraron en la cabeza y surgieron acumulaciones de neuronas para poder procesar esta información. De esta manera surgen ganglios de diferentes tamaños encargados de recibir, procesar e integrar la información obtenida por los sentidos y producir una respuesta adecuada. Entre los primeros animales con simetría bilateral encontramos a los platihelminos, también conocidos como planarias. En estos primitivos animales encontramos dos ganglios situados en la zona anterior del cuerpo de los que surgen dos

cordones nerviosos que se dirigen hacia atrás los cuales poseen ramas laterales que se extienden hacia el resto del cuerpo. Como órganos sensoriales destacables encontramos los ocelos (especie de ojos primitivos que les permiten distinguir luz de oscuridad y a veces hasta manchas).

Aumentando en la complejidad del sistema nervioso encontramos por ejemplo a las lombrices (Oligoquetos), un tipo de anélidos. Las lombrices presentan un sistema nervioso bien desarrollado con un ganglio cerebroideo bilobulado y un cordón nervioso central (doble) que se encuentra unido a un par de ganglios de los cuales salen nervios, en cada segmento. Si bien la centralización del sistema nervioso es primitiva ya posee una gran cantidad de ganglios y uno que hace las veces de cerebro primitivo. Si bien una lombriz es un animal pequeño y sencillo, no hay que dejarse influenciar por las apariencias. Una lombriz posee toda una diversidad de sistemas. Posee sistema digestivo, circulatorio, excretor, nervioso y reproductor.

Los artrópodos (insectos, crustáceos, arácnidos, etc.), los que usualmente suelen llamarse “bichos”, poseen un sistema nervioso con una estructura similar a la de los anélidos,



Foto de un Anélido

Foto de un insecto (*Lytta vesicatoria*). Se pueden ver con claridad las antenas y los ojos (órganos sensoriales).

pero con una mayor concentración ganglionar en la cabeza. Los órganos de los sentidos están mucho más desarrollados que en los anélidos. Los artrópodos poseen ojos simples y compuestos, con los cuales pueden captar la intensidad de la luz, las distintas longitudes de onda (colores), algunas de ellas imposibles de captar con nuestros ojos (por ejemplo la ultravioleta), formar imágenes y muchos pueden ver en todas las direcciones. Pero no sólo poseen ojos. También poseen sensilas (una o más células sensoriales conectadas o no a pelos) que les permiten captar estímulos mecánicos (contacto, presión y vibraciones). Es algo similar a nuestro tacto. También pueden captar sonidos a través de las sensilas o por órganos timpánicos. Uno de los sentidos más desarrollados en los artrópodos es la quimiorrecepción. La quimiorrecepción es la capacidad de captar diversas moléculas que suelen encontrarse en el agua o el aire. Es lo que en nuestro caso (humanos) llamamos olor y gusto. Los artrópodos generalmente captan los estímulos químicos gracias a grupos de prolongaciones de células sensoriales. Están habitualmente en las piezas bucales aunque también se las puede encontrar en las antenas y las patas. Este sentido es tan agudo que algunos insectos pueden percibir olores a varios kilómetros. Por si todo esto fuera poco encontramos en los insectos órganos

sensoriales para la temperatura, humedad, gravedad y hasta propiocepción (sentido que informa de la posición de los músculos, grado de estiramiento y tensión entre otros).

Los receptores fueron evolucionando hasta los órganos de los sentidos de los animales superiores y se concentran principalmente en la cabeza. Los ganglios fueron creciendo y centralizándose hasta formar el encéfalo. Los moluscos presentan una gran diversidad en la complejidad de su sistema nervioso. Podemos encontrar moluscos con sistemas nerviosos muy simples, como es el caso de los quitones que poseen un sistema de una complejidad no muy diferente a la de los platihelminos y en el otro extremo a los cefalópodos (pulpos) que poseen el cerebro más complejo de los invertebrados. Estos animales poseen ganglios que forman cerebros complejos que les permiten conductas muy elaboradas. Es el máximo desarrollo del sistema nervioso ganglionar (basado en ganglios) con hasta 160 millones de neuronas. Algo parecido ocurre con los órganos de los sentidos. Por ejemplo los órganos encargados de la visión van desde ocelos que apenas perciben manchas hasta los ojos de los cefalópodos (pulpos y calamares) que se encuentran altamente desarrollados (poseen córnea, cristalino, cámaras y retina). Sin embargo, pese

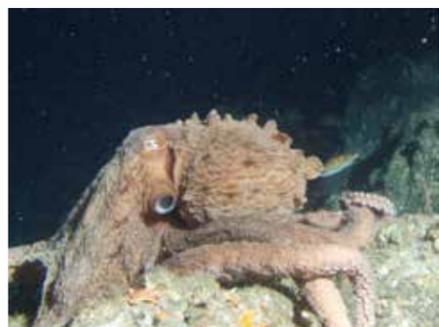
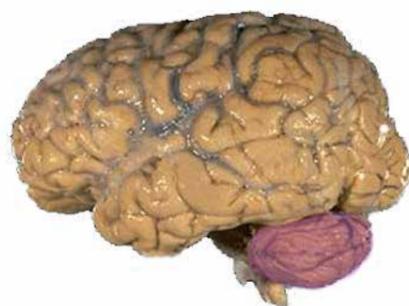


Foto de un cefalópodo (*Enteroctopus dolfeini*,) conocido como pulpo gigante.



Encéfalo humano, con el cerebelo marcado en rosa

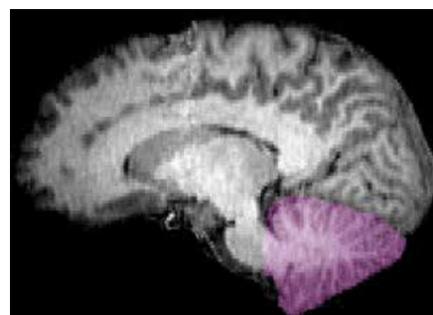


Imagen de RMN de una sección sagital de un encéfalo humano. Cerebelo en rosa

al grado de centralización alcanzado por los cefalópodos, la centralización del sistema nervioso llega a su máximo en los vertebrados.

¿Los vertebrados poseen el sistema nervioso más complejo? La respuesta a esta pregunta es un simple sí. ¿Y cómo es este sistema nervioso? En los vertebrados encontramos un cordón nervioso tubular, dorsal al tubo digestivo cuyo extremo anterior se ensancha para formar el cerebro. Este cordón nervioso corre por dentro de las vértebras y se llama médula espinal. El proceso de centralización llevó en los vertebrados a que prácticamente todas las neuronas se localicen en el encéfalo y la médula espinal. Sin duda la característica evolutiva más importante en los vertebrados es el continuo proceso de encefalización (formación del cerebro), lo que permitió una gran adquisición de capacidades funcionales por parte del cerebro. ¿Pero todos los vertebrados tienen un encéfalo tan desarrollado? La cantidad de neuronas que hay en el encéfalo y la médula es muy distinta de un grupo a otro, llegando en el caso del ser humano a una relación de peso entre el cerebro y la médula es de 55:1, es decir que el cerebro pesa 55 veces más que la médula. Esta relación de peso entre el cerebro y la mé-

dula es indicativa de la inteligencia de un animal, siendo por ejemplo en peces y anfibios de 1:1. Es decir que en el ser humano encontramos la mayor encefalización de los animales.

Si bien la médula espinal ha cambiado poco su estructura a lo largo de la evolución de los vertebrados, el cerebro ha cambiado muchísimo. Un cerebro primitivo está formado por tres partes, prosencéfalo, mesencéfalo y rombencéfalo y a su vez las primera y última parte se subdividen en dos, dando un cerebro de cinco partes, típico de los vertebrados adultos. Explicar las partes y funcionamiento del cerebro excede por completo los alcances y la intención de este artículo. Pero no podemos dejar de mencionar que durante la evolución, en los mamíferos, la corteza cerebral se ha desarrollado enormemente. En la corteza es donde se dan las actividades de integración del sistema nervioso más importantes, dejando en un segundo plano al cerebro primitivo.

Víctor Panza ●  
[Volver](#)

# CUIDAME!!! MONUMENTO NATURAL



HUEMUL  
*Hippocamelus bisulcus*



### Jennifer Micó

Lic. en Letras, UBA; viajera incansable y preocupada por un mundo más verde  
jennifermico@gmail.com, @elmonoambiente

# ESTUDIAR EL CEREBRO: UN ACERCAMIENTO AL HIPOCAMPPO

¿Cómo fue tu primer beso? ¿Qué pasó en la peor cita de tu vida? ¿Dónde viste la final del Mundial de fútbol 2014? ¿Cuál fue el momento más incómodo que viviste? Aunque cada una de estas preguntas evoquen momentos desconectados, tienen al menos algo en común: el hipocampo. El hipocampo es la estructura de nuestro cerebro que almacena aquellos recuerdos de situaciones que hemos vivido una vez en la vida.

Se llama hipocampo porque su forma recuerda la del caballito de mar. Puede que su nombre suene simpático pero su estudio es asunto serio. Para conocer un poco más de cerca el trabajo de los neurocientíficos, hemos entrevistado a Menno Witter, profesor en el Instituto Kavli de Neurociencias y el Centro de cómputo neuronal (Noruega).

### ¿En qué puesto del ranking mundial sobre desarrollo de las neurociencias ubicaría a Noruega?

Noruega es una jugador clave en el desarrollo de las neurociencias. De hecho, Oslo es una especie de Meca para muchas personas de este campo. Es un lugar de referencia para disciplinas como la electrofisiología y la neuroanatomía. Sin ir más lejos, en el año 2014, dos científicos noruegos (May-Britt Moser y Edvard I. Moser) junto a uno estadounidense (John O'Keefe) recibieron el Premio Nobel por haber descubierto las células que conforman el mapa que nos permite reconocer el espacio físico que nos rodea, una especie de GPS interno.

### Encabeza un grupo de investigación. ¿Qué significa eso? ¿Cuáles son sus tareas?

Para que el trabajo de un grupo de investigación como el nuestro sea efectivo, es aconsejable una división en sub-equipos, cada uno de los cuales está dirigido por una persona. Yo estoy a cargo de los objetivos centrales del grupo.

### ¿Cuál es el origen del financiamiento de sus investiga-

### MENNO P. WITTER



Recibió su Ph.D. en la Universidad de VU en Amsterdam, Países Bajos, donde posteriormente comenzó su investigación independiente sobre la organización anatómica de la región del hipocampo. Se entrenó con David Amaral en el Instituto Salk y Gary Van Hoesen en la Universidad de Iowa. Witter se unió a May-Britt y Edvard Moser como profesor en el Instituto Kavli de Neurociencia de Sistemas NTNU en 2007, concluyendo un productivo periodo de colaboración que conduce al descubrimiento de las celdas de la red. Su trabajo actual se centra en la arquitectura funcional de la corteza entorrinal lateral y medial. Su grupo también trabaja en los mecanismos de la enfermedad de Alzheimer, utilizando modelos animales.

“Las neurociencias en este tiempo explotaron. Uno de los logros más destacables es la posibilidad que tenemos de explicar mejor enfermedades neurológicas y psíquicas. Tras encontrar bases neuronales de diferentes desórdenes cerebrales, pudimos apartar el estigma social de ‘chiflado’”

ciones: el Estado o compañías privadas? ¿El origen de los fondos puede modificar la dirección de sus propósitos como científico?

El Estado espera que los resultados de las investigaciones científicas financiadas por él mismo sean puestos en práctica, en beneficio de la sociedad y la educación. Sin embargo, no siempre obtenemos resultados directamente aplicables. El Estado debería comprender esto. En lo personal, no siento presiones porque una de mis condiciones, antes de comenzar una investigación, es poder publicar con total libertad. Así, firmo una declara-

ción en la que quede claro que no hay dobles intenciones.

¿Cómo resumiría los logros de las neurociencias de los últimos veinte años?

Las neurociencias en este tiempo explotaron. Uno de los logros más destacables es la posibilidad que tenemos de explicar mejor enfermedades neurológicas y psíquicas. Tras encontrar bases neuronales de diferentes desórdenes cerebrales, pudimos apartar el estigma social de ‘chiflado’. No sólo el paciente deja de ser un raro, sino que podemos ayudar a mejorar su condición.

**EL ESTADOUNIDENSE JOHN O’KEEFE Y LOS NORUEGOS MAY BRITT MOSER Y EDVARD I. MOSER RECIBIERON EL NOBEL DE MEDICINA EN 2014 POR SUS ESTUDIOS SOBRE LA ORIENTACIÓN EN EL ESPACIO**



La carrera de los tres científicos ha estado centrada en la investigación del cerebro, que les ha permitido descubrir el “GPS interno”, células que constituyen un sistema de posicionamiento y orientación en el espacio. O’Keefe descubrió en 1971 que un tipo de células nerviosas en el hipocampo siempre se activaban cuando una rata se encontraba en un lugar determinado de una habitación y que otras lo hacían cuando el animal estaba en otro punto. A partir de esta constatación y fascinado por la cuestión de cómo el cerebro controla el comportamiento, planteó que estas “células de lugar” constituyen un mapa interno del entorno. Durante toda su carrera han estudiado el hipocampo y su papel en la memoria espacial y la orientación, cuya pérdida es significativa en trastornos como el Alzheimer. En 2005, más de tres décadas después del hallazgo de O’Keefe, May-Britt y Edvard I. Moser descubrieron “otro componente clave” del sistema de posicionamiento del cerebro, al identificar otras células nerviosas que generaban un sistema coordinado y permitían de forma precisa situarse en el espacio.

Otro punto muy importante en lo que respecta al desarrollo de las neurociencias en los últimos años es la posibilidad de comprender cómo computa el cerebro humano. En Europa, se llevan a cabo concursos donde se construyen computadoras inspiradas en el funcionamiento del cerebro humano. Lo llamativo es que los niveles de producción y consumo de energía obtenidos por estos científicos no pueden compararse con los de nuestro cerebro.

¿Puede la neurociencia mejorar las estrategias educativas?

Bueno, este no es, en principio, un tema específico de mi campo de investigación. Se me ocurre reformular la pregunta: ¿cómo almacena la información el cerebro? Lo cierto es que el cerebro almacena la información que puede utilizar. Un factor determinante en el proceso de aprendizaje es el contexto. Por ejemplo, en Holanda, en muchas escuelas las clases de matemática se dictan únicamente en un ambiente en determinado. Otra variable a tener en cuenta es el descanso. Está comprobado que si la noche previa a un examen el estudiante repasa brevemente los contenidos y tiene un descanso adecuado, obtendrá óptimos resultados. Una herramienta que también ha demostrado ser efectiva para consolidar el aprendizaje es proporcionar al estudiante un feedback de forma paralela a su lectura. No se trata tanto de decirle al alumno que algo está bien o mal, sino más bien de preguntarle por qué dice lo que dice. La idea es ayudarlo a estructurar la información.

¿Cuánto podemos aprender sobre el comportamiento y sus bases biológicas a partir de la neurociencias?

El comportamiento es el resultado de nuestro cerebro. Me gusta pensar esta relación con la imagen de un gusano que se mueve según cómo lo tocamos. El sistema nervioso es el encargado de programar nuestro comportamiento. Somos lo que somos debido a nuestro cerebro. Se ha observado que si a un gato se le extrae el cerebro, puede seguir moviéndose aunque no lo haga tomando decisiones: se mueve sin saber hacia dónde ni cómo ni por qué.

¿Cómo se relacionan la psicología y la neurociencia?

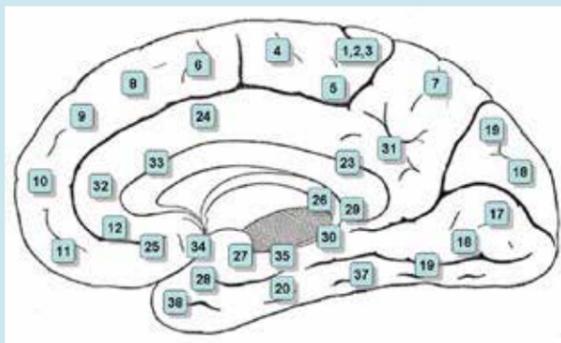
La neurociencia tomó la forma de ciencia multidisciplinaria. La psicología, desde nuestro punto de vista, es parte de la neurociencia en tanto consideramos que es un modo particular de estudiar el cerebro. La psicología experimental también es una rama de la neurociencia. De hecho, en el centro de investigación donde trabajo hay un grupo de psicólogos.

**El primer año de vida es determinante en el desarrollo del sistema nervioso del niño. ¿Qué consejos le puede dar la neurociencia a la madre embarazada y a la que está criando a su hijo de pocos meses de vida?**

Bueno, esta pregunta no apunta a mi área de experticia exactamente, así que voy a responder de un modo general, según mis conocimientos. El desarrollo del cerebro está directamente relacionado con el input que recibe. Teniendo en cuenta la importancia de los estímulos y volviendo a la pregunta, el bebé en los primeros meses de vida, atraviesa el período crítico:

# “El hipocampo está a cargo de la memoria episódica. Es decir, todos aquellos recuerdos de situaciones que, a pesar de haber sido únicas, podemos recordarlas conscientemente. No forman parte de la memoria episódica los eventos que realizamos a diario”

La corteza entorrinal (CE) (ento = interior, rhino = nariz, entorrinal = interior al surco rinal) está localizada en el lóbulo temporal medio y funciona como un hub en una red extendida para la memoria y la orientación. La CE es la interfaz principal entre el hipocampo y el neocórtex. El sistema CE-hipocampo juega un rol importante en las memorias autobiográficas/declarativas/de episodios y en particular en las memorias espaciales, incluyendo memoria de formación, consolidación de la memoria y optimización de la memoria durante el sueño. La CE es también responsable del pre-procesamiento (familiaridad) de las señales de entrada en la respuesta de condicionamiento de seguimiento de los reflejos de la membrana nictitante; la asociación de los impulsos del ojo y el oído ocurren en la corteza entorrinal.



La corteza entorrinal se sitúa aproximadamente correspondiendo a las áreas 28 y 34 de Brodmann, en la parte inferior y a la izquierda. La corteza entorrinal es una de las primeras áreas que se ven afectadas en la Enfermedad de Alzheimer.

si durante este tiempo le tapamos un ojo, por ejemplo, éste quedará ciego. ¿Cómo se explica esto? El ojo necesita luz y mirar para enviar información al cerebro a fin de que pueda establecer las conexiones necesarias. Sin el estímulo adecuado, el bebé pierde la capacidad de desarrollarse correctamente. Por supuesto, además de estar estimulado, es importante que el bebé esté correctamente alimentado.

**¿Cómo puede explicar su hipótesis de investigación con un lenguaje sencillo?**

El hipocampo está a cargo de la memoria episódica. Es decir, todos aquellos recuerdos de situaciones que, a pesar de haber sido únicas, podemos recordarlas conscientemente. No forman parte de la memoria episódica los eventos que realizamos a diario. Nuestra pregunta es cómo el hipocampo logra conectar información con otras partes del cerebro para elaborar predicciones acertadas. El hipocampo genera expectativas que serán contrastadas con un feedback. Así se va constituyendo nuestro comportamiento. Por eso, decimos que el comportamiento, a fin de cuentas, no es más que memoria.

**¿Cómo podría describir, brevemente, la relación del hipocampo con algunas enfermedades como la esquizofrenia, la epilepsia o afecciones propias del envejecimiento y el stress?**

El hipocampo está involucrado en varias enfermedades neurocognitivas. No sabemos cómo lo hace pero el hipocampo es implementado en muchos procesos cognitivos.

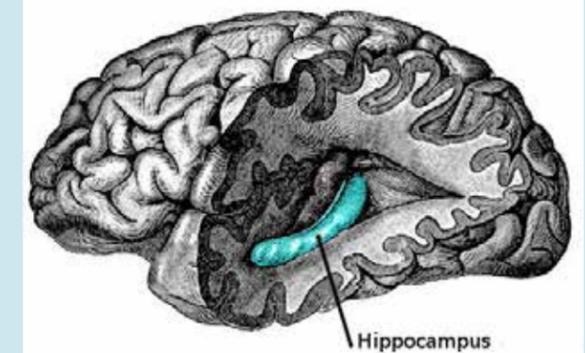
Las diferentes enfermedades por las que preguntás, afectan distintas partes del hipocampo: la esquizofrenia afecta el interior, la demencia, la parte posterior de la cabeza, el envejecimiento, el centro.

**Siendo que el cerebro humano es el único órgano que se estudia a sí mismo, nos interesa saber cómo es la vida de un neurocientífico cuando no está trabajando: ¿cuáles son sus hobbies?**

¡Ejercicio! Mucho del tiempo libre lo dedico a entrenar diferentes disciplinas como la natación y el senderismo. Esto me relaja y me permite pensar con mayor claridad. También disfruto de la playa y las siestas. Otra actividad que me distiende es la cocina; curiosamente, la cocina me recuerda el laboratorio: en ambos lugares estamos experimentando. Además, me gusta escuchar música: la clásica, en general y el rock para cuando debo escribir trabajos.

Jennifer Micó ●

[Volver](#)



Al comparar el hipocampo del cerebro con los animales que habitan los océanos, podemos darnos cuenta de la similitud entre los dos. El hipocampo es un área del cerebro asociada con la memoria, que parece ser afectada por los derrames cerebrales silenciosos. © Prof. Laszlo Seress, Wikipedia, Creative Commons by sa 3.0



**María del Carmen Banús**  
Lic. En Ciencias Biológicas  
Coordinadora de Biología, CBC-UBA

## LAS "DUEÑAS" DE LA EMPATÍA

Casi sobre el cierre de esta edición pudimos asistir a la conferencia de Giacomo Rizzolatti, una de las personalidades más destacadas en el campo de las neurociencias, que llegó al país invitado por la Universidad Nacional de San Martín. Premiado y reconocido a nivel internacional, tiene entre sus máximos méritos haber descubierto las neuronas espejo, una clase de neuronas que se relacionan con los comportamientos empáticos, sociales e imitativos. Te contamos lo que escuchamos en su conferencia

Mucho calor afuera, mucha ansiedad en los pasillos del C3 (Centro Cultural de la Ciencia). Muchos profesionales multidisciplinares, curiosos y convocados por la presencia de quien se considera uno de los más notables neurcientíficos: Giacomo Rizzolatti. Es que dentro del Ciclo Narrativas de lo Real, en un diálogo interdisciplinario junto a sociólogos y escritores, Giacomo Rizzolatti, descubridor de las neuronas espejos, daría una conferencia para contarnos donde estamos parados y de qué modo este descubrimiento, puede ser aplicado a diferentes áreas de las ciencias.

Rizzolatti nació en Kiev, Ucrania, en 1937. Es médico y cirujano por la Universidad de Padua (Italia), donde completó su especialización en Neurología. Pasó tres años en el Instituto de Fisiología de la Universidad

de Pisa, dirigido por el profesor Giuseppe Moruzzi. Su carrera académica continuó en la Universidad de Parma, primero como asistente de la cátedra de Fisiología Humana y luego como profesor de Fisiología Humana. Dirige el Brain Center for Social and Motor Cognition, del Instituto Italiano de Tecnología. Fue profesor visitante del Departamento de Anatomía de la Universidad de Pensilvania (Filadelfia, Estados Unidos), y "Sage Professor" en la Universidad de California (Santa Bárbara, Estados Unidos). En 1996, junto con un equipo de investigadores integrado por Giuseppe Di Pellegrino, Luciano Fadiga, Leonardo Fogassi y Vittorio Galles, descubrió las neuronas espejo, una clase de neuronas que se relacionan con los comportamientos empáticos, sociales e imitativos. Rizzolatti es miembro de la Acade-

mia Europea, de la Academia Nacional de los Linceos de Italia y del Instituto de Francia (Academia de Ciencias). También es miembro honorario extranjero de la Academia Estadounidense de las Artes y las Ciencias y miembro extranjero de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos. Recibió numerosos premios, entre los últimos se encuentran el Premio en Neuropsicología Jean-Louis Signoret de la Fundación IPSEN (2010), el Premio Príncipe de Asturias en Investigación Científica y Técnica (2011) y The Brain Prize de la Fundación Lundbeck (2014), que es el premio internacional más importante del campo de las neurociencias. Además, es doctor Honoris Causa de la Universidad Claude Bernard de Lyon (Francia), de la Universidad de San Petersburgo (Rusia), de la Universidad de Lovaina (Bélgica) y de la Universidad de Sassari (Italia).



Queda claro entonces que la convocatoria y la ansiedad del auditorio, estaba más que justificada!

### ¿QUÉ SON LAS NEURONAS ESPEJO?

Las neuronas espejo son un grupo de células que nos permiten adoptar el punto de vista de otra persona y que, por lo tanto, juegan un rol esencial en la imitación, la empatía y la capacidad de ponernos en el lugar del otro. Fue un hallazgo que trascendió los laboratorios e impactó en la humanidad al proponer una nueva mirada sobre nuestra naturaleza social en áreas como la psicología, la sociología y la filosofía. Este tipo de células nerviosas, ubicadas en la corteza frontal inferior del cerebro, se activan en dos situaciones: cuando se ejecuta una acción y cuando se observa esa misma acción al ser ejecutada por otro individuo. Además, no

son puramente motoras ni puramente sensoriales sino bimodales y, por esta característica, se las considera fundamentales en la capacidad de los seres humanos para comprender de forma inmediata los movimientos, acciones



Centro Cultural de la ciencia (C3)

y, eventualmente, las intenciones de los otros sujetos. En el ámbito de las neurociencias, estas neuronas desempeñan una importante función dentro de las capacidades cognitivas ligadas a la vida social, como puede ser la empatía, el aprendizaje por imitación, la conducta de ayuda a los demás, entre otras. Las neuronas espejo aportan nueva luz para entender cómo la red neuronal "refleja" el mundo, la autoimagen y la imagen de la mente de los otros en la producción evolutiva de un comportamiento social.

**"Somos criaturas sociales. Nuestra supervivencia depende de entender las acciones, intenciones y emociones de los demás. Las neuronas espejo nos permiten entender la mente de los demás, no sólo a través de un razonamiento conceptual sino mediante la simulación directa. Sintiendo, no pensando". G. Rizzolatti**

## UN POCO DE HISTORIA Y MÁS...

Hasta hace poco tiempo, la atribución de significado a las acciones observadas en otros individuos se explicaba a partir de complejos mecanismos relacionados con la memoria, las experiencias previas y los procesos de razonamiento. Sin embargo, con el descubrimiento de las “neuronas espejo”, es posible explicar de un modo más sencillo esa situación tan habitual para todos de comprender inmediatamente lo que otro individuo está haciendo. Fueron descubiertas en los años noventa del siglo XX. Se observó cómo ciertas áreas del cerebro del mono (macaco) se activaban no sólo cuando el individuo realizaba acciones motoras dirigidas a una meta, sino, sorprendentemente, también cuando dicho individuo meramente observaba cómo un otro (mono, o humano) realizaba la misma acción. En la medida en que este conjunto de células parecía “reflejar” las acciones de otro en el cerebro del observador, recibieron el nombre de neuronas espejo. Este descubrimiento fue una serendipia!, como en tantas ocasiones en la historia de la ciencia, pero luego se ratificó a partir de experimentos específicamente diseñados para observar si las neuronas espejo se activaban ante la observación de acciones (y no sólo durante su ejecución), y si estaban implicadas en la comprensión de las acciones (activándose cuando el mono no podía ver la acción realmente, pero tenía suficientes datos para producir una representación mental de la misma, es decir, cuando podía imaginarla).

Los experimentos con técnicas de neuroimágenes, ayudaron a descubrir que este conjunto de neuronas también existen en aves y en humanos. En los humanos se encuentran en el área de Broca y en la corteza parietal. Parecen codificar en plantillas para acciones específicas, lo cual permite a un individuo no sólo llevar a cabo acciones motoras sin pensar en



Examples of transitive actions performed by the experimenter in front of the recorded monkey (right column); same gesture made by the monkey (left column). Intransitive monkey actions, although rarely evoked during recording sessions, are shown here to outline their similarity with same actions performed by experimenter. From top to bottom: grasping of a piece of food; sucking juice from a syringe; lips protruded face.

ellas, sino también comprender las acciones observadas o escuchadas, sin necesidad de razonamiento alguno. Más simple: si antes considerábamos que el movimiento (por ejemplo sacar la lengua) era el resultado de un proceso mental en el cual la zona motora del cerebro era la encargada de ejecutar la respuesta, ahora parece ser que el sistema motor es mucho más complejo, y puede ser el sustrato neural de procesos atribuidos al sistema cognitivo. El sistema motor entonces ya no es un ejecutor pasivo de órdenes emitidas por otra región cerebral sino que parece consistir de un complejo entramado de zonas corticales diferenciadas, capaces de realizar las funciones sensoriomotoras que parecerían propias de un sistema cognitivo superior. Algunos investigadores piensan que por imitación podrían explicarse por ejemplo las habilidades del lenguaje. También se está estudiando que las disfunciones de este sistema podrían ser la causa de trastornos como el autismo, la esquizofrenia, la fobia social o la anorexia nerviosa. En los humanos, específicamente, desde nuestro nacimiento, tendemos a imitar los gestos de los demás, y esta condición se explicaría a partir de la presencia de las neuronas espejo, que posteriormente se va refinando con el

aprendizaje, de modo tal que, a más experiencia en la conducta observada, mayor es la activación de las neuronas espejo. Y no solo están presentes en la zona frontal y parietal, sino que también existen en la zona involucrada con la memoria y con la visión. Finalmente, también se comprobó que en el cerebro de la mujer hay un mayor número de neuronas espejo y el sistema es más activo que en el cerebro masculino. Al finalizar la exposición preguntamos ¿Qué pasa en las personas ciegas? Ya que este sistema parece directamente ligado a la vista. Rizzolatti responde: “Nos basamos sobre todo en la vista para movernos en nuestro entorno y reconocer objetos, caras o acciones. Pero también somos muy buenos con nuestro sistema auditivo. Podemos identificar el sonido de unos pasos o un papel que se rompe, sin verlo. Y las personas ciegas tienen este sentido más sofisticado y puede utilizarlo para reconocer las acciones de los demás”.

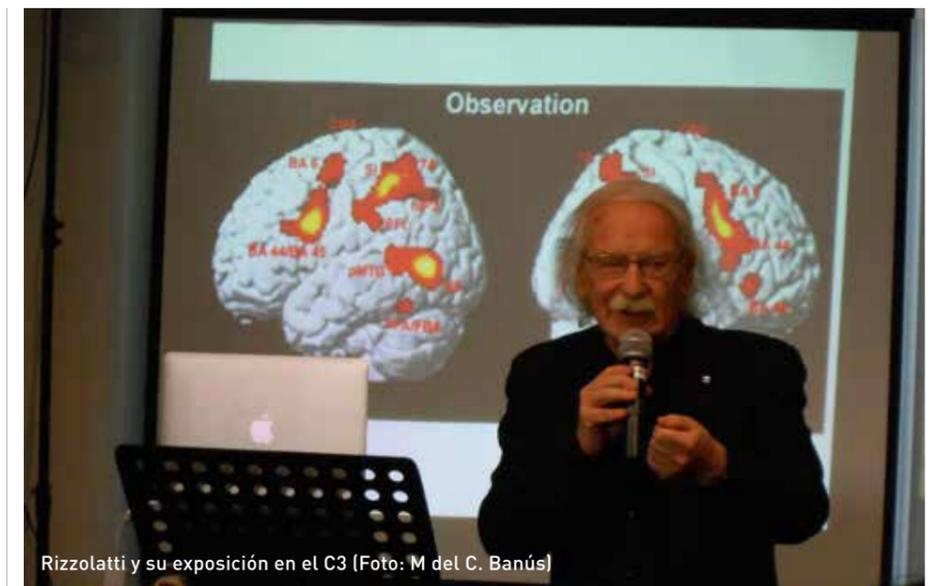
## ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE LA IMITACIÓN?

Dice Rizzolatti que la imitación es la base de la cultura, de la civilización, aunque en Occidente muchas veces se la subestima y hasta menosprecia. Sin embargo, es a través de este mecanismo que he-

mos acumulado el conocimiento. También evoca la idea del Dr. Ramachandran, que cree que aquello que hizo que el destino del hombre tome un camino diferente al resto de los seres vivos que habitaban la tierra hace 100000 años atrás aproximadamente, es ese momento ínfimo de la evolución en que apareció un sistema sofisticado de neuronas espejo, a través de las cuales pudimos imitar las acciones de otras personas. A partir de ese momento pudimos adquirir habilidades y destrezas de forma explosiva! que fueron transmitiéndose vertical y horizontalmente, naciendo así la civilización. Preguntamos si hay diferencia entre las neuronas espejo humanas y las de los monos. Rizzolatti nos responde que nuestro sistema es algo más complejo y nos permite aprender por imitación. Esto no es válido para otros animales, incluidos los monos. Pueden imitar un gesto, pero no pueden aprender por imitación. En diferentes disciplinas como los deportes o el aprendizaje del lenguaje resulta imprescindible la imitación.

## Y FINALMENTE... LA EMPATÍA

Las neuronas espejo suponen la disolución de la barrera entre yo y los otros. Poder “ponerse en el lugar del otro”, adoptar su punto de vis-



Rizzolatti y su exposición en el C3 [Foto: M del C. Banús]

ta y comprenderlo, eso es la empatía y supone entre otras cosas una imitación intencional y un aprendizaje basado en la imitación. Este elemento tiene un importante valor evolutivo y marca una diferencia importante entre naturaleza y cultura. Podemos entonces “sentir el dolor” del otro ante un accidente por ejemplo; comprendemos su dolor, aunque nuestro cuerpo no lo esté padeciendo de forma directa. Sabemos lo que siente el que llora porque al verlo, se activan en nosotros las mismas áreas que se ponen en juego cuando nosotros lloramos. El doctor Ramachandran las llama “neuronas Gandhi” o neuronas de la compasión ya que estamos “conectados” a través de nuestras mentes por obra y gracia de las neuronas espejo. Comenzamos a ver entonces la relación entre este descubrimiento de las neurociencias y los principios de la filosofía oriental. Cabe preguntarnos entonces, ¿Por qué la humanidad no logra mayor armonía? Rizzolatti también puede teorizar al respecto: “Nuestra naturaleza es colaboradora, pero desafortunadamente nuestra sociedad no fomenta la empatía, sino el individualismo. No necesitamos ni drogas ni una mutación genética. Lo que necesitamos es construir una sociedad mejor”. Alguien de los asistentes consulta ¿Y las nuevas tecnologías, ayudan u obs-

ta y comprenderlo, eso es la empatía y supone entre otras cosas una imitación intencional y un aprendizaje basado en la imitación. Este elemento tiene un importante valor evolutivo y marca una diferencia importante entre naturaleza y cultura. Podemos entonces “sentir el dolor” del otro ante un accidente por ejemplo; comprendemos su dolor, aunque nuestro cuerpo no lo esté padeciendo de forma directa. Sabemos lo que siente el que llora porque al verlo, se activan en nosotros las mismas áreas que se ponen en juego cuando nosotros lloramos. El doctor Ramachandran las llama “neuronas Gandhi” o neuronas de la compasión ya que estamos “conectados” a través de nuestras mentes por obra y gracia de las neuronas espejo. Comenzamos a ver entonces la relación entre este descubrimiento de las neurociencias y los principios de la filosofía oriental. Cabe preguntarnos entonces, ¿Por qué la humanidad no logra mayor armonía? Rizzolatti también puede teorizar al respecto: “Nuestra naturaleza es colaboradora, pero desafortunadamente nuestra sociedad no fomenta la empatía, sino el individualismo. No necesitamos ni drogas ni una mutación genética. Lo que necesitamos es construir una sociedad mejor”. Alguien de los asistentes consulta ¿Y las nuevas tecnologías, ayudan u obs-

## NEURONAS ESPEJO Y APRENDIZAJE

Estas células no solo permiten reflejar aquello que vemos fuera en nuestro interior a nivel motor, sino también a nivel emocional. Estas neuronas están conectadas al sistema límbico relacionado con la regulación de las emociones, la memoria y la atención. (Para mayores precisiones, podés consultar el artículo de Alejandro Ayala en este mismo número). Está comprobado por ejemplo, que nos emocionamos más ante una representación teatral que si observamos una



Imagen (modificada) de neuronas bimodales

Rizzolatti respondiendo las preguntas de los asistentes en el C3 (Foto: M del C. Banús)



película. Y lo mismo ocurre en el momento del aprendizaje. Por eso siempre recordamos más a los maestros que nos supieron tratar con cariño y respeto, que a aquellos que eran unos grandes eruditos en sus materias pero nos trataban de forma fría y distante. Durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, las neuronas espejo permiten que «empaticemos» con los contenidos, habilidades o destrezas que vamos asimilando. La existencia de estas células nos convierte en seres sociales desarrollando acciones cooperativas, y durante el aprendizaje también debemos propiciar situaciones que favorezcan la cooperación. “El cerebro es un órgano social que aprende haciendo cosas con otras personas”, dice José Ramón Gamó (neuropsicólogo infantil y director del Máster en Neurodidáctica de la Universidad Rey Juan Carlos). Una educación excesivamente individualista y competitiva entre los alumnos, no es un reflejo de lo que posteriormente debería ser una vida adulta en sociedad. Nuestro reconocido neurocientífico Facundo Manes, nos dice que el cerebro necesita “emocionarse” para apren-

der, por eso considera imprescindible la presencia del docente en el aula, ya que desde el punto de vista de las neurociencias, la interacción cara a cara resulta insustituible. Y un docente que enseña con amor su profesión y conocimientos, provoca un impacto emocional, que difícilmente pueda igualarse. Luego de dos horas y media, vuelvo al calor de diciembre en las calles de Buenos Aires, me pregunto cuántas cosas quedan aún por descubrir de nuestro cerebro, cuanto por hacer respecto del trabajo académico, la investigación social, la intervención política, la literatura, el arte....Cuanto trabajo e interés por delante en medicina, psicología, fonoaudiología y en psicopedagogía. Pero también cuanto podemos ser influenciados o manipulados a través del marketing. Cuanto puede modificar nuestros conocimientos desde el punto de vista de la sociología, las leyes, los recursos humanos. Y la sensación de que estamos aprendiendo cómo leemos el mundo...y que esto, recién empieza.

**“Incluso el rasgo que constituye la quintaesencia de lo**

**humano, nuestra propensión a la metáfora, puede estar basada parcialmente en la clase de cruces de dominios de abstracción que median las neuronas espejo; (...) Esto explicaría por qué cualquier mono podría alcanzar el cacahuete, pero sólo un humano, con un sistema de neuronas espejo adecuadamente desarrollado, puede alcanzar las estrellas”.** (V.S. Ramachandran).

María del Carmen Banús ● [Volver](#)

#### REFERENCIAS

(Paidós Ibérica, 2006), Rizzolatti-Sinagaglia. Espejos, Neuronas y Ficción. Conferencia de Giacomo Rizzolatti, Ciclo Narrativas de lo Real. Centro Cultural de la Ciencia, Buenos Aires, Argentina. 7-12-2016

# CUIDAME!!! MONUMENTO NATURAL



**YAGUARETÉ**  
**Panthera onca**



**María del Carmen Banús**  
Lic. En Ciencias Biológicas  
Coordinadora de Biología, CBC-UBA



## DESAFÍOS CIENTÍFICOS, EDUCACIÓN Y FUTURO

Por primera vez en Buenos Aires, en paralelo con New York y Dhaka, se desarrolló un hackatón para estudiantes de escuelas secundarias de la ciudad.

“DESAFÍOS CIENTÍFICOS 2016” NASA Space Apps challenge, fue la convocatoria que reunió a más de doscientos alumnos, inquietos, curiosos, motivados por sus propios docentes quienes los acompañaron interesados por saber “de que va la cosa”. Por supuesto que EW estuvo allí, no solo para contarte la experiencia, sino también participando como tutor guía de los alumnos.

El Ministerio de Educación de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en el marco del desafío internacional NASA Space Apps Next Gen, desarrolló durante los días 6 y 7 de octubre el primer hackatón “Desafíos Científicos 2016”, un encuentro en el que estudiantes de escuelas secundarias pudieron participar y resolver en equipo retos espaciales y de la Tierra. Este evento tuvo lugar en el marco del programa de acciones que el Ministerio de Educación lleva adelante para promover la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en las escuelas de la Ciudad.

### PERO ESTARÁS PREGUNTÁNDOLE ¿QUÉ ES UN HACKATÓN?

Un hackatón es un término que integra los conceptos de maratón y hacker, porque se espera una experiencia colectiva en la cual la meta común es desarrollar soluciones a determinados problemas en un lapso corto. Un encuentro para diseñar soluciones creativas e innovadoras a problemas científicos del mundo real, poniendo en juego conocimientos científicos y tecnológicos, la imaginación y el espíritu emprendedor. El hackatón NASA Space Apps se origina en el año 2012, como un evento anual internacional, con el objetivo de usar datos disponibles para desarrollar, de forma colaborativa, soluciones significativas a problemas y necesidades tanto de la vida en el espacio, uso de satélites, como en la Tierra (cuidado del ambiente, de diferentes poblaciones, etc.) En la edición de abril de 2016, la Ciudad de Buenos Aires participa por primera vez en un hackatón para adultos, junto a 133 países con el deseo de conformar una comunidad global de individuos comprometidos en colaborar con los retos que ofrecen la Ciencia y la Tecnología. En la edición de octubre, los estudiantes reunidos en grupos de acuerdo con sus intereses pusieron en juego sus conocimientos científicos y tecnológicos, la imaginación y el espíritu emprendedor para resolver en forma colaborativa diversos desafíos globales, regionales y espaciales. Charlas motivacionales, especialistas de la NASA, CONAE, etc. complementaron las dos jornadas de trabajo intenso de los jóvenes. Finalmente, los proyectos desarrollados por los alumnos resultaron evaluados por un jurado de especialistas mientras que los dos mejores fueron enviados a NASA central para su valoración por parte de un comité internacional.

### EN LA COCINA DEL EVENTO

Si te resultó interesante la propuesta, ahora te contaremos como fue gestándose, en las palabras de uno de sus organizadores, a quien EW entrevistó



“Javier Sabas Francario tengo 43 años y hace 12 años aproximadamente que me dedico a la docencia tanto en el área formal e informal, dentro del área de las ciencias, tanto el espacio como la meteorología siempre me llamaron la atención y es por este motivo que realice el curso para ser observador meteorológico de superficie y al conocer del Hackatón de NASA SPACE APPS en abril no dude en sumarme al proyecto y ponerme a trabajar en la organización del mismo y en esta edición también.”

### ¿CÓMO LLEGA ESTA PROPUESTA AL MINISTERIO?

JSF: La propuesta llega por un lado a través del área de emprendedorismo del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires y de allí al Ministerio de Educación de la Ciudad de Buenos Aires. Previamente a este recorrido, durante la edición de abril del

hackatón organizado por NASA SPACE APPS en Buenos Aires para adultos, vi el potencial de este evento para realizarlo con estudiantes de colegios secundarios y durante los dos días que duro el evento estuve insistiendo con llevar a cabo su realización para estudiantes de colegios secundarios tanto con el representante de la NASA que se encontraba esos días en el evento como con todo funcionario del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires que me encontré. Y en julio/ agosto tuvimos la grata noticia que se realizaba en la Ciudad este evento para chicos de colegios secundarios de 16 a 18 años.

### CONOCEMOS DE HACKATONES PARA ADULTOS EN MUCHAS ESFERAS, PERO ¿SE DESARROLLAN ESTOS EVENTOS PARA ESTUDIANTES EN OTROS LUGARES DEL MUNDO?

JSF: El único antecedente que yo conozco de realización de un evento de estas características para chicos de estas edades, fue el que se desarrolló bajo la órbita de la NASA SPACE APPS NEXT GEN en Nueva York el año pasado.

### ¿CUÁL FUE EL CRITERIO PARA CONVOCAR Y SELECCIONAR A LOS ALUMNOS PARTICIPANTES?

JSF: Los chicos se postulaban debido a la convocatoria realizada en colegios a través de flyers y otras acciones. Los alumnos fueron avalados para su participación por los directivos de los colegios a los cuales concurren, en su gran mayoría eran de escuelas técnicas estatales del ámbito del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. También hubo participación de colegios privados del mismo ámbito.

### LOS ALUMNOS SEGURAMENTE LLEGAN AL EVENTO CON DIFERENTE FORMACIÓN Y DIFERENTE NIVEL, ¿CÓMO SE SUBSANAN ESAS DIFERENCIAS? ¿QUÉ CRITERIO SE SIGUIÓ PARA CONFORMAR LOS GRUPOS DE ALUMNOS?

JSF: El criterio que elegimos entre Hernán Miguel y yo fue básicamente que los chicos realizarán un trabajo colaborativo. Con este objetivo en mente realizamos la selección de los grupos en función de 4 categorías principales (animales en peligro de extinción, satélites, problemas ambientales, naves espaciales) con las cuales se obtuvo una primera preselección. Después de esa preselección seguimos un criterio simple que fue no tener más de dos alumnos por grupo del mismo colegio para facilitar la integración de los chicos y al mismo tiempo que se los conformaba se les iba asignando un problema para resolver a cada grupo. Esto generó grupos muy heterogéneos que funcionaron muy bien en todos los casos.

### ¿EN QUÉ CONSISTÍA EL TRABAJO DE LOS ALUMNOS Y DE QUÉ HERRAMIENTAS DISPONÍAN?

JSF: El trabajo de los chicos consistía en resolver problemas, 12 en total, vinculados a las 4 distintas temáticas mencionadas más arriba. Las herramientas de las que disponían básicamente eran una computadora con conexión a internet, acceso a la página de datos de Open Nasa, marcadores, biomes, papel afiche y post-it para poder organizar sus ideas previas y durante el trabajo.

### LOS PROBLEMAS A RESOLVER, ¿RESPONDÍAN A SITUACIONES REALES? ¿A NIVEL REGIONAL O GLOBAL? ¿ERAN ELEGIDOS POR LOS ALUMNOS? ¿LOS CONOCÍAN DE ANTEMANO?

JSF: Los problemas respondían a situaciones reales que perfectamente podían ser adaptadas o llevadas al ámbito local, regional o global. Por una cuestión de identificación en algunos de ellos se colocó la Ciudad de Buenos Aires para darle un marco referencial pero tranquilamente eran problemas adaptables a cualquier ám-



Flyer preparado para difundir en las escuelas

bito del Planeta. Uno de los problemas que se llamaba “sube, sube” resultó ser una solución real a la solución de las inundaciones que ocurren en Luján con la crecida del Río del mismo nombre esta era una situación que no conocimos hasta casi el momento de la competencia. Los problemas no eran elegidos por los chicos pero si las categorías en las cuales querían participar. Lo ideal es que en este tipo de competencias los chicos conozcan los problemas de antemano para facilitar su trabajo y que vayan teniendo una interacción previa. Como la fecha del cierre de inscripción estuvo muy próxima a la fecha del evento no pudimos aprovechar del todo esa gran ventaja que dan este tipo de eventos como es el trabajo con las redes sociales.

#### ¿DE CUÁNTO TIEMPO DISPUSIERON LOS ALUMNOS PARA RESOLVER EL PROBLEMA Y QUÉ SUCEDÍA UNA VEZ QUE ESTABA FORMULADA LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN?

JSF: Para resolver el problema tenían desde las 8 de la mañana hasta las 5 de la tarde durante dos días, matizado ese tiempo con algunas charlas sobre cómo generar ideas y como realizar una presentación oral efectiva que era lo necesario para poder presentar la solución al problema que tuvieron que enfrentar. Una vez que estaba elaborada la solución a casi el final del segundo día debían realizar una presentación para una primera preselección y después de esa preselección se realizaba la puesta final delante de todos los compañeros, de todos los equipos y del jurado. De esta selección salía el ganador por el jurado y otro elegido por el público que recibe el nombre de People Choice.

#### ¿SE PENSÓ TAMBIÉN EN ALGUNA PROPUESTA PARA LOS DOCENTES QUE ACOMPAÑABAN A LOS GRUPOS DE ESTUDIANTES?

JSF: Así es para los docentes que fueron de acompañantes se les pensaron distintas actividades desde charlas, una de ellas fue brindada por Maximiliano Fisher (CONAE) y actividades grupales vinculadas con los mismos problemas que estaban resolviendo los chicos. De todo lo antedicho, podemos concluir, que lo importante en este evento fue más allá de la resolución del problema en sí mismo. Utilizando la metodología de aprendizaje basado en problemas, lo que en realidad se busca es que los estudiantes desarrollen habilidades de comunicación, pensamiento crítico, iniciativa y creatividad; interacción social y trabajo colaborativo. También se busca favorecer en los estudiantes una actitud proactiva y emprendedora a través de la concretización de una idea en un proyecto con impacto positivo en el entorno. Como verás, desarrollar estas características va mucho más allá de la capacidad de resolver un problema, sino que hacen a la formación general y a su vida futura.

En un descanso del trabajo por grupos (Foto: M. Banús)



## CIENCIA, TECNOLOGÍA Y EDUCACIÓN PARA NUESTROS ESTUDIANTES

El valor de este tipo de encuentros claramente puede analizarse desde varios aspectos. Uno de ellos es poder entender cómo impacta el desarrollo de la ciencia y la tecnología en nuestra vida cotidiana ya que al intentar resolver los problemas propuestos, los estudiantes deberán tomar conciencia de los alcances de la ciencia y la posibilidad de resolver muchos de nuestros problemas diarios. Pero ¿sólo podemos resolver inconvenientes? ¿Acaso no podemos aplicar los avances científicos para mejorar la calidad de vida? Al respecto, entrevistamos a otro de los organizadores del evento, Hernán Miguel



Lic. en Física, Dr. en Filosofía, Especialista en contenidos curriculares de Ciencias Naturales en el Ministerio de Educación de CABA, Profesor Titular de la UBA.

#### ¿POR QUÉ INVESTIGAMOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA? ¿CÓMO PUEDE MEJORAR NUESTRA CALIDAD DE VIDA?

HM: La investigación científica y tecnológica es un modo de estar en el mundo para los seres humanos. Desde chicos observamos, nos asombramos, conocemos y luego podemos prever. Los conocimientos en ciencias naturales y en desarrollos tecnológicos van desde facilitar las cosas que necesitamos como la obtención de alimentos, hasta permitirnos diseñar y construir un mundo mejor para los seres humanos y el resto de las especies. Sin duda, al igual que el arte, la danza y la música, la ciencia y la tecnología son parte de la cultura que la humanidad genera espontáneamente. La mejora de la calidad de vida, es un ejemplo excelente. Ya los pueblos de cultura milenaria tenían muchos conocimientos para conservar o recuperar el estado de salud. Hoy la medicina llega a niveles de intervención antes impensables al permitir transplantes de órganos y tejidos, implantes para los hipocúscicos y ciegos, exoesqueletos y un sinnúmero de agregados para recuperar funciones perdidas o incluso adquirir las que no tuvimos desde el nacimiento. Podemos imaginar que hay diferentes motivaciones para la investigación en ciencias y en tecnología. Por ejemplo, la humanidad siempre se ha preguntado por los límites. Por qué los pájaros pueden volar y nosotros no? por qué los peces pueden ir al fondo de los océanos? Podremos visitar y vivir en otros planetas? Por qué no podemos vivir más años que los habituales para nuestra especie en cada entorno? Esto da lugar a un tipo de motor para la investigación que me gusta asociarlo con el mito de liberarnos de los límites. Hay una forma en que los humanos nos entusiasmos fácilmente y es en tratar de llegar más lejos de lo que se ha podido hasta ahora. Es así que hay investigaciones para encontrar planetas extrasolares que ha arrojado ya alrededor de 3.000 planetas fuera de nuestro sistema y con este tipo de motor se alimentan investigaciones como las de evitar el envejecimiento celular, armar ciudades submarinas, estaciones espaciales similares a ciudades, etc. Este mito de poder derribar los límites, se junta con el relato del arca de Noé y tenemos la tentación de trabajar para la migración de la Tierra hacia otros mundos.

Otro tipo de motivación proviene de la mejora del confort, me gusta nombrarlo como la caverna reciclada. En esta línea se ubican todas las mejoras tecnológicas. Esta motivación es bastante concreta y podemos identificar el aire acondicionado, los electrodomésticos, el control de la casa mediante el celular, etc. Esta motivación es la que parece tener utilidad. Cuando los estudiantes pre-



Hernán Miguel durante la apertura del hackatón

guntan para qué me sirve estudiar ciencias, los docentes suelen acudir a mostrar este tipo de aplicaciones. Pero en mi opinión es la más pobre de las motivaciones. Un tercer modo de entender la investigación es diseñar y construir un mundo diferente al que recibimos, o debíamos decir, al mundo que nos recibe. Al nacer nuestra conciencia, nos damos cuenta de en qué mundo estamos, y podemos decidir construir un futuro diferente al presente que observamos. Allí las ciencias y la tecnología pueden estar al servicio de ese diseño del futuro, y podremos decidir qué tipo de mundo queremos dejar a las siguientes generaciones. Esta motivación es sin duda la que parece más humana, incluso capaz de entender una humanidad extendida en la que los derechos de los animales estén fundamentados por la investigación científica y tecnológica.

**MUCHOS DE LOS LECTORES DE NUESTRA REVISTA SON ALUMNOS DE BIOLOGÍA O MEDICINA, DOCENTES DE ESCUELA MEDIA O ESTUDIANTES DE PROFESORADO. ¿CÓMO PODEMOS RELACIONAR BIOLOGÍA Y ESPACIO? ¿POR QUÉ PUEDE SER IMPORTANTE HABLAR DE SATÉLITES? ¿PODEMOS FANTASEAR QUE LAS SOLUCIONES A NUESTROS PROBLEMAS VENDRÁN DEL ESPACIO EXTERIOR?**

HM: Por una parte el estudio del surgimiento de la vida en nuestro planeta ha dado indicios interesantes de las posibilidades de vida en otros planetas. Los restos de un meteorito encontrado en la Antártida y que suponen los expertos que provino de Marte, muestra estructuras similares a las de seres vivos. Las pruebas de trampas biológicas han dado resultados positivos en la atmósfera marciana, los cometas están llenos de química orgánica e incluso en las nubes de gas encontramos compuestos indispensables para la vida. Todo esto, descubierto y estudiado desde la década del 70 del siglo pasado ha dado un impulso importante a la exobiología. Otros impulsos para la investigación biológica en relación con el espacio se refieren al desarrollo de bacterias y otras formas de vida que puedan generar oxígeno y así "plantarlas" en los nuevos planetas para generar condiciones más favorables para habitarlos. Muchos desarrollos se relacionan con estudiar seres vivos que sobreviven en condiciones muy adversas, como cerca de los géisers u otros lugares que parecen ser hostiles para la vida. Quizás al rompecabezas de cómo se generó la vida en la Tierra todavía le falten algunas piezas que finalmente podrán ser agregadas una vez que se conozcan más fenómenos biológicos fuera de la Tierra. Por otra parte, la tecnología espacial está disponible para que diseñemos modos novedosos de control de epidemias, seguimiento de animales, monitoreo de la biota en algunos de sus aspectos de interés, mapeo de los curso de nutrientes que van desde el desierto del Sahara hasta el norte de sudamérica, sensado de las condiciones de radiación UV en cada zona del terreno, etc. Todo ello podría optimizar los esfuerzos que se realicen para conservar la salud y preservar la vida de otras especies en el entorno. En pocas palabras, la tecnología espacial puede apuntarse para afuera o para adentro del planeta.

**LA NASA ORGANIZA Y OTRAS INSTITUCIONES LOCALES COMO CONAE, INVAP ACOMPAÑAN. ¿BUSCAN CON ESTO UN SEMILLERO DE JÓVENES INTERESADOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA? ¿QUÉ ACOMPAÑAMIENTO BRINDAN ESTAS INSTITUCIONES LUEGO DEL ENCUENTRO?**

HM: En primer lugar se busca que las ciencias y las tecnologías tengan una presencia en las escuelas desde los desafíos que quedan por resolver o abordar. La enseñanza de las ciencias naturales durante mucho tiempo se enfocaba primordialmente en transmitir los contenidos ya obtenidos por los expertos. Es decir, parecía importante que los ciudadanos conocieran las leyes de Newton, los dispositivos para armar una palanca, las ecuaciones de los circuitos, etc. Los contenidos con-

ceptuales parecían tener primacía sobre otras cuestiones. Pero ocurrieron varios efectos no deseados en ese tipo de planificación. Por una parte los contenidos conceptuales están cada vez más a la mano de cualquiera por varios canales de acceso al conocimiento. Por otra parte conocer lo que ya se sabe no constituye en sí mismo un motivo de interés para el estudio. Es así que las escuelas en todo el mundo han advertido que los estudiantes aprenden mucho más cuando se involucran en un proyecto cuyo desarrollo está abierto. Es en este sentido que "Desafíos científicos" tuvo un gran éxito con los estudiantes. Es el momento donde ellos mismos están construyendo el futuro, diseñando objetos, procesos y métodos que hasta el momento no han aprendido, incluso diseñando objetos inexistentes hasta el momento. En esas condiciones la creatividad tiene liberado el camino. No se les pide que reproduzcan nada, tienen que crear. Y esa consigna es mucho más interesante que replicar. También impide aquello que se ha transformado en una enfermedad crónica en el estudio que es la memoria puesta al servicio de repetir sin comprender. En estas condiciones la enseñanza de las ciencias naturales realmente puede despertar vocaciones. La verdadera pasión por la investigación surge en las zonas en las que todavía no hay consenso acerca de cómo lidiar con esos problemas o desafíos. En este sentido se busca que, si algún estudiante tiene su pequeña vocación disponible para las ciencias y la tecnología, que verdaderamente se lo estimule y no se lo obture. Y si no le interesa para continuar con sus estudios, al menos como ciudadano comprende el modo en que estas áreas del pensamiento funcionan. Si luego de esto nos concentramos en la idea de semillero, habrán ocurrido dos grandes modificaciones: varios jóvenes estarán decididos a formar parte de esa aventura humana y los que no, estarán en condiciones de decidir el tipo de financiamiento y los motivos por los que apoyarían esos desarrollos aún sin formar parte activa de esos recorridos.



Charlas informativas y motivacionales a cargo de especialistas de NASA y CONAE. (Foto: M. Banús)

Otro de los aspectos sobresalientes de este encuentro es la experiencia formativa y de trabajo colaborativo que adquieren o perfeccionan los estudiantes. También que sus docentes puedan verlos trabajar en un ámbito diferente al del aula, interactuando con pares. Al respecto, consultamos:

**ALGUNOS PODRÍAN PENSAR QUE ESTA ACTIVIDAD RESULTA FORMATIVA PARA AQUELLOS ESTUDIANTES QUE VAN A SEGUIR CARRERAS COMO INGENIERÍA, INFORMÁTICA, ETC. PERO ¿POR QUÉ PODEMOS DECIRLES A LOS DOCENTES QUE ESTA ACTIVIDAD ES FORMATIVA PARA CUALQUIER ALUMNO? ¿PODRÍA APLICARSE ESTE FORMATO DE TRABAJO COLABORATIVO EN OTRAS ÁREAS?**

HM: En efecto puede aparecer la fantasía de que esta modalidad entusiasma a los estudiantes que van a seguir ciencias, pero eso sería un error. Lo que entusiasma a los estudiantes es que les demos la palabra, que les demos espacio para lo que tienen para decir. Eso no significa que es un recreo, es una modalidad

en la que una de las partes del contrato educativo tiene algo con qué contribuir. La parte notoria es que en estos episodios se da prioridad a lo que tienen para contribuir aquellos que se supone que tienen que realizar aprendizajes. Es cierto que los docentes aprendemos mucho de todo esto, pero no hay que perder de vista que es una modalidad para gestionar el aprendizaje de los estudiantes. Esta modalidad de trabajo por proyectos tampoco es nueva. Lo que ocurre en estos encuentros es que se transforma la actividad en una celebración del aprendizaje y la creatividad. Se pone en primer plano la capacidad de todo estudiante en generar novedades. El desafío para un docente es planificar sus clases dejando espacio para esas novedades. En cuanto a las disciplinas, hay hackatones de lectura, de escritura, de resolución de conflictos sociales, de debate y argumentación, etc. La modalidad no está restringida a la enseñanza de las ciencias naturales y la tecnología.

**¿QUÉ IMPRESIONES HAS RECOGIDO AL FINAL DE LAS JORNADAS TANTO DE LOS ESTUDIANTES PARTICIPANTES COMO DE LOS DOCENTES QUE ACOMPAÑARON?**

HM: Por supuesto los estudiantes estaban felices. Pero no debemos confundirnos con esa felicidad. Tengamos en cuenta que todo estudiante que estaba participando había elegido participar. Sin embargo, debemos destacar que hubo detalles para tomar en cuenta sobre los estudiantes que habiendo asistido voluntariamente no querían sumarse a las consignas tal como estaban. El modo en que los propios miembros del equipo pudieron gestionar sus vínculos al conocerse recién allí, pone en primer plano la capacidad que tienen de lograr un trabajo colaborativo a pesar de la diversidad de disposición para seguir las consignas. Por otra parte los docentes celebraron de manera unánime la convocatoria a este tipo de actividades, señalando que cada vez que se les da la oportunidad a los estudiantes de desarrollar sus habilidades, nos sorprenden gratamente. Señalan que esto puede ser un modo de trabajo que modifique sustancialmente la valorización del espacio escolar.

**¿QUÉ ROL SE ATRIBUYE A LOS TUTORES Y MENTORES QUE ACOMPAÑARON Y GUIARON LAS JORNADAS? ¿CUÁLES FUERON LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ELLOS Y DE LOS JURADOS?**

HM: El rol del tutor es fundamental en el sentido de gestionar el aprendizaje y avance del otro sin poner en juego su propio conocimiento. Para cualquier docente es muy tentador y muy fácil responder con conocimientos relevantes que podrían sumar a la solución. Pero cada una de estas respuestas es una oportunidad perdida para el aprendizaje de los estudiantes. Los estudiantes y los docentes están acostumbrados a esa relación. Ellos preguntan y el docente responde. Y así unos y otros creen que avanzan y aprenden, cuando en realidad los estudiantes “se enteran” en vez de aprender. Aprender es algo que ocurre al sujeto que es capaz de conectar un conocimiento con el resto de los conocimientos y que le imprime algo emocional que garantiza su permanencia en la red de conocimientos. Cuanto más lo conecta o cuanto más emotivo sea la aparición de ese contenido, tanto más estará disponible para ponerlo en acción cuando sea relevante. Por este motivo, si al estudiante se le responde el resultado de una pregunta, eso completa un casillero cuya motivación es mínima mientras que si se lo conduce hasta estar en el umbral de crear ella misma los conceptos necesarios, esos conceptos serán una construcción propia, necesaria para comprender aquello que le resultaba paradójico y jamás abandonará el modo de construcción de conceptos. Todo eso nos lleva a pensar el rol del tutor como alguien que debe morderse la lengua antes que responder lo que ya sabe. Debe atraer a los estudian-



Trabajo por grupos y tutores en plena acción (Foto: M. Banús)

tes al umbral de los conocimientos que cree que son relevantes, incluso puede impulsarlos a buscar más allá de sus propios conocimientos. El tutor no es el que sabe sobre el problema, es el que sabe gestionar el aprendizaje del otro. Tuvimos tres reuniones con los tutores para que entre todos construyéramos criterios de intervención. Ellos mismos decidieron qué tipo de intervención debería hacerse en los grupos frente a ciertas dificultades que podían enfrentar. Ninguna de esas intervenciones incluía contarles algo. Toda intervención estaba enfocada en generar el avance, la búsqueda, la discusión, el diálogo y la toma de decisiones grupal. Los tutores son cruciales en este tipo de actividades.

**¿PODRÍAS ASEGURAR QUE ESTE EVENTO QUE SE DESARROLLÓ POR PRIMERA VEZ EN BUENOS AIRES VINO PARA QUEDARSE?**

HM: Es difícil asegurar cosas tan complejas, pero puedo decir que una vez llegados a una masa crítica de estos episodios, no hay vuelta atrás. El trabajo por proyectos de modo colaborativo y con énfasis en la libertad para crear, es un viaje de ida. No hay modo de que los estudiantes vuelvan a entusiasmarse con modalidades menos participativas una vez que probaron estas otras. Esperamos que los docentes puedan implementar de manera sistemática esta modalidad que, como dijimos anteriormente, no es nueva, pero que suele tener un lugar en un abanico más grande de propuestas más tradicionales. La idea es que puedan ir ganando espacio y producir un tipo de actividad en la propia escuela en la que los estudiantes vuelvan a ser los que demandan conocimiento.

**POR ÚLTIMO, A NIVEL PERSONAL ¿QUÉ SENSACIONES TE DEJA HABER SIDO PARTE DE ESTE PRIMER HACKATÓN PARA ESTUDIANTES DE ESCUELAS SECUNDARIAS DE LA CIUDAD?**

HM: Tengo la tendencia a ver cada acción disruptiva en el sistema educativo como un episodio histórico y éste sin duda lo es en varios sentidos. Es la primera vez que el Ministerio y la NASA se juntan para realizar una actividad simultánea en distintas ciudades del mundo. Es una oportunidad histórica en la que también se integraron estudiantes de escuelas técnicas con escuelas medias de bachillerato, la actividad contaba con plaquetas arduino facilitadas por una empresa nacional, los jurados incluyeron profesores de los profesorado de física de la Ciudad, los estudiantes no se conocían y conformaron grupos que siguieron en contacto luego del encuentro, etc. Todas estas características hicieron de este episodio un evento histórico importante para el sistema educativo. Los docentes que asistieron vieron la viabilidad de transformar en un proyecto de articulación de varias asignaturas cada uno de los problemas que desafiaban a los estudiantes. De este modo un problema asociado al uso social de los satélites o el GPS se puede ver como un articulador de toda la currícula de la escuela, o gran parte de sus contenidos.



Se discutió el sentido de la enseñanza de las ciencias y la tecnología en la escuela a la luz de los desafíos que nuestro país enfrentará en las próximas décadas. No me caben dudas de que fue un evento muy importante que podría aprovecharse como un punto fijo donde afirmarnos para mover al sistema educativo hacia los objetivos que nos planteamos para este milenio. Estos objetivos se dirigen a que la enseñanza escolar pueda promover las capacidades cognitivas con las que cada ciudadano tendrá que manejarse en su vida. Y promover capacidades no es lo mismo que recordar contenidos. Las capacidades ponen en juego los contenidos. Éste es el gran desafío para la educación en las escuelas.

Nos quedaríamos horas conversando con Hernán a cerca de la enseñanza de las ciencias, pero preferimos comprometerlo para otro número de EW, donde podamos explayarnos sobre el tema. Y no solo las palabras de los coordinadores fueron importantes. Como tutora pude recoger la opinión de otros colegas, como Fernando Estonllo y Dolores Marino: Todos coincidimos en ese entusiasmo contagioso, esa fresca alegría adolescente y esa maravilla que resulta del trabajo colaborativo. Esa sensación de “haberlos visto crecer” solo en 48 hs, porque la responsabilidad del desafío los había posicionado en otro lugar. Gabriela Jiménez, Profesora de Física y jurado del evento decía: Un placer haber actuado como jurado en el evento. Tarea más que difícil con la cantidad y calidad de las propuestas originales. Sigamos apostando a la educación!!!! Micaela y Victoria, alumnas de Saint Mary of the Hills destacaron la organización del evento, la calidad de las charlas dadas por los especialistas, la experiencia enriquecedora para los estudiantes que nutre más allá del hackatón en sí y lamentaron que por ser de una escuela de Pilar, no pudieron participar, pero asistieron muy entusiasmadas a colaborar con los organizadores y a enterarse desde adentro, de que se trataba este evento. Frases como “Gracias por poner en movimiento a los cerebros jóvenes para resolver estos problemas”; o “Nos llevamos de estas jornadas la experiencia de haber trabajado con chicos que ayer conocimos, hoy somos un equipo” eran las palabras de despedida de los estudiantes que participaron en los diferentes grupos. La profesora Lucía Bagini del Nacional 17 nos decía: *Siempre que llevo alumnos a participar de actividades fuera del contexto escolar, afirmo mi convicción de que en algo tiene que cambiar la educación. Ser parte de “Desafíos Científicos” fue una experiencia más que enriquecedora para los estudiantes y docentes participantes, una instancia de aprendizaje significativo, colaborativo y motivador. Donde los alumnos aprendieron en la diversidad que son capaces de desafiar el desinterés general que transmite la escuela. Y por supuesto nos sentimos orgullosas de formar parte del equipo elegido por el público Desafío “Tiempo al tiempo” Proyecto “Eco-Game”.* Otra docente acompañante nos escribía: *“El ambiente que pudimos ver fue ex-*

*celente, chicos de muy diferentes formaciones secundarias compartiendo una mesa de trabajo en armonía y con espíritu de grupo. Una maravilla. Muy probablemente dentro de 20 años, algún técnico o científico relevante dirá que todo comenzó el día en que lo invitaron a participar del primer Hackatón que se hizo en Argentina y descubrió que el mundo de la ciencia y de la técnica era su pasión. Es imposible de medir ahora la importancia de lo que hicieron.”*

Después de todas estas palabras y reflexiones, imposible no entusiasmarse, sabiendo que todavía queda mucho por hacer y mejorar. Ya estamos pensando en los Desafíos 2017.

<https://www.youtube.com/watch?v=9LH39UmdDzI>

María del Carmen Banús ●

[Volver](#)



**María del Carmen Banús**  
Lic. En Ciencias Biológicas  
Coordinadora de Biología, CBC-UBA



**Jennifer Micó**  
Lic. en Letras, UBA; viajera  
incansable y preocupada por  
un mundo más verde  
jennifermico@gmail.com,  
@elmonoambiente

## CONVERSACIONES CON FACUNDO MANES

“El cerebro humano es la estructura más compleja en el universo. Tanto, que se propone el desafío de entenderse a sí mismo. El cerebro dicta toda nuestra actividad mental –desde procesos inconscientes, como respirar, hasta los pensamientos filosóficos más elaborados– y contiene más neuronas que las estrellas existentes en la galaxia. Por miles de años, la civilización se ha preguntado sobre el origen del pensamiento, la conciencia, la interacción social, la creatividad, la percepción, el libre albedrío y la emoción. Hasta hace algunas décadas, estas preguntas eran abordadas únicamente por filósofos, artistas, líderes religiosos y científicos que trabajaban aisladamente; en los últimos años, las neurociencias emergieron como una nueva herramienta para intentar entender estos enigmas”.  
(Fragmento de Usar el cerebro. Conocer nuestra mente para vivir mejor. Facundo Manes y Mateo Niro)

Sobre el cierre de esta edición tuvimos la fortuna de poder entrevistar brevemente al Dr. Facundo Manes, que en su apretadísima agenda nos hizo un lugarcito al saber quiénes éramos y cuál era el origen de nuestra revista. Y aunque nos quedamos con ganas de preguntar mucho más, valoramos su interés de querer colaborar con nosotros, como miembros de la Universidad de Buenos Aires, que fue también su universidad. Si no lo conocés, te contamos algo de su biografía y lo que conversamos con él.

¿Por qué tanta gente se interesa por las neurociencias ahora? ¿Qué hay de bueno y de malo en esto? ¿Cree que el auge de las neurociencias traerá un comportamiento reduccionista en la investigación así como, 30 o 40 años atrás durante el auge de la biología molecular, todo se tra-

tó de explicar a través de los genes? Yo celebro el interés de las personas por los conocimientos que brindan las neurociencias. Es una tendencia mundial que no escapa a la Argentina. Y siento la responsabilidad y el compromiso de contribuir a ello. ¿Por qué? Porque estoy convencido de que cuanto más conocemos algo, más podemos cuidarlo y protegerlo. Y como casi todo lo que hacemos, lo hacemos con el cerebro, este saber puede redundar en una mejor calidad de vida de las personas. En cuanto al reduccionismo, en los libros y en todos los textos de divulgación soy muy cuidadoso en señalar que el factor social, la historia y las culturas son claves a la hora de explicar los comportamientos y muchas cuestiones vinculadas con el cerebro. En las primeras páginas de Usar el cerebro hacemos hincapié en los límites y alcances de las neurociencias. Por su parte, El cerebro

argentino es una invitación a pensar-nos como comunidad advirtiendo que en su anatomía los cerebros no presentan sustanciales diferencias: claro que no hay diferencias entre el cerebro de un argentino, el de un francés, el de un sudafricano o el de un chino. ¿Qué es lo que cambia? La cultura, el factor social. El desarrollo de un cerebro se da por la interacción de los factores genéticos, las experiencias de vida y el contexto. Esto es base en las neurociencias, y además, las neurociencias mismas son una corriente de estudio que parte de la interdisciplina: psicólogos, neurólogos, pedagogos, físicos, biólogos, músicos y profesionales de otras disciplinas trabajan en conjunto. Por lo tanto, no creo que pueda caerse en un reduccionismo.

La obsesión por la juventud llegó también a nuestro cerebro. Existe una paradoja en la que soñamos

Facundo Manes es neurólogo y neurocientífico. Vivió su infancia y adolescencia en Arroyo Dulce y Salto, (provincia de Buenos Aires), hasta que llegó a la Ciudad para estudiar en la Facultad de Medicina de la UBA donde se graduó en 1992 y, luego, en la Universidad de Cambridge, Inglaterra (PhD in Sciences). Una vez concluida su formación de posgrado en el exterior (Estados Unidos e Inglaterra) regresó al país con el firme compromiso de desarrollar recursos locales a fin de mejorar los estándares clínicos y de investigación en neurociencias cognitivas y neuropsiquiatría. Es rector de la Universidad Favaloro. Creó y dirige INECO (Instituto de Neurología Cognitiva) y el Instituto de Neurociencias de la Fundación Favaloro. Ambos centros son considerados hoy instituciones de vanguardia que lideran el campo de las neurociencias en América Latina, convirtiéndose en centros de referencia internacional para la investigación en neurociencias cognitivas y neuropsiquiatría.



Preside la World Federation of Neurology Research Group on Aphasia, Dementia and Cognitive Disorders. Es profesor de Neurología y Neurociencias Cognitivas de la Facultad de Medicina y de Psicología de la Universidad Favaloro y de Psicología Experimental en University of South Carolina, EE. UU. Es profesor visitante del Departamento de Neurología de University of California San Francisco (EE. UU) y de Macquarie University (Sydney, Australia). Es investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina y del Australian Research Council (ACR) Centre of Excellence in Cognition and its Disorders. Su área actual de investigación es la neurobiología de los procesos mentales, particularmente los mecanismos neurales involucrados en la toma de decisiones y la conducta social. Su equipo ha trabajado intensamente en el desarrollo de baterías cognitivas y tests de screening destinados a facilitar el diagnóstico temprano de las demencias. Cree en la importancia de la divulgación científica en la sociedad. Condujo programas de televisión y escribe artículos de divulgación científica. Está convencido de que la riqueza de un país se mide por el valor del capital humano, la educación, la ciencia y la tecnología, y que allí está la base del desarrollo social. (Tomado de <https://facundomanes.com/>)



Facundo Manes en Ciudad Universitaria, Pabellón III, dando una charla a los alumnos de proyectual

con un cerebro inteligente, lleno de experiencias y saberes pero lo queremos flexible y fresco como el de un niño de 9 años. ¿Por qué cree que valoramos más aprender chino mandarín que todo el conocimiento que fuimos adquiriendo a lo largo de los años? ¿Cómo debemos manejar esta insatisfacción? Desde ya, considero que debemos valorar cada etapa de la vida con sus características. Pero voy a tomar algo de esto que me parece que es muy útil. Está bien que no perdamos el afán por aprender en ninguna etapa, particularmente, en la edad adulta. Esta actitud y esta práctica nos ayuda a mantener nuestra mente activa y saludable. Es fundamental proponernos desafíos que nos obliguen a salir de nuestra zona de confort. Así, aprender idiomas, tener hobbies y nuevos intereses son beneficiosos para nuestro cerebro. Entonces tenemos que dejar de pensar que la etapa activa es la juventud. Por eso suelo decir que tenemos que jubilarnos de las obligaciones pero no de aquello que nos gusta. Es fundamental valorar y aprovechar el conocimiento y la experiencia ganados por los años. Un simple ejemplo, es probable que a una persona mayor le tome más tiempo que a una joven resolver un crucigrama pero al final la cantidad de respuestas correctas va a ser mayor.

¿Cuánto de emocional y cuánto de racional hay en las de-

cisiones que tomamos a diario? (Por ejemplo, elegir a un político que nos gobierne, una pareja o una carrera de estudios) Los seres humanos somos básicamente seres emocionales. Esto quiere decir que las emociones tienen un rol mucho más importante y trascendente del que pensamos. Y esto no es algo negativo. Nos gusta pensarnos más racionales de lo que en verdad somos. En nuestra vida diaria tomamos cientos de decisiones que requieren una rapidez tal que no puede resolverse de manera lenta sopesando siempre los pros y las contras. Por supuesto que hay decisiones que tomamos de esta forma, pero mayoritariamente lo hacemos utilizando un mecanismo que se basa en la información aprendida a partir de la experiencia, el contexto y las emociones. Luego, damos una explicación racional de esas decisiones que tomamos. El caso de las decisiones políticas que me preguntás ha sido estudiado en Estados Unidos. En Usar el cerebro explicamos una de las investigaciones realizadas por Alexander Todorov, de la Universidad de Princeton. Este investigador estudió el rol de la apariencia facial en la elección de los candidatos. Se les mostraba a las personas que participaron del estudio fotos de políticos que no conocían. Según lo intuyeran, tenían que decir si les parecía una persona competente o no. Lo sorprendente fue que los participantes predijeron los ganadores de las elecciones en un 70 %

a partir de estos juicios faciales. Estudios de este tipo sugieren que, si bien muchas veces el voto se decide a partir de una deliberación racional, es también influenciado por juicios rápidos e inconscientes.

**Usted, en una de sus charlas dijo que: “El cerebro aprende con la inspiración, cuando algo nos motiva o cuando algo es un ejemplo”. Seguidamente, comentó el experimento realizado en Estados Unidos con niños que eran sometidos a clases de chino, empleando diferentes modalidades. Teniendo en cuenta el resultado del experimento, donde únicamente los niños que aprendían con profesores presenciales lograban adquirir cierto nivel de conocimiento, ¿qué opina de las aulas virtuales y de la enseñanza virtual?** Para repasar un poco el experimento, efectivamente se les enseñaba chino a niños que no conocían esta lengua y para ello se los dividía en tres grupos: uno interactuaba con un hablante del idioma chino en vivo; otro grupo veía la misma clase a través de un televisor; y un tercer grupo escuchaba chino a través de auriculares. El tiempo de exposición y el contenido eran siempre los mismos. Después del entrenamiento, se relevó que solo quienes estuvieron en contacto presencial con la persona en vivo pudieron distinguir sonidos con un rendimiento similar al de un niño

nativo chino. Los niños que habían estado expuestos al idioma chino a través del video o de sonidos grabados no aprendieron a distinguir sonidos y su rendimiento fue similar al de bebés que no habían recibido entrenamiento. La principal conclusión que podemos destacar de este experimento es que el contacto cara a cara, la interacción y la contención que se puede dar en presencia es irremplazable. El contacto cara a cara genera mayor motivación y sabemos que la motivación genera atención y todo esto redundará en el aprendizaje. Entonces, este dato debe ser considerado, especialmente, en contextos de enseñanza destinados a los niños. Y nos sirven para pensar el rol del docente y también las limitaciones de la enseñanza virtual. La educación a distancia es importante, pero nunca va a reemplazar al factor humano, al docente, porque su presencia es importante.

**N**os despedimos con ganas de haber ahondado y profundizado en los misterios de un órgano que sorprende y maravilla día a día. Pero estamos seguros que nos volveremos a cruzar

Banús - Micó ●

[Volver](#)

“Por ejemplo, la neuroeducación tiene como objetivo el desarrollo de nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje, al combinar la pedagogía y los hallazgos en la neurobiología y las ciencias cognitivas. Se trata así de la suma de esfuerzos entre científicos y educadores, haciendo hincapié en la importancia de las modificaciones que se producen en el cerebro a edad temprana para el desarrollo de capacidades de aprendizaje y conducta que luego nos caracterizan como adultos. (Fragmento de Usar el cerebro. Conocer nuestra mente para vivir mejor. F. Manes y M. Niro)

**STAFF**

**Elementalwatson “la” revista**

Revista cuatrimestral de divulgación  
Año 7, número 21

Universidad de Buenos Aires  
Ciclo Básico Común (CBC)  
Departamento de Biología  
Cátedra F. Surribas - Banús  
PB. Pabellón III, Ciudad Universitaria  
Avda. Intendente Cantilo s/n  
CABA, Argentina

**Propietarios:**

María del Carmen Banús  
Carlos E. Bertrán

**Editor Director:**

María del Carmen Banús

**Escriben en este número:**

Alejandro Ayala  
María del Carmen Banús  
Adrián Fernández  
Edgardo Hernández  
Jennifer Micó  
Víctor Panza

**Diseño:**

Guillermo Orellana

revista\_elementalwatson@yahoo.com.ar  
www.elementalwatson.com.  
ar/larevista.html

**54 011 4789-6067**

Todos los derechos reservados;  
reproducción parcial o total  
con permiso previo del  
Editor y cita de fuente.

Registro de la propiedad intelectual  
N° 841211

ISSN 1853-032X

Las opiniones vertidas en los  
artículos son responsabilidad  
exclusiva de sus autores no  
comprometiendo posición del editor

**Imagen de tapa:**

“Límite”  
Óleo sobre papel entelado, año 2012  
María del Carmen Banús

**NOS VEMOS EN ABRIL.!!**

**CORREO DE LECTORES (Comunicate con nosotros!)**  
revista\_elementalwatson@yahoo.com.ar

**Elemental Watson** LA REVISTA

DICIEMBRE 2016

