

# El boson de Higgs expectante

**Arturo Fernández Téllez**

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS. BUAP

A poco más de un año de inicio de operaciones del acelerador LHC, se han publicado resultados altamente impactantes y controversiales, que han aparecido en diversos medios de comunicación. Las noticias oficiales, se han presentado al final de las reuniones científicas European Physics Society Conference on High Energy Physics (EPS-HEP) y Lepton-Photon Conference (EPC 2011), celebradas este año en Grenoble (21-27 de julio) y Mumbai (22-27 de agosto), respectivamente.

Los experimentos ATLAS y CMS han logrado registrar y analizar una cantidad enorme de eventos de colisión de protones contra protones, a las energías de aceleración del LHC, que, por ahora, logran hacer chocar a protones

con protones a una energía (del centro de masa) de 7 TeV ( $7 \times 10^{12}$  electrón-Volt, la energía de aceleración más grande que se ha alcanzado en un laboratorio terrestre). El número de eventos almacenados ya rebasó los 14 billones de eventos!; en ponencias de 10, este número corresponde a  $14 \times 10^{12}$  eventos. (En términos un poco más técnicos, decimos que se ha logrado obtener una luminosidad integrada de aproximadamente, 2 femtobar<sup>1</sup>). Esta enorme cantidad de datos, o como se dice más propiamente, "el tamaño de la muestra", es mayor que la muestra que se esperaba obtener al final de este año. Ello se debe al excelente desempeño que ha tenido el acelerador LHC en los últimos meses.

Pasa a la página 3

## Contenido

Editorial: Usos y abusos	2
El boson de Higgs, expectante	3
Efemérides septiembre	13
Neuromodulación la neuroquímica de las emociones	17
Entrevista al doctor Jorge Luis Valente Flores Hernández	19

## 4

Celulas madre



## 8

Factor de Impacto



## 15

Efemérides octubre





**SPINOR**  
dos facetas (información y divulgación)  
de un solo objetivo (comunicar)

**Boletín de la Vicerrectoría de Investigación  
y Estudios de Posgrado**



Año 2 no. 20  
Septiembre-octubre de 2011  
Boletín mensual que se distribuye  
en las unidades académicas  
de la BUAP, también puede obtenerse  
en las oficinas de la VIEP.

Impreso en los talleres de  
El Errante Editor.  
Diseño: Israel Hernández  
El tiraje consta de 5000 ejemplares  
Distribución gratuita

Dirección:  
Vicerrectoría de Investigación  
y Estudios de Posgrado  
Lic. Miguel A. Martínez Barradas  
Investigación y Diseño Editorial  
Calle 4 Sur. No. 303, Centro Histórico  
C.P. 72000, Puebla Pue. México  
Teléfono: (222)2295500 ext. 5729 y 5730  
Fax: (222)2295500 ext. 5631  
Correo: [revistaspinor@gmail.com](mailto:revistaspinor@gmail.com)  
Web: [www.viep.buap.mx](http://www.viep.buap.mx)

**Directorio**

- Dr. Enrique Agüera Ibáñez  
**Rector**
- Dr. José Ramón Eguibar Cuenca  
**Secretario General**
- Dr. Pedro Hugo Hernández Tejeda  
**Vicerrector de Investigación  
y Estudios de Posgrado**
- Dra. Rosario Hernández Huesca  
**Directora General de Estudios  
de Posgrado**
- Dra. Rosa Graciela Montes Miró  
**Directora General de Investigación**
- Dr. José Eduardo Espinosa Rosales  
**Director de Divulgación Científica**
- Dr. Gerardo Martínez Montes  
**Director del Centro Universitario  
de Vinculación**



Editorial

# Usos y abusos

Desde hace tiempo, la calificación de la calidad de los artículos de investigación basada en las citas a las revistas profesionales ha sido muy positiva para estimular la actividad investigadora. Sin embargo, deben considerarse los frecuentes errores de su aplicación indiscriminada. Es muy habitual, confundir el valor científico de un artículo con el de la revista. Igualmente el uso del factor de impacto (FI) entre áreas con distinto número de investigadores activos (a más por área, más citas), la influencia de las modas científicas o las autocitas de algunas publicaciones aumenta ficticiamente su importancia. Por otra parte, hay artículos publicados en revistas tan importantes como *Nature* o *Science*, que no citan a nadie y a veces, un sólo artículo ha catapultado el FI de la revista en un año determinado (*Acta Crystallographica-A* ha subido su FI a 54.3 en el 2010 / *Journal Citation Report*, cuando tenía sólo 2.0 en el 2008 / JCR). Incluso un informe de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Parlamento Británico, publicado el pasado 18 de Julio, ha mostrado su preocupación por la mala aplicación y los vicios asociados a la utilización del FI en la evaluación de la Ciencia.

Los excesos referidos han derivado peligrosamente, además, hacia una auténtica obsesión por las citas entre los científicos de todo el mundo, acusándose a las revistas con mayor FI de ser promotoras de estimular la publicación de resultados arriesgados (para ello, se ha propuesto el llamado *retraction index*, que penaliza a las revistas que se ven obligadas a retirar artículos ya editados, retractándose de su contenido; *New England Journal of Medicine*, *Nature*, *Science* y *Cell* están a la cabeza de la "lista negra"!).

Más preocupante aún es el papel que juegan nuestras revistas con poca trascendencia internacional, listamos algunas como ejemplo:

REVISTA	CITAS TOTALES EN 2010	FACTOR DE IMPACTO
AGROCIENCIA-MEXICO	304	0.294
ANN HEPATOL	484	1.867
J MEX CHEM SOC	125	0.680
REV INVEST CLIN	384	0.409
REV MEX ASTRON ASTR	665	2.500
REV MEX CIENC GEOL	297	1.136
REV MEX FIS	392	0.292
REV MEX ING QUIM	50	0.242

Estos números no invitan a publicar y mejorar nuestra imagen e independencia frente al mundo, por lo cual hay que tomar conciencia y ver estos indicadores en su justa dimensión y, por otro lado, coadyuvar a darle la importancia que merecen nuestras propias publicaciones.

# El boson de Higgs expectante

Desde hace muchos años se han diseñado estrategias de búsqueda de la existencia de la partícula de Higgs que, como sabemos, debería ser una partícula eléctricamente neutra y sin espín, predicha en 1964 por el escocés Peter Higgs, el norteamericano Robert Brout y el científico belga Francois Englert<sup>1</sup>, incorporada en la teoría cuántica de campos para darle masa a las partículas más elementales de la naturaleza, los fermiones y bosones. El método de búsqueda, está basado en la supuesta aparición e inmediato decaimiento (desaparición) del Higgs, convirtiéndose, por ejemplo, en un par de fotones, los cuales son detectados por un tipo especial de detectores de partículas neutras llamados calorímetros electromagnéticos. Si se logra producir el Higgs, los calorímetros de los experimentos ATLAS o CMS, deben ver (registrar) señales muy notorias y aisladas del paso de fotones de muy alta energía. Un análisis más detallado de las señales nos permitiría cuantificar la masa de la partícula de Higgs y anunciar su descubrimiento.

A finales de julio de este año, se generó una enorme expectación, cuando se inauguró la Conferencia de EPS-HEP en Grenoble, Francia, ante la presentación de los resultados más recientes de ATLAS y CMS sobre la búsqueda del Higgs, basados en la enorme muestra de datos que ya hemos mencionado. Después de escuchar la presentación del doctor Bill Murray, científico británico del CERN, representando por primera vez a las colaboraciones de estos dos experimentos, el 27 de julio pasado aprendimos que se ha excluido una enorme "ventana de masa" (intervalo de masa) para el bosón de Higgs, dejando la posibilidad de que

el Higgs, si existe en los términos que lo predice el *Modelo Estándar*, tenga una masa relativamente ligera, entre 125 a 145 GeV. Inclusive, se mostraron gráficas donde se notaban algunos eventos que sobresalían del "ruido", alrededor del rango de 140-145 GeV. Desafortunadamente, la significancia estadística de esta muestra no permite anunciar la "evidencia experimental" de la existencia del Higgs, pues la separación de la señal física, de los eventos que simulan la señal que buscamos, todavía puede atribuirse a fluctuaciones estadísticas del proceso de conteo de eventos. En otras palabras, con los resultados de la conferencias de Grenoble, se logró reducir el margen de maniobra para reclamar la existencia del bosón de Higgs.

No pasó ni un mes para poner a todo mundo de puntillas, pues al inicio de la Lepton-Photon Conference realizada en Mumbai, India, se anunció que se presentarían análisis de datos con el doble de la muestra de eventos presentada en Grenoble. El resultado fue que, además de incrementar aún más la región de exclusión para la masa del Higgs, la significancia estadística de los eventos que exceden las predicciones del *Modelo Estándar*, alrededor de una masa de 125-145 GeV, bajó ligeramente. Esto se puede ver tanto de manera pesimista como positiva: con casi el doble de eventos analizados, no se logró incrementar la significancia de la región donde han encontrado eventos que pasan todas las restricciones que se imponen a las trazas de las partículas que aparecen, una vez que (si existe) el Higgs decae. Esto le baja los ánimos a cualquiera. Por otra parte, esta misma cantidad de datos no fue suficiente para declarar que los eventos prometedores se desecharan y fueran a parar al costal de eventos "ruidosos".

<sup>1</sup> Recientemente, se ha reconocido que el bosón de Higgs es realmente el resultado de las investigaciones de R. Brout y F. Englert; P. Higgs; G. S. Guralnik, C. R. Hagen y T. W. Kibble, quienes publicaron, en el mismo año (1964) tres artículos en la revista Phys. Rev. Letters sus resultados sobre las teorías de norma y sus simetrías internas.



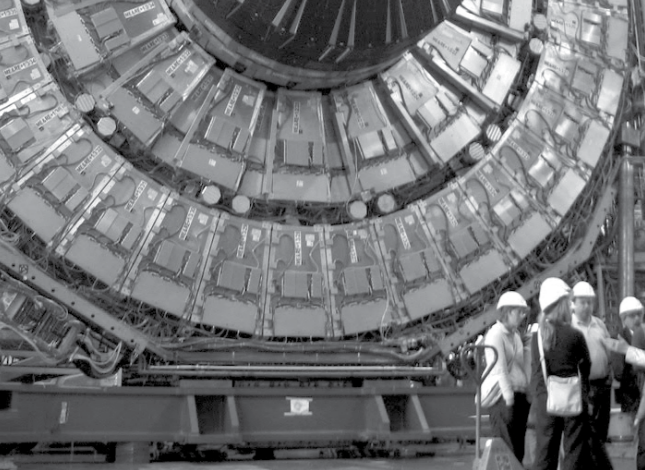
Robert Brout (1928-2011)



Francois Englert (1932)



Peter Higgs (1929)



# Células madre

El futuro cada vez más cerca

Recorrido por las últimas noticias aparecidas en los medios relacionadas con investigaciones con células madre y su futuro potencial como terapias.

Estamos viviendo un momento, en la historia de la física, bastante singular. Momento de expectación para algunos, desencanto de otros y entusiasmo de los demás, porque saben que la espera, de casi 40 años, está por terminar. Cualquiera de las dos posibilidades nos empuja a un nuevo territorio. En caso de que se descubra el Higgs, seguramente aparecerán otras partículas y se confirmarán una buena cantidad de predicciones, asociadas con esa partícula "escalar" (sin espín). Si definitivamente no aparece este bosón, estaremos en presencia de una revolución de ideas que seguramente, requerirán del LHC u otro acelerador más poderoso para confirmar las nuevas ideas del siglo XXI.

Por el momento, no queda más que esperar a que el LHC funcione como en estos momentos, para proveer más eventos de colisión protón-protón; que se revisen y se refinen (¡aun más!) los procesos de búsqueda del Higgs y esperar a que el regalo de fin de año que nos tiene preparado la naturaleza, sea asombroso.

Para terminar, debo decir que científicos mexicanos están participando activamente en la búsqueda del Higgs. Algunos de estos mexicanos trabajan en universidades extranjeras, ya sea como estudiantes de posgrado o "posdocs" de universidades norteamericanas y europeas. Otros colegas de instituciones mexicanas también participamos en esta y otras actividades del Programa Científico del Proyecto LHC-CERN.

**Agradecimientos.** El autor agradece a Mónica Azcarate Sosa (Dirección de Comunicación, BUAP), Gabriel López Castro (Dep. de Física del Cinvestav) y Antonio Ortiz Velázquez (ICN-UNAM) por sus valiosos comentarios y sugerencias en la preparación de este trabajo.

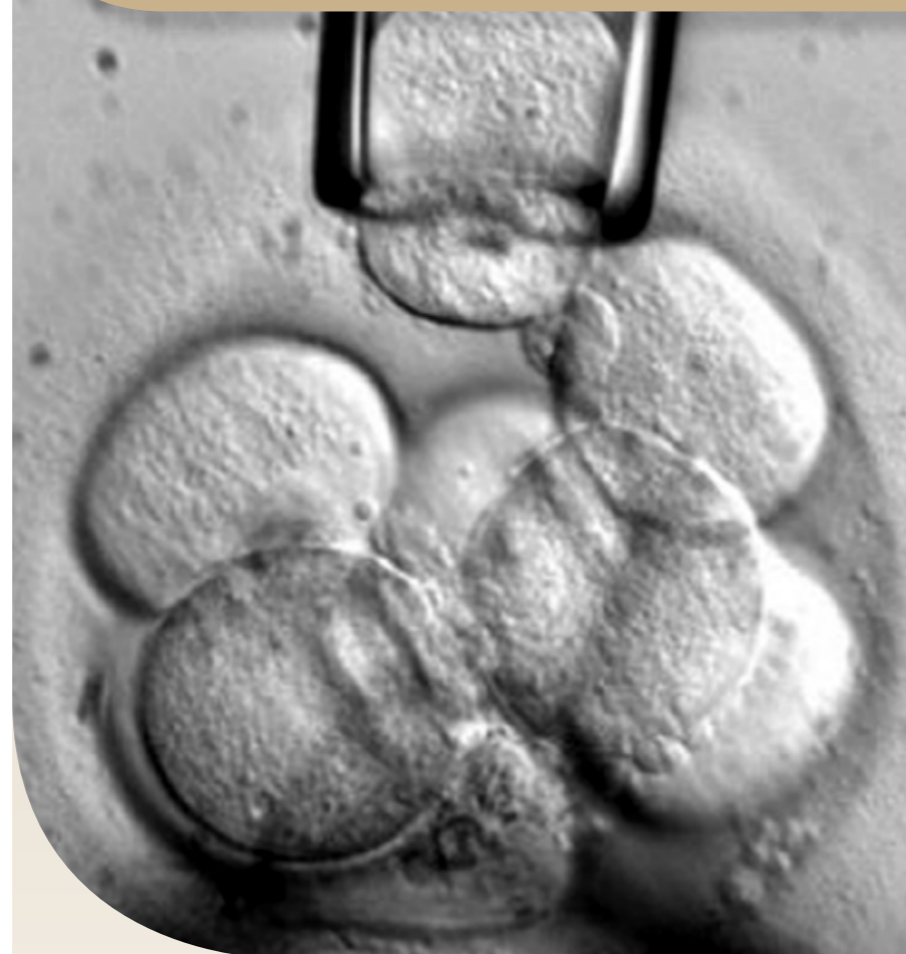


## ¿Qué son las células madre?

Las células madre son un tipo muy concreto de células que se mantienen en un estado de indiferenciación, es decir que no han llegado a convertirse en ningún tipo celular determinado y por lo tanto mantienen todavía la capacidad de convertirse en cualquiera de ellos. Estas células están presentes sobre todo en las primeras fases del proceso embrionario, durante el cual, a partir de una única célula se acaban formando todo el resto de tipos celulares que dan lugar a los diferentes tejidos de un organismo. Tradicionalmente se había considerado que estas células desaparecían en los tejidos adultos una vez que se diferenciaban totalmente, sin embargo, en los últimos años han podido aislarse pequeños grupos de células madre o pluripotenciales en la mayoría de tejidos de nuestro organismo adulto. Estas células permitirán la regeneración del tejido en el caso de lesiones. Pese a que estas células madre adultas han perdido cierta capacidad transformadora, todavía pueden llegar a diferenciarse en una gran cantidad de tipos celulares distintos, aunque no todos.

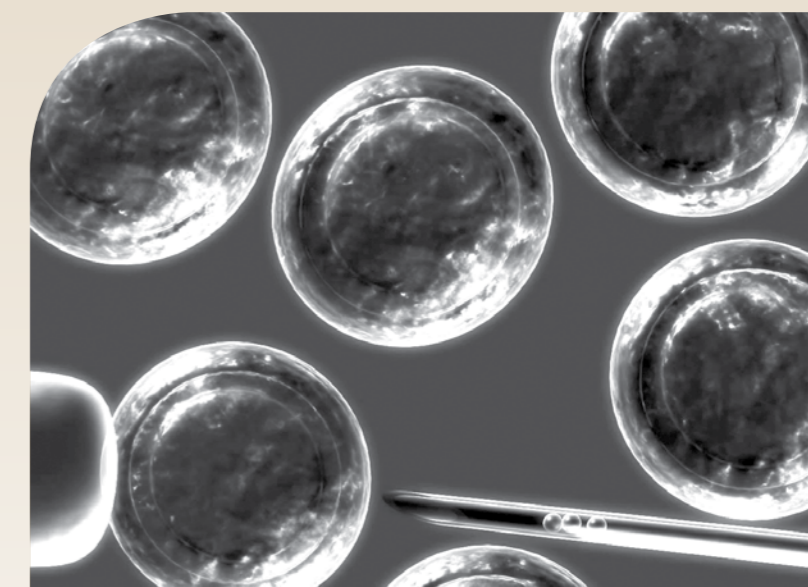
## ¿Cómo pueden obtenerse?

Al día de hoy, se han podido aislar o obtener células madre a partir de diferentes tejidos. Las más conocidas quizás son las células madre embrionarias, que



El de las células madre es un campo tan apasionante como controvertido. Si nos paramos a leer con detenimiento las noticias que van apareciendo sobre el tema podemos concluir que son una de cal y una de arena. Por un lado, algunos científicos intentan hacernos creer que la medicina, en diversas especialidades como el cáncer, las lesiones medulares o incluso los trasplantes de órganos, acabará pasando en un futuro no muy lejano por la terapia con células madre. Otros científicos más escépticos, sin embargo, al mismo tiempo nos alertan de los peligros que estas terapias entrañan e insisten en que todavía sabemos muy pocos de qué son y cómo funcionan estas células como para aventurarnos a hablar todavía de terapias en pacientes. Y mientras tanto, el grueso de científicos dedicados a este área van haciendo avances, y podemos decir sin caer en la exageración, que los hacen a pasos agigantados, a juzgar por la gran cantidad de noticias que generan y teniendo en cuenta lo reactivo que es el mundo de la investigación biomédica a regalarnos resultados positivos.

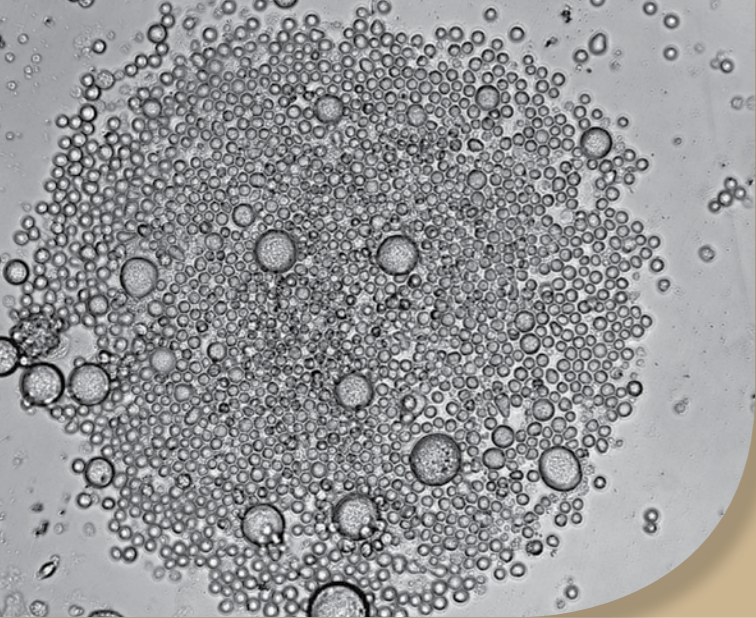
Éste es un campo tremendamente atractivo para médicos e investigadores porque si se llegara a desarrollar una tecnología basada en el uso de células madre se podrían obtener tejidos humanos con los que realizar trasplantes o con los que substituir aquellas células que no funcionan y que nos provocan enfermedades. Por este motivo, actualmente muchos investigadores han centrado sus esfuerzos en investigar estas células, desde todos los puntos de vista: cómo obtenerlas, cómo hacer que crezcan y se reproduzcan, cómo controlar este crecimiento, estudiar su implicación en enfermedades como puede ser el cáncer y finalmente cómo usarlas en nuestro beneficio para curar diferentes enfermedades.



El problema de estas células es que a partir de la sangre del cordón umbilical se pueden obtener muy pocas células viables.

La investigación biomédica está imparable. Tanto es así que los científicos ni siquiera hacen vacaciones y en plena época estival, tradicionalmente vacía de contenidos informativos, no dejan de aparecer noticias relacionadas con los últimos avances en terapia celular. Hagamos un barrido de las últimas noticias aparecidas en los medios relacionadas con investigaciones con células madre y su futuro potencial como terapias.

Fuente: divulgaued.es



Para aislar estas células no es necesaria ninguna intervención, como sucede en el caso de las células obtenidas de la grasa o de la médula ósea, que requieren una punción, pueden ser obtenidas a partir de la sangre del cordón umbilical o bien a partir de tejido embrionario.

pueden ser obtenidas a partir de la sangre del cordón umbilical o bien a partir de tejido embrionario. Estas células, por su carácter embrionario, son las que conservan mayor pluripotencialidad, es decir, mayor capacidad plástica, mayor facilidad para ser moldeadas y convertirse en cualquier otro tipo celular del organismo. Sin embargo, trabajar a partir de estas células supone algunos problemas: el uso de células madre extraídas de restos embrionarios todavía sigue comportando numerosos problemas éticos y morales, motivo por el cual se está desarrollando mucho el uso de células del cordón umbilical. El problema de estas células es que a partir de la sangre del cordón umbilical se pueden obtener muy pocas células viables. Además, estas células pertenecerán a otros individuos, de manera que, en caso que quisiéramos utilizarlas como terapia, correríamos el riesgo de que fueran rechazadas por nuestro organismo. No debemos olvidar que, aunque se trate de un tipo celular muy concreto, su implantación en el organismo no deja de ser un tipo de trasplante (trasplante celular). Estas células conservan una capacidad plástica prácticamente ilimitada, pero ya presentan todos los componentes del sistema inmune propio del individuo al que pertenecen, responsables de los rechazos en los trasplantes entre individuos diferentes.

Por estos motivos, los científicos de todo el mundo se esfuerzan en desarrollar técnicas que permitan aislar y cultivar células madre a partir de tejido adulto. Esto permitiría en un futuro obtener y trasplantar células del propio individuo, evitando los problemas de rechazo. Si bien estas células no poseen toda la capacidad plástica de las células madre embrionarias, mantienen todavía una gran capacidad de generar un gran número de tipos celulares

distintos. A la hora de obtener células pluripotenciales de tejido adulto existen dos alternativas: aislar las células madre del tejido adulto o bien reprogramar una célula ya diferenciada para hacerla volver atrás y convertirla de nuevo en una célula madre. Tras este proceso, estas células pueden dividirse y formar otros tipos diferentes de tejidos, como lo hacen las células madre embrionarias.

#### Últimos avances en la materia

Ya se conocía que a partir de células madre embrionarias se habían podido obtener diferentes tipos celulares, incluso óvulos y espermatozoides. También se habían hecho numerosos avances con células madre adultas, llegando a revertir enfermedades como la diabetes en ratones mediante la implantación de estas células. Pero estas semanas podemos disfrutar de importantes novedades en la materia.

Hace unos días apareció una noticia que ha ocupado bastante espacio en los medios. Se trata de un descubrimiento de un grupo de científicos de la Fundación Hospital de Jove en Gijón. Estos investigadores han conseguido aislar un nuevo tipo de células madre, las células madre uterinas extraídas del cuello del útero de mujeres fértiles. Hace ya algún tiempo que este grupo de investigadores había identificado este nuevo tipo de células madre uterinas, que presenta una serie de notables ventajas frente a otros tipos de células madre adultas identificadas hasta el momento. En primer lugar, para aislar estas células no es necesaria ninguna intervención, como sucede en el caso de las células obtenidas de la grasa o de la médula ósea, que requieren una punción. Para obtenerlas tan sólo es necesaria una pequeña cantidad de tejido del miometrio, que se puede obtener a partir de una sencilla citología. En

segundo lugar, se ha comprobado que estas células son capaces de dividirse en el laboratorio hasta 45 veces, muchas más de lo conseguido hasta el momento con otras células madre. Esto permite obtener suficiente material celular para poder ser aplicado con éxito en terapia. Pero lo más ventajoso es que, una vez que han llegado a los 45 ciclos ellas mismas dejan de reproducirse, lo que evita el riesgo de formación de tumores. Estos investigadores han implantado estas células madre uterinas en ratones a los que previamente se les habían provocado diversas lesiones musculares que afectaban hasta el sesenta por ciento de la masa muscular del miembro. En un plazo de unas tres semanas, los animales no sólo habían recuperado ya un 10 por ciento de la masa muscular sino también los vasos sanguíneos necesarios adyacentes al tejido. Si se confirma la seguridad de este tratamiento, los investigadores esperan poder empezar en breve la experimentación con humanos.

Por otro lado, hace unas semanas aparecía en los medios la noticia de que un grupo de investigadores japoneses había conseguido reprogramar genéticamente células adultas procedentes de fragmentos de piel y conseguir que se diferenciaban en varias clases de células del sistema nervioso (neuronas, astrocitos y oligodendrocitos), con las que regeneran tejidos dañados. La novedad de esta investigación es que los investigadores no parten de células madre epiteliales, sino de células de piel totalmente diferenciadas. Estos científicos han conseguido hacer volver atrás a estas células hasta un estado mucho más indiferenciado, desde el cual pueden convertirse en tipos celulares diferentes del que fueron en su momento. Pero no sólo han conseguido reprogramar estas células, sino que han comprobado que efectivamente, situadas en un contexto celular diferente del suyo de origen, estas células son capaces de establecerse y proliferar. En concreto, lo que hicieron fue implantarlas en ratones con la médula espinal dañada y comprobar que éstos recuperaban parcialmente la movilidad. Sin embargo, uno de los principales problemas de esta tecnología radica en que al reprogramar las células y volver a dotarlas de una elevada capacidad de reproducción, éstas acaban generando tumores. Pero el director de la investigación ya adelanta que han trabajado en este tema y ya son capaces de distinguir entre células seguras e inseguras, es decir, entre las células que acabarían generando tumores y las que no lo harán. Hasta el momento sólo han tenido éxito con ratones,



pero los investigadores se encuentran tan ilusionados con este hallazgo que esperan poder iniciar los primeros ensayos clínicos, de humanos, de cinco a diez años y en un futuro poder aplicar esta técnica en pacientes con lesiones medulares.

En la misma línea pero un paso más allá se desarrolla otro hallazgo reciente llevado a cabo por científicos de la Universidad de California. Este grupo ha conseguido convertir fibroblastos adultos, un tipo de célula de tejido conectivo presente en todo el organismo, en células cardíacas. El proceso es parecido al mencionado anteriormente, con la salvedad que para lograrlo no ha sido necesario hacer pasar a las células por el estado de células madre, sino que las han convertido directamente de uno a otro tipo celular. Las ventajas de esta tecnología consisten principalmente en que, al evitar pasar por el estado de célula madre, se evita también que las células adquieran una capacidad de proliferación descontrolada y que puedan formar tumores en el tejido de destino.

Todos estos hallazgos abren la puerta al desarrollo de nuevos tratamientos para graves enfermedades como las lesiones medulares, el Alzheimer, párkinson, diabetes, esclerosis y otras muchas enfermedades de gran gravedad. Sin embargo, no hay que olvidar que, en la mayoría de los casos, estas investigaciones se encuentran en estadios muy preliminares y tan sólo han sido probados en animales de laboratorio. La mayoría de estas células madre han sido modificadas antes de ser reintroducidas en el organismo y todavía se desconocen los efectos a largo plazo que estas modificaciones puedan tener en ellas y, se desconoce también, si en humanos se obtendrán los mismos resultados que en ratones. Esperemos que algún día puedan convertirse en terapias con pacientes, pero hasta el momento nos limitaremos a seguir con atención los avances que se realizan en este campo de la ciencia.



# El factor de impacto

Traducción: LLLH. Miguel Ángel Martínez Barradas

Bibliotecarios y divulgadores científicos han estado evaluando publicaciones al menos durante los últimos 75 años. El teórico Gross y Gross llevó a cabo un estudio clásico de los patrones de citas en la década de los años 20<sup>(1)</sup>. Otros, incluyendo a Estelle Brodman con sus estudios en los años 40 de las revistas de fisiología y los exámenes posteriores del proceso, siguieron este ejemplo<sup>(2)</sup>. Sin embargo, el advenimiento de los índices de citas de ISI®, han permitido hacer, mediante una computadora, compilaciones de informes estadísticos no sólo en la salida de publicaciones, sino también en térmi-

nos de frecuencia de citas. En los años 60 se inventó la revista *Factor de impacto*. Después de utilizar datos estadísticos de publicaciones internas para compilar el *Science Citation Index® (SCI®)* durante muchos años, ISI comenzó a publicar *Journal Citation Reports® (JCR®)* <sup>(3)</sup> en 1975 como parte de la *SCI* y el *Social Sciences Citation Index® (SSCI®)*.

Es esencial el uso informado y cuidadoso de estos datos de *impacto* debido a que los usuarios, muchas veces, llegan a conclusiones erróneas basados en las estadísticas del Factor de impacto, por lo que es necesario considerar varias advertencias.

## Definición

El CCI proporciona herramientas cuantitativas para la clasificación, evaluación, categorización y comparación de las revistas. El Factor de impacto es una de ellas al ser una medida que se interesa por la frecuencia con la que se calcula el número de veces que un artículo ha sido citado en un determinado período. El informe anual de JCR acerca del Factor de impacto muestra la relación entre las citas y los últimos artículos publicados que han sido citados. Así, el Factor de impacto de una revista se calcula dividiendo el número de citas del año en curso entre los elementos de origen publicados en esa revista durante los dos años anteriores (ver Tabla 1).

**Tabla 1: Cálculo para el Factor de impacto en revistas.**

<b>A=</b>	citas totales en 1992
<b>B=</b>	1992 citas de artículos publicados en 1990-1991 (se trata de un subconjunto de A)
<b>C=</b>	número de artículos publicados en 1990-1991
<b>D=</b>	B/C = 1992 Factor de impacto

El factor de impacto es útil para aclarar el impacto absoluto —o total— en la frecuencia de citas al eliminar algunos de los prejuicios que favorecen: 1) a revistas de renombre sobre las pequeñas; 2) a temas emitidos con frecuencia en revistas sobre los menos frecuentes; 3) a revistas canónicas sobre las más nuevas. Particularmente, en este último caso, dichas publicaciones poseen un cuerpo más extenso para la elaboración de citas y artículos —como es el caso de

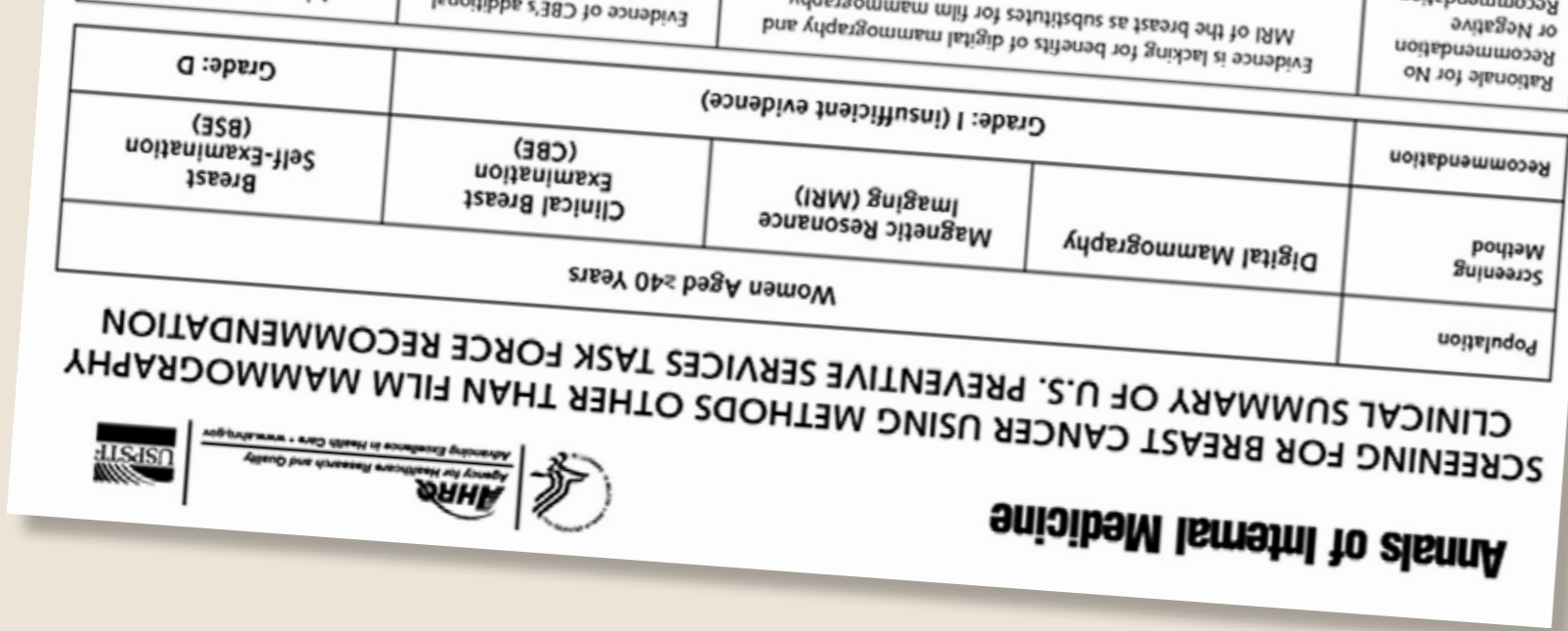
las revistas literarias— que las revistas pequeñas. En igualdad de condiciones, cuanto mayor sea el número de artículos publicados con anterioridad, con mayor frecuencia una revista será citada<sup>(4) (5)</sup>.

## Aplicaciones

Han habido muchas aplicaciones innovadoras del Factor de impacto en revistas. Las más comunes incluyen la investigación de mercado para los editores y otros. Pero, sobre todo, JCR proporciona a los bibliotecarios e investigadores una herramienta para la gestión de colecciones de revistas en las bibliotecas. En la investigación de mercado, el Factor de impacto proporciona evidencia cuantitativa de posicionamiento para los editores y publicistas, es una herramienta que les ofrece la información necesaria sobre sus revistas en relación con la competencia —especialmente para otros ubicados en la misma categoría, en una posición vertical y no horizontal o una comparación interdisciplinaria—. Es importante resaltar que la información proporcionada por JCR® también puede servir a los anunciantes interesados en evaluar el potencial de una revista específica.

Quizá el más reciente e importante uso del Factor de impacto está en el proceso de evaluación académica. El Factor de impacto se puede utilizar para proporcionar una aproximación, a grandes rasgos, del prestigio de las revistas en las que los investigadores han publicado. Esto se hace mejor en conjunción con otras consideraciones tales como la comparación de revistas, la productividad, y las tasas de frecuencia con que un artículo es citado.





Como una herramienta para la gestión de colecciones de revistas de bibliotecas, el Factor de impacto suministra al administrador de la biblioteca con información sobre las revistas que ya están compiladas en las colecciones así como aquellas cuya consideración para su adquisición está considerada. Estos datos deben combinarse con los datos de costos y circulación para tomar decisiones adecuadas sobre la compra de revistas.

El Factor de impacto puede ser útil para todas estas aplicaciones, siempre y cuando los datos se utilicen adecuadamente. Es importante tener en cuenta que los métodos subjetivos se pueden utilizar en la evaluación de revistas, por ejemplo, a través de entrevistas o cuestionarios. En general, hay un buen acuerdo sobre el valor relativo de las revistas en las categorías apropiadas. Sin embargo, JCR hace la aclaración de que muchas revistas no encajan en las categorías establecidas. A menudo, la única diferenciación posible entre dos o tres revistas pequeñas de impacto promedio es el precio o los juicios subjetivos derivados de la comparación de ejemplares.

#### Utilizando el Factor de impacto inteligentemente

El Institute for Scientific Information ® (ISI ®) no depende del Factor de impacto ni de la repercusión basada en la evaluación de utilidad de una revista. El Factor de impacto no debe ser utilizado sin una cuidadosa atención a los distintos fenómenos que influyen en los promedios de citas, como por ejemplo el número medio de referencias citadas en el artículo promedio. El Factor de impacto se debe utilizar siempre haciendo una comparación entre las distintas publicaciones. En el caso de la evaluación académica, a veces es inapropiado utilizar el Fac-

tor de impacto de la revista fuente para estimar la frecuencia con que aparece un artículo publicado recientemente. Una vez más, el Factor de impacto se debe utilizar con información derivada de la comparación de publicaciones. La frecuencia de citas en artículos individuales es muy variada.

Hay muchos factores que pueden influir en una revista de impacto así como en su clasificación en las listas de investigación, algunos de estos son la inclusión de artículos en revisión. Esto se ejemplifica en un estudio de las principales revistas médicas publicadas en *Annals of Internal Medicine*<sup>(6)</sup>.

#### Artículos de reseña

Los artículos de reseña generalmente se citan con más frecuencia que los artículos de investigación típica, ya que a menudo sirven como instrumentos de divulgación. En el sistema JCR, cualquier artículo que contenga más de 100 referencias se clasifica como un artículo de reseña. Los artículos que entran dentro de la categoría de "reseña" son aquellos enfocados a la divulgación e investigación, pero, también, están clasificadas como reseñas aquellos artículos cuyos títulos contienen la palabra "análisis".

La Lista de Datos del JCR no sólo proporciona información sobre el número de comentarios en cada revista, sino que también proporciona el número promedio de veces que dicho artículo o revista es citado. Naturalmente, las revistas de análisis o reseñas tienen algunos de los Factores de impacto más altos. A menudo, una revista que ha sido clasificada dentro de una categoría temática entre los primeros lugares, será una revista de reseña o análisis. Por ejemplo, en bioquímica, la revista que encabeza el primer lugar en la lista es *Annual Review of Biochemistry* con un Factor de impacto de 35,5 en 1992.

#### Artículos especializados

Se cree ampliamente que los artículos especializados son más citados que otro tipo de artículos. Sin embargo, esto no es del todo cierto. Muchas revistas dedicadas por completo a los textos especializados no muestran un Factor de impacto sobresaliente. Sin embargo, es innegable que, entre los artículos más citados en la literatura, hay algunos que dan esta impresión. Cabe señalar que la limitación cronológica sobre el cálculo del impacto elimina el sesgo que los textos básicos podrían introducir. Las frecuencias absolutas de citas son influenciadas de esta manera, pero, en ocasiones, un documento popular puede afectar el impacto actual de una revista.

#### La variación entre las disciplinas

Diferentes especialidades presentan diferentes rangos de impacto máximo. Esa es la razón por la que JCR ® proporciona listados de categoría temática. De esta manera, las publicaciones pueden ser vistas en el contexto específico en que se desenvuelven. Sin embargo, un impacto de cinco años puede ser más útil para algunos usuarios y puede calcularse mediante la combinación de los datos estadísticos disponibles de años consecutivos de la JCR (ver Tabla 2). Es raro encontrar que la clasificación de una revista cambie de manera significativa dentro de su categoría designada, a menos que la influencia de la revista cambie significativamente.

**Tabla 2: Cálculo del Factor de impacto para cinco años:**

**Un año de citas para cinco años de artículos.**

<b>A</b>	=	citas en 1992 a artículos publicados en 1987-1991
<b>B</b>	=	artículos publicados en 1987-1991
<b>C</b>	=	A / B = Factor de impacto para cinco años.

Un impacto alternativo de cinco años puede ser calculado en base a citas añadiendo en 1988-1992 artículos publicados en los cinco años del mismo período. Y otro es posible mediante la selección de uno o dos años antes como factor de "B" por encima.

#### Impacto punto por punto

Mientras ISI ® clasifica manualmente la fuente de cada artículo publicado, no es factible en la clasificación individual de 12 millones de referencias por año. Por lo tanto, las citas en revistas cuentan para JCR sin importar si se tratan de reportes, comentarios, o

una investigación original. Así, si una revista publica un gran número de reportes, habrá un aumento temporal en las referencias a esos reportes. Los reportes de la revista *Lancet* en efecto pueden ser citados con más frecuencia que los reportes de *JAMA*, o viceversa, pero el número de citas total no tomaría en cuenta este hecho. Una captura minuciosa de los artículos mediante la computadora, permite analizar la información para identificar, más rápidamente, tales hechos.

#### Citas únicas: revistas en el JCR

Algunas de las revistas que aparecen en el índice de JCR han sido citadas sólo en una ocasión, teniéndolas como revistas de cita única. Esto es significativo cuando se comparan las revistas por su Factor de impacto debido a que las auto-citas de revistas de cita única no se incluyen dentro del cálculo del Factor de impacto. Las autocitas a menudo representan alrededor de 13% de las citas que recibe una revista. Las revistas de cita única con Factor de impacto incluidas en la lista de "Posición de las Revistas y Clasificación de los Temas" de JCR, pueden ser publicaciones cuya producción ha terminado o se ha suspendido, debido a que sus títulos fueron reemplazados o colocados en revistas de ciencia de *Current Contents*®, pero alejado del índice de citas.

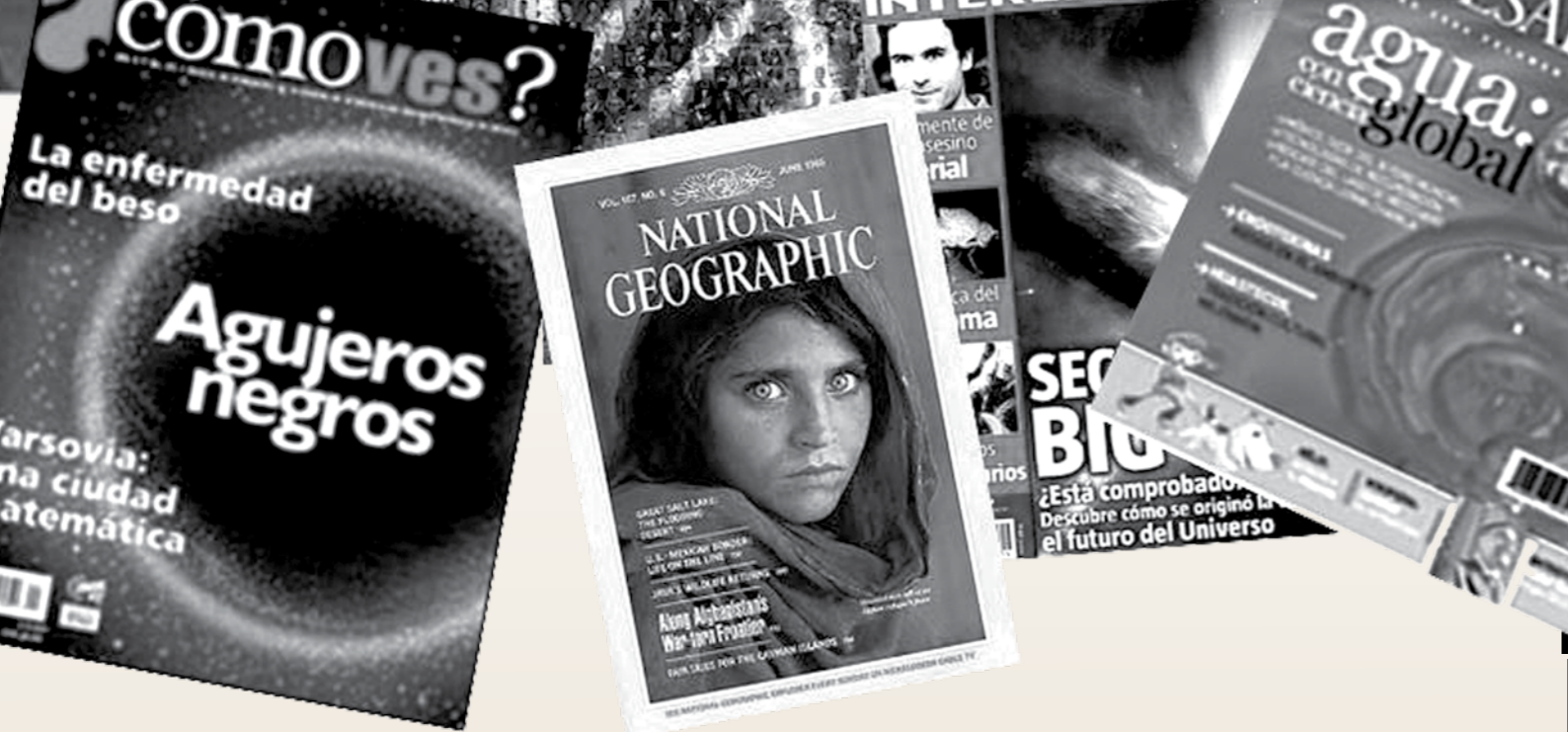
Los usuarios pueden identificar revistas de cita única revisando el JCR *Citing Journal Listing*. Además, los usuarios pueden establecer Factores de impacto análogos (excluyendo autocitas) de las revistas que están evaluando el uso de los datos que figuran en el *Citing Journal Listing* (ver Tabla 3)

**Tabla 3: Cálculo del Factor de impacto revisado para excluir las autocitas.**

<b>A</b>	=	citas en 1992 a artículos publicados en 1990-1991
<b>B</b>	=	1992 autocitas de artículos publicados en 1990-1991
<b>C</b>	=	A-B = citas totales menos autocitas de artículos recientes
<b>D</b>	=	número de artículos publicados 1990-1991
<b>E</b>	=	revisión del Factor de impacto (C / D) (Véase el cuadro 1, por ejemplo numérico)

#### Cambio de Título

El conocimiento de un usuario sobre el contenido y la historia de la revista estudiada son muy importantes para la interpretación adecuada del Factor de



# Efemérides Septiembre

5 de septiembre de 1946

Nace Farrokh Bulsara, mejor conocido como Freddie Mercury, músico británico, conocido por haber sido el vocalista de la banda de rock Queen.



impacto. Situaciones como las mencionadas anteriormente, y otras como el cambio de título, son muy importantes, sin embargo, esta situación es menospreciada en muchos casos.

Un cambio de título afecta el Factor de impacto durante dos años una vez que el cambio ha sido realizado. Los nuevos y viejos títulos no son combinados a menos que estén en la misma posición en orden alfabético. En el primer año, después del cambio de título, el impacto no está disponible para el nuevo título a menos que los datos antiguos y los nuevos se puedan unificar. En el segundo año, el Factor de impacto se divide. El nuevo título podrá impactar menos de lo previsto y el título antiguo podrá impactar más de lo esperado, esto debido a que sólo un año se incluye en el cálculo del Factor de impacto (ver Tabla 4). Los cambios de título del año en curso y el año anterior se enumeran en la guía de JCR ®.

### Conclusiones

El Factor de impacto es una herramienta muy útil para la evaluación de las revistas, pero debe usarse con discreción. Las consideraciones incluyen la cantidad de revisiones u otros tipos de materiales publicados en una revista, las variaciones entre las disciplinas, y el cálculo de impacto vía elemento por elemento. El estatus de la revista en cuanto a la cobertura en la base de datos del ISI ®, así como la ocurrencia de un cambio en el título son situaciones importantes a considerar.

**Tabla 4: Cálculo del Factor de impacto unificado en 1992 para cambio de título.**

<b>A</b> =	1992 citas a artículos publicados en 1990-1991 (A1 + A2)
<b>A1</b> =	los de nuevo título
<b>A2</b> =	los de título sustituido
<b>B</b> =	número de artículos publicados en 1990-1991 (B1 + B2)
<b>B1</b> =	los de nuevo título
<b>B2</b> =	los de título sustituido
<b>C</b> =	Factor de impacto unificado (A / B)
<b>C1</b> =	A1/B1 = JCR® Factor para el nuevo título
<b>C2</b> =	A2/B2 JCR Factor para el título sustituido

### Referencias

- Gross P L K, Gross E M. College libraries and chemical education. *Science* 66:385-9, 1927.
- Brodman E. Methods of choosing physiology journals. *Bull. Med. Libr. Assn.* 32:479-83, 1944.
- SCI® *Journal Citation Reports®: a bibliometric analysis of science journals in the ISI® database.* Philadelphia: Institute for Scientific Information, Inc.®. 1993.
- Garfield E. Citation analysis as a tool in journal evaluation. *Science* 178:471-9, 1972.
- . Citation indexing for studying science. *Nature* 227:669-71, 1970.
- . Which medical journals have the greatest impact? *Ann. Intern. Med.* 105:313-20, 1986.

- 1 1939 - Estalla la segunda guerra mundial con la invasión de Alemania a Polonia. La invasión, conocida técnicamente como «Operación Fall Weiss» y las últimas unidades del ejército polaco se rindieron el 6 de octubre de ese mismo año. Fue el detonante de la Segunda Guerra Mundial en Europa y acabó con la II República Polaca.
- 2 1945 - Se firma la rendición del Japón a bordo del Acorazado Missouri, con lo que termina de forma oficial la Segunda Guerra Mundial.
- 3 1864 - Mientras Alfred Nobel trabajaba en su laboratorio con glicerina, elemento esencial para producir dinamita, se registra una explosión por un descuido, en la cual mueren cinco personas, entre ellas su hermano Emil. Alfred también sufrió quemaduras y heridas en la cabeza, y al igual que su padre duró enfermo y traumatizado varios meses.
- 4 1951 - Se inaugura el primer cable coaxial que permitió la

- primera transmisión de televisión transcontinental en los Estados Unidos.
- 1969 - En México se inaugura el primer tramo de transporte colectivo metro con 11.5 kilómetros y 16 estaciones. La ruta corre de Zaragoza a Chapultepec.
- 5 1773 - Nace Josefa Ortiz de Domínguez, heroína de la Independencia de México
- 6 1943 - Nace Richard J. Roberts, químico británico, profesor y ganador del Premio Nóbel de Medicina en 1993 por su descubrimiento de los intrones, segmento del ADN al que los científicos se refieren como "ADN basura" pues no contienen información.
- 7 1998 - Estados Unidos: Nace oficialmente el motor de búsqueda Google.
- 8 1862 - Muere Ignacio Zaragoza, Héroe de la batalla del cinco de mayo de 1862 en Puebla.
- 1967 - Día Internacional de Alfabetización.
- 9 1737 - Nace Luigi Galvani, físico italiano, quien observó los efectos de la electricidad en los nervios y músculos de los animales. Descubrió por accidente que la pata de una rana se contrae al tocarla con un escalpelo cargado eléctricamente.

- 11 1967 - La sonda Surveyor 5 envía desde la superficie de la Luna, resultados de los análisis químicos realizados en el suelo del satélite.
- 2001 - Ataques terroristas a las Torres Gemelas en Nueva York, al Pentágono en Washington DC y Somerset, Pennsylvania. Más de 3,000 personas fallecen.
- 12 1847 - En la Plaza de San Jacinto, en el Distrito Federal, son sacrificados los mártires del Batallón de San Patricio.
- 1897 - Nace Irene Joliot-Curie, Físicoquímica francesa, quien junto a su esposo Frédéric Joliot-Curie en 1934 lograron producir artificialmente elementos radiactivos.
- 13 1847 - Los cadetes Juan Escutia, Vicente Suárez, Juan de la Barrera, Francisco Márquez, Fernando Montes de Oca y Agustín Melgar defienden heroicamente el Castillo de Chapultepec de las tropas invasoras norteamericanas.
- 1959 - El cohete soviético Lunik II alcanza la superficie de la Luna.
- 14 1854 - En el teatro Santa Anna de la ciudad de México es cantado por primera vez el Himno Nacional Mexicano.
- 15 1821 - Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras

y Nicaragua proclaman su independencia de España.

1976 - Se lanza la Soyuz 22.

**16** 1995 - Día internacional de la capa de ozono.

**17** 1964 - México: se inaugura el Museo de Antropología.

1980 - Fallece Jean Piaget, psicólogo y lógico suizo.

**19** 1985 - México: terremoto de 8.1° en la escala de Richter en la Ciudad de México, más de 5000 muertes y daños materiales incalculables.

**20** 1977 - El Voyager 2 es lanzado para pasar por Júpiter y Saturno, sigue su viaje hacia Urano, descubriendo cuatro anillos más y diez nuevas lunas alrededor de este planeta. Antes de abandonar el Sistema Solar, vuela sobre Neptuno en agosto de 1989, descubriendo seis nuevas lunas.

**21** 1551 Fundación de la Universidad de México, primera del Nuevo Mundo.

2001: Declaración del "Día Internacional de la Paz" por las Naciones Unidas con el objeto de conmemorar y fortalecer los ideales de Paz en cada nación y pueblo.

**22** 1791 - Nace en Newington, al sur de Londres, Michael Faraday, físico y químico británico, conocido por sus descubrimientos de la inducción electromagnética y de las leyes de la electrólisis.

**23** 1846 - Johann Gottfried Galle y Heinrich Louis d'Arrest encuentran a Neptuno a sólo un grado de diferencia del lugar asignado por Urbain Jean Joseph Leverrier.

**24** 1870 - Nace Georges Claude, inventor de la lámpara de luz de neón.

**25** 1725 - Nace Nicolas-Joseph Cugnot, ingeniero militar francés, quien diseñó y construyó el primer automóvil de vapor.

**26** 1980 - La Soyuz 38 regresa a la Tierra tras acoplarse a la estación soviética Salyut 6. La nave llevaba a la séptima tripulación internacional del programa Intercosmos, compuesta por un cubano (Tamayo Méndez) y un ruso (Romanenko).

**27** 1998 - El buscador Google fue fundado por Larry Page y Sergey Brin, dos estudian-

tes de doctorado de Stanford.

**28** 1810 - Las fuerzas insurgentes toman la Alhóndiga de Granaditas, gracias a la valentía de Juan José Martínez, "El Pípila".

1895 - Muere Louis Pasteur, padre de la microbiología.

**29** 1901 - Nace Enrico Fermi, físico italiano quien recibe el premio Nobel de Física 1938 por sus investigaciones sobre la radiactividad artificial. El científico realizó por primera vez una reacción nuclear controlada.

1934 - Se inaugura en la ciudad de México el Palacio de las Bellas Artes, con la comedia "La verdad sospechosa" de Juan Ruiz de Alarcón.

**30** 1846 - El odontólogo estadounidense William Thomas Green Morton emplea por primera vez en público el éter como anestésico, primero para extraer una pieza dental y luego un tumor en el cuello.

1915 - En Nueva York se realiza la primera transmisión por radio.

#### 18 de enero de 1928:

El Graf Zeppelin vuela por primera vez.



# Efemérides Octubre

## 9 de octubre de 1940

Nace John Lennon, músico, compositor y activista a favor de la paz. Famoso por ser miembro fundador de la banda The Beatles.



**1** 1805 - Apareció el primer número del Diario de México, que tuvo una duración de 12 años y comprendió dos épocas.

**2** 1968 - A más de 40 años, los hechos de la noche de Tlatelolco están aún cubiertos de sangre por la matanza de estudiantes a manos de la policía y el ejército.

**3** 1875 - Nace en Guadalajara, Jalisco, el pintor y escritor mexicano Gerardo Murillo, "Dr. Atl", creador de una nueva técnica pictórica e impulsor del muralismo. También escribe ensayos sobre arte, antropología y lingüística. Muere el 15 de agosto de 1964.

**4** 1841- Nace Thomas Corwin Mendenhall, meteorólogo y físico estadounidense, el primero en proponer el uso de un péndulo de anillo para medir la gravedad absoluta.

**6** 2011 - Muere Steve Jobs, cofundador y presidente ejecutivo de Apple Inc. y máximo accionista individual de The Walt Disney Company.

**7** 1885- Nació Niels Henrik David Bohr en Copenhague, Dinamarca. Los estudios de Bohr se orientarían rápidamente hacia aspectos teóricos, particularmente a las implicaciones de la revolucionaria "teoría de los cuantos" en el

comportamiento de los electrones en el átomo. Fue refugiado cuando los nazis ocuparon Dinamarca en 1939. En el exilio se sumó al equipo que contribuyó al desarrollo de la primera bomba atómica. Finalizada la guerra, regresó a Dinamarca y abogó por "un mundo abierto", convencido de la necesidad de alcanzar acuerdos internacionales que evitaran la concreción de un holocausto nuclear de dimensiones catastróficas.

**10** Día Mundial de la Salud Mental.

**11** 1971 - Se presenta en Munich el tren experimental de suspensión magnética "Transrapid".  
1990 - Octavio Paz gana el Premio Nobel de Literatura: «por una apasionada escritura con amplios horizontes, caracterizada por la inteligencia sensorial y la integridad humanística» (Academia Sueca).

**12** 1921- Arthur «Art» Clokey nació en Detroit, Estados Unidos. Fue un pionero estadounidense de las animaciones stop motion realizadas con plastilina y otros materiales sólidos flexibles, conocidas como Claymation o Plastimación.

**13** 1839.- Nace Eduardo Liceaga en la ciudad de Guanajuato, su gran aportación es

el Hospital General de la Ciudad de México, trabajo que compartió con el ingeniero Roberto Gayol. Los primeros diseños los hicieron en 1895, buscando ubicarlo en terrenos fuera de la ciudad, y se encontró en el pueblo de La Piedad, a unos cuantos metros del río de ese nombre (actualmente el viaducto Miguel Alemán).

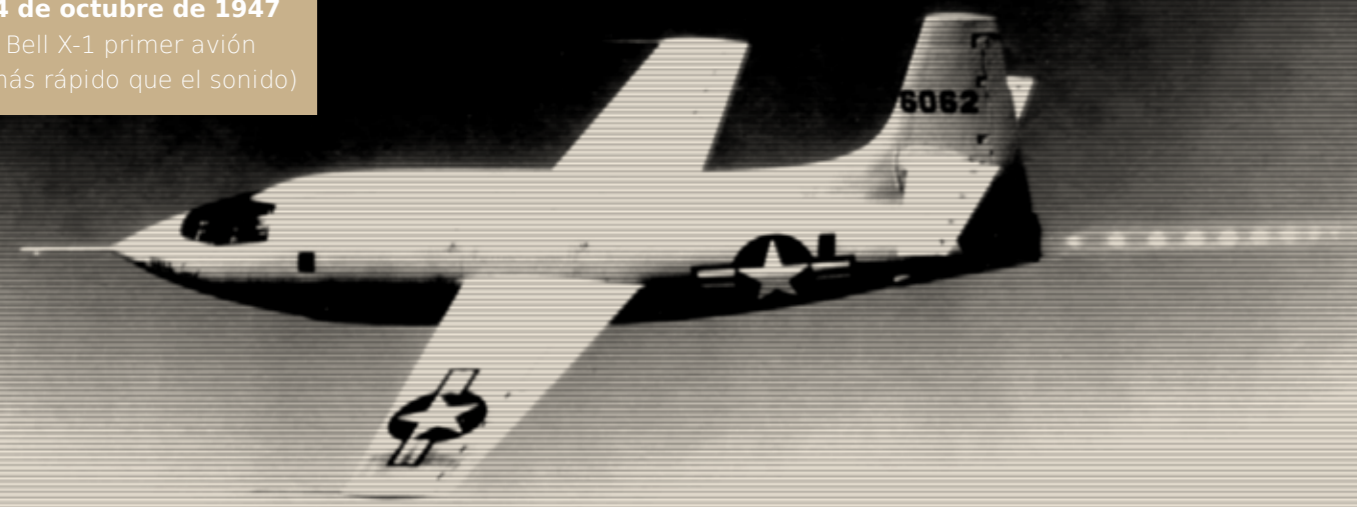
**14** 1947 El Bell X-1 primer avión (más rápido que el sonido) tripulado por el capitán Charles Yeager de la USAF voló en el avión #46-062, que recibió el nombre de Glamorous Glennis. La aeronave, impulsada por un motor de cohete, fue lanzada desde el vientre de un B-29 modificado y planeó hasta aterrizar en una pista. En este vuelo el piloto cruzó por primera vez, la "barrera del sonido", consiguiendo alcanzar los 1.078 km/h o Mach 1,05 a 12.800 m.

1964 - Martin Luther King Jr. gana el Premio Nobel de la Paz.

**15** 1783 - El francés Jean Pilatre de Rozier asciende en un globo cautivo inflado con aire caliente, y llevando pasajeros en los globos de los hermanos Montgolfier

**16** 1854 - Nace en Dublín, Irlanda, el escritor inglés Os-





car Wilde. Fue considerado uno de los dramaturgos más destacados del Londres victoriano tardío; además, una celebridad de la época debido a su gran ingenio. Actualmente es recordado por sus epigramas, obras de teatro y la tragedia de su encarcelamiento, seguida de su temprana muerte el 30 de noviembre de 1900, en París, Francia.

**17** 1992 - Día Internacional para la Erradicación de la Pobreza, declarado por la ONU,

**18** 1931 - Muere el genio de la electricidad Thomas Alva Edison. Fue un empresario y un prolífico inventor estadounidense que patentó más de mil inventos y contribuyó a darle, tanto a los Estados Unidos como a Europa, los perfiles tecnológicos del mundo contemporáneo: las industrias eléctricas, un sistema telefónico viable, el fonógrafo, las películas y muchos más.

**19** 1862 - En Besancon, Francia, nace Auguste Lumiere, que junto con su hermano Louis estudiara las posibilidades de las imágenes en movimiento e inventaran el proyector cinematográfico.

**20** Muere Paul Dirac, físico británico con importantes contribuciones en la mecánica cuántica, Premio Nobel de Física en 1933.

**21** 1833 - Nace Alfredo Nobel, inventor de la dinamita y creador del Premio Nobel.

**22** 1964 - El escritor francés Jean-Paul Sartre rechaza el Premio Nobel de Literatura, ya que dijo reduciría el impacto de su obra.

**23** 1817 - Nace Pierre Athanasie Larousse, enciclopedista francés.

**24** 1945 - Día de la Naciones Unidas, cincuenta naciones constituyen la ONU, en la ciudad norteamericana de San Francisco.

**25** 1882 - El doctor Robert Koch descubre el germen que causa la tuberculosis

**25** 1811 Nace Évariste Galois, matemático francés, que siendo adolescente aún, fue capaz de determinar la condición necesaria para que un polinomio sea resuelto por radicales, dando solución a un problema que había permanecido sin resolver. Su trabajo ofreció las bases fundamentales para la teoría que lleva su nombre, una rama principal del álgebra abstracta. Fue el primero en utilizar el término "grupo" en un contexto matemático. La teoría constituye una de las bases matemáticas de la modulación CDMA utilizada en comunicaciones y, especialmente, en los Sistemas de navegación por satélite, como GPS, GLONASS, etcétera.

**26** 1863 - Se reúne la primera asamblea para crear la Cruz Roja.

1885 - Louis Pasteur da a conocer sus trabajos sobre inmunización contra la rabia, en la Academia de Ciencias de París.

**27** 1466 - Nació Erasmo de Róterdam, humanista, escritor y teólogo.

1990 - Es descubierta una galaxia 60 veces mayor que la Vía Láctea.

**28** 1886 - Se inaugura la estatua de la libertad en Nueva York.

1955 - Nace Bill Gates, ingeniero estadounidense fundador de Microsoft.

**29** 2004 - Los jefes de gobierno de la Unión Europea firman en Roma el Tratado por el que se establece una Constitución para Europa.

**30** 1873 - Nace Don Francisco I. Madero, en la hacienda de "El Rosario", de Parras de la Fuente, Coahuila. Fueron sus padres Don Francisco Madero Hernández y doña Mercedes González Treviño. Inició sus estudios en Parras y en Saltillo, los que concluyó en los Estados Unidos y Francia, regresando a su pueblo natal en 1892 donde se dedicó a la agricultura. Nace Don Francisco I. Madero.

**31** 1816 - Nace Philo Remington, inventor del fusil que lleva su nombre.

# Neuromodulación

## la neuroquímica de las emociones

**Doctor Jorge Flores-Hernández**

Laboratorio de Neuromodulación

Instituto de Fisiología, BUAP

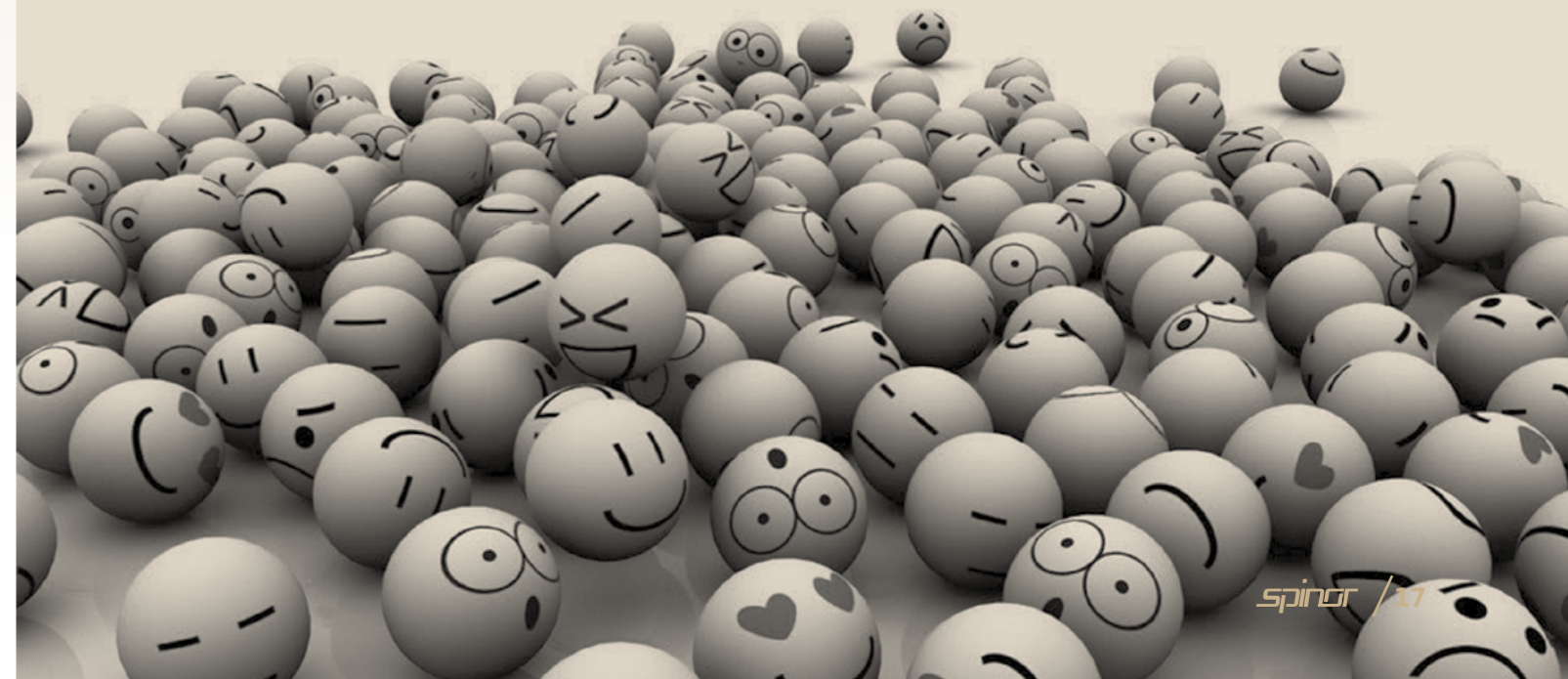
La neuromodulación se define como el mecanismo bioquímico que regula o modula la comunicación entre las neuronas. El proceso básico de comunicación en nuestro cerebro es la neurotransmisión y se basa en la liberación de una molécula desde una neurona emisora o comunicadora a otra que recibe la información o receptora, a través de un espacio intermedio. El conjunto del emisor, espacio y receptor se define como sinapsis y de ahí vienen los términos de presinapsis, postsinapsis y espacio sináptico.

Los neurotransmisores actúan al unirse a un receptor en membrana celular que a su vez es un canal iónico, cuando el neurotransmisor se une a su sitio receptor induce un cambio estructural que permite el flujo de iones como el sodio, calcio, potasio o cloro que harán que la neurona aumente su actividad en el caso de los primeros dos o disminuirla en el caso de los últimos.

A la fecha se conocen seis neurotransmisores, a saber: Ácido Glutámico, Ácido Gama-Aminobutírico (GABA), Acetilcolina, Serotonina, Glicina, Trifosfato de Adenosina (ATP). De los anteriores GABA y Glicina son inhibidores mientras que los restantes son excitadores. Los principales y más comúnmente encon-

trados en el sistema nervioso central son el GABA (inhibidor) y el Ácido Glutámico (excitador), de esta manera la actividad cerebral se reparte entre actividad inhibitoria y excitadora. Sin embargo, la actividad puede ser regulada. Así, podemos imaginar que cada llegada de información excitadora tenga un valor de 5 milivoltios, y que se requiere que se sincronicen seis eventos, para que la neurona de una señal de salida (conocido como potencial de acción). Asimismo, imaginen que algo hace que en lugar de tener un valor de cinco, como es normalmente ahora, se reduzca a 2.5 milivoltios, implicaría que se requerirían doce eventos sincronizados para dar una respuesta de salida, y por el contrario imaginen ahora que cada uno tenga un valor de 10 milivoltios en esta condición se requerirían sólo tres eventos sincronizados para dar una respuesta de salida. Por lo anterior, ahora sabemos que la actividad sináptica basal puede ser modificada a través de procesos bioquímicos modificando la amplitud de la comunicación neuronal.

Los neuromoduladores son los agentes que inducen los cambios en la comunicación sináptica, podemos encontrar neuromoduladores que facilitan la comunicación y otros que la deprimen. Además,



podemos encontrar que el mismo neuromodulador, por ejemplo dopamina, pueda ejercer efectos facilitadores o depresores, dependiendo de cuál es el receptor a dopamina específico que se esté activando, esta activación se debe a la misma dopamina pero a diferentes concentraciones. Podríamos enlistar a más de 50 neuromoduladores, pero los más comunes son dopamina, serotonina, acetilcolina, glutamato, GABA, ATP, adenosina, cannabinoides, opioides, etcétera.

Cada uno de los neuromoduladores tiene receptores en membrana celular y transduce la información a través de la activación de proteínas G, que son complejos heterotriméricos que a su vez se asocian con enzimas activándolas o inactivándolas, para incrementar o reducir la producción de mensajeros secundarios citoplasmáticos que activarán enzimas que a su vez regularán la actividad metabólica neuronal.

Cada vez que activamos un neuromodulador este modifica la acción del neurotransmisor y, dependiendo en que parte del cerebro este proceso se produce, puede modularse la acción respectiva. Por ejemplo, las neuronas sensoriales reciben información del cuerpo, específicamente como ejemplo en la piel, imaginen que percibimos un estímulo cada vez de menor intensidad, llegará el momento en que este estímulo no será percibido en condiciones normales, pero si aumentamos nuestra atención lograríamos distinguirlo pese a ser de menor intensidad. Esto explica como un estímulo en ocasiones no lo consideramos importante y en ocasiones exactamente el mismo estímulo puede causarnos una gran alteración.

En este sentido las emociones son estados de nuestra percepción mental, y en general podemos definir **siete emociones básicas**, estas son: enojo, tristeza, felicidad, miedo, disgusto, sorpresa y amor. Cada una de estas emociones está relacionada con circuitos específicos en el cerebro, así podríamos mencionar la vía del enojo, del miedo, de la tristeza, etcétera.

Además de las regiones específicas que se asocian a cada emoción, también existen neuromoduladores asociados a dichas regiones. Podemos recordar que algunos trastornos patológicos se asocian a elevación o disminución de un determinado neurotransmisor, por ejemplo, la elevación de dopamina se ha relacionado con la esquizofrenia y la disminución de serotonina se ha asociado a la depresión.

Es importante hacer notar que un determinado neurotransmisor nunca está en una única concentra-

ción. Las concentraciones de neuromoduladores están comandadas desde los núcleos que concentran los somas neuronales y los efectos dependen de los diferentes tipos de receptores a dicho neuromodulador en las diferentes regiones del cerebro, para hacer énfasis en esto imaginen que la cantidad liberada es de diez moléculas por segundo, estas se mantienen en equilibrio con el sistema de recaptura del cerebro llegando por ejemplo a una concentración estable de cinco moléculas, dado por la liberación y la recaptura de las mismas, y estas cinco podrían activar una familia de receptores en específico, pero quizás una familia de receptores del mismo neuromodulador requiera diez o quince moléculas para poder ser activado y llevar a cabo una tarea en específico. Por lo que un incremento en la cantidad de liberación puede llegar a activar otro tipo de receptores.

Al estudiar los mecanismos de regulación de la acción de los neuromoduladores podemos entender los procesos de acción, de adicción por un determinado neuromodulador y/o droga externa actuando en los receptores a neuromoduladores. Debemos tener en cuenta que las diferencias entre las moléculas pueden no ser tan grandes y podemos encontrar moléculas tan parecidas que puedan incluso ser más activas que las moléculas que naturalmente ocurren en nuestro cerebro (llamados agonistas). O por el contrario, moléculas parecidas a la original pero que no activen el proceso natural e incluso compitan con la molécula natural para generar un proceso neuromodulador (llamados antagonistas).

Por otro lado, existe una región en nuestro cerebro que se asocia con el placer, cuando este núcleo es activado, se genera una búsqueda del estímulo que generó la emoción inicial. Un ejemplo de la vida diaria es cuando encontramos a una persona que nos atrae, ese estado de atracción aun si esa persona nos corresponde o no, induce una búsqueda continua día a día. O cuando recibimos un estímulo por un determinado comportamiento, trataremos de repetir ese comportamiento para poder seguir recibiendo ese estímulo satisfactorio. **La conducta diaria y los mecanismos de aprendizaje se asocian a través de mecanismos neuromoduladores.**

Entender la neuromodulación, nos permite entender los procesos neuronales que nos llevan a la dependencia y las adicciones, a los cambios de percepción ante estímulos en diferentes condiciones ambientales. Nos ayudan a prevenir accidentes, adaptarnos a ambientes nuevos, etcétera.

# Entrevista al doctor Jorge Luis Valente Flores Hernández

**Ganador del Premio Estatal de Ciencia y Tecnología 2010  
en el área de Ciencias Naturales**

"Cuando dejas que tu ser se deje llevar por el intelecto, enfermas tu cuerpo y ciegas tu espíritu, es como cuando el sol, por la intensidad de su luz, no permite ver en el día las estrellas. Es necesario buscar un equilibrio que nos permita avanzar armoniosamente en todos los aspectos de la vida."

Por LLLH Miguel Ángel Martínez Barradas

**Spinor (S): ¿Cuál ha sido su trayectoria académica hasta llegar a ser investigador de este instituto?**

**Dr. Jorge Luis Valente Flores Hernández (DJFH):**

Inicialmente soy biólogo, nací en la ciudad de México y estudié biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM. El objetivo de estudiar biología era entender los procesos básicos de lo que conocemos como vida. A partir de mis estudios de biología, me restringí más a la neurobiología, es decir, la biología del sistema nervioso como en una búsqueda por tratar de entender cuáles son los mecanismos que regulan nuestra actividad y funcionamiento, y dentro de ese funcionamiento, empecé a estudiar moléculas y una que es clave en mi desarrollo académico es la dopamina, la cual es un neuromodulador. Básicamente la dopamina es la base para entender cualquier proceso emocional asociado con el placer. Una vez que encontramos placer en algo, automáticamente generamos dopamina y esa dopamina nos hace buscar más de ese placer. Dentro de este mecanismo de placer hay procesos centrales llamados emociones y dentro de las emociones, pues podemos hablar de alegría, tristeza, amor, ira. Nosotros podemos definir como base seis emociones que son procesos automáticos de nuestro cuerpo, pero la cuestión es que dichos procesos automáticos tienen un punto base, es decir, no es que si no estoy alegre, estoy triste; si no estoy enamorado, estoy odiando; hay un proceso donde es mi centro y de ahí puedo estar enamorado, puedo estar triste, puedo estar alegre, puedo estar

con miedo, pero mi centro es independiente. Cada vez que nosotros generamos una emoción, nuestro cerebro comienza a generar las condiciones de respuesta necesarias para ese proceso.

Mi trabajo es estudiar los procesos asociados a las emociones en general, pero desde un punto de vista neuroquímico, y de ahí empecé a restringirme al estudio de la neuroquímica de las emociones desde dos aspectos: la química y la electrofisiología. Desde ésta última está comprendida la neuroquímica, la cual fue el eje mi maestría en investigación biomédica básica, centrándome en dopamina, y el doctorado lo desarrollé en electrofisiología de una sola neurona. Separábamos neuronas y caracterizábamos el efecto de sustancias generadoras de emociones que podemos llamar neuromoduladores, los cuales empecé a estudiarlos desde la licenciatura, maestría, doctorado y después me fui a la universidad de Tennessee en Estados Unidos para estudiar la dopamina y para modular la actividad inhibitoria del cerebro. Después me pasé a Los Ángeles en la UCLA para estudiar la dopamina modulando los efectos excitadores del cerebro. Mis estancias posdoctorales fueron desde el 96 al 2001. Después, a partir de septiembre de 2001, ingresé al Instituto de Fisiología aquí en la BUAP para estudiar y dirigir este laboratorio de neuromodulación, donde investigamos cómo se regula la actividad celular que nosotros asociamos al proceso de control emocional. En resumen, mi preparación es como biólogo, maestría en investigación biomédica básica en el área de neuroquímica, doctorado en investigación



## Convocatoria

La Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado y el boletín de divulgación *Spinor*, convocan a investigadores, docentes y estudiantes de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla a colaborar como divulgadores de la ciencia y las humanidades, para lo cual podrán enviar sus textos ajustándose a lo siguiente:

Ser docentes y estudiantes adscritos a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Las colaboraciones deberán tener como objetivo la divulgación científica o humanística.

Se aceptan ensayos y reseñas cuyo fin sea la divulgación y que se ajusten a lo siguiente:

- **Letra: Times New Roman o Arial: 12 puntos.**
- **Interlineado: espaciado uno y medio o doble.**
- **Extensión: cuatro cuartillas máximo, tamaño carta.**

Las colaboraciones deberán tener en la parte superior, justo después del título, los datos del autor: nombre y facultad, colegio o preparatoria a la que pertenecen y deberán ser enviadas en un documento de word al siguiente correo: [revistaspinor@gmail.com](mailto:revistaspinor@gmail.com)

biomédica básica en el área de electrofisiología y dos posdoctorados en Tennessee y en la universidad de California. A partir del 2001 dirijo este laboratorio y hemos avanzado en diferentes aspectos de la neuromodulación.

**(S): ¿Nos podría comentar su experiencia como ganador del Premio Estatal de Ciencia y Tecnología 2010?**

**(DJFH):** Mira fue un gusto porque la parte de la investigación normalmente es premiada en base a lo que producimos: publicaciones, a la parte académica, a los alumnos que se van titulando, a las tesis que dirigimos, etcétera. El hecho de que te den un reconocimiento a este nivel, donde uno representa a Puebla en el área de Ciencias Naturales, implica que alguien se da cuenta de que estás haciendo algo y te recomienda para participar por estas posiciones. Básicamente, el Premio Estatal de Ciencia tiene como puntos a evaluar las citas a los trabajos que uno hace. Cuántos trabajos científicos has desarrollado y esas citas cuántas pueden llegar a ser. Actualmente van más de 1200 citas en mis trabajos, lo que significa que en el mundo, quitando autocitas, estamos hablando de 900 trabajos en el mundo que han tomado mi trabajo como base de sus propias publicaciones. Esa es la prioridad en los trabajos dentro del área de la investigación.

A partir de que obtuve este reconocimiento, se abre una oportunidad para compartir muchas de las ideas y resultados que se han ido desarrollando a través de años y se abre más la oportunidad de comunicar a la gente el trabajo de uno. Creo que lo más importante de este premio es tener la oportunidad de comunicar, tener la oportunidad de comentarle a la gente cómo funcionan procesos tan básicos como lo es el emocional, el cual controla nuestras vidas y es necesario saber cómo podemos llevar y entender el control de las emociones. Sí somos seres emocionales, pero no voy a vivir toda mi vida triste, o tampoco voy a estar siempre alegre, porque eso no me lleva a ningún lado, puedo estar enamorado, pero en ese estado puedo cometer muchos errores. Muchas veces definimos nuestras cosas bajo estados emocionales, los cuales son reacciones neuroquímicas en nuestro cerebro.

**(S): ¿Qué le recomienda a un joven que se interesa por ser investigador en esta área de trabajo?**

**(DJFH):** Que disfrute lo que hace. En primer lugar que se dé cuenta de qué es lo que está buscando, cuáles son las preguntas que quiere resolver. No importa la edad, hay jóvenes que desde la primaria ya tienen una pregunta y empiezan a definirla. En la investigación es esencial que disfrutes aquello que quieres investigar, no por el hecho de tener un salario o una buena posición, sino dedicarte a investigar aquello que disfrutas hacer, aquellas preguntas que desees resolver. A partir de ahí todo se va dando piezas con una pregunta y vas hacia un área de conocimiento y después hacia una licenciatura que te llevará a

una preparación de posgrado como una maestría y después comienzas a resolver preguntas independientes ya más definidas de acuerdo a una investigación y terminas haciendo un doctorado, pero todo va encaminado a resolver aquellas preguntas que tú te propusiste resolver en un principio, entonces, la carrera comienza cuando planteas una pregunta. Si no hay una pregunta que resolver no tiene caso comenzar el camino.

**(S): ¿Usted cree que el sistema educativo en México fomente el interés por la investigación?**

**(DJFH):** No creo, realmente los intereses van más hacia poner a las personas a producir, lo que interesa es la parte económica, el interés no va encaminado hacia un desarrollo de nuestra mente para buscar aquello que disfrutamos, claro que no es un problema únicamente de nuestro gobierno, creo que es un problema mundial. Yo creo que aquí la parte central es entender que lo que tenemos, lo que estamos haciendo es aquello que nos permite satisfacer inmediatamente nuestras necesidades básicas. En ocasiones buscamos un trabajo que esté encaminado a algo que nos pueda agradar, pero no a algo que yo realmente disfrute. Nuestra preparación está enfocada a obtener información, prepararnos, tener una base, pero hasta ahora yo no he visto la opción donde nuestro sistema de gobierno realmente busque que las personas se desarrollen a nivel personal. Se buscan personas trabajadoras que se dediquen a hacer un trabajo y obviamente hay muchos trabajos donde recibes mucho dinero aunque no lo disfrutes. Casi siempre estamos buscando el motivador económico. Como investigador, obviamente sería ideal que tuviéramos más motivadores económicos, ya que los salarios aquí en Puebla y provincia son muy bajos comparativamente con universidades como la UNAM o el Politécnico, la cuestión no es tanto obtener una remuneración económica sino que haya motivadores, como lo es el Premio Estatal de Ciencia, el cual satisface una parte de nuestro desarrollo personal, lo que hace de la investigación una labor más placentera, pero, regresando a la pregunta, yo no veo que el gobierno esté haciendo realmente algo para que las personas sigan su desarrollo personal, lo que interesa más es una búsqueda de motivadores económicos y no personales.

**(S): ¿Cómo ve hoy a la universidad y cómo piensa que será en el futuro?**

**(DJFH):** Creo que la parte central de la universidad se está desarrollando. Esta universidad, la BUAP, está empezando a tener más posibilidades. Hoy en día, las acciones que está realizando el Rector para conseguir más fondos están bastante bien, se están desarrollando nuevas posibilidades para los alumnos, la cuestión es influir más en la juventud, empezar a dar más oportunidades de desarrollo, como se ha venido haciendo con los alumnos de preparatoria por ejemplo, a quienes se les intenta acercar más a la investigación. Actualmente, con el *Verano de talentos*, los alumnos de preparatoria pueden acceder más fácilmente a la investigación, yo tengo un alumno de preparatoria que está trabajando en el *Verano de talentos* con una investigación. Sin duda esto abre una posibilidad para que los alumnos trabajen en algo que les agrade, se les dan becas que ayudan al desarrollo personal y la preparación académica. La universidad está haciendo cosas, pero la cuestión es que el gobierno dé más fondos para incursionar en nuevas tecnologías. Este laboratorio lo he ido armando con recursos que me ha dado la universidad, algunas cosas que he conseguido de otros laboratorios y, sobre todo, con muchas cosas que traje de los Estados Unidos cuando estuve allá. Los fondos de iniciación en la investigación son muy bajos, si yo me hubiera mantenido solamente con lo que la universidad me dio para empezar aquí, pues difícilmente habría hecho algo. Afortunadamente hay contactos y podemos desarrollar nuevas tecnologías, pero si se diera un fondo para iniciación en la investigación más fuerte, que permitiera desde un principio entrar a desarrollar cosas más actuales, sobre todo con tecnología que nos abra nuevas posibilidades sería mucho mejor.

**(S): ¿Qué satisfacciones da la vida como investigador?**

**(DJFH):** La satisfacción principal es cuando empiezas a resolver aquellas preguntas que te planteaste en un principio, es cuando te das cuenta de que estás haciendo aquello que desde un principio quisiste. En mi caso, las preguntas que me hice fueron cómo funciona nuestro cerebro, cómo funcionan nuestras neuronas, cómo se comunican. Todas esas preguntas las he ido resolviendo. Cada día estamos haciendo experimentos que nos permiten ver o encontrar reglas generales de funcionamiento, estamos empezando a entender a nuestro cerebro y con esto aparecen nuevos retos, hay ocasiones donde no sale lo que esperamos o lo que creíamos entender ya no



# Nariz Electrónica

Desde hace mucho tiempo, el hombre ha imitado a la naturaleza para desarrollar sistemas electrónicos que realicen tareas que se encuentran más allá de sus alcances, en particular se han imitado los sentidos de los seres humanos y de algunos animales.

Severino Muñoz Aguirre\*

lo entendemos. Es un reto continuo estar aprendiendo los mecanismos neuronales nos da diferentes opciones, conforme nos vamos desarrollando te das cuenta de que comienzas a resolver cada vez más problemas, otra satisfacción es cuando tus alumnos toman su camino, se gradúan, emigran hacia otros lados para decidir sus carreras, todo eso son las satisfacciones que tenemos.

**(S): Para concluir ¿qué le gustaría agregar?**

**(DJFH):** Yo creo que es muy importante la oportunidad de comunicar información. La parte central es resumir la experiencia que tenemos los investigadores de diferentes áreas para que la demás gente de nuestro país o aquí en Puebla sepa que hay opciones o que alguien está haciendo algo por entender ciertas preguntas, que la gente comience a entender a través de lo que nosotros llegamos a comunicar, empezar a entender procesos básicos de nuestro funcionamiento en las diferentes áreas del conocimiento ya sea física, química, matemáticas, entonces, esa parte de divulgación es muy importante, ojalá que esta parte de poder comunicar llegue realmente a la gente. En ocasiones, por ejemplo, algunas revistas quedan muy restringidas a un determinado nivel social, normalmente las revistas llegan a los universitarios únicamente y no a la población en general, lo que sería bastante agradable para nosotros como investigadores, para la sociedad como receptora del conocimiento y para ustedes como divulgadores de ese conocimiento.



De tal manera que han desarrollado poderosos "ojos" que pueden explorar tanto el macrocosmos como el microcosmos y con los cuales podemos registrar imágenes como en la Figura 1, donde se muestra una cámara CCD de 2.1 megapíxeles, un "ojo electrónico", así como "oídos electrónicos" que pueden detectar sonidos ininteligibles para el oído humano. También, se han desarrollado sistemas que son extremadamente sensibles al tacto. En fin, existen un sinnúmero de sistemas que nos permiten detectar diferentes variables. Y la parte medular de estos sistemas son los sensores.

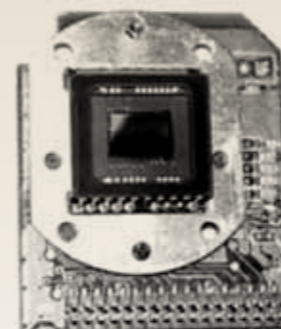


Actualmente se tienen muchos sistemas que combinan sensores con muchos avances tecnológicos. Uno de ellos es el AIBO (Figura 2), un robot-mascota fabricado por la compañía SONY y que tiene muchas funciones ya que puede reconocer la imagen o la voz de su amo utilizando una cámara (localizada en su nariz) y un par de micrófonos (localizados en sus orejas) y que además puede reaccionar al tacto. De la misma manera podemos encontrar otros robots humanoides tales como el **NAO** y el **ENON**.

Sin embargo, ninguno de los sistemas antes mencionados tiene una "nariz electrónica", siendo que para el caso del perro esa sería una de sus mejores características, ya que dichos animales se caracterizan precisamente por sus excelentes olfatos. La nariz electrónica no solamente se requiere para esto, existen muchas aplicaciones en donde es necesario este tipo de sistemas. Por ejemplo, la evaluación de muchos productos alimenticios y cosméticos se realiza desde hace mucho tiempo por un panel de humanos (Figura 3). Personas que han sido entrenadas especialmente y cuyo entrenamiento toma mucho tiempo y es muy caro. De la misma manera, se utilizan perros para detectar drogas o explosivos, pero al igual que los humanos, su entrenamiento es muy

caro y no pueden trabajar por lapsos prolongados de tiempo ya que el olfato de los mamíferos se satura, razón por la cual requieren descanso. Además, si se trata de sustancias tóxicas, o en lugares de difícil acceso, no es posible usar animales o humanos.

Por lo anterior se requiere del desarrollo de sistemas electrónicos capaces de imitar el olfato biológico. Sin embargo, a pesar de la necesidad, el desarrollo de estos sistemas está bastante atrasado. Una de las razones es la complejidad del sentido del olfato comparado con los demás sentidos. Para imitar el ojo, se requiere solamente de tres tipos de sensores para detectar los tres colores primarios y, al igual que en la retina del ojo, solamente se cubre una superficie con estos sensores como es el caso de una cámara CCD (ver Figura 1). Para el oído, se utiliza una membrana, la cual imita el funcionamiento del tímpano, que reacciona a las vibraciones de las ondas sonoras, como es el caso del micrófono. Y por medio de dispositivos electrónicos se puede tener un sistema que reacciona al tacto de manera bastante simple, como es el caso de una pantalla táctil (*touch screen*). Sin embargo, la nariz biológica consta de una membrana llamada epitelio en donde se encuentran cerca de 900 tipos de células receptoras diferentes que se combinan en millones de sensores, haciendo casi imposible imitar su funcionamiento con un sistema electrónico. A pesar de esa complejidad, es posible desarrollar sistemas que realicen la tarea de olfatear, aunque con ciertas limitaciones. Para describir cómo se estructuran estos sistemas, hay que describir primero la estructura de la nariz biológica (Figura 4). Las moléculas de gas entran por las fosas nasales hasta alcanzar el epitelio, en donde interactúan con las células receptoras o sensoriales. El resultado es una reacción electroquímica que se propaga por medio de las neuronas hacia el bulbo olfativo, de donde la información que es transportada hacia el cerebro por medio del nervio olfativo. En la corteza cerebral



**Figura 1**  
Cámara CCD de 2.1 Megapíxeles



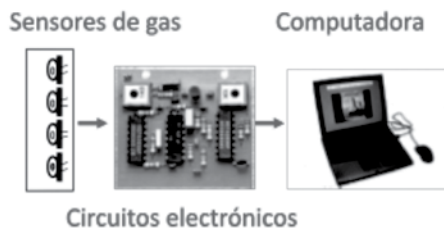
**Figura 2**  
AIBO



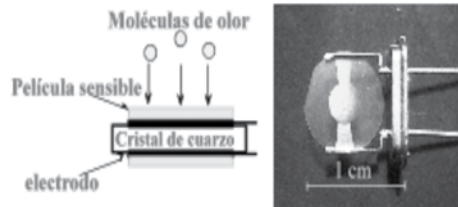
**Figura 3**  
Evaluación de productos por un panel de humanos



**Figura 4**  
Nariz biológica



**Figura 5**  
Nariz Electrónica



**Figura 6**  
Sensor de gas de cristal de cuarzo



**Figura 7**  
Sistema móvil localizador de fuentes de olor desarrollado en el LEyO, FCFM-BUAP.

se realiza el reconocimiento del estímulo por medio de patrones formados previamente con estímulos aprendidos. Es decir, no podríamos reconocer el olor de un plátano si previamente no hemos aprendido ese olor. Por lo tanto, la estructura básica de la nariz se compone de tres partes principales: las células sensoriales, las neuronas y el cerebro.

Por lo anterior, si hay que desarrollar un sistema electrónico, se necesitan sensores de gas para realizar la tarea de las células sensoriales, la circuitería para procesar y transportar la información hacia una computadora, la cual realiza la función del cerebro (Figura 5).

En el Laboratorio de Electrónica y Optoelectrónica (LEyO) de la facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la BUAP se realizan actividades encaminadas al desarrollo de una nariz electrónica. Para esto se requiere desarrollar de manera paralela diversas líneas de investigación como son: sensores de gas, la circuitería para procesar las señales y el software para realizar el reconocimiento de diferentes sustancias. Los sensores que se trabajan en el LEyO se construyen utilizando diferentes principios, algunos son de cristales de cuarzo (Figura 6), los cuales operan bajo el principio de que cuando las moléculas de gas interactúan con una película sensible depositada sobre sus electrodos, se provoca un corrimiento en la frecuencia de resonancia del cristal, el cual es propor-

cional a la cantidad de moléculas del gas presentes en el ambiente. Dicho corrimiento de frecuencia es medido y almacenado en una computadora para su posterior análisis. También se investigan diferentes tipos de sensores, algunos basados en fibras ópticas o en fenómenos optoelectrónicos, y también se están utilizando sensores comerciales de la serie TGS de Figaro, una compañía japonesa. El procesamiento de las señales se realiza utilizando circuitos analógicos y digitales, muchos de ellos diseñados en el LEyO, los cuales están basados en microcontroladores PIC o en FPGA, con los cuales se alcanza una calidad electrónica de tecnología actual. Para analizar y realizar el reconocimiento de las señales provenientes de los sensores se utilizan computadoras personales por medio de programas comerciales tales como Matlab y LabView. Recientemente, se ha iniciado la aplicación adaptando a un carrito un arreglo de sensores para realizar la localización de fuentes de olor, con lo que iniciamos la etapa de ponerle nariz a los robots (Figura 7).

**\*Severino Muñoz es profesor-investigador del Cuerpo Académico de Optoelectrónica y Fotónica de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP**  
**Tel: 229-5500, ext. 2176**  
**e-mail: smunoz@cfm.buap.mx**