

Gaceta



# Biomédicas



Septiembre, 2023 | Año 28 | Número 9 | ISSN 1607-6788

## Expresiones de plasticidad nerviosa ante el daño cerebral: de los mapas corticales a las células nerviosas

P. 8





## DIRECTORIO UNAM

Rector  
**Dr. Enrique Luis Graue Wiechers**  
 Secretario General  
**Dr. Leonardo Lomelí Vanegas**  
 Secretario Administrativo  
**Dr. Luis Álvarez Icaza Longoria**  
 Coordinador de  
 la Investigación Científica  
**Dr. William Lee Alardín**  
 Directora del IIBO  
**Dra. Imelda López Villaseñor**

## CONSEJO EDITORIAL

**Dra. Imelda López Villaseñor**  
**Dr. Edmundo Lamoyi Velázquez**  
**Mtra. Sonia G. Olguin García**  
**Dr. Daniel Ríos Barrera**  
**Dr. Héctor Miranda Astudillo**  
**Mtra. Lucía Brito Ocampo**  
**Lic. Osiris López Aguilar**

Gaceta  
**Biomédicas**

Directora y Editora  
**Mtra. Sonia Olguin García**  
 Editor Científico  
**Dr. Edmundo Lamoyi Velázquez**  
 Reportera  
**Lic. Keninseb García Rojo**

**Gaceta Biomédicas.** Órgano Informativo del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM. Es una publicación mensual, realizada por el Departamento de Prensa y Difusión del IIBO. Editores: Sonia Olguin y Edmundo Lamoyi. Oficinas: Segundo piso del Edificio de Servicios a la Investigación y la Docencia del IIBO, Tercer Circuito Exterior Universitario, C.U. Teléfono y fax: 5622-8901. Año 28, número 9. Certificado de Licitud de Título No. 10551. Certificado de Licitud de Contenido No. 8551. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del título 04-2018-092408590700 expedido por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. ISSN 1607-6788. Este número se terminó el 30 de septiembre del 2023.

Información disponible en:

<https://www.biomedicas.unam.mx/prensa-y-difusion/gaceta-biomedicas/>

Cualquier comentario o información, dirigirse a: Mtra. Sonia Olguin, jefa del Departamento de Prensa y Difusión, correo electrónico: [gaceta@iibiomedicas.unam.mx](mailto:gaceta@iibiomedicas.unam.mx)

Las opiniones expresadas en los artículos son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de la institución. Prohibida la reproducción total o parcial del contenido por cualquier medio impreso o electrónico, sin previa autorización. Ni el Instituto, ni la **Gaceta Biomédicas** recomiendan o avalan los productos, medicamentos y marcas mencionados.

# CONTENIDO

SEPTIEMBRE, 2023 AÑO 28 NÚMERO 9

**CTBC, Unidad Foránea de Biomédicas  
30 Aniversario**

3

**Historia del CTBC**

4

**El IIBO da la bienvenida  
a sus nuevos estudiantes**

6

**Expresiones de plasticidad nerviosa  
ante el daño cerebral:  
de los mapas corticales  
a las células nerviosas**

8

**Los enredos de Fos  
y su familia en los organismos**

10

**Consideraciones para la portabilidad  
de número telefónico**

12



Imagen: Evangelina Ávila; Eduardo Domínguez  
 Grupo: Angélica Zepeda  
 Diseño de portada: Lic. Osiris López

Ediciones anteriores:



# CTBC, Unidad Foránea de Biomédicas 30 Aniversario

Unidad  
Periférica



Para celebrar el 30 Aniversario del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, la Universidad Autónoma de Tlaxcala organizó una serie de eventos conmemorativos que iniciaron con una ceremonia presidida por su rector, el doctor Serafín Ortiz Ortiz, en la cual participaron las doctoras Margarita Martínez Gómez, quien fuera su fundadora y primera coordinadora; la actual responsable, la doctora Lourdes Arteaga; el doctor Alfredo Adán Pimentel, Secretario de Investigación Científica y Posgrado; el doctor José Reyes Luna Ruiz, Coordinador de la División de Ciencias Biológicas; la Diputada Alejandra Ramírez Ortiz, Presidenta de la Comisión de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología del Congreso del Estado; así como la estructura directiva de la UATx, investigadores, académicos e invitados especiales.

De manera remota se contó con la asistencia de la directora del Instituto de Investigaciones Biomédicas, la doctora Imelda López; el doctor Pablo Pacheco investigador de la Unidad Periférica de Biomédicas en Xalapa, y diversos colaboradores del Instituto de Ecología de la UNAM (Hugh Drummond, Carlos Cordero, Roxana Torres), así como del doctor Constantino Macías en la UNAM-Canadá, y de la Universidad Veracruzana los doctores Jorge Manzo, Porfirio Carrillo, Laura Hernández, y Heiko Rodel de la Université Sorbonne Paris Nord.

Al hacer uso de la palabra, el doctor Serafín Ortiz Ortiz exhortó a los académicos del CTBC para continuar con la ruta trazada, "posicionando los productos de investigación, universalizando los resultados y compartiéndolos en los escenarios del *ethos* de la ciencia, para que, desde Tlaxcala, se construyan modelos epistémicos en los diferentes horizontes de la sabiduría de las ciencias naturales y del espíritu".

La doctora Margarita Martínez Gómez, Secretaria Académica de la UATx e investigadora del Departamento de Biología Celular del IIBO, consideró que la investigación científica, además de ofrecer una carrera de prestigio, representa muchos dilemas, ya que entre más se avanza y profundiza, más se reconocen lagunas de ignorancia. Agregó que "hay que lidiar con múltiples dudas y aceptar como valiosos los errores, las torpezas, aunque desesperadamente se busquen certezas. Nos la pasamos oscilando entre la disciplina metodológica y la imaginación, tratando de mantenernos en un saludable y productivo punto medio... UATx y UNAM hemos desarrollado un grupo sólido de investigación en Tlaxcala y formado, con vehemencia y dedicación cuadros nuevos de jóvenes ¡Que responsabilidad! Eso es lo que ha ido haciendo por 30 años el Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC)".

Subrayó que el Centro de Investigaciones Fisiológicas, nombrado posteriormente CTBC, que alberga a la Unidad Foránea de Biomédicas, "ha sido un proyecto educativo exitoso, formado por un grupo coherente y trabajador, con conciencia de la inteligencia colectiva; que sabe correr el lápiz, como se

dice coloquialmente, y busca seguir aprendiendo; está integrado, sí, a pesar de tener grandes diferencias en personalidad y estilos".

Reconoció a los grandes maestros y colaboradores que ha tenido el CTBC como Carlos Beyer, Pablo Pacheco, Barry Komisaruk; Robyn Hudson, Hugh Drummond, Raúl Aguilar, Jorge Manzo, Porfirio Carrillo, José Ramón Eguibar, Alonso Fernández Guasti, Constantino Macías, Carlos Cordero, Heiko Rödel, Roxana Torres, John Downit, Mario Lorenzana, Margot Damaser, Gabriel Gutiérrez, José Aguilera y Mario Romero, entre otros.

Entre los logros del CTBC mencionó el "implementar" áreas que se aprovechan al máximo; la formación de estudiantes y la creación de un posgrado con una calidad y una productividad con estándares internacionales; la obtención de financiamientos externos; el contribuir con buenos indicadores institucionales; el trabajo con las comunidades locales; el otorgamiento de apoyo a grupos de niñas y mujeres adultas mayores.

Como aciertos del Centro mencionó el aprecio del valor de la inter y multidisciplinaria, la identificación de la necesidad de una comunicación adecuada del conocimiento científico y la importancia de la retribución social. También resaltó el mantenimiento de la colaboración entre la UATx y la UNAM a lo largo de los años y la optimización de recursos e infraestructura con propósitos académicos originales de impacto formativo y social.

La doctora Lourdes Arteaga Castañeda por su parte, se refirió a la transformación institucional realizada que se ha dado en 30 años de historia, "donde la mayoría de los especialistas se han preocupado por pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), y en la que la formación de recursos humanos y la vinculación social se unen en una sola vocación". La doctora Arteaga culminó su participación con un recorrido por la historia del CTBC que se presenta a continuación:

Continúa en la página 4>

# Historia del CTBC

Dra. María de Lourdes Arteaga Castañeda  
Coordinadora del CTBC

Los orígenes del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, antes Centro de Investigaciones Fisiológicas, se remontan a 1980, cuando el doctor Carlos Beyer Flores del CINVESTAV llegó a Tlaxcala acompañado de sus colaboradores, los doctores Alonso Fernández Guasti y Porfirio Gómora Arrati, y la Biol. Guadalupe Domínguez. Ellos se instalaron en Panotla, formando el Centro de Investigación en Reproducción Animal (CIRA), que inició la colaboración entre la Universidad Autónoma de Tlaxcala y el CINVESTAV.

Después de meses de trabajo intenso entre académicos del CTBC, del Centro de Investigación en Ciencias Biológicas y del Centro de Investigación en Genética y Ambiente de la UATx, se crea la Maestría en Ciencias Biológicas (MCB), que en ese mismo año fue aceptada en el padrón PIFOP-CONACYT, y a partir de 2003 ingresó al Padrón Nacional de Posgrado del CONACYT. También en el 2020 obtuvo la categoría de Competencia Internacional.

A instancias del doctor Juan Pedro Laclette, entonces director de Biomédicas, se sugiere cambiar el nombre a Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta (CTBC). También por iniciativa de los doctores Laclette y René Drucker Colín de la UNAM, y del Quím. René Grada, en ese entonces rector de la UATx, se firma un convenio UATx-UNAM que formaliza la unidad foránea de Biomédicas en Tlaxcala.

El grupo del CIF se cambió a las nuevas instalaciones que hoy ocupa en el Campus de Rectoría,

Margarita Martínez se convirtió en investigadora del IIBO-UNAM pero se le permitió que se quedara en la UATx como profesora comisionada. En este mismo año, se organizó el primer Curso Internacional de Bases Biológicas de la Conducta que se ha llevado a cabo por 25 años en Tlaxcala.

Ocho años después, el doctor Pablo Pacheco Cabrera, Margarita Martínez Gómez y Rosa Angélica Lucio se separan del CIRA. Aunque el doctor Pacheco, seguía haciendo gestión en la UATx y apoyando al grupo tlaxcalteca, se fue a la Universidad Veracruzana, donde sentó las bases, con Jorge Manzo y Porfirio Carrillo, del que es ahora el Instituto de Neuroetología.

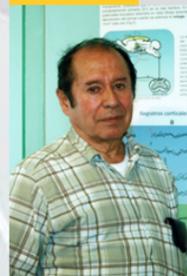
Margarita Martínez y Rosa Angélica Lucio, como profesoras de la UATx, Rebeca Sánchez como secretaria, y Yolanda Cruz, René Zempoalteca, entre otros estudiantes, se establecen en el nuevo centro denominado Centro de Investigaciones Fisiológicas (CIF). En lo que habían sido caballerizas se adaptaron los bioterios y se implementó en cuatro cuartos pequeños los laboratorios de electrofisiología e histología, un área de observación conductual, unas oficinas y hasta una pequeña biblioteca.

Por esa misma época, Robyn Hudson y Margarita conocieron a dos importantes colaboradores del grupo tlaxcalteca, Hugh Drummond y Constantino Macías del Instituto de Ecología de la UNAM, quienes enriquecieron con su visión ecológica los estudios de conducta animal que se llevaban a cabo en el CIF.

El doctor Pablo Pacheco, reconocido neurofisiólogo, y sus estudiantes Margarita Martínez y Rosario Chirino, provenientes del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, se integraron al grupo del CIRA por invitación del doctor Hugo Aréchiga y del doctor Carlos Beyer. Posteriormente se incorporaron las ahora doctoras Rosa Angélica Lucio y Gabriela González Mariscal, estudiante la primera e investigadora del CINVESTAV la segunda.

En el CIRA también estaban el doctor José Ramón Eguíbar y la doctora Robyn Hudson, proveniente de la Universidad de Múnich Alemania, quien hizo una estancia en el CIRA, y trajo al grupo de investigación tlaxcalteca el modelo del conejo doméstico e inició la investigación con un enfoque psicobiológico de la conducta animal y humana.

1985



1993



1996



1999



2001



2002



2006



Se creó la Estación Científica "La Malinche" por la colaboración entre la UATx, la UNAM y el municipio de Ixtenco, la cual hace posible que se realicen investigaciones en ecología, conservación y conducta animal. Dicha Estación permitió que el CONACYT otorgara 5 Cátedras a jóvenes investigadores que se sumaron a las filas de profesores UATx. Las investigaciones ahí desarrolladas hicieron que se ganara el Premio a la investigación Por Amor al Planeta de la Volkswagen de México en el 2013.

2008



Se crea el Doctorado en Ciencias Naturales, que a partir del año 2011 cambió de nombre a Doctorado en Ciencias Biológicas y el que actualmente ostenta el nivel de Consolidado en el mismo padrón del CONACYT. La MCB ha formado a 19 generaciones de estudiantes con 275 titulados y el DCB 15 generaciones con 45 titulados.

2017



Se creó la Unidad de Atención Integral a la Mujer (UAIM) como resultado también de la colaboración entre la UATx y la UNAM, ofreciendo programas que promueven las vocaciones científicas en niñas y jóvenes, y difundiendo el conocimiento sobre salud femenina mediante la realización de talleres para adultas mayores.

2020



Se formalizó la Oficina de Comunicación de la Ciencia del CTBC, que además de publicar una revista electrónica, incluye los programas Tesoros de la Malinche y Ciencia Tlaxcala, y empieza a ganar presencia en las redes sociales.



Actualmente el CTBC continúa trabajando uno a uno con la Unidad Foránea del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM y está constituido por 25 académicos (22 PTC y 3 catedráticos CONAHCyT). El 88 por ciento de los PTC pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras, y el 73 por ciento tienen el perfil deseable PRODEP. El CTBC cuenta, además, con 8 académicos que pertenecen al SNI: siete posdoctorantes, un profesor hora-clase, así como 2 Técnicos Académicos. Las investigaciones que se desarrollan se integran en alguna de estas cuatro áreas: Biomedicina, Psicobiología del Desarrollo, Metabolismo y Reproducción, y Biodiversidad y Conservación.

# El IIBO da la bienvenida a sus nuevos estudiantes

Lic. Keninseb García  
Departamento de Prensa y Difusión, IIBO

Los alumnos que ingresan en el ciclo escolar 2023-2024 a alguno de los diversos programas de educación en los que participa el Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBO) recibieron la bienvenida a nuestro instituto en una ceremonia en la que la doctora Mahara Valverde, Secretaria de Enseñanza, dio a conocer los espacios y servicios que están a su disposición para que desarrollen de manera óptima sus actividades académicas.



Dra. Mahara Valverde

La doctora Valverde afirmó que los alumnos que llegan cada año al IIBO hacen que la comunidad se renueve y deseó que se sientan orgullosos de pertenecer al Instituto desde el primer día que estén en él.

Luego de presentar el video conmemorativo por los 80 años de creación del IIBO, a través del cual se mostró a los estudiantes de nuevo ingreso los orígenes y contribuciones del instituto, la doctora mencionó que está conformado por cuatro departamentos de investigación, cada uno de los cuales se les puede distinguir gráficamente mediante un logotipo y un color específicos.

En seguida mencionó que el IIBO cuenta con laboratorios nacionales y unidades de servicio que tienen infraestructura para realizar investigación especializada que ayude a resolver problemas a nivel universitario y/o nacional, y que su personal está

dispuesto a guiar a los alumnos en la realización de sus proyectos académicos.

Sobre los Laboratorios Nacionales que hay en el IIBO, la doctora Valverde habló del Laboratorio Nacional de Citometría de Flujo, que es dirigido por la doctora Gloria Soldevila, y en el que colaboran la doctora Roxana Olguín como coordinadora de Investigación y el Q.F.B. Carlos Castellanos como coordinador de Operaciones.

El Instituto también cuenta con el Laboratorio Nacional de Recursos Genómicos, que es dirigido por el doctor Jesús Chimal y colaboran con él los doctores Gilda Guerrero y Omar Collazo.

Otra unidad de investigación especializada es el Laboratorio de Alta Contención Biológica BSL-3 para el manejo de agentes patógenos de alta peligrosidad, cuya responsable es la doctora Clara Espitia y cuenta con la colaboración de la M. en C. Erika Segura, y los doctores Renato León y Wenceslao Coronado.

En cuanto a las Unidades que brindan servicios especializados para la investigación en el IIBO, la Secretaria de Enseñanza mencionó a la Unidad de Microscopía, a cargo del doctor Miguel Tapia, y a la Unidad de Modelos Biológicos, cuyo encargado es el doctor Daniel Garzón.

Las otras unidades de servicio que tiene el IIBO son la Unidad de Bioprocesos a cargo del doctor Adán Chávez; la Unidad de Metabolómica y Proteómica, cuya encargada es la doctora Silvia Mora; la Unidad de

Cromatografía Líquida a cargo de la M. en C. Patricia Padilla, y la Unidad de Análisis de Imágenes, cuyo responsable es el doctor Alfonso León en colaboración con el Biól. Rafael Cervantes.

Destacó el papel que desempeñan los técnicos académicos en estas unidades y en el resto del Instituto, pues dijo, que varios de ellos además imparten clases en las escuelas y facultades de la UNAM, por lo que en muchas ocasiones son el primer contacto que tienen los alumnos con el IIBO. Agregó que los técnicos académicos en los laboratorios también pueden ayudar a los estudiantes a aclarar algunas dudas sobre procedimientos académicos o administrativos.

Así mismo, recomendó a los estudiantes consultar la página electrónica y acercarse al personal de la Biblioteca "Dr. Dionisio Nieto Gómez", encabezado por su coordinadora la Lic. Lucía Brito Ocampo, para conocer el acervo, los servicios y a las herramientas tecnológicas con que cuenta, las cuales pueden ser de gran apoyo para los proyectos de investigación; además de aprovechar sus instalaciones para estudiar en un ambiente tranquilo y agradable.

En seguida mencionó a la Sección de Cóputo, cuyo responsable es el L. I. Omar Rangel y es el área que pone a disposición de la comunidad recursos informáticos, tecnológicos e infraestructura de telecomunicaciones. Los alumnos pueden acercarse a esta área para obtener una cuenta de correo institucional,



solicitar videoconferencias para realizar sus exámenes tutorales, o para conectar sus dispositivos móviles a la red interna del Instituto.

Por otra parte mencionó que cada uno de los programas de posgrado en los que participa el IIBO tiene un representante de la dirección, un representante de tutores y un enlace en la entidad, a quienes los alumnos pueden recurrir para resolver problemas relacionados con sus trámites de inscripciones o sus candidaturas.

En el programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas el representante de la dirección es el doctor Juan Miranda Ríos y el enlace en la entidad es la señora Azucena Ayala; en el programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Biológicas la representante de la dirección es la doctora María Eugenia Gonsebatt, la representante de tutores es la doctora Regina Montero y el enlace en la entidad es el licenciado Jaime Madrid.

Mientras que en el programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Bioquímicas, la representante de la Dirección es la doctora Mahara Valverde, las representantes de tutores son las doctoras Blanca Ruiz y Angélica Rivera y el enlace es el licenciado Jaime Madrid.

La representante de la dirección en la Maestría y Doctorado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal es la doctora Andrea Díaz Villaseñor el representante de tutores es el doctor Jorge Morales Montor y el enlace es el licenciado Jaime Madrid. Indicó que en este ciclo escolar no ingresaron nuevos alumnos al programa de Maestría

y Doctorado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud.

Explicó que los estudiantes que requieran solicitar un aula para realizar un seminario o presentar un examen tutorial, deberán enviar un correo a la persona que es el enlace en el programa de posgrado al que se encuentren inscritos, o bien a Esther Madrid, con copia a la Secretaría de Enseñanza, en el cual indiquen su nombre, el número de personas que participarán en la actividad y si requieren apoyo para realizar alguna conexión con otra entidad universitaria de manera remota.

A través de la Secretaría de Enseñanza los estudiantes recibirán además información sobre becas, estancias de investigación, cursos de idiomas y convocatorias de premios.

Así mismo, la doctora Valverde mencionó que para atender los problemas de salud mental que puedan afectar a la comunidad, la Universidad cuenta con diversas herramientas de atención psicológica, por ejemplo, a través de la página [www.misalud.unam.mx](http://www.misalud.unam.mx), los servicios de la Dirección General de Atención a la Salud o el Programa de Atención Psicológica a Distancia de la Facultad de Psicología.

El IIBO cuenta también con una Comisión Interna para la Igualdad de Género, que trabaja en concordancia con la Coordinación para la Igualdad de Género de la UNAM a fin de prevenir cualquier tipo de discriminación por razones de género e impulsar una política institucional en este tema.

La doctora Valverde invitó a los estudiantes a visitar la página

electrónica <https://www.biomedicas.unam.mx/igualdad/> o a escribir al correo [cinig@iibiomedicas.unam.mx](mailto:cinig@iibiomedicas.unam.mx) para saber más sobre las actividades que organizan las personas que integran la comisión; también mencionó que la doctora Angélica Zepeda y el doctor Daniel Ríos son las Personas Orientadoras Comunitarias (POCs) que promueven la igualdad, la erradicación de la violencia de género y son el primer contacto a quien recurrir en situaciones de violencia de género.

Se cuenta además con una Comisión Local de Seguridad que previene y atiende situaciones que puedan poner en riesgo a la comunidad como sismos, incendios, fugas, o contingencias ambientales, y teléfonos amarillos de emergencia dispuestos en varios puntos del instituto, los cuales sólo es necesario descolgar para recibir atención de personal de la Secretaría de Prevención, Atención y Seguridad Universitaria.

En Biomédicas también hay una Comisión de Bioseguridad que está encargada de promover buenas prácticas y atender contingencias en las instalaciones del Instituto donde se trabaja con microorganismos patógenos de alta peligrosidad, o con muestras de procedencia humana.

Añadió que la Comisión de Seguridad Radiológica, que está a cargo del Q. F. B. Carlos Castellanos, ofrece capacitación teórica y práctica a las personas de la comunidad del IIBO cuyo trabajo implica el manejo de material radiactivo y las canaliza a una institución médica para vigilar su salud y los posibles efectos de la exposición a la radiación.

Por último, invitó a los alumnos a participar en los procesos para elegir a sus representantes en el programa de licenciatura y posgrado correspondiente, y a asistir a los seminarios institucionales y departamentales para conocer más sobre la labor que se hace en el IIBO.

“No me resta más que darles la bienvenida, desearles que disfruten su estancia aquí. Yo llevo más de 35 años aquí; llegué como estudiante de Biología y desde que escuché una plática quedé encantada y aquí sigo. Espero que a ustedes les suceda lo mismo”, finalizó la Secretaria de Enseñanza. ■

# Expresiones de plasticidad nerviosa ante el daño cerebral: de los mapas corticales a las células nerviosas

Dra. Angélica Zepeda

Departamento de Medicina Genómica y Toxicología Ambiental, IIBO

La plasticidad cerebral es la capacidad de las células del sistema nervioso de cambiar su actividad en respuesta a estímulos extrínsecos o intrínsecos por medio de la reorganización de su estructura, función y conectividad (Mateos-Aparicio, 2019). Y estas modificaciones se manifiestan desde el nivel molecular hasta la reorganización de mapas corticales.

La plasticidad cerebral es un conjunto de eventos que ocurren de forma constitutiva y subyacen a procesos como el aprendizaje y la memoria, que permiten la adaptación continua de los individuos. Algunas manifestaciones de plasticidad nerviosa incluyen: el aumento y disminución de liberación de neurotransmisores y neurotrofinas, así como de sus receptores; la sinaptogénesis; el fortalecimiento y debilitamiento sináptico; la arborización dendrítica y axónica; la neurogénesis y la reentrada a estados de inmadurez neuronal, entre otros.

La plasticidad también ocurre en condiciones patológicas como en los mecanismos que acompañan a la reorganización funcional. En este sentido, ante un evento de daño cerebral, se pierden o alteran las funciones en las que participa la región o estructura cerebral dañada, lo cual provoca afectaciones funcionales. Sin embargo, el sistema despliega de forma natural algunos mecanismos que le permiten reorganizar dicha función. Así entonces, ante un evento de daño isquémico cerebral focal, las células directamente afectadas por la privación de oxígeno y glucosa mueren provocando daño cerebral focal.

Cuando el daño ocurre en el área visual primaria, que recibe información directa de la retina, se produce una lesión llamada escotoma visual cortical y esto genera que el individuo que sufrió el daño perciba una zona ciega o borrosa en su campo visual. Sin embargo, se ha reportado que los individuos que sufren de un escotoma cortical, pueden reorganizar la percepción de su campo visual por medio de un fenómeno denominado “filling in” o “rellenado de la zona ciega”, lo cual se traduce como plasticidad funcional.

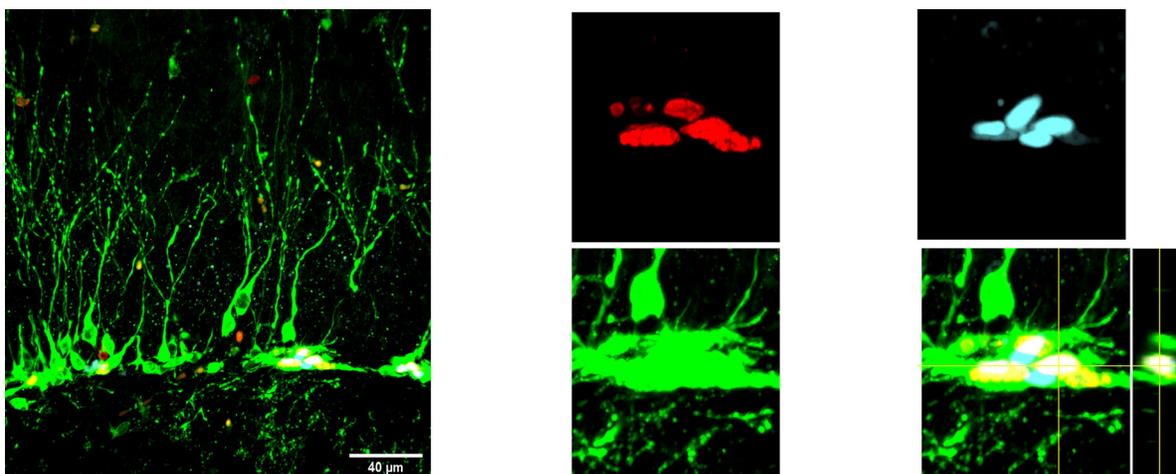
Como parte de nuestros estudios, hemos investigado en conjunto con un grupo alemán en el Instituto Max Planck de Neurobiología en Múnich, si las representaciones corticales de estímulos visuales simples que rodeaban al área lesionada mostraban modificaciones funcionales en el tiempo después de inducir una lesión focal cortical en animales de experimentación. Para ello y para evaluar la reorganización de la representación espacial visual o mapa retinotópico, se utilizó la técnica de imagenología de señales intrínsecas, que permite evaluar la respuesta en vivo de las neuronas que responden ante un protocolo de estimulación visual (Zepeda *et al.*, 2004). Los resultados mostraron que tanto la representación simple de estímulos visuales, como del mapa retinotópico se reorganizaban con el tiempo después de inducida la lesión cortical, generando así evidencia de que el fenómeno de relleno de la zona ciega podía explicarse a partir de la plasticidad de las células que conformaban los mapas o representaciones corticales.

Aunado a ello, en el grupo de investigación de la doctora Clorinda Arias, en conjunto con el grupo alemán, analizamos las modificaciones anatómicas y bioquímicas de las células que rodeaban a la lesión y que se situaban en la región en la que se habían observado los cambios funcionales. Los principales hallazgos mostraron que la reorganización funcional de los mapas corticales se acompañaba en el tiempo de arborización dendrítica, regulación a la alta de la neurotransmisión excitadora y disminución de la neurotransmisión inhibitoria, lo cual en su conjunto podía explicar el proceso de reorganización nerviosa que subyacía al fenómeno de “filling in” (Zepeda *et al.*, 2003; 2004). Esto

deriva de que estos procesos pueden permitir la reconexión de células que quedaron desafectadas, el fortalecimiento sináptico entre neuronas y el desenmascaramiento de vías respectivamente.

En otra serie de experimentos, que realizamos la entonces estudiante de mi grupo Andrea Aguilar (ahora doctora) y yo, en colaboración con la doctora Clorinda Arias, investigamos si la neurogénesis o nacimiento de nuevas neuronas en la etapa adulta de la rata, podía contribuir a la reorganización de funciones alteradas o perdidas por una lesión cerebral. Para ello, se indujo una lesión focal al hipocampo de animales de experimentación y evaluamos diferentes etapas del proceso neurogénico. En este sentido, el hipocampo era de particular relevancia para nuestros estudios por dos razones: por un lado, el giro dentado del hipocampo constituye una de las dos regiones neurogénicas cerebrales bien caracterizadas en una gran variedad de mamíferos adultos y por otro, se le atribuyen funciones bien definidas de memoria contextual, lo cual permitiría evaluar la pérdida y potencial reorganización funcional después de un evento de daño. Aunado a ello, estudios previos de otros grupos han demostrado que las nuevas neuronas nacidas en el hipocampo en condiciones naturales en esta especie son importantes para llevar a cabo el proceso de memoria contextual. Los resultados conductuales de esta investigación mostraron que a un tiempo corto después de que se indujera la lesión, los animales no podían recordar un contexto familiar. Sin embargo, a tiempos más largos, los animales habían recuperado la capacidad de recordar. La evaluación por microscopía confocal de los cerebros, mostró que como producto del daño se generaba un nacimiento exacerbado de nuevas células que con el tiempo adquirirían linaje neuronal, que sobrevivían a lo largo del tiempo, que maduraban y que mostraban marcadores de reclutamiento funcional ante una tarea de memoria contextual pero no ante una tarea control de exploración espacial. Estos datos apoyaban así la hipótesis de que las nuevas neuronas nacidas en el área de la lesión, contribuían a la reorganización funcional (Aguilar-Arredondo y Zepeda, 2018).

Sin embargo, estos resultados no se pueden generalizar a todas las regiones cerebrales ni al



Identificación de neuronas jóvenes y progenitores neurales en proliferación en el giro dentado del ratón mediante inmunohistoquímica de fluorescencia y microscopía confocal.

El marcaje verde muestra el citoesqueleto de células positivas a la proteína doblecortina, propia de neuroblastos y de células jóvenes; la marca roja muestra núcleos positivos a bromodeoxiuridina, un análogo de timidina que se intercala en el DNA de células en fase proliferación y; la marca azul muestra núcleos de progenitores neurales positivos al factor de transcripción Tbr2.

Se muestra cada canal por separado y la colocalización de las marcas. La imagen inferior a la derecha muestra además la proyección ortogonal (en los planos xz y yz) de una célula.

Crédito: Eduardo Domínguez, Evangelina Ávila y Angélica Zepeda. Se agradece el apoyo de Miguel Tapia (Unidad de Microscopía, IIBO)

humano, en el que aún está en debate el nacimiento de nuevas neuronas pasado el primer año de vida (Sorrells *et al.*, 2018; Moreno-Jimenez *et al.*, 2021). Una forma de robustecer estas observaciones sería mediante el silenciamiento o eliminación de las neuronas nacidas como consecuencia del daño para evaluar su papel causal en el proceso de reorganización funcional.

Finalmente y en seguimiento al estudio de la plasticidad del giro dentado del hipocampo, el cerebro de la rata y el ratón se comportan de manera diferente ante el daño focal al giro dentado del hipocampo. Mientras que en la rata, la zona de lesión disminuye con el tiempo, en el ratón esto no solo no ocurre, sino que además predomina un evento denominado “dispersión

granular”. Esta característica en la que el giro dentado se ensancha en el plano dorsomedial, producto de la disminución de la proteína reelina que mantiene la laminación celular en el cerebro, se observa en pacientes que sufren de epilepsia mesial temporal. Siendo que la región se desestructura como resultado del daño focal con ácido kaínico (una droga que produce hiperexcitabilidad neuronal), resultaba interesante evaluar en qué medida dicha desestructuración afectaba tareas de aprendizaje y memoria propias del hipocampo, así como la plasticidad sináptica en la región.

De forma interesante, con la estudiante de doctorado (ahora doctora) Karina Hernández Mercado y el grupo de la doctora Martha Escobar de

la Facultad de Psicología, mostramos que aun cuando la dispersión granular aumentaba a medida que pasaba el tiempo, el hipocampo tenía la plasticidad para reorganizar una tarea que se perdía a los pocos días después de inducida la lesión y que ello ocurría en conjunto con la recuperación de la plasticidad sináptica, evaluada a través de técnicas electrofisiológicas (Hernández-Mercado *et al.*, 2022).

Los resultados anteriormente descritos ponen de manifiesto la capacidad del cerebro de adaptarse a condiciones en las que su fisiología se ha alterado y continúan abriendo caminos a nuevas investigaciones que permitan conocer el alcance de la plasticidad cerebral en la reorganización funcional y estructural. 

## Referencias

1. Aguilar-Arredondo, A., Zepeda, A. (2018) Memory retrieval-induced activation of adult-born neurons generated in response to damage to the dentate gyrus. *Brain structure & function*, 223, 2859–2877. <https://doi.org/10.1007/s00429-018-1664-7>
2. Hernández Mercado K, *et al.* (2022) Progression in Time of Dentate Gyrus Granule Cell Layer Widening due to Excitotoxicity Occurs along In Vivo LTP Reinstatement and Contextual Fear Memory Recovery. *Neural Plast.* 7432842 <https://doi.org/10.1155/2022/7432842>
3. Hernández Mercado, K., Martínez Moreno, A., Rodríguez Durán, L. F., *et al.* (2022). Progression in Time of Dentate Gyrus Granule Cell Layer Widening due to Excitotoxicity Occurs along In Vivo LTP Reinstatement and Contextual Fear Memory Recovery. *Neural plasticity*, 2022, 7432842. <https://doi.org/10.1155/2022/7432842>
4. Moreno-Jiménez, E. P., Terreros-Roncal, J., Flor-García, M., (2021). Evidences for Adult Hippocampal Neurogenesis in Humans. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 41(12), 2541–2553. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0675-20.2020>
5. Sorrells SF, *et al.* (2018). Human hippocampal neurogenesis drops sharply in children to undetectable levels in adults. *Nature*, 555(7696), 377–381. <https://doi.org/10.1038/nature25975>
6. Zepeda, A., Vaca, L., Arias, C., Sengpiel, F. (2003). Reorganization of Visual Cortical Maps After Focal Ischemic Lesions. *J Cereb Blood Flow Metab*, 23: 811-820 <https://doi.org/10.1097/01.WCB.0000075010.31477.1E>
7. Zepeda, A. *et al.* (2004). Functional reorganization of visual cortex maps after ischemic lesions is accompanied by changes in expression of cytoskeletal proteins and NMDA and GABA(A) receptor subunits. *J Neurosci*, 24:1812-21 <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3213-03.2004>
8. Zepeda, A., Arias, C., Sengpiel, F. (2004). Optical imaging of intrinsic signals: recent developments in the methodology and its applications. *J Neurosci Methods* 136:1-21 (2004). <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2004.02.025>

# Los enredos de Fos y su familia en los organismos

Manuel Alejandro Zúñiga García<sup>1,2</sup> y Juan Rafael Riesgo Escovar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumno del Doctorado en Ciencias Biológicas, UNAM,

<sup>2</sup>Instituto de Neurobiología, Campus UNAM Juriquilla

El oncogén *fos*, descubierto hace aproximadamente 57 años, ha sido fuente de estudio y uso experimental desde entonces. Es, probablemente, uno de los genes más reconocidos en el ámbito científico.

Originalmente se asoció con un tumor (un osteosarcoma) hallado en un ratón. Homogenados crudos de este tumor causaron tumores cuando se inyectaron en otros ratones, y se determinó que el agente causal de estos tumores era un virus (Finkel *et al.*, 1966). Subsecuentemente, se encontró que un oncogén viral, resultado de la fusión del gen viral *gag* con un gen celular del genoma del ratón (*fos*, de Finkel, Binkis y Jenkins Osteosarcoma) era la razón de la tumorigénesis dentro del genoma viral. La expresión ectópica del

gen celular *fos* (llamado *c-fos* por ser la versión celular de *fos*, en contraparte a la versión modificada en el genoma viral, *v-fos*), no generaba tumores. Sin embargo, el descubrimiento de que la expresión de un solo gen podría resultar en tumorigénesis desató el interés de muchos científicos, pues se podría explicar así, al menos, el surgimiento de algunos tipos de cáncer.

Estudios posteriores apuntaron a una función vital para el gen *c-fos*. Se demostró que se expresaba de manera regulada, y que los estímulos que indu-

cían la expresión de *c-fos* eran múltiples, al grado de hipotetizar que *c-fos* constituía parte de un sistema de señalización celular, bautizado como “tercer mensajero”, en alusión a los sistemas de segundos mensajeros celulares. El estudio del promotor de *c-fos* cobró importancia, pues se pensaba que era la clave para entender el funcionamiento de este gen, llegando, mediante experimentos de expresión ectópica en células en cultivo, a identificar posibles factores reguladores; por ejemplo, como el factor de transcripción *srf* (fac-

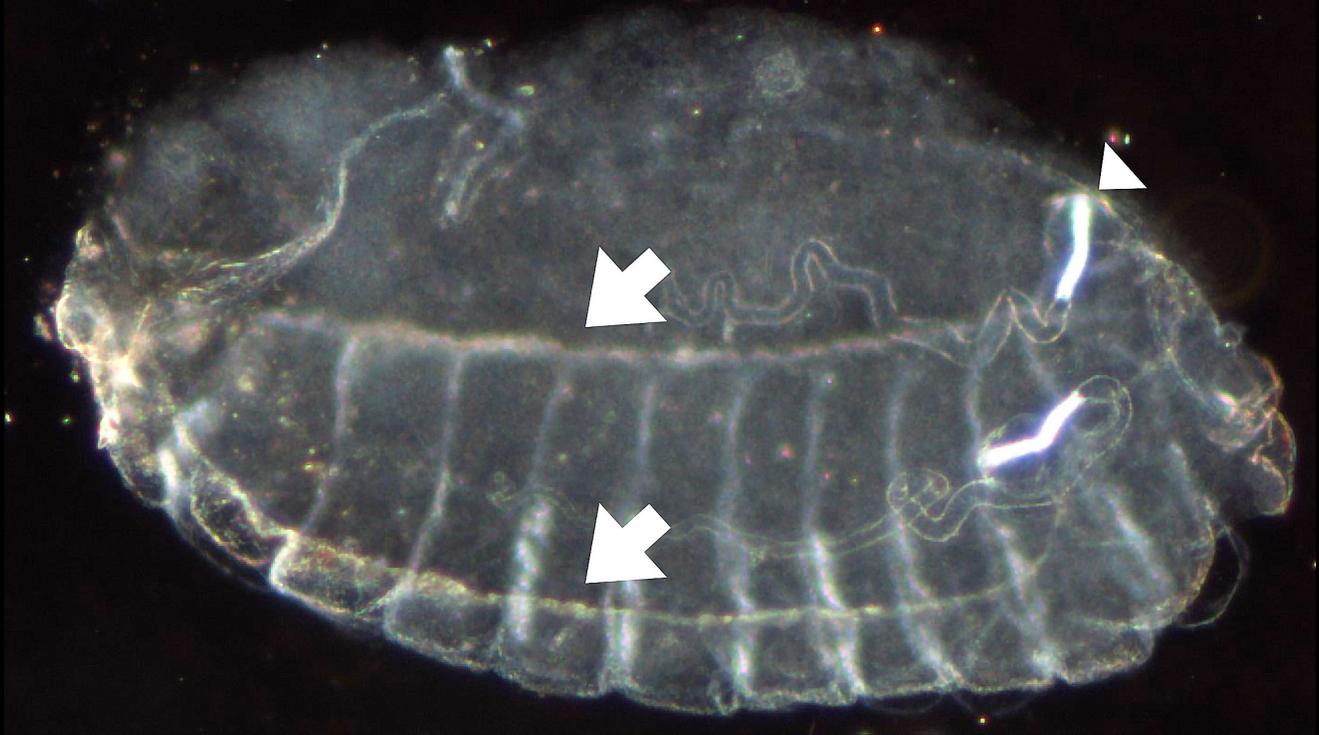


FIGURA 1. Preparación de cutícula de embrión mutante del gen *kayak* (el homólogo de los genes Fos en la mosca de la fruta), mostrando el fenotipo letal mutante: una apertura de la cutícula en la región dorsal (arriba), desde la parte anterior (izquierda) a la parte posterior (derecha), hasta los apéndices respiratorios (*Filzkörper*; cabeza de flecha). Se ven dos líneas que van de anterior a posterior en la región dorsal (flechas), que marcan el límite superior de la cutícula a ambos lados del embrión. Las cutículas silvestres de este mismo estadio de desarrollo no presentan este hoyo en la parte dorsal; es decir, el embrión está completamente cubierto por la cutícula, de ventral a dorsal. Ventral hacia abajo, y preparación vista en campo oscuro, con un objetivo 10x.

tor de respuesta al suero, por sus siglas en inglés). Todos estos experimentos se hicieron, en general, en células en cultivo, y se utilizaron estrategias de expresión ectópica, pues se pensaba que una mutante de falta de función del gen *c-fos*, dada la importancia crítica que se le adscribía, seguramente sería un letal celular.

Sin embargo, varios años después, en la década de los noventa del siglo pasado, se aislaron mutantes de falta de función de *c-fos*, y la sorpresa fue mayúscula, pues no sólo no era un letal celular, sino que los organismos mutantes eran viables y fértiles (Johnson *et al.*, 1992). Tenían defectos, como osteopetrosis y falta de erupción de los dientes, así como otros fenotipos. Demostraban, sin embargo, que *c-fos* no se requería para la mayoría de los tipos celulares, y más bien, los defectos apuntaban a que *c-fos* se requiere en tejidos de origen mesodérmico, en concordancia con los tumores (osteosarcomas) de donde se aisló originalmente. También por esos años se describieron mutaciones en el gen *srf*, y dado que los defectos encontrados no coincidían con los de mutantes en *c-fos*, se llegó a la conclusión que *srf* no regulaba la expresión de *c-fos*.

Los genes *fos* están evolutivamente conservados en el reino animal. En vertebrados forman una familia; típicamente se tienen cuatro genes distintos. Hoy en día sabemos que cada uno tiene a su vez múltiples isoformas, por lo que el total de transcritos diferentes es de alrededor de veinte, dependiendo de la especie de vertebrado. Hasta donde se sabe las funciones no son redundantes, ya que mutantes de *fosb* (otro de los genes *fos* en vertebrados) tampoco son letales, y las madres muestran un fenotipo de falta de conducta de amamantamiento.

Los genes *fos* codifican para factores de transcripción, con dos dominios conservados: un zíper o cremallera de leucina, que sirve para interacciones proteína-proteína, y un dominio básico. Típicamente forman heterodímeros, con los productos de genes que contienen los mismos dos dominios evolutivamente conservados (zipper de leucina y región básica), generalmente de la familia de oncogenes *jun*. De hecho, el grupo de Robert Tijian, en Estados Unidos, aisló bioquímicamente un factor de transcripción al que llamaron "AP-1" (por "activator protein-1",

o proteína activadora-1, por sus siglas en inglés), que resultó ser un heterodímero formado por una proteína de la familia Jun y otra de la familia Fos. A diferencia de Fos, que se regula transcripcionalmente, los oncogenes Jun se regulan post-traduccionalmente, mediante fosforilación.

La historia de *fos* en otros modelos animales es intrincada. *fos*, al igual que en mamíferos, tiene dos o más homólogos en otros modelos, lo que añade una capa adicional de complejidad a su estudio. Además, no fue sino hasta la década de los años 2000 que identificaron estos homólogos en modelos animales muy utilizados como el pez cebra, lo que ha impedido un estudio más detallado de este gen en los vertebrados. También se han aislado homólogos en *C. elegans*. Sin embargo, en la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster fos* tiene un único homólogo lo que hace más fácil comprender la función fisiológica de *fos*.

El primer paso para identificar a *fos* en *Drosophila* se dio en 1990, cuando de nueva cuenta el grupo de investigadores liderados por Robert Tijian utilizó anticuerpos contra las proteínas c-Fos y c-Jun de mamíferos para identificar homólogos de estas proteínas en tejidos de *Drosophila* e identificaron dos genes que denominaron *dfra* (por *Drosophila fos related antigen*) y *djra* (por *Drosophila jun related antigen*). La similitud de estos genes con *c-fos* y *c-jun* no sólo residían en su secuencia, sino que al igual que sus contrapartes mamíferas, estos genes también dan origen a un heterodímero que conocemos como Activation Protein 1 (AP-1), y que actúa como factor de transcripción entrelazándose con el DNA para orquestar la expresión de genes (Perkins, *et al.* 1990).

Un capítulo posterior de la historia de *fos* fue escrito en 1997 por el grupo dirigido por Ernst Hafen en donde demostraron que *dfra* es un letal embrionario con un fenotipo de apertura dorsal (los embriones se mueren con una apertura en el dorso), que *dfra* es en realidad uno de los genes originalmente identificados a mediados de los años ochenta por los laureados con el Premio Nobel Christiane Nüsslein-Volhard y Eric Wieschaus (Riesgo-Escovar & Hafen, 1997). Este gen había sido nombrado por estos autores como *kayak* debido a que su mutación producía un hoyo dorsal sin cutícula (exoesque-

leto) en los embriones. Y como si de una metáfora biológica se tratase, la cutícula que cubre al embrión mutante se asemeja a la forma de una pequeña embarcación, y fue entonces cuando comenzó la tradición de nombrar a genes que cuando están mutados producen fenotipos de apertura dorsal, a semejanza de pequeñas embarcaciones (Jürgens, *et al.*, 1984).

Sin embargo, las funciones de *kayak* no se limitan a la embriogénesis, sino que se extienden a través de múltiples procesos del desarrollo de *Drosophila*, desde la ovogénesis hasta la metamorfosis, y desde la diferenciación neuronal hasta la migración de macrófagos. *kayak* es un gen pleiotrópico necesario para varios procesos, pero ciertamente no un letal celular.

La historia de los genes *fos* es un intrincado relato lleno de suposiciones erróneas y descubrimientos posteriores que las descartan. Es un ejemplo de cómo formular hipótesis sin pruebas concluyentes puede conducir a conclusiones equivocadas. No obstante, también se han obtenido datos sólidos que respaldan hipótesis razonables. Así, esta historia se convierte en un claro ejemplo del proceso científico en acción. 

## Bibliografía

1. Finkel, M. P., Biskis, B. O., Jinkins, P. B. (1966). Virus induction of osteosarcomas in mice. *Science*, 151(3711), 698-701. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5218049>
2. Johnson, R. S., Spiegelman, B. M., y Papaioannou, V. (1992). Pleiotropic effects of a null mutation in the *c-fos* proto-oncogene. *Cell*, 71(4), 577-586. [https://doi.org/10.1016/0092-8674\(92\)90592-z](https://doi.org/10.1016/0092-8674(92)90592-z)
3. Jürgens, G., Wieschaus, E., Nüsslein-Volhard, C., y Kluding, H. (1984). Mutations affecting the pattern of the larval cuticle in *Drosophila melanogaster*: II. Zygotic loci on the third chromosome. *Wilhelm Roux's archives of developmental biology*, 193(5), 283-295. <https://doi.org/10.1007/BF00848157>
4. Perkins, K. K., Amon, A., Patel, N., Tijian, R. (1990). The *Drosophila Fos*-related AP-1 protein is a developmentally regulated transcription factor. *Genes & development*, 4(5), 822-834. <https://doi.org/10.1101/gad.4.5.822>
5. Riesgo-Escovar, J. R., & Hafen, E. (1997). Common and distinct roles of DFos and DJun during *Drosophila* development. *Science*, 278(5338), 669-672. <https://doi.org/10.1126/science.278.5338.669>

# Consideraciones para la portabilidad del número telefónico

David Rico  
Sección de Cómputo, IIBO

Hay decisiones que se nos presentan en diferentes ámbitos de la vida que pueden representar una fuerte inversión económica; una de ellas puede ser el cambio de compañía que nos ofrece el servicio de telefonía e internet; tomar una decisión de este tipo puede repercutir de manera positiva o negativa en la forma que navegamos en internet y en consecuencia experimentar problemas de conectividad en temas laborales o de consumo de contenidos en la red.

Normalmente, en términos de administración de sistemas se dice que si algo sirve, mejor no lo toques y una de las frases que usamos los mexicanos que se asemeja a esto es: “más vale malo por conocido que bueno por conocer”, y en este caso el cambio de compañía lleva implícito un proceso de incertidumbre donde queda la duda si será buena o mala la decisión que tomemos. Para tomar esta decisión es conveniente analizar una serie de medidas que nos servirán para medir el impacto que pudiera llevar el cambio de proveedor:

1. **Analizar el tipo de conexión que ofrecen las otras compañías.** Si estamos planeando cambiar de proveedor es recomendable que validemos que el proveedor del servicio en el que estemos interesados disponga de conexión a la red por fibra óptica, esto permitirá mejorar la navegación y nuestra experiencia en internet.
2. **Evaluar los planes que ofrecen los proveedores.** En este punto sería muy útil definir si quere-

mos contratar alguna plataforma de contenido por *streaming*, ya que éstas consumen ancho de banda y en caso de tener un plan limitado también afectará el servicio de internet.

3. **Soporte técnico.** Todos los servicios de tecnologías de información tienen un índice de fallas y para la resolución de éstas los proveedores de internet estipulan tiempos de respuesta, pero en ocasiones la falta de personal y la gran demanda de incidencias que registran impiden que se resuelva en los tiempos estipulados.
4. **Considerar los indicadores de confiabilidad.** El Instituto Federal de Telecomunicaciones publicó las Métricas de Satisfacción de los Servicios de Telecomunicaciones en varios rubros, mismos que podemos consultar en la siguiente liga: <https://metricassatisfaccion.ift.org.mx/>.
5. **Promociones.** Algunos proveedores de servicio ofrecen promociones atractivas al hacer la portabilidad a su compañía, es

decir, si nos llevamos el número telefónico a su empresa, somos candidatos a las promociones.

6. **Responsabilidades.** Una vez que estamos convencidos de cambiar de proveedor debemos tener en cuenta que en caso de no cumplir un plazo mínimo con nuestro proveedor actual estamos obligados a pagar una cantidad de dinero que dependerá del contrato que firmamos con anterioridad, aunado a que tenemos la responsabilidad de devolver el módem.

Todos estos puntos nos sirven de orientación para dimensionar el proceso de cambio de proveedor en caso de que decidamos realizar la portabilidad y si bien puede durar de 24 a 72 horas se puede extender el plazo con algunos proveedores.

Para mayor información no dude en acercarse a la Sección de Cómputo. 