



# + CIENCIA

REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Año 11, N.º 31, Enero-Abril 2023



Disfruta los retos • Sistemas diminutos que pueden salvar vidas: los MEMs • Evolución de los materiales en las raquetas de tenis • El motor: la magia detrás de los autos • Inmunización con péptidos neurales modificados como estrategia terapéutica en lesión de médula espinal • Organiza toda tu vida en una sola app: Notion • Ni la distancia pudo evitar el triunfo de un prototipo innovador... • Sistema de almacenamiento de datos taxonómicos: especies orgánicas, flora y fauna

# Programas de Posgrado de la **FACULTAD DE INGENIERÍA**

## TRIMESTRALES

Inicio: enero, abril, julio y octubre

- MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE GESTIÓN EMPRESARIAL
- MAESTRÍA EN LOGÍSTICA
- MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN  
E INTELIGENCIA ANALÍTICA
- MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO  
SUSTENTABLE

## SEMESTRAL

Inicio anual: agosto

- DOCTORADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

@PosgradosAnahuac

Posgrados Anáhuac

@Anahuac\_P

DESCUENTO A EGRESADOS  
**20%**

Facultad de  
Ingeniería

**CADIT**  
CENTRO DE ALTA DIRECCIÓN EN  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRANDES LÍDERES

Y MEJORES PERSONAS

Informes:  
Centro de Atención de Posgrado y Educación Continua

55 54 51 61 77  
55 79 18 21 59

posgrado@anahuac.mx

anahuac.amx/mexico/posgrados

## UNIVERSIDAD ANÁHUAC MÉXICO

RECTOR

Dr. Cipriano Sánchez García, L.C.

VICERRECTORES ACADÉMICOS

Dra. Lorena Rosalba Martínez Verduzco

Mtro. Jorge Miguel Fabre Mendoza

DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Mtro. Mario Buenrostro Perdomo

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Dr. Jose Pozon Lopez

COORDINADORA DE PUBLICACIONES ACADÉMICAS

Mtra. Alma E. Cázares Ruiz

# + CIENCIA

## REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

**AÑO 11, N.º 31, ENERO-ABRIL 2023**

### DIRECTORA EDITORIAL

Dra. María Elena Sánchez Vergara

Óscar Poblete Sáenz

*Alumno de Ingeniería en Sistemas*

### COORDINACIÓN EDITORIAL

Guadalupe Karla Velasco Gómez

María José Canseco Juárez

*Alumna de Ingeniería Ambiental*

### ASESOR Y REVISOR DE CONTENIDO

P. Sergio Salcido Valle, L.C.

### CORRECCIÓN DE ESTILO

Adriana Sánchez Escalante

### COMITÉ EDITORIAL

Mtro. Mario Buenrostro Perdomo

*Director de la Facultad de Ingeniería*

### CONCEPTO, DISEÑO EDITORIAL Y PORTADA

Daniel Hurtado Rivera

Dra. María Elena Sánchez Vergara

*Coordinadora del Centro  
de Innovación Tecnológica*

Ana Paula Sánchez Grimaldo

Javier Arturo López Mendoza

Ernesto Pérez Deschamps

Valentina Sabrina Dávila Millán

*Alumnos de Ingeniería Industrial*

José Martín Gálvez Leyva

Guadalupe Karla Velasco Gómez

Sabrina Sofía Prieto Salazar

Alin Deyanira Flores García

Miriam Cherem Sitton

*Alumnos de Ingeniería Biomédica*

Rolando Ademar Molina Velasco

Bruno Erick Frías Reséndiz

*Alumno de Ingeniería Mecatrónica*

+Ciencia. Revista de la Facultad de Ingeniería, año 11, número 31, enero-abril 2023, es una publicación cuatrimestral editada por Investigaciones y Estudios Superiores, S.C. (conocida como Universidad Anáhuac México), a través de la Facultad de Ingeniería. Avenida Universidad Anáhuac 46, colonia Lomas Anáhuac, Huixquilucan, Estado de México, C.P. 52786. Tel. 55 5627.0210. Editor responsable: María Elena Sánchez Vergara. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2022-091511373400-102, ISSN electrónico: 2954-4408. Cualquier información y/o artículo y/u opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Asimismo, el editor investiga sobre la seriedad de sus anunciantes, pero no se responsabiliza de las ofertas relacionadas con los mismos. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del editor.

# CONTENIDO

## 5 EDITORIAL

La coordenada (0,0)

*Guadalupe Karla Velasco Gómez*

## 6 ¿SABÍAS QUE...?

Los árboles de un mismo bosque se pueden comunicar entre sí

*Óscar Rodrigo Dávila Velasco*

Las luces que ves cuando tiembla no son transformadores haciendo corto

*Óscar Rodrigo Dávila Velasco*

Luz y aire para reciclar plásticos

*Ximena Gutiérrez Calderón*

## 8 CORRESPONDENCIA CIENTÍFICA

## 12 UNOS AÑOS DESPUÉS...

Disfruta los retos

*Mtro. Francisco Xavier Hoyos Cordón*

## 14 PROBLEMA CONCIENCIA

Navegar contracorriente

## 16 1 IDEA = 1 CAMBIO

Techos de... ¿basura?

*Gabriela López Chavarría*

## 18 CIENCIA A TODO LO QUE DA

Sistemas diminutos que pueden salvar vidas: los MEMs

*Txomin Jáuregui Ortiz*

*José Carlos Núñez Arredondo*

*Mauricio Pérez Mendizábal*

*Abraham Gastélum-Barrios*

## 22 ¡MAQUINÍZATE!

Reactor ARC: ¿la fuente definitiva de energía limpia e ilimitada?

*Bruno Erick Frías Reséndiz*

## 25 DE LA NECESIDAD AL INVENTO

Evolución de los materiales en las raquetas de tenis

*Rodrigo Solbes Gemayel*

## 27 CIENCIA POR ALUMNOS

El motor: la magia detrás de los autos

*Bruno Erick Frías Reséndiz*

*Devianny Manuel Lombana Briseño*

*Eunice García Trejo*

## 31 Inmunización con péptidos neurales modificados como estrategia terapéutica en lesión de médula espinal

*Andrea Ibarra García*

*Raúl Silva García*

*Antonio Ibarra*

## 41 UTILÍZALO

Organiza toda tu vida en una sola app:

Notion

*Valentina Sabrina Dávila Millán*

## 44 ¡INTEGRANDO INGENIERÍA

Ni la distancia pudo evitar el triunfo de un prototipo innovador...

*Ismael Heras Díaz*

## 48 +PODCAST

Viajar en el tiempo, ¿es posible?

*Rolando Ademar Molina Velasco*

## 50 CIENCIA EN LAS FRONTERAS

Sistema de almacenamiento de datos taxonómicos: especies orgánicas, flora y fauna

*Ing. en G.E. José Arturo Infante Díaz de León*

*M. en A.P. Ana Luz Alejo Rodríguez*

*M. en GTI. Laura Rodríguez Maya*

## 54 TRIVIA PARA FACEBOOK E INSTAGRAM

CONTÁCTANOS EN:

<https://ingenieria.anahuac.mx/>

 @mascienciaanahuac

 @mas.ciencia



# LA COORDENADA (0,0)

Nuevamente, traemos con mucha felicidad para todos ustedes una edición más de la revista *+Ciencia*. En este caso con la edición número 31, para comenzar una década más de nuestra misión: llevar información científica de calidad a todos nuestros lectores y de todo tipo de temas de interés.

Iniciamos con la ya tradicional sección de “¿Sabías que...?”, en donde Óscar Rodrigo Dávila Velasco y Ximena Gutiérrez Calderón nos hablan sobre la comunicación en los bosques, luces en los temblores y el uso del aire y la luz para reciclar plásticos. En “Utilízalo”, Valentina Sabrina Dávila Millán, miembro de nuestro Comité Editorial, nos cuenta sobre Notion, una *app* para organizar diversos aspectos de nuestra vida.

Siguiendo con la sección de “De la necesidad al invento”, podemos aprender de la mano de Rodrigo Solbes Gemayel sobre la evolución que han tenido las raquetas de tenis. En nuestra importante sección “¡Integrando ingeniería”, Ismael Heras Díaz nos cuenta sobre el proceso que llevó para realizar un prototipo de lavadora sin sistemas eléctricos. Para la sección “Ciencia a todo lo que da”, Txomin Jáuregui Ortiz, José Carlos Núñez Arredondo y Mauricio Pérez Mendizábal de la Universidad Anáhuac Campus Querétaro, nos platican sobre los MEMs y su gran potencial.

“Unos años después...” recibe en esta ocasión al maestro Francisco Xavier Hoyos Cordón, egresado de la carrera de Ingeniería Biomédica en el año 2018, quien nos cuenta sobre su vida

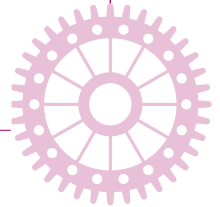
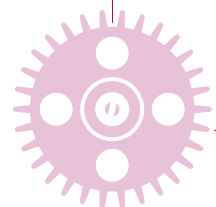
después de graduarse y cómo aprendió a disfrutar cada reto. Gabriela López Chavarría nos habla sobre el uso de los envases tetra pack para construir techos en Tailandia, esto en “1 idea = 1 cambio”.

Para la sección de “¡Maquinízate!”, Bruno Erick Frías Reséndiz nos platica sobre cómo funciona el reactor ARC. En “Ciencia por alumnos”, Bruno Erick Frías Reséndiz, Devianny Manuel Lombana Briseño y Eunice García Trejo exponen el motor y la importancia de este. Para “Ciencia en las Fronteras”, el ingeniero José Arturo Infante Días de León, la maestra Ana Luz Alejo Rodríguez y la maestra Laura Rodríguez Maya nos hablan sobre un sistema de almacenamiento de datos taxonómicos.

Finalmente, en nuestra sección “+Podcast”, Rolando Ademar Molina Velasco, integrante del Comité Editorial, nos cuenta sobre los viajes en el tiempo y las paradojas que estos podrían generar. No olviden que pueden resolver nuestro “Problema ConCiencia” y la trivía, mandando sus respuestas a alguna de las redes sociales de nuestra revista, y participar para ganar alguno de nuestros grandes premios.

Nuevamente damos las gracias a todos nuestros seguidores que año con año siguen apoyándonos y leyendo cada uno de nuestros números. Les recordamos que esta revista es de ustedes y para ustedes. ¡Que la disfruten y que tengan un gran año 2023!

Guadalupe Karla Velasco Gómez





## ¿Sabías que...?



Imagen tomada de: <https://tunuevainformacion.com/los-arboles-se-comunican-y-ayudan-entre-si-por-una-red-oculta-bajo-la-tierra/>

## LOS ÁRBOLES DE UN MISMO BOSQUE SE PUEDEN COMUNICAR ENTRE SÍ

OSCAR RODRIGO DÁVILA VELASCO  
Ingeniería Industrial, 6.º semestre

Suzanne Simard, profesora en la Universidad British Columbia, afirma que los árboles de un mismo bosque están conectados de manera subterránea. Esto es posible gracias a la ayuda de los hongos conocidos como micorrizas. Este hongo genera una relación simbiótica con los árboles, los hongos reciben CO<sub>2</sub> de los árboles y los árboles reciben agua y nutrientes. Además, se expande a través de las raíces de los árboles, conectándolos entre sí, formando una red. Esta red, a través de una serie de señales, les

permite compartir recursos vitales entre los árboles. De esta forma se ayudan repartiendo los recursos en las zonas en donde escasean (Orrego, G., 2022).

### Referencia

Orrego, G. (2022). Cómo los árboles se comunican entre ellos. *Revista Endémico*. Recuperado el 25 de octubre de 2022, de <https://endemico.org/como-los-arboles-se-comunican-entre-ellos/>



## LAS LUCES QUE VES CUANDO TIEMBLA NO SON TRANSFORMADORES HACIENDO CORTO

OSCAR RODRIGO DÁVILA VELASCO  
Ingeniería Industrial, 6.º semestre



Imagen tomada de: <https://www.elfinanciero.com.mx/ciencia/2021/09/07/que-son-las-luces-que-se-ven-en-el-cielo-durante-los-sismos/>

Es común que durante los sismos de gran magnitud sean perceptibles luces azules en el cielo. Muchos creen que estas luces son transformadores o cables eléctricos haciendo corto circuito. ¿De qué se tratan estas luces? En realidad, se conocen como luces de terremoto y son provocadas por el rozamiento de las placas tectónicas provocado por su desplazamiento. Este roce genera cargas eléctricas que son visibles durante estos eventos. Las luces no siempre aparecen y aún no se encuentra una razón para esto (BBC, 2021).

### Referencia

BBC News Mundo. (2021). ¿Qué son los misteriosos destellos de luz que aparecieron en el cielo de México durante el terremoto? Recuperado el 25 de octubre de 2022, de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-41201049>

## LUZ Y AIRE PARA RECICLAR PLÁSTICOS

XIMENA GUTIÉRREZ CALDERÓN  
Ingeniería Biomédica, 7.º semestre

Un nuevo método de reciclaje ha sido presentado por Sewon Oh y Erin E. Stache, de la Universidad Cornell, el cual necesita únicamente la luz, el aire y un poco de cloruro férrico. La disolución del poliestireno se realizó con el uso de acetona y la mezcla de cloruro férrico con oxígeno atmosférico, para después someter al plástico a una radiación de luz blanca durante unos 20 minutos. El resultado fue la degradación de las largas cadenas poliméricas del plástico, ofreciendo una nueva forma de reciclaje sostenible en plásticos, pues con la técnica

realizada a lo largo de este estudio los componentes obtenidos después de la degradación del plástico pueden usarse para la fabricación de productos nuevos (Fischer, 2022).

### Referencia

Fischer, Lars. (2022). La luz y el aire como base para reciclar plásticos. *Revista Investigación y Ciencia*. Recuperado el 25 de octubre de 2022, de <https://www.investigacionyciencia.es/noticias/la-luz-y-el-aire-como-base-para-reciclar-plsticos-20848>



Imagen tomada de: <https://www.investigacionyciencia.es/noticias/la-luz-y-el-aire-como-base-para-reciclar-plsticos-20848>



## 1. *i+Ciencia* apareció en *Logros*!

Querido lector, estamos contentos de informarte que, gracias a tu interés y compañía a lo largo de nuestra trayectoria de 10 años, hemos logrado aparecer en la nueva edición del segundo semestre de 2022 de la revista *Logros*. ¡Échale un vistazo!



## 2. Alan Ricardo Soubran Cauch

Destacado alumno de Ingeniería Mecatrónica recibió de la asociación Israel Latinoamericana Area Network (ILAN) el Premio a la innovación universitaria Shimon Peres por su proyecto UNBLIND. El proyecto consiste en el desarrollo de lentes para

personas con discapacidad visual, que les permita la detección de señales que se encuentran frente a ellos. ¡Muchas felicidades, Alan! ¡La Facultad de Ingeniería está orgullosa de tu logro!







## 3. BookINGS, la nueva forma de agendar asesorías

La Sociedad de Alumnos de la Facultad de Ingeniería te trae un espacio para poder agendar asesorías con tus profesores.

Solo debes seguir las siguientes instrucciones:

1. Ingresa a la página de la Facultad de Ingeniería y ubica el apartado de BookINGS.
2. Da clic en el botón “Acceso al calendario”.
3. Selecciona al profesor con quien buscas tener una asesoría.
4. Selecciona el día y la hora que aparezcan disponibles y que más te acomoden.
5. Ingresa tus datos personales en la parte inferior de la página (nombre, correo institucional, etcétera).
6. En el apartado de “Notas”, situado en la parte inferior de la página, indica la materia y los temas que quieres abordar durante la asesoría.
7. Da clic en “Reservar” y te llegará una confirmación a tu correo institucional.





## 4. Exalumno imparte valiosa conferencia



El pasado 2 de septiembre, nuestra Facultad de Ingeniería recibió al ingeniero Ignacio Rauda, quien además de contar con más de 20 años de experiencia en la industria de TI y ser *partner engineer* en Google, impartió la conferencia “Crece un rol técnico en la nube” en la Facultad de Ingeniería, donde brindó consejos para la trayectoria profesional de los estudiantes y habló, entre otras cosas, sobre la resiliencia, los objetivos, las metas, la búsqueda permanente de crecimiento, el aprendizaje y la mejora continua.

## 5. ¡Felicidades, ingeniero!

El proyecto de investigación de Pablo Flores Sigüenza (Doctorado en Ingeniería Industrial, gen. '21), “Modeling and Solutions of a Dynamic Supply Chain with integrated Life Cycle Analysis”, bajo la dirección de tesis del doctor José Antonio Marmolejo Saucedo, fue galardonado con el Premio a la Mejor Tesis Doctoral en Logística DDA-LOG2022, otorgado por la Asociación Mexicana de Logística y Cadena de Suministro (AML), que se entregó durante el Congreso Internacional en Logística y Cadena de Suministro (CiLOG2022).





## 6. ¡Síguenos en nuestras redes sociales!

¿Te perdiste de algo? ¡No te preocupes! Hay *+Ciencia* por difundir y por ello, es indispensable que nos sigas y encuentres en redes sociales, donde podrás encontrar contenido interesante y relevante, además de estar actualizado sobre nuestras colaboraciones, revistas, *podcasts*, videos y eventos.

¡Escanea el código y sorpréndete!





Unos años después...

# DISFRUTA LOS RETOS

MTRO. FRANCISCO XAVIER HOYOS CORDÓN  
Ingeniería Biomédica (agosto 2014 – diciembre 2018)

+ CIENCIA. REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

12





Los retos son lo que nos motivan a superarlos, aprender, conocernos y definirnos como personas. Uno de los mejores momentos de mi vida fue la universidad, entré a estudiar Ingeniería Biomédica en 2014 y fue una gran experiencia en la que aprendía día a día. Los nervios que se sentían en el primer día, las materias que tendría, mis compañeros de clase, las oportunidades de aprovechar la universidad lo más que pudiera, etc. Formé parte de la 17° generación del programa Vértice y me metí a esgrima (un deporte que nunca había hecho antes). Todo era una nueva experiencia para mí y sabía que vendrían retos y cosas por lograr. Estaba emocionado y me gustaba lo que estudiaba.

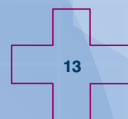
Me interesaba la imagenología médica, cómo funcionaban las máquinas, los principios de cada una, el análisis y su manejo. Sabía que el camino de la imagenología y la investigación era un camino que quería recorrer, al punto que en el 2019 tuve la oportunidad de realizar una maestría en Física médica en la Universidad de Glasgow, Escocia. A pesar de la pandemia, fue una gran experiencia y reto que aproveché al máximo.

Tuve la oportunidad de trabajar con distintas áreas del Queen Elizabeth University Hospital para mi proyecto y lo presenté en el simposio de la British Society of Paediatric Radiology 2020, un reto que me motivó aún más a seguir este camino. Cada desafío al que me enfrentaba era una nueva oportunidad de crecer, de aprender y de demostrarme a mí mismo que mi esfuerzo tiene frutos.

Después de la maestría, regresé a México y tenía que poner en práctica lo que había aprendido. Aunque fue una búsqueda difícil,

no me rendí y con el tiempo en el 2021 se dio la oportunidad de formar parte del Hospital Infantil Teletón de Oncología (HITO) en las áreas de Radiología y Medicina Nuclear. Aquí aprendí la práctica de la Medicina Nuclear y a realizar radioterapia para pacientes con cáncer. Inicié como aprendiz en ambas áreas, conocí los equipos, sobre cómo calibrarlos, escanear a los pacientes y llegué al punto de realizar las planeaciones siendo parte del *staff*. Aprendí de todo el personal: enfermería, técnicos, físicos médicos y personal médico. Una experiencia de la cual estoy muy agradecido.

En el 2022 llegó un nuevo reto, formar parte del Cincinnati Children's Hospital en el Centro de Investigación en Medicina Pulmonar en Ohio, Estados Unidos. Actualmente, mi trabajo se basa en realizar estudios por resonancia magnética de pulmones de pacientes neonatales. Mi análisis ayuda al diagnóstico y en la toma de decisiones del personal médico hacia los pacientes y a más proyectos de investigación. ¿En qué momento se juntaron mis dos intereses en la ciencia, la investigación y la médica? No lo sé, pero sé que es muestra de mi esfuerzo al no rendirme y seguir adelante. Una lección de vida es disfrutar cada reto y, por más difícil que sea, seguir adelante, seguir creciendo, seguir conociéndose uno mismo. ¿Qué reto vendrá mañana? No lo sé, pero sé que será emocionante!





## “NAVEGAR CONTRACORRIENTE”

Un hombre tiene un barco capaz de navegar a una velocidad de 9 km/h en aguas tranquilas. Un día, descubre que cuando navega contracorriente tarda el doble en recorrer un trayecto que en el viaje de vuelta.

Esto ocurre cada vez, independientemente de la longitud del viaje.

La corriente del río por el que transita es de una velocidad constante.

**¿Cuál es la velocidad de la corriente?**

¡Anímate! Calcula y gana cualquiera de los interesantes premios que el Comité Editorial de la revista tiene para ti.

Solo necesitas:

- 1) Resolver el acertijo en una hoja de papel.
- 2) Tomarle una fotografía.
- 3) Enviar tu respuesta con procedimiento a cualquiera de las redes sociales que la revista tiene:

Facebook: [mascienciaanahuac](#)

Instagram: [@mas.ciencia](#)

### Referencia

Jackson, P. (2005). *Antología de Acertijos Mensa*. Martínez Roca.



Respuesta del problema  
ConCiencia anterior:

## “EN ÓRBITA”

Veremos un tercio de la superficie de la Tierra si nos colocamos a una distancia que sea exactamente igual al diámetro del planeta, esto es, 12,736 km.

# ¿ERES EMPRESARIO, TIENES EN MENTE UN PROYECTO DE BASE TECNOLÓGICA Y NO CUENTAS CON SUFICIENTES RECURSOS PARA DESARROLLARLO?

La Universidad Anáhuac ofrece los servicios del Centro de Innovación Tecnológica Anáhuac (CENIT), destinados a empresas que quieran realizar proyectos de base tecnológica y que posteriormente requieran ser fondeados con presupuesto federal y estatal.

Para conocer un poco más acerca de todos los servicios que ofrece el CENIT visita la siguiente página:

<http://ingenieria.anahuac.mx/cenit/>



En ella encontrarás los diferentes tipos de servicios que puede realizar el CENIT, los cuales incluyen desde pruebas, análisis y uso de laboratorio, hasta asesoría y servicios especializados enfocados a la obtención de fondos dependiendo del proyecto a desarrollar.

Si estás interesado o deseas más información escribe un correo electrónico a:

[elena.sanchez@anahuac.mx](mailto:elena.sanchez@anahuac.mx)





## TECHOS DE... ¿BASURA?

GABRIELA LÓPEZ CHAVARRÍA  
Ingeniería Ambiental, egresada dic. 2022

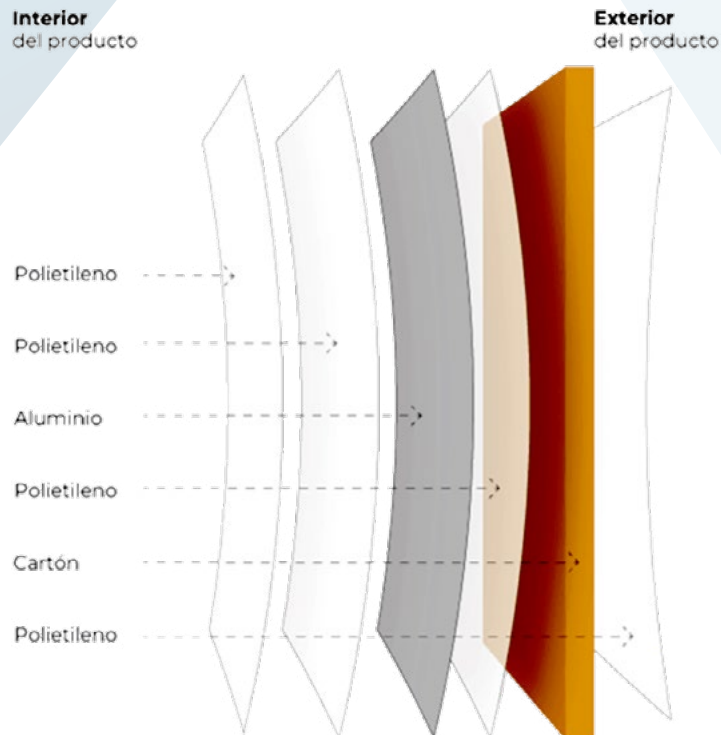


Figura 1. Capas de un Tetra Pak.  
Imagen tomada de <https://cubrepack.com.mx/rollos-de-carton-tetrapak/>

Es casi seguro que en algún momento la mayoría de las personas hemos consumido algún jugo, puré o alimento en un empaque de “cartón”, conocido como Tetra Pak (Figura 1), marca sueca que comenzó en 1943 con la idea de guardar leche en un envase de cartón. La sociedad ha planteado la necesidad de mantener productos alimenticios en buen estado por un largo tiempo, a fin de preservarlos, envasarlos y almacenarlos, permitiendo tenerlos siempre disponibles y al alcance, sin importar el tipo de alimento o bebida que se disponga a almacenar. Tetra Pak desarrolló su empaque de seis capas de polietileno, cartón y aluminio que, combina-

das con un procesamiento de ultra-alta temperatura, permiten que los alimentos líquidos se puedan envasar y guardar en condiciones de temperatura ambiente durante más de un año sin conservadores [1].

Aunque esto trajo un beneficio a la sociedad al mantener la comida más tiempo, también originó un problema de residuos muy difícil de tratar. En las décadas anteriores, para reciclar un producto era necesario que este estuviese limpio y separado de cualquier otro tipo de material; es por eso que, al tener seis capas combinadas y prácticamente imposibles de separar, el reciclaje de Tetra





Pak no tenía cabida en la mente de los expertos. Hace aproximadamente una década la empresa decidió proponer un cambio a esta situación, creando así su proyecto Techo Verde, en donde se ocupan los Tetra Pak reciclados para techos de casas en Tailandia, teniendo como base el reciclaje y aprovechamiento de sus propios residuos.

El proceso que desarrollaron consiste en el triturado del residuo en una maquinaria llamada *hidropulper*, donde se tritura con aspas y se humedece los residuos de Tetra Pak, logrando una separación de la celulosa del cartón y el polialuminio resultante de este proceso. Con la pulpa de dicha celulosa obtenida se pueden producir plantillas de zapatos, papel higiénico, toallas de papel y papel blanco. Por otro lado, el polialuminio es difícil de separar debido a lo pegado que se encuentra el polietileno con el aluminio, es por esto que se introducen juntos a un proceso de secado para la posterior producción de *pellets* o láminas.

A partir de los *pellets* se pueden obtener diferentes productos mediante procesos de extrusión muy sencillos, hasta procesos mucho más avanzados. Algunos ejemplos de productos que se pueden obtener son fundas de celular, bolígrafos y dispensadores. Asimismo, el prensado térmico para la producción de láminas ha sido de los proyectos más ambiciosos dentro del reciclaje de Tetra Pak, siendo un claro ejemplo de esto las más de 65,000 láminas para más de 20 provincias en Tailandia (Figura 2). Este material resulta accesible y resistente al clima, es por esto que se ha tenido éxito en el uso del mismo como material de construcción en casos de desastres naturales, en casas para personal de salud e incluso como material para suelo, postes, muebles o láminas de camiones de transporte de comida gracias a sus propiedades térmicas [2].

El desarrollo del proceso de reciclaje del Tetra Pak muestra un panorama de innovación en



Figura 2. Láminas de polialuminio prensado térmicamente. Imagen tomada de: [https://ziklum.com/productos/lamina\\_acanalada/index.html](https://ziklum.com/productos/lamina_acanalada/index.html)

la industria, donde los materiales que se consideran imposibles de tratar en realidad no lo son. Este avance en la tecnología es clave no solo para la búsqueda de circularidad y la reducción de residuos, sino que representa también una alternativa accesible para la construcción de techos y casas en lugares vulnerables. Es importante mencionar que el reciclaje de este material en el mundo sigue siendo considerablemente bajo, pero ya existen iniciativas internacionales para su inversión [3].

#### Referencias

- [1] Twenergy. (2019, 5 de noviembre). Proceso de reciclaje de Tetrabrick: ¿cómo funciona? <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/reciclaje/de-tetrapak-de-leche-a-techo-de-escuela-mexicana-2510/Reciclado>. (2021). <https://www.tetrapak.com/es-es/sustainability/paginas-locales/reciclado#:~:text=Es%20un%20pro>
- [2] Proyecto Techo Verde: Cómo brindar un refugio a través del reciclaje. (2021). <https://www.tetrapak.com/es-mx/insights/cases-articles/providing-shelter-through-recycling>
- [3] Lámina Acanalada | Ziklum. (2021). [https://ziklum.com/productos/lamina\\_acanalada/index.html](https://ziklum.com/productos/lamina_acanalada/index.html)



## SISTEMAS DIMINUTOS QUE PUEDEN SALVAR VIDAS: LOS MEMs

TXOMIN JÁUREGUI ORTIZ, JOSÉ CARLOS NÚÑEZ ARREDONDO, MAURICIO PÉREZ MENDIZÁBAL  
Estudiantes de Ingeniería Mecánica para la Innovación e Ingeniería Mecatrónica 9.º semestre

ABRAHAM GASTÉLUM-BARRIOS  
Profesor de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Anáhuac Querétaro  
abraham.gastelum@anahuac.mx

### Resumen

Los sistemas electrónicos y mecánicos han ido evolucionando y apuntando a ser cada vez de un tamaño más pequeño, fácil de fabricar, de menor consumo energético y que realicen operaciones específicas. Los MEMs han venido a ser la evolución y solución a estas necesidades, ya que pueden ser fabricados a escalas tan pequeñas que resuelven necesidades específicas en campos como la biomédica, mecánica y mecatrónica. En este artículo se describirán sus conceptos fundamentales, así como una aplicación donde los MEMs han llegado a salvar vidas gracias a su gran portabilidad. La tendencia del desarrollo de estos sistemas apunta hacia dispositivos que puedan estar interconectados a una red de datos para realizar acciones de control en línea y en tiempo real.

**Palabras clave:** sistemas MEMs; tendencias; tiempo real; acelerómetro.

### Desarrollo

Los sistemas microelectromecánicos o mejor conocidos como Microelectromechanical sys-

tems (MEMs, por sus siglas en inglés) son sistemas mecánicos y eléctricos de escalas muy pequeñas. Las nuevas tecnologías nos han llevado a necesitar componentes mecánicos cada vez más pequeños; las ventajas de hacerlos más pequeños es que son menos complejos, requieren menos energía para funcionar, caben en lugares más pequeños, necesitan menos material para fabricarse, entre otros factores que los hacen una buena opción en muchos casos. En la Figura 1 se puede observar una referencia de tamaño comparado con otros materiales.

Actualmente existen diversas formas para la fabricación de estructuras micromecánicas que se definen como técnicas de micro mecanizado (*Micromachining techniques*), las cuales se pueden diferenciar en dos grandes categorías: micro mecanizado por bloques (*Bulk Micromachining*) y micro mecanizado superficial (*Surface Micromachining*). El silicio es el material que se utiliza comúnmente para fabricar los MEMs y en la Figura 2 se pueden observar algunos ejemplos de sistemas de este tipo.

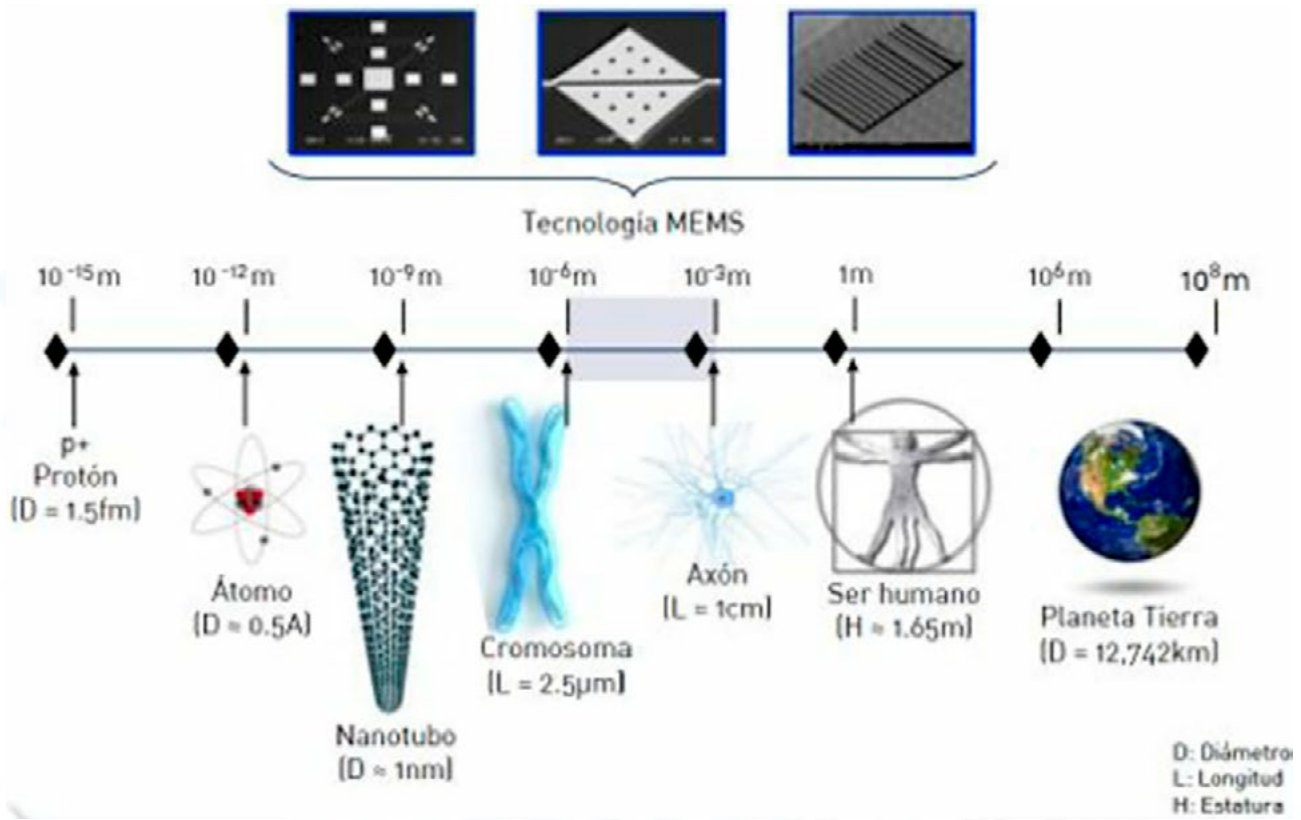


Figura 1. Escala de referencia (1)

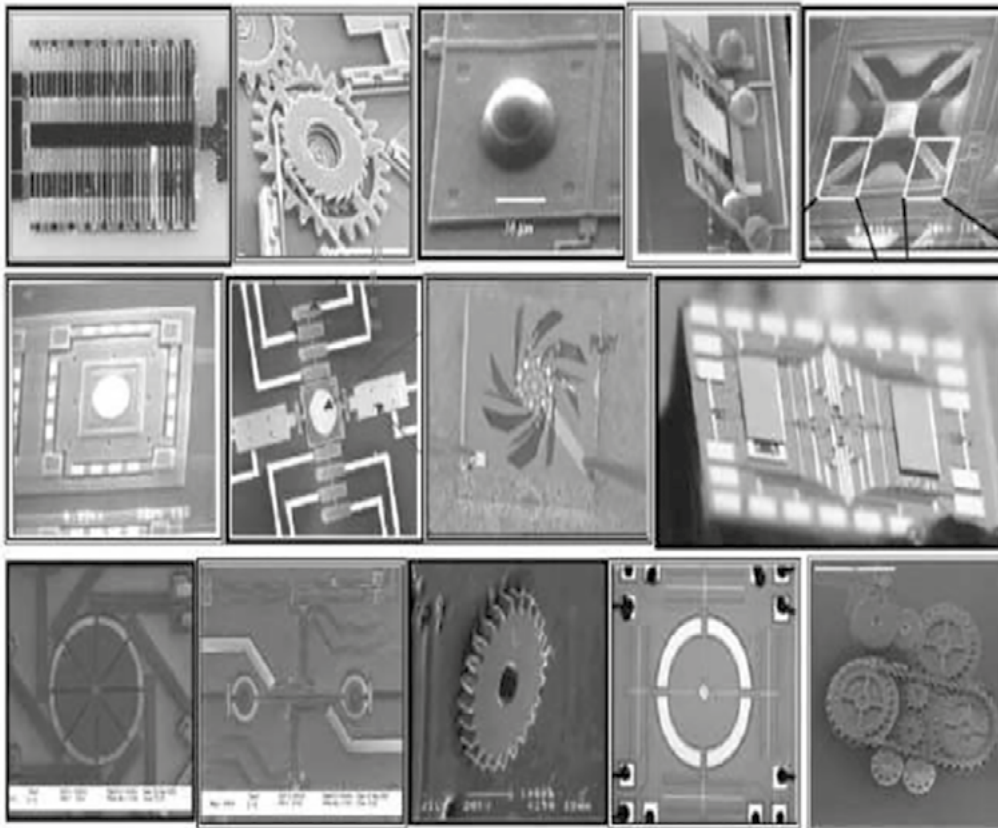


Figura 2. Ejemplo de los diferentes MEMS (2).



Hoy en día los vemos presentes en muchos aspectos de nuestra vida cotidiana, lo más probable es que tengas uno muy cercano ya que se utilizan en todas partes, como por ejemplo en nuestros celulares, pantallas, en los autos, impresoras, proyectores, entre otras. Las principales industrias que utilizan este tipo de tecnologías son la aeroespacial y automovilística, donde comúnmente emplean componentes microelectromecánicos como sensores de presión, temperatura, presión y aceleración. El sector salud es otro que usa mucho este tipo de componentes, por ejemplo en placas para análisis de sangre, monitoreo de nivel de azúcar e implantes médicos.

Uno de los desarrollos en que los MEMs han impactado son los acelerómetros, dispositivo que es capaz de detectar la aceleración de un objeto cuando está en desplazamiento. Existen de dos tipos: mecánicos y los capacitivos. El acelerómetro mecánico se compone de cuatro elementos: un marco base, un resorte, una masa y un rollo de papel. Su funcionamiento consiste en mover el marco base y la masa se moverá a una velocidad distinta a la del marco base hasta estabilizarse, después en el rollo de papel que está rotando constantemente, se guardará la información de la distancia desplazada y finalmente con los datos obtenidos se usa la ley de Hooke para calcular la fuerza y la segunda ley de Newton para calcular la aceleración. Este acelerómetro es conocido como uno de los primeros sismógrafos.

El funcionamiento del acelerómetro capacitivo es muy parecido al mecánico, la diferencia consiste en cómo se mide la distancia, ya que en este caso se usan dos placas metálicas, una está fija al marco de referencia y la otra es móvil con la masa. Estas placas paralelas actuarán como un capacitor y usando la fórmula de la capacitancia se puede calcular la distancia y, posteriormente, calcular la fuerza con la ley de Hooke y la aceleración con la segunda ley de Newton.

Es impresionante la cantidad de usos que se pueden aplicar a este tipo de tecnología, una de las tendencias más recientes son los detectores de caídas. Todos conocemos algún tipo de dispositivo el cual contiene uno de estos microsistemas compuesto de sensores y algoritmos para su funcionalidad. Un ejemplo que cada vez se vuelve más común y puede llegar hasta salvar vidas es la detección de caídas por medio del uso de acelerómetro y giroscopio centrándose en la aceleración o la velocidad totales. Se han desarrollado muchos proyectos centrándose en estos temas, podemos ver en las siguientes imágenes de la Figura 3 un proyecto de tesis realizado en la Universidad de Binghamton, Nueva York. En este se desarrolló un detector de caídas localizado en tres áreas principales del cuerpo: cadera, pecho y cabeza (3). Una vez localizados los sensores, se realizaron pruebas experimentales midiendo la aceleración y el tiempo determinado en las caídas frontales y de espaldas.



Figura 3. Imágenes del prototipo (3)



En particular, este tipo de detectores de caídas puede llamar a emergencias de manera automática en caso de ser necesario. La gente más propensa incluye a personas de la tercera edad o con alguna enfermedad como Alzheimer o Parkinson, incluso para este sector podría llegar a ser fatal en caso de que se encuentren solos. Es por esto que las nuevas tecnologías, como la que se mencionó, han sido tendencia los últimos años; marcas reconocidas como Apple® y Samsung® constantemente incluyen este tipo de aplicaciones en sus dispositivos. Como ocurrió en el año 2021, Brandon Schneider, usuario de un Apple Watch®, cuenta a la revista *People* (4) que gracias a que después de caer inconscientemente en un baño, el reloj inteligente detectó inmediatamente una caída fuerte y pidió al usuario responder a la alerta durante un tiempo; de no hacerlo, realiza una alerta de emergencia al 911 indicando la ubicación y alertando a los contactos registrados como de emergencia. Gracias a ello, Brandon fue encontrado y se le salvó la vida.

## Conclusiones

La necesidad de los MEMs surge a partir del avance en la tecnología y debido a los requerimientos que el área industrial demanda, ya sea estar en lugares más pequeños, no consumir tanta energía, no ser tan complejos para que no tengan tantas fallas y requieran menos material y energía para su fabricación. Actualmente, es una industria vigente e irá mejorando con el tiempo, debido a la solución que presentan para muchos problemas. Las tendencias indican que el desarrollo de los MEMs apunta hacia el desarrollo de sistemas que

puedan establecerse en una red de sensores y actuadores, que sean de bajo costo y de fácil construcción (5). El desarrollo se ha ido enfocando a la investigación principalmente en el área de protección ambiental, medicina y como fuentes de energía micrométricas.

## Referencias

- [1] Camacho, S., Losoya, A. (2014). *Introducción a la simulación de sistemas microelectromecánicos y microfluídicos*. Digital Tecnológico de Monterrey.
- [2] Reyes, F., Cid, J., Vargas, E. (2013). *Mecatrónica. Control y Automatización*. 1.a edición. México: Alfaomega.
- [3] Ibrahim, A., Younis, M. (2014). Simple fall criteria for MEMS sensors: Data analysis and sensor concept. *Sensors*, Jul 8; 14(7): 12149-73.
- [4] Goldstein, J. (2021). Runner Credits Apple Watch for Saving His Life After Fall in E.R. Bathroom Leads to Brain Surgery. *People*. Disponible en: <https://people.com/health/runner-credits-apple-watch-for-saving-his-life-after-fall-in-er-bathroom-leads-to-brain-surgery/>
- [5] Ko WH. (2007). Trends and frontiers of MEMS. *Sensors and Actuators, A. Physical*, 136, p. 62-7.



## REACTOR ARC: ¿LA FUENTE DEFINITIVA DE ENERGÍA LIMPIA E ILIMITADA?

BRUNO ERICK FRÍAS RESÉNDIZ  
Ingeniería Mecatrónica 3.º semestre

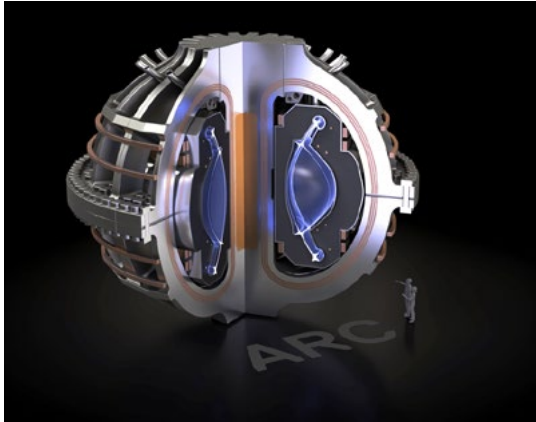
Como todos sabemos, el mundo actual se encuentra en una terrible situación energética. Conforme aumenta la demografía del planeta, la humanidad demanda cada vez más energía; no obstante, las fuentes actuales usan en su mayoría recursos no renovables que repercuten terriblemente en el medioambiente.

Considerando lo anterior, los científicos se han propuesto como meta desarrollar fuentes energéticas que, además de garantizar un continuo e ilimitado suministro, reduzcan los impactos medioambientales lo más posible en pro de nuestra supervivencia como especie. La energía de fusión nuclear es una de las candidatas más prometedoras para lograr alcanzar dicho objetivo.

La fusión nuclear consiste en la fusión de dos núcleos atómicos ligeros (generalmente Deuterio y Tritio, dos isótopos del Hidrógeno), produciendo como resultado un núcleo resultante un poco más ligero que la suma de los originales. La mínima diferencia de masa no desaparece, sino que se convierte en una inmensa cantidad de energía, por eso la energía de fusión nuclear representa una gran opción para resolver el problema energético de nuestro planeta.

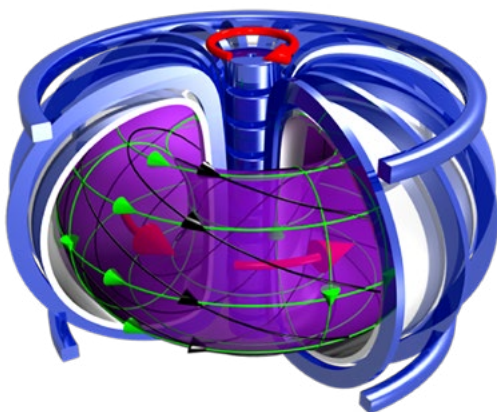
Históricamente, los reactores de fusión han evolucionado tecnológicamente conforme al paso de los años para vencer los diversos desafíos que esta fuente energética presenta: alto costo de mantenimiento, producción energética neta (capacidad de un sistema para producir más de la energía que consume), así como un confinamiento magnético y térmico eficiente. No obstante, ningún reactor de fusión ha conseguido que el objetivo de esta fuente energética esté al alcance de la humanidad, hasta la presentación del reactor ARC en 2014.

Tal vez escuchaste el nombre de este reactor en la película del superhéroe *Iron Man*, si bien todavía no es posible producir la energía necesaria para crear una armadura y salvar el mundo, el reactor de fusión ARC (Asequible, Robusto, Compacto) es el diseño de un reactor de fusión compacto desarrollado por el Centro de Fusión y Ciencia del Plasma (PSFC, por sus siglas en inglés) del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT, por sus siglas en inglés) y financiado por la empresa Commonwealth Fusion Systems (CFS) que promete ser la primera fuente estable y eficiente de energía de fusión nuclear.



Reactor ARC.  
Imagen obtenida de: <https://cfs.energy/technology/#sparc-fusion-energy-demonstration>

El ARC es un reactor que sigue un sistema *tokamak*, el cual es una cámara de metal que tiene forma de anillo o dona. En él, el combustible (compuesto de los isótopos anteriormente mencionados) se calienta hasta temperaturas por encima de los 150 millones de grados centígrados, formando así un plasma caliente (estado físico de los gases a altas temperaturas). Para mantener el plasma caliente aislado se utilizan campos magnéticos producidos por imanes superconductores que rodean el anillo y por una corriente eléctrica conducida a través del plasma; sin embargo, los imanes encargados de producir los campos magnéticos han demostrado ser un gran problema en el diseño de los reactores.



Sistema *tokamak* en el interior de un reactor de fusión.  
Imagen obtenida de: <https://www.iaea.org/es/energia-de-fusion/fusion-por-confinamiento-magnetico-con-tokamaks-y-estelaratros>

Dado que el objetivo del ARC es producir tres veces la cantidad de energía que requiere para operar, el equipo del PSFC innovó y propuso la utilización de imanes superconductores de alta temperatura (HTS) compuestos por óxido de cobre y bario de tierras raras (llamados REBCO), a diferencia de los reactores convencionales que utilizan imanes superconductores de baja temperatura.

El uso de imanes HTS con tecnología REBCO permitiría, por una parte, aumentar el factor de capacidad del reactor (este factor mide la producción de energía eléctrica durante un periodo de tiempo dado) por lo que la producción energética neta sería una realidad; mientras que, por la otra, sería mucho más fácil acceder a la máquina cuando no esté en funcionamiento de manera mucho más sencilla de modo que los costos de mantenimiento se reducirían en gran medida. Así se estarían resolviendo dos de los grandes desafíos que presenta esta fuente energética.



Celda de imán HTS.  
Imagen obtenida de: <https://cfs.energy/technology/#sparc-fusion-energy-demonstration>



Otra de las características diferenciadoras del ARC, como su nombre lo dice, es que se trata de un reactor compacto, midiendo apenas la mitad del diámetro del Reactor Experimental Termonuclear Internacional (ITER). Dicha reducción de tamaño representa un gran reto, puesto que aproximadamente 20% de la energía generada se presenta en calor dentro del plasma del reactor que, de no disiparse, los componentes de la máquina terminarían por derretirse rápidamente. Por ello, el equipo del PSFC reemplazó la capa sólida que rodea la cámara de fusión de los diseños convencionales por una capa líquida de sal fundida de flúor, litio y berilio (FLiBe) que refrigera y protege los componentes mientras el reactor sigue funcionando.

Actualmente, el proceso de diseño se encuentra en la tercera de cuatro etapas en la que se construyó el SPARC en 2021, un modelo del reactor ARC a pequeña escala para probar y demostrar la efectividad del diseño, de modo que se realicen los análisis y las mejoras necesarias para que, a partir del año 2025, comience la construcción de la primera planta de fusión con reactor ARC y se inicie la comercialización de energía ilimitada, segura y libre de carbono para el todo el planeta.

## Referencias

- Chandler, D. (2018). A new path to solving a longstanding fusion challenge. MIT News on campus and around the world. Massachusetts Institute of Technology. Recuperado el 23 de octubre de 2022, de <https://news.mit.edu/2018/solving-excess-heat-fusion-power-plants-1009>
- Commonwealth Fusion Systems. (2022). Designing and building fusion energy systems to power the world. Commonwealth Fusion Systems (CFS). Recuperado el 23 de octubre de 2022, de <https://cfs.energy/technology/#sparc-fusion-energy-demonstration>
- Picot, W. (2021). Fusión por confinamiento magnético con tokamaks y estelators. Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA). Recuperado el 23 de octubre de 2022, de <https://www.iaea.org/es/energia-de-fusion/fusion-por-confinamiento-magnetico-con-tokamaks-y-estelators>
- Pinilla, J. (2019). El problema energético mundial. Energías renovables y cambio climático. *Energy Management Magazine*. Recuperado el 23 de octubre de 2022, de <https://e-management.mx/2019/11/16/el-problema-energetico-mundial-energias-renovables-y-cambioclimatico/#:~:text=Energ%C3%ADas%20renovables%20y%20cambio%20clim%C3%A1tico,-Contenidos%20Send%20an&text=El%20mundo%20se%20encuentra%20en,uso%20representa%20repercusiones%20ambientales%20indeseables>
- Redacción. (2015). Así es ARC, el reactor de fusión de tamaño bolsillo que planea el MIT capaz de generar energía ilimitada. *El periódico de la energía*. Recuperado el 23 de octubre de 2022, de <https://elperiodicodelaenergia.com/asi-es-arc-el-reactor-de-fusion-de-tamano-bolsillo-que-planea-el-mit-capaz-de-generar-energia-ilimitada/>





# EVOLUCIÓN DE LOS MATERIALES EN LAS RAQUETAS DE TENIS

RODRIGO SOLBES GEMAYEL  
Ingeniería Industrial para la Dirección, 5.º semestre

Al igual que todo en el mundo, el deporte ha ido evolucionado para ser mejor y más competitivo cada vez, y el tenis no ha sido la excepción. A través de los años, las raquetas utilizadas para jugar este deporte han ido cambiando de materiales con el fin de ser más ligeras y, con ello, ayudar a los participantes a potencializar su juego.

La materia prima ha ido cambiando debido a que se han encontrado mejores opciones con propiedades distintas. Como ejemplo de ello, se tienen las primeras raquetas, las cuales fueron fabricadas a base de madera, causando que tanto los poros de metal como la madera absorbieran los golpes de la pelota de manera que el jugador recibiera el menor daño posible. Las maderas utilizadas provenían principalmente de árboles como el fresno, arce,

nogal americano, caoba, etc., dado que cada madera aportaba a la raqueta una propiedad distinta. Un ejemplo de ello es la caoba, la cual brindaba mayor rigidez al marco, mientras que maderas suaves como el fresno apoyaban en que éste fuera más flexible.

En las décadas de los años sesenta y setenta se comenzaron a usar metales como el acero y el aluminio con el objetivo de dar un mayor control y ligereza. De igual forma se empleaban en aleación, pero a pesar de su alta durabilidad, este tipo de adición no ayudaba en la absorción de las vibraciones provenientes de los golpes. No obstante, con el avance de la tecnología se llegó a usar la cerámica que proveía las características buscadas: rigidez y reducción de vibraciones.



Raquetas de tenis hechas de madera.  
Imagen tomada de: [https://idawen.com/blog/wp-content/uploads/2019/01/shutterstock\\_735041305-1024x792.jpg](https://idawen.com/blog/wp-content/uploads/2019/01/shutterstock_735041305-1024x792.jpg)



Raquetas de tenis de metal.  
Imagen tomada de: [https://www.puntodebreak.com/files/raqueta\\_6.jpg](https://www.puntodebreak.com/files/raqueta_6.jpg)

Nuevos materiales como el grafito y la fibra de vidrio fueron introducidos en las décadas de los años setenta y ochenta. El primer material, de forma particular, se empleó en el marco de la raqueta dada la rigidez que brindaba, así como su fácil combinación con otras fibras; mientras que la fibra de vidrio fue usada por su gran resistencia y bajo costo, y en algunas de las veces, se combinó con aluminio. Sin embargo, hoy en día el grafito es el más empleado en la fabricación de raquetas.

Actualmente, estos objetos deportivos son manufacturados con materiales compuestos, ya que cuentan con una base de grafito o fibra de vidrio, y un refuerzo de boro, kevlar y titanio. El boro es combinado con un filamento de tungsteno, dando como resultado una fibra muy rígida, pero bastante costosa, por lo que no es empleada frecuentemente.



Raqueta de tenis de metal.  
Imagen tomada de: [https://www.industriadeltenis.com/wp-content/uploads/2016/07/WRT7314\\_Pro\\_Staff\\_RF97\\_Butt\\_Cap\\_1.jpg](https://www.industriadeltenis.com/wp-content/uploads/2016/07/WRT7314_Pro_Staff_RF97_Butt_Cap_1.jpg)

Por otro lado, el kevlar es una fibra medio rígida pero muy ligera, por lo que presenta una alta resistencia y un decremento de vibraciones por los golpes; mientras que el titanio se utiliza mayormente en los marcos, dado que brindan rigidez y peso a la raqueta.

Es impresionante ver cómo los avances en la investigación de materiales han apoyado en la mejora de este deporte, creando raquetas más ligeras, flexibles y duraderas para los juegos arduos y competitivos. El futuro nos depara muchos cambios, y en el ámbito del deporte es más que seguro que nos traerá muchas más mejoras en cuanto a los materiales para la creación de objetos deportivos, que no solo aumente en rendimiento, sino también en desempeño dentro de las canchas.

## Referencias

- Ortiz, J. (2016). Las raquetas de Roger Federer a lo largo de su carrera. Consultado el 4 de noviembre de 2021, de: [https://www.tennisworldes.com/tenis/news/Roger\\_Federer/1004/las-raquetas-de-roger-federer-a-lo-largo-de-su-carrera/](https://www.tennisworldes.com/tenis/news/Roger_Federer/1004/las-raquetas-de-roger-federer-a-lo-largo-de-su-carrera/)
- Arregui, X. (2011). La historia de las raquetas de tenis. Consultado el 4 de noviembre de 2021, de: <http://www.puntodebreak.com/2011/04/14/la-historia-de-las-raquetas-de-tenis>
- Anónimo (2019). Historia de las raquetas de tenis. Consultado el 4 de noviembre de 2021, de: <https://idawen.com/blog/historia-raquetas-de-tenis/>
- Tirrito, F. (2020). La evolución de las raquetas de tenis. Consultado el 4 de noviembre de 2021, de: <https://canaltenis.com/la-evolucion-las-raquetas-tenis/>
- Anónimo (2021). Historia de las raquetas de tenis: todas las curiosidades. Consultado el 4 de noviembre de 2021, de: <https://www.onlytenis.com/blog/historia-de-las-raquetas-de-tenis-todas-las-curiosidades/>
- Gombi, M. (2017). ¿Con que materiales se fabrican las raquetas? Consultado el 4 de noviembre de 2021, de: [https://www.tennisworldes.com/tenis/news/Articulos\\_Tenis/1812/con-que-materiales-se-fabrican-las-raquetas/](https://www.tennisworldes.com/tenis/news/Articulos_Tenis/1812/con-que-materiales-se-fabrican-las-raquetas/)



# EL MOTOR: LA MAGIA DETRÁS DE LOS AUTOS

BRUNO ERICK FRÍAS RESÉNDIZ  
Ingeniería Mecatrónica, 3.<sup>er</sup> semestre

DEVIANNY MANUEL LOMBANA BRISEÑO  
Ingeniería Mecatrónica, 3.<sup>er</sup> semestre

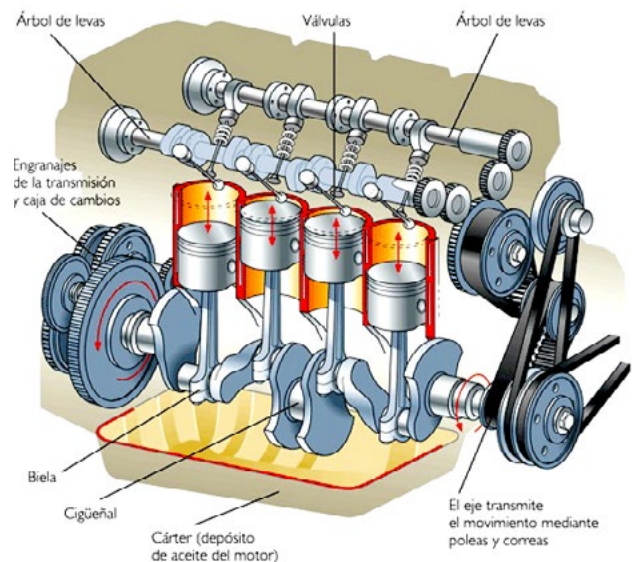
EUNICE GARCÍA TREJO  
Ingeniería Mecatrónica, 3.<sup>er</sup> semestre

Todos saben que el motor, pudiendo ser eléctrico, de combustión interna o híbrido, es la parte de un auto que le permite avanzar. De hecho, es muy frecuente ver a las personas emocionadas cuando un motor suena potentemente, como en la Fórmula 1, ya que causa una sensación de euforia innegable. Sin embargo, lo que muchos no saben es cómo funcionan estas increíbles máquinas.

Comenzando con el primer tipo de motor creado por el hombre, el *motor de propulsión interna* es una pieza que convierte combustible en energía, para después transformarla en calor y movimiento. Para lograr dicha tarea, esta hazaña de la ingeniería consta de diversos componentes que trabajan en sincronización.

El bloque motor es el elemento que le da forma al propulsor y generalmente está construido como pieza única. Dentro de este bloque se encuentran los cilindros, el depósito de aceite (llamado cárter), así como múltiples canales para la lubricación y para el sistema de refrigeración del motor. Los cilindros son los orificios por donde suben y bajan los pistones que se encargan de comprimir el aire y combustible en gas. Estos son administrados por las válvulas controladas por el árbol de levas (ver figura 1), para así generar la combustión necesaria para aprovechar la fuerza de la explosión.

El movimiento vertical de los pistones se conecta al cigüeñal mediante las bielas, componentes que se encargan de coordinar el movimiento de los pistones y el árbol de levas, para así conseguir que el motor funcione simultáneamente y produzca energía constante. Posteriormente, ésta se transfiere al sistema de correas cinemáticas propulsando el vehículo.



Partes del motor de combustión interna.  
Imagen tomada de: <https://tecnologiabachiller2xd.wordpress.com/2019/03/11/motor-alternativo/>



Los motores de combustión funcionan bajo el ciclo Otto, un proceso termodinámico de cuatro tiempos:

1. Admisión: fase donde el pistón se encuentra situado en el extremo superior del cilindro y las válvulas de admisión se abren para dar el paso a la mezcla de combustible y aire que es atraída por el vacío generado conforme el pistón desciende.
2. Compresión: con las válvulas cerradas, el pistón sube de nuevo hasta llegar al extremo superior del cilindro comprimiendo la mezcla de aire y combustible.
3. Explosión: se genera una detonación en la cámara de combustión mediante una chispa eléctrica en el caso de los motores a gasolina, o por propia autodetonación por compresión en motores diésel. La fuerza resultante baja el pistón.
4. Escape: las válvulas de escape se abren y los gases producidos por la combustión se evacúan empujados por la subida del pistón.

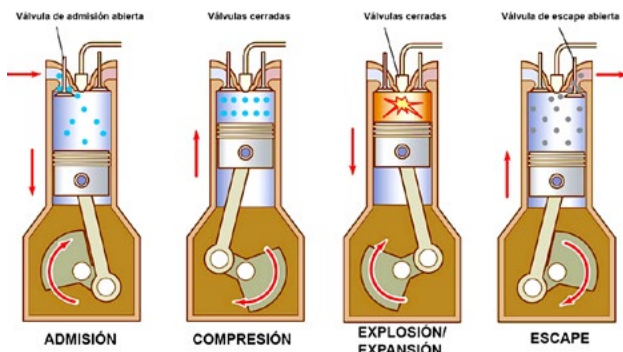
Si bien el motor de combustión interna ha funcionado perfectamente desde su creación, la crisis medioambiental empujó a que la tecnología evolucionara aceleradamente durante la última década, generando así un nuevo tipo de motor: *el motor eléctrico*.

A diferencia del motor de combustión interna, el motor eléctrico cuenta con una menor cantidad de componentes, los cuales se dividen en cuatro grandes partes: el cargador embarcado, la batería, el convertidor y, por último, el motor. El proceso comienza con el cargador embarcado, el cual se encarga de transformar la energía eléctrica de corriente alterna en corriente directa, la cual se suministra en un punto de recarga para después acumularse en la batería. Este proceso es equivalente a ponerle gasolina a un auto de motor de combustión interna para que funcione.

En segundo lugar se tiene la batería, parte fundamental del motor, donde se almacena la energía eléctrica en pequeñas celdas. Este componente es análogo a un tanque de gasolina en un auto con motor de combustión. Generalmente, las baterías de autos eléctricos están compuestas de iones de litio, níquel, manganeso y óxido de cobalto (Baterías NCM); no obstante, es importante mencionar que el proceso de extracción de dichos componentes es caro y complicado, cuyo costo se transporta al precio final del auto (siendo la batería el componente más costoso).

Por otro lado, el convertidor es el componente que se encarga de transformar la energía de corriente continua (CD) a corriente alterna (CA) y de corriente alterna a corriente continua, dependiendo si el auto va acelerando (CA a CD) o desacelerando (CD a CA).

Finalmente, se tiene el motor eléctrico, componente que convierte la energía eléctrica en movimiento a través de un sistema de engranajes y ejes que se conectan directamente al rotor del estator. Éste último es un componente estático del motor que, en conjunto con arrollamientos de diferentes tipos, crea un campo magnético que gira alrededor del estator mientras la corriente suministrada por la batería circula. Al centro del estator se encuentra un rotor que se mueve debido a la existencia de su propio campo magnético fijo, que junto al campo



Ciclo del motor.  
Imagen tomada de: <https://www.autocasion.com/diccionario/ciclo-otto>



magnético del estator arrastran una serie de engranajes que mueven el eje de las ruedas y propulsan el automóvil.



Motor eléctrico completo.  
Imagen obtenida de: <https://www.autobild.es/noticias/como-funciona-motor-electrico-186528#>

Es importante notar que los avances tecnológicos más impresionantes (en cuanto a desarrollo de motores) han sido desarrollados por y para la máxima categoría del automovilismo, la Fórmula 1. En la actualidad, este deporte ha creado una de las innovaciones más sorprendentes en motores, pues los autos de Fórmula 1, mejor conocidos como monoplazas, usan un avanzado *motor híbrido turboalimentado* que trabaja a partir de un motor de combustión interna combinado con una parte eléctrica que lo diferencian de los autos particulares.

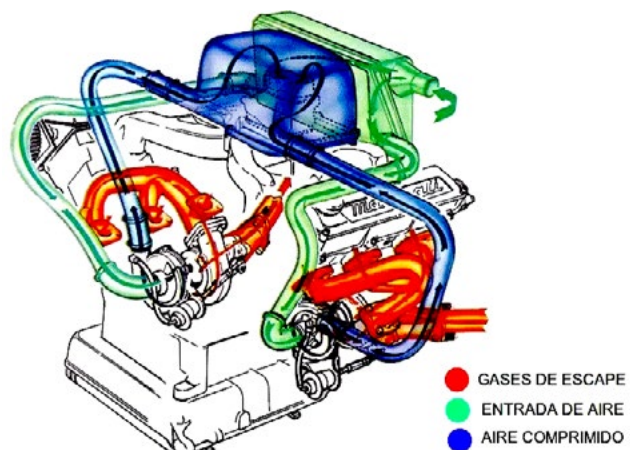
Este motor particular se divide en tres componentes:

- *Internal Combustion Engine (ICE)*: motor de combustión interna similar al de los autos convencionales que se encuentra conectado a un turbocompresor.
- *Motor Generator Unit – Heat (MGU-H)*: sistema que aprovecha los gases que expulsa el motor para generar energía eléctrica.
- *Motor Generator Unit – Kinetic (MGU-K)*: sistema que recupera energía cinética a partir del frenado.

Una diferencia significativa con respecto a los motores convencionales es que los monoplaza usan motores V6 (6 cilindros en posición con forma de “V”), los cuales cuentan con 24 válvulas: dos de entrada y dos de salida en cada uno de los cilindros.

No obstante, el factor clave de estos motores es el aumento en la cantidad de aire-oxígeno que entra a la cámara de combustión. Para lograrlo utilizan un turbocompresor que se encuentra conectado al motor, el cual aspira una mayor cantidad de aire, comparado con un motor de combustión convencional, y lo comprime. De este modo, entra más aire comprimido a los cilindros, permitiendo que más combustible sea admitido, logrando así una combustión más poderosa y efectiva.

En cuanto al turbocompresor, consta de una turbina y un compresor conectados por un eje. Durante su proceso, la turbina se mueve gracias a los gases expulsados por el motor en la fase de expulsión del ciclo Otto, ocasionando a su vez que el compresor funcione. Esto provoca que el aire generado por la fuerza de giro que le otorga la turbina sea comprimido al máximo. Lo anterior se observa en una relación proporcional entre la cantidad de gases expulsados por el motor y la velocidad de propulsión generada.



Funcionamiento turbocompresor.  
Imagen tomada de: <https://www.actualidadmotor.com/motores-formula-1-v8-v6-turbo-hibridos/>



Por otro lado, también se tiene los otros dos componentes característicos del motor. El MGU-H es un sistema conectado al eje de la turbina del turbo que usa los gases expulsados por el motor y solo trabaja cuando se acelera; mientras que el MGU-K es utilizado principalmente en la recuperación de energía durante los frenados. Ambos cuentan con dos funciones:

## MGU-H

- Mantener al turbocompresor girando a altas revoluciones cuando se acelera a baja velocidad, de forma que no haya un retraso en la entrega de potencia del motor.
- Recuperar energía térmica de los gases expulsados a grandes velocidades (que están a altas temperaturas), transformando el movimiento de la turbina, causado por la presión, en energía eléctrica. Esta energía se almacena en la batería.

## MGU-K

- Convertir energía térmica en eléctrica, con el fin de almacenarla en la batería, al momento de frenar.
- Usar la energía eléctrica (de la batería) cuando se acelera, para darle movimiento al cigüeñal y así aumentar la potencia del coche.

A partir de lo anterior, se puede afirmar que los motores son el resultado de un trabajo evolutivo de la ingeniería, que continuará innovando hasta un nivel que posiblemente todavía hoy no se imagine. ¿Quién sabe?, tal vez dentro de una o dos décadas los motores de los autos incluso logren que éstos puedan emprender vuelo.

## Referencias

- Martín, J. (2019). El funcionamiento de un motor de combustión, paso a paso y en video. Consultado el 22 de octubre de 2022, de <https://www.motorpasion.com/revision/funcionamiento-motor-combustion-paso-a-paso-video>
- Fidalgo, R. (2022). Ciclo Otto. Consultado el 22 de octubre de 2022, de <https://www.autocasion.com/diccionario/ciclo-otto>
- Olmo, D. J. M. (2014, 8 de mayo). Cómo entender las unidades de potencia de la Fórmula 1 actual (I - Turbo). *Car and Driver*. Consultado el 22 de octubre de 2022, de <https://www.caranddriver.com/es/formula-1/a33184/como-entender-las-unidades-de-potencia-de-la-formula-1-actual-i-turbo/>
- Cómo funciona un turbocompresor. (s. f.). Cummins Inc. Consultado el 22 de octubre de 2022, de <https://www.cummins.com/es/components/turbo-technologies/turbochargers/how-a-turbocharger-works>
- Motor F1 (Unidad de potencia de Fórmula 1 completa). (2022, 25 de febrero). Lebalap Academy. Consultado el 22 de octubre de 2022, de <https://lebalap.academy/f1/motor-f1/>
- Tardós, M. J. (2020, 13 de junio). La Unidad de Potencia en los Fórmula 1. *MomentoGP*. Consultado el 22 de octubre de 2022, de <https://www.momentogp.com/la-unidad-de-potencia-en-los-formula-1/>
- Honda F1 Technology | Fórmula 1 | Honda Racing | By Honda. (s. f.). Consultado el 22 de octubre de 2022, de <https://www.honda.es/cars/world-of-honda/present/honda-racing-f1/technology.html>
- Juárez, M. (2022, 2 de mayo). Fórmula 1, la superguía de la temporada 2022: nuevas regulaciones, autos, pilotos, equipos y todo lo que.... *Motorpasión México*. Consultado el 22 de octubre de 2022, de <https://www.motorpasion.com.mx/deporte-motor/formula-1-2022-super-guia-definitiva-termino-equipos-pilotos-circuitos-reglamento>
- Pérez, A. (2018, 23 de enero). ¿Cómo funciona un motor eléctrico? *Autobild.es*. <https://www.autobild.es/noticias/como-funciona-motor-electrico-186528>
- Cómo funciona el motor eléctrico de un auto | Volkswagen. (2018, 23 de enero).



# INMUNIZACIÓN CON PÉPTIDOS NEURALES MODIFICADOS COMO ESTRATEGIA TERAPÉUTICA EN LESIÓN DE MÉDULA ESPINAL

ANDREA IBARRA GARCÍA<sup>1</sup>, RAÚL SILVA GARCÍA<sup>2</sup>, ANTONIO IBARRA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Anáhuac México, Campus Norte, Centro de Investigación en Ciencias de la Salud (CICSA), Facultad de Ciencias de la Salud, Huixquilucan, Estado de México, México.  
jose.ibarra@anahuac.mx; andrea\_ibarra@anahuac.mx

<sup>2</sup>Hospital de Pediatría, CMN-SXXI, Unidad de investigación Médica en Inmunología, IMSS, Ciudad de México, México.  
silgarrul@yahoo.com.mx

## Resumen

Después de una lesión de medula espinal (LME) se generan una cadena de eventos bioquímicos e inmunológicos destructivos que incrementan el daño a los tejidos. Por lo anterior, actualmente se estudian una variedad de terapias para disminuir este daño. Algunos estudios indican que se podría proteger el tejido neural al inducir una respuesta inmune adaptativa en contra de los constituyentes neurales. Estudios previos han sugerido que la inmunización con péptidos neurales modificados (INDP, del inglés Immunization with Neural-Derived Peptides) reduce la muerte de las neuronas y promueve una recuperación significativa del movimiento. Al combinar esta estrategia con otros tratamientos (sustancias antioxidantes o péptidos modulares del sistema inmune) después de una LME se puede mejorar la respuesta protectora inducida por la INDP. En LME aguda (muy reciente) la INPD ha mostrado resultados prometedores, sin embargo, se deben hacer más estudios para generar una propuesta más favorable.

**Palabras clave:** A91; inmunización; paraplejía; autorreactividad protectora.

## Introducción

La lesión de médula espinal (LME) es uno de los problemas más devastadores en el ser humano. La incidencia de esta patología por cada millón de habitantes es la siguiente: a nivel mundial de 40-80, en los Estados Unidos 25 a 59 de casos por año presentando un promedio de 40 [1,2], mientras que en México en el 2020 se reportó más de 6 millones de habitantes con alguna discapacidad, de los cuales el 48% sufría de discapacidad motriz sin especificar la causa [3].

Las principales causas incluyen accidentes de tráfico (38%), caídas (31%) y deportes (10-17%) [4]. El deterioro neurológico permanente de las funciones del sistema nervioso central (SNC) es el resultado al daño provocado a la médula espinal. El deterioro final depende del daño del tejido, el cual a su vez depende de la intensidad del primer mecanismo de lesión y de los eventos secundarios desarrollados después de la misma [5]. Las estrategias que se llevan a cabo para neutralizar los fenómenos secundarios sirven para reducir el daño y favorecen una recuperación neurológica. Investigaciones recientes han demostrado que



la modulación del sistema inmune (sistema de defensa de nuestro cuerpo contra patógenos) podría promover la protección al tejido neural o, incluso, la restauración del mismo [6,7]. Esta estrategia terapéutica se logró mediante la inmunización con péptidos neurales modificados (INDP, del inglés immunization with neural derived peptides). Para comprender los conceptos básicos de esta terapia, primeramente, describiremos la fisiopatología de la LME y la participación de las células inmunitarias después de una lesión. Posteriormente, se explicará cómo la INDP regula el sistema inmunológico y promueve la protección del tejido. Finalmente, esta revisión examinará los efectos positivos de INDP y su asociación con otras estrategias neuroprotectoras después de una LME.

## Fisiopatología después de LME

Después de una LME los mecanismos de lesión primaria y secundaria contribuyen a provocar el daño al tejido. La lesión primaria es causada por el mecanismo de daño inicial al tejido nervioso, que puede ser originado por una presión, un golpe o un movimiento brusco de la columna vertebral que llegue incluso a seccionar la médula espinal. Este evento activa varios mecanismos destructivos que aumentan el daño tisular (lesión secundaria).

Algunos de los mecanismos secundarios de la lesión son la disminución en la presión sanguínea y frecuencia cardíaca (*shock* neurogénico), interrupción de la irrigación sanguínea (isquemia), daño a las membranas de las células, incremento intracelular de sustancias tóxicas, falla en la función de la célula y muerte celular. La inflamación es uno de los problemas más importantes que también contribuyen a incrementar el daño al tejido neural. Todos estos, y otros fenómenos, contribuyen en gran medida a la extensión del daño al tejido nervioso circundante [8-10].

El *shock* neurogénico puede agravar o destruir el tejido nervioso. Por ejemplo, la isquemia, la principal consecuencia del *shock* neurogénico, interrumpe importantes procesos vitales para las células, lo que conduce a la pérdida de energía y la activación de mecanismos de muerte celular. Al mismo tiempo, la isquemia promueve la activación de enzimas (proteínas que degradan moléculas) que destruyen las membranas de la célula, así como los componentes internos de la misma [9,11].

Después de la isquemia, la reperfusión (entrada de sangre nuevamente al tejido neural) incrementa el daño por el aumento en la producción de radicales libres (moléculas reactivas que atacan las células), principalmente especies reactivas derivadas del oxígeno (Reactive Oxygen Species, ROS, por sus siglas en inglés) [10,12]. Las ROS pueden atacar los ácidos grasos (moléculas que conforman las membranas de las células), provocando una reacción destructiva en cadena en la membrana celular y generando más radicales libres; este proceso se llama lipoperoxidación (LP) [9, 13].

La toxicidad, otro proceso dañino, depende de la liberación y acumulación de mensajeros químicos (neurotransmisores) excitadores (p. ej., glutamato), que causan daño directo o indirecto al tejido de la médula espinal [14,15]. Esto puede deberse a la activación de algunos receptores como el de N-metil-D-aspartato (NMDA) o a un aumento de la concentración de calcio (elemento químico que en concentraciones muy altas causa daño) en la célula [18,16].

La apoptosis (tipo de muerte celular) es otro fenómeno peligroso que se desarrolla después de una LME. Las citocinas (proteínas liberadas por el sistema de defensa de nuestro cuerpo), los radicales libres y otras moléculas pueden inducir la apoptosis y provocar mayor daño al tejido y con ello una mayor alteración





de las funciones neurológicas (movimiento, sensibilidad, etc.) [9,17].

Finalmente, la respuesta inmune celular inflamatoria (respuesta del sistema de defensa de nuestro cuerpo) también contribuye a la lesión de la médula espinal. Las células del sistema inmune pueden producir ROS y así contribuir a la generación de LP. Una hora después de la lesión, los neutrófilos (células del sistema inmune) llegan a la zona [18,19], su número aumenta y alcanzan un máximo a las 24 horas posterior a la lesión [19,20]. Los macrófagos periféricos –otro tipo de célula del sistema inmune– están presentes 24 horas después de la LME y su número máximo aumenta entre los días cuatro y siete [20,21]. Estas células pueden persistir en el área lesionada incluso en la fase crónica [22]. Por otro lado, otras células del sistema inmune, como la microglía (macrófagos residentes del SNC), se activan en el sitio de la lesión entre los días 3 y 7 después de la misma [23]. La presencia de todas estas células en el sitio de la lesión se correlaciona fuertemente con la extensión del daño [20,24]. Estudios previos han demostrado que esta respuesta celular está regulada por una respuesta autoinmune o autoreactiva (respuesta del sistema inmune contra constituyentes propios) contra proteínas del SNC, especialmente la proteína básica de la mielina (MBP, del inglés: myelin basic protein), una de las proteínas que mayor respuesta inmune puede generar en su contra y la más abundante en el SNC [25-27]. Esta respuesta autorreactiva está dominada por linfocitos T cooperadores (células que controlan la respuesta del sistema inmune) denominados Th1 que son altamente proinflamatorios. Estas células descontroladas liberan citocinas proinflamatorias que aumentan las respuestas inmunes inflamatoria e incrementan el daño al tejido. Según datos previos, el control de esta respuesta proinflamatoria puede contribuir a la protección del

tejido e incluso a la formación de nuevas neuronas (neurogénesis) [28-31]. Por lo tanto, el papel de las células inmunitarias después de la LME podría ser crucial en el desarrollo de una estrategia terapéutica.

## Participación de las células del sistema inmune después de la LME

Varios estudios han demostrado que las células del sistema inmune pueden incrementar (si están fuera de control) o disminuir (si son controladas) el daño tisular [27,30,32,33]. Este efecto bidireccional depende de la eventual activación de las células de la microglía. Cuando la microglía interactúa con las moléculas liberadas después de la lesión (lípidos, proteínas, enzimas, etc.), adquieren características de células que destruyen más el tejido, son células llamadas M1 o con un fenotipo M1 [34-37]. Estas células se caracterizan por liberar altos niveles de radicales libres y sustancias que incrementan la inflamación como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) y la ciclooxigenasa 2 (COX2) [34,38-40]. Estas moléculas aumentan la respuesta inmune inflamatoria, provocando una mayor producción de radicales libres y enzimas que atacan proteínas, lo que contribuye a una mayor destrucción de tejidos [37,41,42]. En estas condiciones, la microglía no es capaz de interactuar con el sistema inmunitario adaptativo (el que activa a los linfocitos T); una condición importante para inducir la protección del tejido [38,43]. Además, los linfocitos T se reclutan en cantidades bajas y muy tarde; por lo tanto, en lugar de controlar la respuesta inmunitaria, los linfocitos T colaboran para incrementar la respuesta inmune inflamatoria al liberar más citocinas proinflamatorias [44].

Por otro lado, si la microglía interactúa primero con la inmunidad adaptativa (linfocitos T) y no con los productos derivados del daño al tejido, se activará bajo características de células que

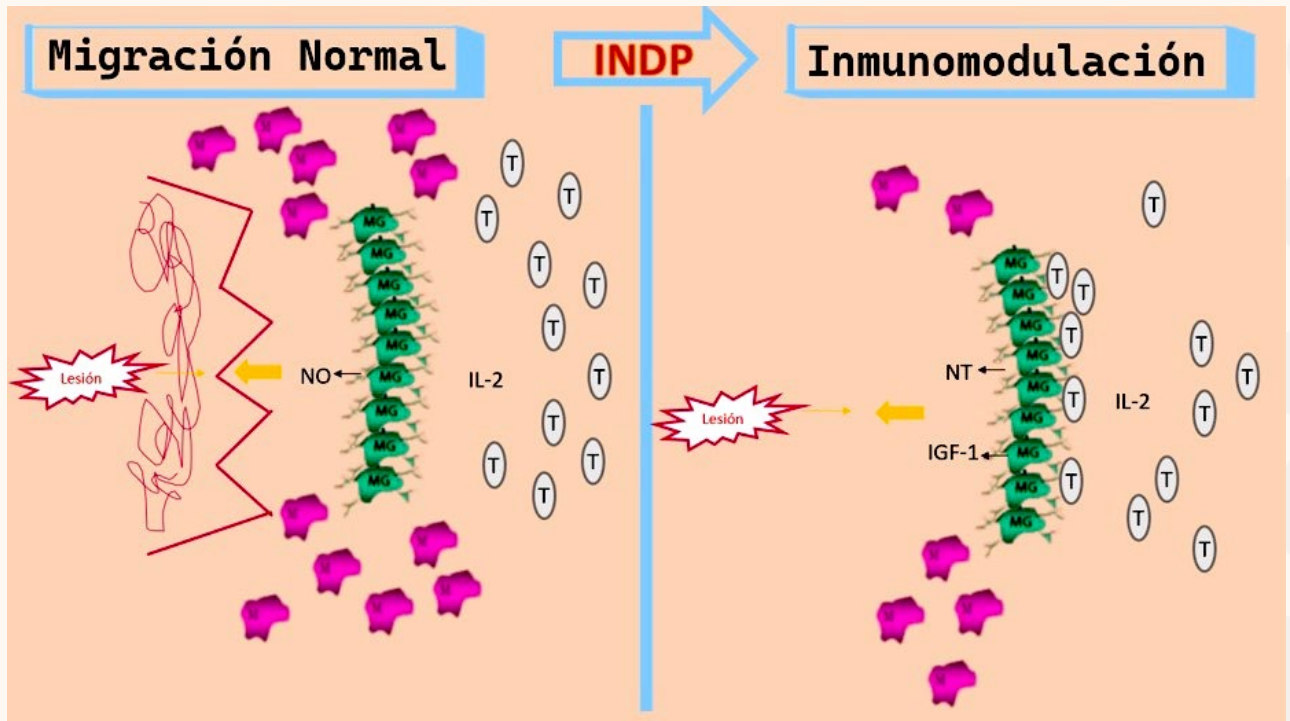


protegen el tejido llamadas M2 o fenotipo M2. Adquieren las propiedades para interactuar con los linfocitos T y liberan moléculas restauradoras y protectoras como el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF, del inglés brain derived neurotrophic factor), la neurotrofina-3 (NT-3), el factor de crecimiento nervioso (NGF, del inglés nerve growth factor) y además son capaces de eliminar compuestos tóxicos para el tejido [45]. En este sentido, un estudio muy interesante demostró que los linfocitos T, especialmente aquellos que son autorreactivos pueden incrementar la capacidad de la microglía para eliminar las sustancias tóxicas sin producir ROS. Este efecto mediado por linfocitos T no se puede lograr si la activación de la microglía es inducida por restos de tejido dañado [46,47]. Por lo tanto, los efectos benéficos o perjudiciales de la respuesta del sistema inmune dependen de la forma en que se active la microglía (con características M1 o M2) y esto depende en gran parte, de la llegada oportuna de los linfocitos T al sitio de lesión.

Esto último da la posibilidad a la microglía de interactuar oportunamente con los linfocitos T para activarse con características protectoras (M2) y hacer que los linfocitos T controlen la respuesta del sistema inmune promoviendo con esto un microambiente antiinflamatorio que protegerá el tejido contra la inflamación y promoverá la restauración del mismo.

### Modulación de la respuesta autorreactiva por la inmunización con péptidos neurales modificados (INDP)

Es concebible que después de la LME, los efectos dañinos de las células inmunitarias puedan revertirse y modificarse para conferir efectos benéficos. Para lograr este objetivo, es fundamental suprimir o atenuar la activación de la microglía en un fenotipo M1. Con este fin, una estrategia terapéutica debe promover una llegada más temprana y abundante de células T al sitio de la lesión. Esta estrategia induce la activación de la microglía en función de un fenotipo protector [38]. Una forma sencilla de





hacerlo es inmunizar (introducir una proteína para activar una respuesta del sistema inmune contra ella) con los mismos constituyentes que se liberan después de una lesión y que desencadenan la respuesta autorreactiva: una proteína del SNC. Gracias a esta estrategia de inmunización con proteínas del SNC, un gran número de células de la microglia adquieren un fenotipo protector (M2) y luego liberan moléculas que, en lugar de aumentar la lesión, contribuyen a la protección y restauración del tejido [45-47].

Esta estrategia, ahora llamada autorreactividad protectora, consiste en modular la respuesta inmunitaria mejorando las respuestas autorreactivas de protección y restauración. En estudios preliminares, la activación de linfocitos autorreactivos específicos contra proteínas de la mielina se incrementó mediante la inmunización con MBP. Esta estrategia terapéutica contribuyó a una mejor protección del tejido y mejor recuperación de los movimientos después de una LME reciente [48]. Investigaciones posteriores han demostrado que la "autorreactividad protectora" es esencialmente una respuesta mediada por linfocitos T determinada genéticamente y se activa como una respuesta fisiológica a la lesión del SNC [49,50].

Los resultados prometedores de esta inmunización terapéutica han impulsado la planeación de más estudios para prevenir el riesgo de enfermedades autoinmunes. Dado que la inmunización con componentes propios puede conducir al desarrollo de una enfermedad autoinmune (enfermedad en que el sistema inmune ataca nuestros tejidos), no se recomienda usar esta estrategia en seres humanos. Por lo anterior, se han buscado alternativas que provoquen el mismo efecto benéfico, pero sin causar una enfermedad autoinmunitaria.

## Modulación de la autorreactividad protectora sin riesgo de enfermedad autoinmune

La posibilidad de provocar una enfermedad autoinmune después de la inmunización con MBP es la principal complicación de esta terapia; sin embargo, puede eliminarse mediante la inmunización con un péptido propio débil como lo puede ser un ligando peptídico alterado (altered peptide ligand, APL, por sus siglas en inglés). Los APL son péptidos análogos a los sitios más inductores de respuesta inmune en una proteína. Se les realiza una o más sustituciones de aminoácidos en los sitios necesarios para el contacto con el receptor de linfocitos T (TCR), lo que les permite competir por la unión de TCR y activar al linfocito. Los APL cambian la señal de activación del linfocito T haciendo que éste se active de una forma diferente [51].

En estudios previos se probaron varios APL derivados de MBP [G91, A96 y A91 (donde la letra indica el cambio y el número indica la posición del aminoácido dentro de la secuencia de la MBP) en modelos animales de LME. Se observó que la inmunización con G91 o A96 induce una protección significativa y, por lo tanto, reduce el grado de parálisis en animales con LME reciente. Cabe señalar que los animales inmunizados no mostraron signos clínicos de alguna enfermedad autoinmune. A pesar de estos resultados, no hay más informes de estudios que den seguimiento a la estrategia de tratamiento con estos dos APL [52].

Otro APL es el A91, ha sido ampliamente probado. Este es un péptido derivado de MBP (secuencia 87-99) al que se le reemplazó el aminoácido lisina en la posición 91 por alanina. La inmunización con este péptido indujo la activación del linfocito T en un fenotipo Th2 (antiinflamatorio-protector y restaurador) que puede modular la respuesta Th1 observada en la LME [53-55].



## Uso de la INDP después de LME

La INDP con el péptido A91 mejora la movilidad motora y la supervivencia neuronal en animales con LME [54,55]. Se ha mostrado que la inyección de células dendríticas derivadas de la médula ósea que han sido puestas en contacto con el péptido A91 induce una mejora significativa en la recuperación motora con efecto morfológicamente visible después de la LME [56]. Otros estudios usando la INDP con el péptido A91 han dejado ver los posibles mecanismos de acción de esta estrategia para mejorar la movilidad. Por ejemplo, la INDP es capaz de inhibir la LP que daña las membranas celulares y puede reducir la muerte celular programada (apoptosis) [30,31]. Es probable que estos efectos protectores se deban a la inhibición de la producción de óxido nítrico (un radical libre muy potente) y la inducción de la expresión de los genes del óxido nítrico sintasa (enzima que colabora en la producción de óxido nítrico) [57]. Además, la INDP con A91, también promueve la producción sostenida de BDNF y NT-3 y crea un entorno antiinflamatorio durante la fase aguda de la lesión, microambiente propicio para la protección y restauración del tejido neural [58,59].

Por otro lado, para mejorar los efectos benéficos de la INDP, un estudio reciente investigó la administración duplicada de la INDP. El estudio también analizó el posible desarrollo de enfermedad autoinmune. Los resultados mostraron que ni las dosis simples o dobles de la INDP dieron como resultado el desarrollo de una enfermedad autoinmune [55]. Sin embargo, la doble administración no incrementó el efecto sobre la movilidad, incluso lo inhibió. Los datos presentados arrojan luz importante sobre el uso de APL como estrategia terapéutica para inducir protección sin riesgo de enfermedad autoinmune. Los efectos positivos de la INDP con A91 se observaron consistentemente en modelos de LME aguda; sin embargo,

estudios recientes también han demostrado que puede ser útil en las etapas crónicas de la lesión. En este caso, se observó una inducción de neurogénesis y restauración de las fibras neurales después de la INDP durante la fase crónica de la LME [7,60].

Según estas observaciones, la inmunización con A91 parece ser una terapia prometedora para la LME aguda. Por lo tanto, se necesita más investigación para perfeccionar la estrategia. En este sentido, se investigó la eficacia de combinar esta terapia con metilprednisolona (MP), el único agente terapéutico disponible en la actualidad para la LME. Los estudios al respecto demostraron que la terapia de INDP+ MP puede llevarse a cabo sin problema en los pacientes con LME aguda [54]. La INDP parece ser una estrategia prometedora que se puede adaptar para el tratamiento de LME en humanos, incluso usando MP.

Hasta la fecha, los resultados en esta área han sido consistentes y reproducibles, especialmente en modelos animales de LME con lesión moderada. Sin embargo, la INDP con A91 no fue eficaz en modelos de LME con lesión severa [61]. Futuras investigaciones deberán concentrarse en optimizar el manejo de esta estrategia en LME.

## Asociación del efecto de la INDP y otras estrategias neuroprotectoras

Si bien los efectos benéficos de la INDP han arrojado resultados alentadores, las mejoras a esta estrategia podrían generar resultados más eficaces para las personas afectadas por LME. Los principales efectos dañinos de los diferentes mecanismos de lesión ocurren durante la fase aguda de la misma [10]. La respuesta autorreactiva protectora que origina la INDP se desarrolla después de 6 a 12 días posteriores a la lesión, esto quiere decir que el tejido neural queda sin protección durante la fase aguda,



específicamente en los primeros días después del daño. Por lo tanto, la combinación de la INDP con otra estrategia que proteja el tejido durante este periodo podría mejorar el resultado final de la terapia. La LP es uno de los fenómenos más destructivos que se desarrolla inmediatamente después de una LME [30]; por lo tanto, la suplementación con antioxidantes (agentes que neutralizan los radicales libres y con ello inhiben la LP) puede conferir un mejor efecto protector. El glutatión monoetil éster (GSH-MEE) es un derivado del glutatión (GSH) que es permeable a las células, es un antioxidante que protege contra los radicales libres [62,63]. Además, el GSH favorece la actividad del sistema inmune [64]. Por lo tanto, administrar GSH-MEE en combinación con INDP podría mejorar significativamente la protección del tejido. Los estudios sobre este tema han demostrado que el uso de esta estrategia combinada da como resultado una mejor recuperación del movimiento en comparación con el tratamiento solo con la INDP. Esta mejoría neurológica se correlacionó significativamente con una mejor protección al tejido neural [55].

En un estudio reciente, la INDP también se combinó con la implantación de una matriz biocompatible impregnada con células madre mesénquimales (MSC) de la médula ósea, esta implantación se llevó a cabo en el sitio de la lesión. Esta estrategia combinada mejoró la protección del tejido y promovió una recuperación de la movilidad que fue mejor a la observada con la sola administración de la INDP [65]. Otra estrategia que también ha dado resultados interesantes es la combinación de INDP + GSH-MEE + el factor inhibidor de la migración de monocitos (FILM), estos últimos son dos péptidos que regulan la inflamación. Esta terapia combinada dio como resultado una mejor recuperación del movimiento y una mejor protección del tejido neural en comparación con la administración de solo la INDP [66].

Según los datos actuales, la INDP sola o en combinación con otras estrategias neuroprotectoras es una estrategia prometedora; sin embargo, se necesitan más estudios para establecer la efectividad de esta terapia.

## Conclusiones

Diferentes estudios han proporcionado información valiosa sobre la capacidad de las células del sistema inmune para proteger y reparar el tejido neural. En este contexto, la INDP se considera un enfoque prometedor para la terapia de la LME. Se ha demostrado que los péptidos neurales modificados son eficaces para estimular los efectos protectores de la respuesta autorreactiva protectora, sin riesgo de enfermedad autoinmune. Por otro lado, la ventana de tratamiento después de LME puede incluir el uso de INDP y MP al mismo tiempo. Finalmente, la adición de otras estrategias protectoras del tejido puede potenciar el efecto protector inducido por INDP. El uso de la INDP en LME aguda es una estrategia prometedora; por lo tanto, se recomiendan más estudios experimentales e incluso el inicio de estudios preclínicos para desarrollar la mejor estrategia.

## Abreviaturas

APL: ligando peptídico alterado  
SNC: sistema nervioso central  
EAE: encefalomiелitis autoinmune experimental  
GSH-MEE: Glutation monoetil ester  
IFN- $\alpha$ : interferón-gamma  
INDP: Inmunización con péptidos neurales modificados  
IL-4: interleucina-4  
LP: Lipoperoxidación  
MBP: proteína básica de mielina  
MP: metilprednisolona  
ROS: especies reactivas de oxígeno  
SCI: lesión de la médula espinal  
TCR: receptor de células T  
Th: T cooperadora



## Referencias

- 1 Devivo MJ. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: trends and future implications. *Spinal Cord* 2012; 50: 365-372.
- 2 Yuying Chen, MD National Spinal Cord Injury Model Systems Database. National Spinal Cord Injury Statistical Center. 1970. <https://www.nscisc.uab.edu/> (consultado el 11 de 2022).
- 3 Censo de Población y Vivienda 2020. Información de México, Discapacidad. INEGI. 2020. <https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx> (consultado el 28 de noviembre de 2022).
- 4 Ahuja CS, Wilson JR, Nori S, Kotter MRN, Druschel C, Curt A et al. Traumatic spinal cord injury. *Nat Rev Dis Primers* 2017; 3: 17018.
- 5 Quadri SA, Farooqui M, Ikram A, Zafar A, Khan MA, Suriya SS et al. Recent update on basic mechanisms of spinal cord injury. *Neurosurg Rev* 2020; 43: 425-441.
- 6 Hauben E, Nevo U, Yoles E, Moalem G, Agranov E, Mor F et al. Autoimmune T cells as potential neuroprotective therapy for spinal cord injury. *Lancet* 2000; 355: 286-287.
- 7 Rodríguez-Barrera R, Flores-Romero A, García E, Fernández-Presas AM, Incontri-Abraham D, Navarro-Torres L et al. Immunization with neural-derived peptides increases neurogenesis in rats with chronic spinal cord injury. *CNS Neurosci Ther* 2020; 26: 650-658.
- 8 Dumont RJ, Okonkwo DO, Verma S, Hurlbert RJ, Boulos PT, Ellegala DB et al. Acute spinal cord injury, part I: pathophysiologic mechanisms. *Clin Neuropharmacol* 2001; 24: 254-264.
- 9 Alizadeh A, Dyck SM, Karimi-Abdolrezaee S. Traumatic spinal cord injury: An overview of pathophysiology, models and acute injury mechanisms. *Front Neurol* 2019; 10: 282.
- 10 Venkatesh K, Ghosh SK, Mullick M, Manivasagam G, Sen D. Spinal cord injury: pathophysiology, treatment strategies, associated challenges, and future implications. *Cell Tissue Res* 2019; 377: 125-151.
- 11 Tator CH. Update on the pathophysiology and pathology of acute spinal cord injury. *Brain Pathol* 1995; 5: 407-413.
- 12 Cuzzocrea S, Riley DP, Caputi AP, Salvemini D. Antioxidant therapy: a new pharmacological approach in shock, inflammation, and ischemia/reperfusion injury. *Pharmacol Rev* 2001; 53: 135-159.
- 13 Hall ED, Andrus PK, Yonkers PA, Smith SL, Zhang JR, Taylor BM et al. Generation and detection of hydroxyl radical following experimental head injury. *Ann N Y Acad Sci* 1994; 738: 15-24.
- 14 Farooque M, Hillered L, Holtz A, Olsson Y. Effects of moderate hypothermia on extracellular lactic acid and amino acids after severe compression injury of rat spinal cord. *J Neurotrauma* 1997; 14: 63-69.
- 15 Goldshmit Y, Banyas E, Bens N, Yakovchuk A, Ruban A. Blood glutamate scavengers and exercises as an effective neuroprotective treatment in mice with spinal cord injury. *J Neurosurg Spine* 2020; 33: 692-704.
- 16 Park E, Velumian AA, Fehlings MG. The role of excitotoxicity in secondary mechanisms of spinal cord injury: a review with an emphasis on the implications for white matter degeneration. *J Neurotrauma* 2004; 21: 754-774.
- 17 Springer JE, Azbill RD, Knapp PE. Activation of the caspase-3 apoptotic cascade in traumatic spinal cord injury. *Nat Med* 1999; 5: 943-946.
- 18 Dusart I, Schwab ME. Secondary cell death and the inflammatory reaction after dorsal hemisection of the rat spinal cord. *Eur J Neurosci* 1994; 6: 712-724.
- 19 Beck KD, Nguyen HX, Galvan MD, Salazar DL, Woodruff TM, Anderson AJ. Quantitative analysis of cellular inflammation after traumatic spinal cord injury: evidence for a multiphasic inflammatory response in the acute to chronic environment. *Brain* 2010; 133: 433-447.
- 20 Carlson SL, Parrish ME, Springer JE, Doty K, Dosssett L. Acute inflammatory response in spinal cord following impact injury. *Exp Neurol* 1998; 151: 77-88.
- 21 Wu F, Ding X-Y, Li X-H, Gong M-J, An J-Q, Lai J-H et al. Cellular inflammatory response of the spleen after acute spinal cord injury in rat. *Inflammation* 2019; 42: 1630-1640.
- 22 Guizar-Sahagun G, Grijalva I, Madrazo I, Franco-Bourland R, Salgado H, Ibarra A et al. Development of post-traumatic cysts in the spinal cord of rats-subjected to severe spinal cord contusion. *Surg Neurol* 1994; 41: 241-249.
- 23 Popovich PG, Wei P, Stokes BT. Cellular inflammatory response after spinal cord injury in Sprague-Dawley and Lewis rats. *J Comp Neurol* 1997; 377: 443-464.
- 24 Gensel JC, Zhang B. Macrophage activation and its role in repair and pathology after spinal cord injury. *Brain Res* 2015; 1619: 1-11.
- 25 Ibarra A, Correa D, Willms K, Merchant MT, Guizar-Sahagún G, Grijalva I et al. Effects of cyclosporin-A on immune response, tissue protection and motor function of rats subjected to spinal cord injury. *Brain Res* 2003; 979: 165-178.
- 26 Butovsky O, Hauben E, Schwartz M. Morphological aspects of spinal cord autoimmune neuroprotection:



- colocalization of T cells with B7--2 (CD86) and prevention of cyst formation. *FASEB J* 2001; 15: 1065-1067.
- 27 Jones TB. Lymphocytes and autoimmunity after spinal cord injury. *Exp Neurol* 2014; 258: 78-90.
- 28 Moalem G, Gdalyahu A, Shani Y, Otten U, Lazarovici P, Cohen IR et al. Production of neurotrophins by activated T cells: implications for neuroprotective autoimmunity. *J Autoimmun* 2000; 15: 331-345.
- 29 Barouch R, Schwartz M. Autoreactive T cells induce neurotrophin production by immune and neural cells in injured rat optic nerve: implications for protective autoimmunity. *FASEB J* 2002; 16: 1304-1306.
- 30 Ibarra A, García E, Flores N, Martiñón S, Reyes R, Campos MG et al. Immunization with neural-derived antigens inhibits lipid peroxidation after spinal cord injury. *Neurosci Lett* 2010; 476: 62-65.
- 31 Rodríguez-Barrera R, Fernández-Presas AM, García E, Flores-Romero A, Martiñón S, González-Puertos VY et al. Immunization with a neural-derived peptide protects the spinal cord from apoptosis after traumatic injury. *Biomed Res Int* 2013; 2013: 827517.
- 32 Bethea JR, Castro M, Keane RW, Lee TT, Dietrich WD, Yezierski RP. Traumatic spinal cord injury induces nuclear factor-kappaB activation. *J Neurosci* 1998; 18: 3251-3260.
- 33 Raposo C, Graubardt N, Cohen M, Eitan C, London A, Berkutzki T et al. CNS repair requires both effector and regulatory T cells with distinct temporal and spatial profiles. *J Neurosci* 2014; 34: 10141-10155.
- 34 Lee K-H, Yun S-J, Nam KN, Gho YS, Lee EH. Activation of microglial cells by ceruloplasmin. *Brain Res* 2007; 1171: 1-8.
- 35 Li L, Lu J, Tay SSW, Mochhala SM, He BP. The function of microglia, either neuroprotection or neurotoxicity, is determined by the equilibrium among factors released from activated microglia in vitro. *Brain Res* 2007; 1159: 8-17.
- 36 Tang Y, Le W. Differential roles of M1 and M2 microglia in neurodegenerative diseases. *Mol Neurobiol* 2016; 53: 1181-1194.
- 37 Li J, Yu S, Lu X, Cui K, Tang X, Xu Y et al. The phase changes of M1/M2 phenotype of microglia/macrophage following oxygen-induced retinopathy in mice. *Inflamm Res* 2021; 70: 183-192.
- 38 Shaked I, Porat Z, Gersner R, Kipnis J, Schwartz M. Early activation of microglia as antigen-presenting cells correlates with T cell-mediated protection and repair of the injured central nervous system. *J Neuroimmunol* 2004; 146: 84-93.
- 39 Franciosi S, Choi HB, Kim SU, McLarnon JG. IL-8 enhancement of amyloid-beta (Abeta 1-42)-induced expression and production of pro-inflammatory cytokines and COX-2 in cultured human microglia. *J Neuroimmunol* 2005; 159: 66-74.
- 40 Fan B, Wei Z, Yao X, Shi G, Cheng X, Zhou X et al. Microenvironment imbalance of spinal cord injury. *Cell Transplant* 2018; 27: 853-866.
- 41 Vanegas H, Schaible HG. Prostaglandins and cyclooxygenases [correction of cyclooxygenases] in the spinal cord. *Prog Neurobiol* 2001; 64: 327-363.
- 42 López-Vales R, García-Álías G, Guzmán-Lenis MS, Forés J, Casas C, Navarro X et al. Effects of COX-2 and iNOS inhibitors alone or in combination with olfactory ensheathing cell grafts after spinal cord injury. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006; 31: 1100-1106.
- 43 Kroner A, Rosas Almanza J. Role of microglia in spinal cord injury. *Neurosci Lett* 2019; 709: 134370.
- 44 Schwartz M. Sell Memorial Lecture. Helping the body to cure itself: immune modulation by therapeutic vaccination for spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* 2003; 26 Suppl 1: S6-10.
- 45 Schwartz M, Kipnis J. Self and non-self discrimination is needed for the existence rather than deletion of autoimmunity: the role of regulatory T cells in protective autoimmunity. *Cell Mol Life Sci* 2004; 61: 2285-2289.
- 46 Shaked I, Tchoresh D, Gersner R, Meiri G, Mordechai S, Xiao X et al. Protective autoimmunity: interferon-gamma enables microglia to remove glutamate without evoking inflammatory mediators: IFN- $\alpha$ -activated microglia benefits neurons. *J Neurochem* 2005; 92: 997-1009.
- 47 Butovsky O, Ziv Y, Schwartz A, Landa G, Talpalar AE, Pluchino S et al. Microglia activated by IL-4 or IFN-gamma differentially induce neurogenesis and oligodendrogenesis from adult stem/progenitor cells. *Mol Cell Neurosci* 2006; 31: 149-160.
- 48 Hauben E, Butovsky O, Nevo U, Yoles E, Moalem G, Agranov E et al. Passive or active immunization with myelin basic protein promotes recovery from spinal cord contusion. *J Neurosci* 2000; 20: 6421-6430.
- 49 Kipnis J, Yoles E, Schori H, Hauben E, Shaked I, Schwartz M. Neuronal survival after CNS insult is determined by a genetically encoded autoimmune response. *J Neurosci* 2001; 21: 4564-4571.
- 50 Yoles E, Hauben E, Palgi O, Agranov E, Gothilf A, Cohen A et al. Protective autoimmunity is a physiological response to CNS trauma. *J Neurosci* 2001; 21: 3740-3748.



- 51 Nel AE, Slaughter N. T-cell activation through the antigen receptor. Part 2: role of signaling cascades in T-cell differentiation, anergy, immune senescence, and development of immunotherapy. *J Allergy Clin Immunol* 2002; 109: 901-915.
- 52 Hauben E, Schwartz M. Therapeutic vaccination for spinal cord injury: helping the body to cure itself. *Trends Pharmacol Sci* 2003; 24: 7-12.
- 53 Gaur A, Boehme SA, Chalmers D, Crowe PD, Pahuja A, Ling N et al. Amelioration of relapsing experimental autoimmune encephalomyelitis with altered myelin basic protein peptides involves different cellular mechanisms. *J Neuroimmunol* 1997; 74: 149-158.
- 54 Ibarra A, Hauben E, Butovsky O, Schwartz M. The therapeutic window after spinal cord injury can accommodate T cell-based vaccination and methylprednisolone in rats. *Eur J Neurosci* 2004; 19: 2984-2990.
- 55 Martiñón S, García E, Flores N, Gonzalez I, Ortega T, Buenrostro M et al. Vaccination with a neural-derived peptide plus administration of glutathione improves the performance of paraplegic rats: Improvement of protective autoimmunity. *Eur J Neurosci* 2007; 26: 403-412.
- 56 Hauben E, Gothilf A, Cohen A, Butovsky O, Nevo U, Smirnov I et al. Vaccination with dendritic cells pulsed with peptides of myelin basic protein promotes functional recovery from spinal cord injury. *J Neurosci* 2003; 23: 8808-8819.
- 57 García E, Silva-García R, Mestre H, Flores N, Martiñón S, Calderón-Aranda ES et al. Immunization with A91 peptide or copolymer-1 reduces the production of nitric oxide and inducible nitric oxide synthase gene expression after spinal cord injury. *J Neurosci Res* 2012; 90: 656-663.
- 58 Martiñón S, García-Vences E, Toscano-Tejeida D, Flores-Romero A, Rodríguez-Barrera R, Ferrusquia M et al. Long-term production of BDNF and NT-3 induced by A91-immunization after spinal cord injury. *BMC Neurosci* 2016; 17: 42.
- 59 García E, Silva-García R, Flores-Romero A, Blancas-Espinoza L, Rodríguez-Barrera R, Ibarra A. The severity of spinal cord injury determines the inflammatory gene expression pattern after immunization with neural-derived peptides. *J Mol Neurosci* 2018; 65: 190-195.
- 60 Rodríguez-Barrera R, Flores-Romero A, Fernández-Presas AM, García-Vences E, Silva-García R, Konigsberg M et al. Immunization with neural derived peptides plus scar removal induces a permissive microenvironment, and improves locomotor recovery after chronic spinal cord injury. *BMC Neurosci* 2017; 18. <https://doi.org/10.1186/s12868-016-0331-2>
- 61 Martiñón S, García E, Gutiérrez-Ospina G, Mestre H, Ibarra A. Development of protective autoimmunity by immunization with a neural-derived peptide is ineffective in severe spinal cord injury. *PLoS One* 2012; 7: e32027.
- 62 Santoscoy C, Ríos C, Franco-Bourland RE, Hong E, Bravo G, Rojas G et al. Lipid peroxidation by nitric oxide supplements after spinal cord injury: effect of antioxidants in rats. *Neurosci Lett* 2002; 330: 94-98.
- 63 Guízar-Sahagún G, Ibarra A, Espitia A, Martínez A, Madrazo I, Franco-Bourland RE. Glutathione monoethyl ester improves functional recovery, enhances neuron survival, and stabilizes spinal cord blood flow after spinal cord injury in rats. *Neuroscience* 2005; 130: 639-649.
- 64 Dröge W, Schulze-Osthoff K, Mihm S, Galter D, Schenk H, Eck HP et al. Functions of glutathione and glutathione disulfide in immunology and immunopathology. *FASEB J* 1994; 8: 1131-1138.
- 65 García E, Rodríguez-Barrera R, Buzoianu-Anguiano V, Flores-Romero A, Malagón-Axotla E, Guerrero-Godínez M et al. Use of a combination strategy to improve neuroprotection and neuroregeneration in a rat model of acute spinal cord injury. *Neural Regen Res* 2019; 14: 1060-1068.
- 66 Parra-Villamar D, Blancas-Espinoza L, Garcia-Vences E, Herrera-García J, Flores-Romero A, Toscano-Zapien A et al. Neuroprotective effect of immunomodulatory peptides in rats with traumatic spinal cord injury. *Neural Regen Res* 2021; 16: 1273-1280.





# ORGANIZA TODA TU VIDA EN UNA SOLA APP: NOTION

VALENTINA SABRINA DÁVILA MILLÁN  
Ingeniería Industrial para la Dirección, 3.º semestre



Ícono de Notion.  
Imagen recuperada de: <https://play.google.com/store/apps/details?id=notion.id>

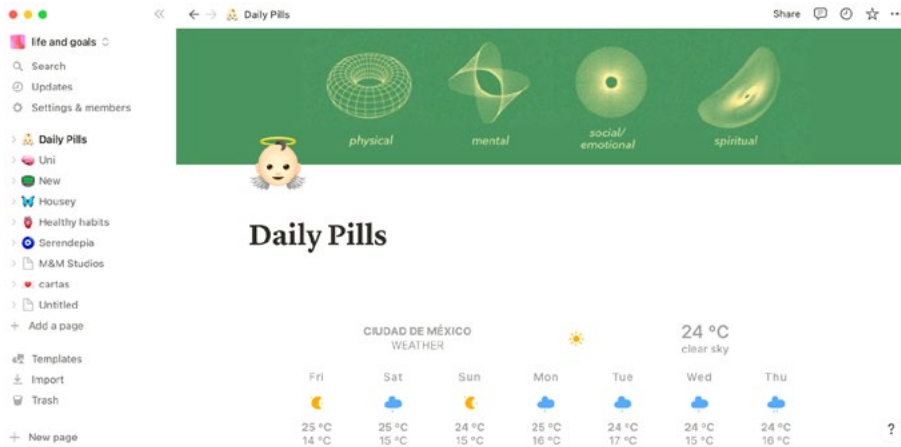
Notion es una *app* creada por la *startup* Notion Labs, fundada en el 2013 por Ivan Zhao. Esta aplicación ha crecido rápidamente y para el 2019 ya tenía su primer millón de usuarios y contaba con una valoración de 800 millones de dólares. Esta *app* es un espacio que puede ser usado para organizar prácticamente cualquier aspecto de tu vida. ¿Necesitas tomar tus apuntes?: Notion. ¿Una agenda para anotar tus tareas?: Notion. ¿Un rastreador para tus finanzas?: Notion.

Como estudiante, muchas veces puede llegar a ser difícil balancear una vida productiva y saludable. Seguramente cuentas con un sin fin de aplicaciones para la productividad, recordatorios, notas, etc. Para empezar a entender qué es Notion, imagínate todas estas *apps* juntas. Notion te permite crear documentos, calendarios, recordatorios, listas de tareas, etc. Esta plataforma funciona tanto *online* como *offline*, por lo que puedes acceder a ella en donde estés. De igual manera sincroniza su contenido en todos los dispositivos donde estés conectado.



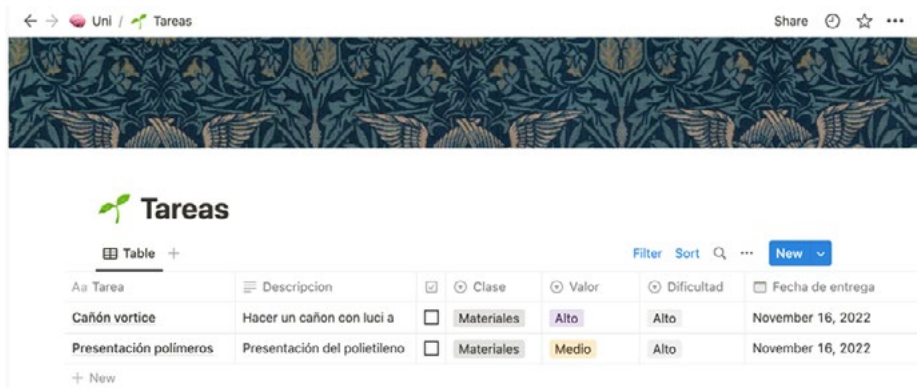
Esta aplicación organizadora de tareas multi-plataforma funciona a través de páginas y sub-páginas. Estas páginas pueden ser plantillas ofrecidas por Notion o plantillas vacías que tú puedes crear y personalizar. Este es uno de los más grandes atractivos de esta herramienta, es totalmente personalizable a tu estilo y necesidades. Para esta caracterización de plantillas, Notion brinda distintas herramientas como portadas, diferentes tipos de fuente, calendarios, listas de tareas, viñetas, recordatorios, *emojis* para la identificación de cada página, etc. Sin embargo, también existen otras páginas de internet que ofrecen *gadgets* especiales para Notion, como relojes personalizados, predicciones del clima, etc. Una de las mejores páginas para este tipo de *gadgets* es Indify.co.

Los instrumentos más importantes que ofrece Notion son sus bases de datos. Estas pueden ser tablas, listas, tableros, líneas del tiempo, etc. Las bases de datos pueden ser controladas a través de filtros y fórmulas algorítmicas para facilitar la organización de la información. Por ejemplo, se puede hacer una tabla donde apuntes tus tareas pendientes e indiques la fecha de entrega, así como su dificultad y peso en tu calificación. En otra columna puedes añadir una fórmula para calcular el nivel de prioridad que debe darse a la tarea según lo previamente establecido y ordenar tus tareas según esa columna. De esta manera, al empezar con tus deberes no gastarás más tiempo pensando por dónde debes comenzar.



Plantilla personalizada desde cero en Notion.  
 Imagen recuperada de: <https://wool-bath-15a.notion.site/Daily-Pills-2bbf70444dd741f09e51fbc53d7617b5>

Base de datos en forma de tabla.  
 Imagen recuperada de: <https://wool-bath-15a.notion.site/3ab1d1aba07e43b8a9ac6ee03fb7c2a5?v=9841debc1a12457284981dc7372bca74>





Otro beneficio de esta plataforma es que permite el trabajo colaborativo donde puedes invitar usuarios a las páginas que desees y trabajar juntos en tiempo real. También ofrece una función de “Discusión”, para añadir comentarios y que los diferentes miembros del equipo puedan comunicarse dentro de Notion.

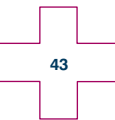
Se puede importar cualquier tipo de documento en Notion ya sea Word, Evernote o desde tu Google Drive; y los documentos creados dentro de Notion se pueden guardar en la aplicación o exportar en muchos otros formatos como PDF o HTML.

El diseño minimalista de la *app* hace que aprender a usarla sea bastante fácil y ordenado, sin embargo, para poder aprovechar al máximo todos los elementos que Notion tiene para ofrecer se recomienda pasar cierto tiempo explorando todas sus funciones antes de empezar a diseñar las páginas y subpáginas definitivas.

Notion es descargable tanto para Windows, Mac, Android e iOS. Te puedes registrar con tu cuenta de correo personal, a través de tu cuenta de Google, y si te registras con un correo académico, tienes acceso a todas sus funcionalidades de manera gratuita. ¡Qué esperas! ¡Mejora tu vida! Ya sea para organizar tu vida académica, social, económica, tu pequeña empresa, y todo lo que puedas imaginar.

### Referencias

- García, J. (2020, 21 de mayo). Notion: así funciona esta navaja suiza de productividad personal que acaba de lanzar un plan gratuito y casi limitado. Xataka. <https://www.xataka.com/aplicaciones/notion-asi-functiona-esta-navaja-suiza-productividad-personal-que-acaba-lanzar-plan-gratuito-casi-ilimitado>
- Paez, L. (2021, 21 de diciembre). ¿Qué es Notion? La mejor app de productividad que organizará tu vida. Crehana. <https://www.crehana.com/blog/negocios/que-es-notion/>



## Notion for everyone

Write, plan, & get organized in one place.  
Now **FREE** for personal use.

Sign up

For web, mobile, Mac & Windows

Página de inicio.

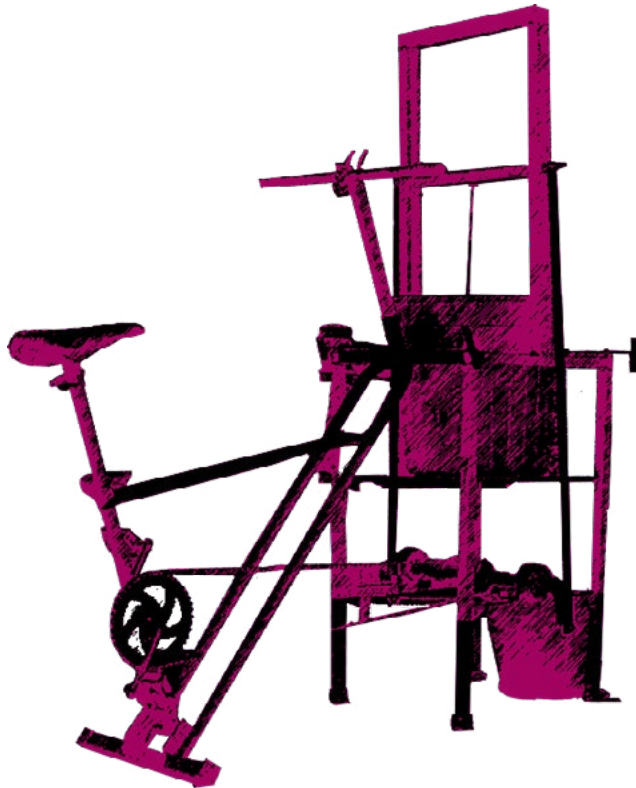
Imagen recuperada de: [https://www.notion.so/personal?utm\\_source=google&utm\\_campaign=2075789713&utm\\_medium=85296175588&utm\\_content=375521312628&utm\\_term=notion%20note&targetid=aud-1188813422817:kwid-797574517614&gclid=EAlalQobChMI4Ont2omi\\_AIVNi-tBh1AEQSDAAAYASABEgKb9vD\\_BwE](https://www.notion.so/personal?utm_source=google&utm_campaign=2075789713&utm_medium=85296175588&utm_content=375521312628&utm_term=notion%20note&targetid=aud-1188813422817:kwid-797574517614&gclid=EAlalQobChMI4Ont2omi_AIVNi-tBh1AEQSDAAAYASABEgKb9vD_BwE)



## NI LA DISTANCIA PUDO EVITAR EL TRIUNFO DE UN PROTOTIPO INNOVADOR...

ISMAEL HERAS DÍAZ

5.º semestre, Ingeniería Mecatrónica



El equipo estaba formado por cinco personas, incluyéndome. El primer paso fue proponer qué invento o prototipo íbamos a desarrollar y qué rumbo se iba a tomar, o sea, si el equipo quería sacar 8 para que lográramos titularnos o solo pasar la materia con 6 para graduarnos como egresados de nivel bachillerato. Entre tantas propuestas que hicimos, por mayoría de votos se quedó la mía: una lavadora accionada con energía proporcionada por una persona que no tuviera sistemas eléctricos, que resultara económica y cómoda para el usuario. Al final decidimos solo pasar la materia con 6.

Comenzaron las entregas de trabajos teóricos sobre el prototipo, entre ellos, la gestión de actividades por medio de diferentes tipos de diagramas industriales. Ahí nos enfrentamos al primer reto de este proyecto, la creación de un diseño base, con medidas reales y claro desarrollo de su funcionamiento. El primer diseño básico fue uno totalmente diferente al final. Si bien desde un inicio nos quedó claro que el sistema de transmisión de movimiento iba a iniciar desde un sistema similar al de una bicicleta, la otra parte, la que haría el lavado, era un sistema complejo de engranajes que haría un lavado rotatorio con un diseño lo menos voluminoso posible. Al momento de proponer el diseño en AutoCAD con las especificaciones de funcionalidad, el profesor a cargo nos mencionó los problemas obvios que tenía:

Para esta historia nos remontaremos al año 2021, en el periodo Enero-Julio. Iba en el último semestre de mi etapa de preparatoria en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos número 4 (CECyT 4), perteneciente al Instituto Politécnico Nacional (IPN). Cursaba la carrera de Procesos industriales y en este último semestre llevé una materia titulada “Proyecto aplicativo”, que tenía como requisito pasarla con 8 para titulación y terminar egresado con título de “Técnico”.



- El sistema de engranajes era muy complejo, siendo esto un problema maquinar cada engranaje. Si bien la escuela contaba con los equipos de tornos, fresadoras y laminadores para los procesos, de igual forma eran procesos tardados y estábamos atravesando la pandemia de COVID-19, por lo que la escuela no estaba abierta para el acceso a los alumnos.
- El diseño llegaba a ser en extremo compacto, siendo así un problema para la circulación del movimiento y de ser así, precisando una exactitud de fabricación alta, cosa difícil de obtener sin la maquinaria adecuada.
- El sistema de lavado rotatorio generaría mucha inestabilidad por la fuerza centrífuga, dado que la fuerza sería directamente la del usuario, este podría dar fuerzas altas. Al solicitarse inclinarse por este sistema de lavado se requeriría un diseño menos compacto y más estable. Se buscaba un sistema que transformara el movimiento de la cadena al rotativo de la lavadora sin el uso de engranajes.

Después de recibir las problemáticas del prototipo, me di cuenta de que no sería tan fácil como pensé al percatarnos que el sistema de lavado, de transformación del movimiento y el diseño en sí de la estructura eran inservibles, solo nos había dejado con el sistema de transmisión de una bicicleta correcto. Prácticamente no teníamos nada y solo teníamos menos de tres días para la entrega a ser evaluada de este diseño.

Durante esos tres días no hubo momento que no estuviera investigando cómo resolver estos problemas. Juntando más y más información, lo conseguí, el sistema de lavado por rotación no podría ser, se debía cambiar por otra forma de lavado, si bien los engranajes no eran posibles de usar, aún quedaban más sistemas, pero ¿qué sistema combinaría con

una forma de lavado diferente a una rotativa? Mientras más investigaba, más problemas encontraba. Al final, encontré un sistema de lavado por microburbujas, el cual consistía en la creación de burbujas en el agua donde está la ropa, haciendo que el agua se torne turbulenta constantemente. Pero aún necesitábamos el sistema de transmisión de movimiento y cómo íbamos a crear las burbujas constantemente.

Al terminar mi investigación lo tenía, mi idea constaba de una pieza que creara turbulencia haciendo un movimiento vertical de arriba hacia abajo. Por lo que se necesitaría un sistema que transformara el movimiento de giro de la cadena a un movimiento lineal, lo cual se resuelve con el sistema de biela-manivela. En cuanto tuve todo esto, se lo propuse a mi equipo, aceptaron y me puse manos a la obra haciendo las medidas y los cálculos necesarios para las dimensiones del prototipo, teniendo en cuenta lo siguiente: el tamaño promedio de una persona, distancia entre la persona y la zona de lavado para evitar salpicaduras, diseño de la pieza que crearía la turbulencia, tamaños de las estrellas para la cadena, tamaño de cadena y el tamaño de cada biela y manivela que se fuera a utilizar.

Quiero destacar que mi equipo desde el inicio acordó que no le tomaríamos mucha importancia al proyecto, pero por el otro lado, yo fui tomando interés por hacer un buen proyecto, lo que estalló todo lo que se ha contado y seguiré contando.

Continuando, volví a hacer de nuevo el diseño del prototipo y después de seis horas de trabajo lo terminé, naciendo así el diseño de la pieza estrella del prototipo, la bautizamos “la campana”, ya que era una pieza cilíndrica que tenía perforaciones de un diámetro exacto, dado que si era más grande o chico no crearía correctamente las corrientes de burbujas (se dedujo esto tras varios experimentos con bo-



tellas y diferentes tamaños de perforaciones); lo presentamos y fue aprobado.

Pasó una semana y el profesor anunció que el equipo que participara en el concurso de prototipos de nivel bachillerato podría obtener más fácil la calificación de 8 para la materia, la propuesta era tentadora, participando y obteniendo el 8 sin más. Me armé de valor y hablé con mi equipo, ya que no podría hacer todo el trabajo yo solo y tampoco iba a bajar las expectativas del prototipo. Tras una dura charla, aceptaron entrar al concurso con todo lo que conllevaría. El concurso era sobre prototipos de diferentes escuelas para diferentes áreas de oportunidad, participaron escuelas pertenecientes a la UNAM, IPN, bachilleratos, el Conalep y el Tecnológico de Monterrey, nosotros concursaríamos en el área de Mecánica.

Pasando las inscripciones de los prototipos, fuimos aceptados para concursar, comenzando así la fase de fabricación del prototipo y con ello nuevos problemas:

- El primer problema fue dónde lo fabricaríamos. Estaba claro que iba a ser en la casa de algún integrante del equipo, porque la escuela estaba cerrada por la pandemia, mas no nos poníamos de acuerdo cuál sería, ya que todos vivíamos en lados contrarios de la ciudad, unos más lejanos que otros y se requerían los permisos de los padres de los integrantes para moverse tan lejos en medio de una pandemia.
- Los materiales que se emplearían para la fabricación del prototipo y los procesos de maquinado para su unión y corte de las piezas.
- Los costos de construcción y del material.
- Días y horarios para las reuniones de fabricación, tomando en cuenta los tiempos y distancias de traslado de ida y regreso de los integrantes.

Decidimos que se realizaría en mi casa cada sábado por tres semanas, y el precio de fabricación y materiales sería dividido entre los cinco del equipo. Al pasar el primer fin de semana, nos dimos cuenta que no teníamos ni idea de cómo empezar o cómo crear el prototipo, a pesar de que era todo creado y planeado por nosotros. Nos dimos cuenta que es fácil decirlo y no hacerlo, no avanzamos mucho ese día. Después, me di a la tarea de investigar las mejores formas para soldar las partes y las piezas que ocuparíamos. Puse manos a la obra por mi cuenta soldando el cuerpo del prototipo, no sin antes practicar en otros pedazos de tubo. Para el segundo sábado ya estaba el cuerpo tubular de la lavadora, pero faltaba todo el mecanismo de función y la campana, la cual realizamos ese sábado con tubo PVC y un taladro con una broca gruesa. Para antes del último sábado yo ya tenía compradas las partes y piezas necesarias para que el último sábado se montara todo.

Teniendo listo el proyecto y los trabajos teóricos, tales como videos de presentación, manual de uso y mantenimiento, etc., nos preparamos en equipo para realizar la presentación del proyecto ante el jurado del concurso, diálogos y qué diría cada persona, posibles respuestas a posibles preguntas del jurado y demás.

Al momento de realizar la presentación, todo iba muy bien, hasta que le tocó al último integrante, aunque esperé a que hablara, no lo hacía, resulta que su micrófono no funcionaba, con la presión de tener al jurado viendo, hice yo su parte, dado que quise estudiar toda la presentación por si acaso sucedía algo, y así paso, pero supe resolverlo. Al llegar a la sesión de preguntas, una tras otra, nosotros contestábamos, pero hubo una, la última que hicieron gracias a la calidad de respuesta que di, o eso creo. La pregunta era si teníamos planeado patentarlo y llevarlo al extranjero, a lo cual yo respondí:



“Podría ser patentado, pero llevarlo al extranjero sería un plan más lejano, ya que nuestro plan es primero que este dirigido a nuestro país, ya que como buen politécnico, primero *la técnica al servicio de la patria*”. No quisieron hacer más preguntas, pienso que fue por cómo mezclé la respuesta con el lema del Instituto. Terminando el evento, el profesor nos felicitó, en especial a mí por la respuesta que les di.

Esperando las respuestas del jurado a la premiación de las diferentes categorías, solo se sentían los nervios y la emoción de ser los ganadores de un concurso donde siendo honestos sí hubo buen talento en todas las áreas, incluso pesimistamente pensábamos que no ganaríamos, pero por dentro aún sentíamos las ansias de ganar.

Llegó el momento, los resultados fueron expuestos, vimos que habíamos ganado el segundo lugar en prototipos del área de Mecánica, por detrás otra preparatoria del IPN, pero siendo los primeros en mi escuela no lo po-

díamos creer, habíamos triunfado, con un prototipo del que teníamos bajas expectativas en un principio y con una época que nos jugó en contra. Nada fue fácil en este camino, pero al final valió todo la pena, obtuvimos un reconocimiento por el segundo lugar, un cheque por 5,000 pesos mexicanos y calificación de 10 en la materia, obteniendo el título de “Técnico en procesos industriales”.

Acabó mi semestre, mi época en la preparatoria, y cuando estaba cursando mi primer semestre en la Universidad Anáhuac fuimos entrevistados para la revista *Gaceta politécnica*, donde se contó un poco del concurso y del funcionamiento del invento. En el segundo semestre en la Universidad, me entrevistaron solo a mí para salir en un programa de televisión en el Canal 11 como jóvenes inventores. Me siento orgulloso de lo conseguido y satisfecho. El camino para lograr grandes cosas o de trascendencia no es fácil, tampoco se ve claro en un inicio, pero siempre valdrá la pena esforzarse.





# VIAJAR EN EL TIEMPO, ¿ES POSIBLE?

ROLANDO ADEMAR MOLINA VELASCO  
Ingeniería Mecatrónica, 7.º semestre

Viajar en el tiempo es algo que hemos visto cientos de veces en las películas y una de mis favoritas, sin duda, es *Avengers: Endgame* (2019); un filme donde no podía faltar el suspenso, la acción, la emoción y mucha, demasiada, ciencia ficción. En *Avengers* se menciona que “cualquier alteración del pasado por un viaje en el tiempo, da como resultado el nacimiento de una línea temporal alterna” (*Ancient One*, 2019), es decir, no podemos alterar el pasado, punto.

Y así como en *Avengers*, hay muchas otras teorías que hablan de estos viajes. En el 2012, un estudio de la Universidad de Maryland simuló el nacimiento del universo utilizando materiales avanzados que podían doblar la luz de formas inusuales. Este dispositivo demostró que viajar al futuro es prácticamente imposible ya que el tiempo no se puede doblar sobre sí mismo y desechar los acontecimientos ya ocurridos. Igor Smolyaninov y Yu-Ju Hung son los científicos encargados de este estudio y mencionan que el experimento está lejos de ser perfecto: “No estamos seguros si esto puede aplicarse a la vida real”.

Como podemos notar, el concepto de viaje en el tiempo ha resultado en una idea clara-

mente imposible, excepto para el físico Barak Shoshany de la Universidad de Brick en Canadá, donde recientemente escribió sobre la posibilidad de viajar en el tiempo y no es todo, también habló de las distintas paradojas y sus posibles soluciones. Shoshany menciona que para construir una máquina del tiempo, las ecuaciones que se requieren conllevan a que los científicos utilicen materia con energía negativa, sin embargo, sabemos que la energía negativa no se consigue fácilmente.

Actualmente, únicamente la mecánica cuántica, en teoría, produce cantidades muy pequeñas de esta energía, aunque por periodos demasiado cortos. Sabiendo lo anterior, el físico sigue esperanzado y señala que la posibilidad de que se descubran otras ecuaciones para viajar en el tiempo sin utilizar esta materia son posibles: “Este problema podría ser simplemente una limitación de nuestra tecnología actual o de nuestra comprensión de la mecánica cuántica que tenemos hasta el momento”.





Uno de los físicos de los que hablamos anteriormente, Igor Smolyaninov, trató de resolver una cuestión de las paradojas del viaje en el tiempo que para el físico Barak resultan inquietantes y es que éstas son solo una conjetura de autoconsistencia, que “esencialmente afirma que se puede viajar al pasado, pero no se puede cambiar”. Curiosamente, regresamos al punto inicial de *Avengers: Endgame*. Aunque Smolyaninov realizó en el 2012 el estudio donde se decía que prácticamente era imposible viajar en el tiempo, actualmente menciona: “Después de trabajar en las paradojas de los viajes en el tiempo durante los últimos tres años, cada vez estoy más convencido de que los viajes en el tiempo podrían ser posibles, pero solo si nuestro universo puede permitir la coexistencia de múltiples historias”, entramos aquí a las líneas temporales igual mencionadas en *Avengers*.

Cuando Los Vengadores viajan al pasado por las gemas del infinito, aunque las regresen en el momento exacto, estarán creando múltiples historias, ya que los personajes de ese

momento sabrán de su existencia, creando así una línea temporal, no un cambio en el tiempo. De esta manera, se podría decir que: “Demostramos que permitir múltiples historias (o en términos más familiares, líneas de tiempo paralelas) puede resolver las paradojas que la conjetura de Novikov no puede. De hecho, puede resolver cualquier paradoja que se le plantee”, asegura el físico Shoshany.

Para finalizar, me gustaría que hiciéramos una reflexión. Si los viajes del tiempo fueran posibles..., ¿cómo serían controlados? Existirá una agencia como en *Loki* o ¿será simplemente para los más poderosos? Esto es un tema donde la ética y la moral saldrán a la luz, en muchos años, pero será importante que grandes líderes se lo planteen muy seriamente, considero, por este tipo de cosas, preparar a grandes líderes y, sobre todo, mejores personas.

#### Referencias

- <https://rpp.pe/videojuegos/geek/avengers-endgame-como-funciona-el-viaje-en-el-tiempo-en-la-pelicula-noticia-1194789>
- <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/es-posible-viajar-en-el-tiempo>
- [https://www.abc.es/ciencia/abci-viajar-tiempo-sueno-imposible-201205090000\\_noticia.html](https://www.abc.es/ciencia/abci-viajar-tiempo-sueno-imposible-201205090000_noticia.html)
- <https://theconversation.com/time-travel-could-be-possible-but-only-with-parallel-timelines-178776>



# SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE DATOS TAXONÓMICOS: ESPECIES ORGÁNICAS, FLORA Y FAUNA

ING. EN G.E. JOSÉ ARTURO INFANTE DÍAZ DE LEÓN

M. EN A.P. ANA LUZ ALEJO RODRIGUEZ

M. EN GTI. LAURA RODRIGUEZ MAYA

Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, Estado de México

213101026@cuautitlan.tecnm.mx

## Resumen

Alguna vez Confucio dijo: "Si sirves a la naturaleza ella te servirá a ti", a raíz de ello, se presenta la propuesta e importancia de implementar bancos informáticos que almacenen información taxonómica de las especies que conforman la flora y fauna de los ecosistemas naturales. Esta se basa en crear un sistema de almacenamiento y resguardo de información de cada especie de flora y fauna que alberga los distintos ecosistemas en el planeta donde se pueda incluir infografías que contengan características anatómicas, morfológicas, citológicas, fisiológicas y a su vez sea capaz de ser expandible conforme a los descubrimientos de nuevas especies que se revelan año tras año.

¿Qué sucedería si el día de mañana ante la inminente visibilidad de desastres bélicos, nucleares y cambio climático, se sucintara la extensión de algún espécimen o de un grupo familiar de ellos en general?, ¿Dónde se podría consultar qué especie fue cuando aún existían ejemplares en la tierra? ¿Qué función tomaba en nuestro sistema natural? y aún más importante ¿cómo se podría cuidar y preservar nuevamente si alguno de ellos volviera a resurgir en el planeta en uno o varios años posteriores a su último avistamiento o registro?

Ante los planteamientos en cuestión se desarrolló la herramienta tecnológica que brindó la solución a la problemática anterior, un sistema de almacenamiento y resguardo, expandible y accesible de las especies de biodiversidad de flora y fauna que podrán dar respuesta a cada una de las preguntas mencionadas ante un escenario de consumación biológica en años posteriores.

## Introducción

La carencia de información y vacíos en las investigaciones que anteceden este proyecto originan la importancia del mismo, de acuerdo con la Encyclopedia of Life (EOL). What is Biodiversity? estima que en el mundo existen cerca de 1,666,576 especies diferentes de flora y fauna, aunque se tiene la noción que la existencia de estas podría estar cerca de los 8.7 millones de especies vivas, al año se descubren cerca de 18,000 mil especies nuevas según datos del Colegio de Ciencias Ambientales y Forestales de la Universidad Estatal de Nueva York en EE.UU.

Lo más alarmante de las cifras mencionadas es que el 99% de todas las especies que han existido alguna vez en toda la historia de la tierra están extintas, sin conocimiento de cómo



eran en su totalidad, y la importancia que tenían en nuestro planeta. Cada año se extinguen en promedio entre 15 mil y 60 mil especies de animales principalmente por la destrucción de sus hábitats naturales. La Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) en su estudio publicado en el año 2018 pronostica que para el año 2100 las acciones de la humanidad podrían llevar a la extinción a la mitad de las aves y mamíferos africanos, escenario porvenir y muy similar al que se vive en distintas partes del mundo en estos momentos.

Lo reflejado en la “Lista Roja de Especies Amenazadas” de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) nos muestra que cerca de 100,000 especies se encuentran amenazadas en peligro de extinción entre plantas y distintos especímenes del reino animal.

### Desarrollo

He aquí la importancia de desarrollar un sistema de almacenamiento de datos taxonómicos que albergue en su interior información de las distintas especies de flora y fauna que aún se encuentran con vida entre nosotros resguardando en él infografías, cuidados e imágenes

## Una de cuatro especies está en riesgo de extinción

Especies evaluadas por la Lista Roja de la UICN

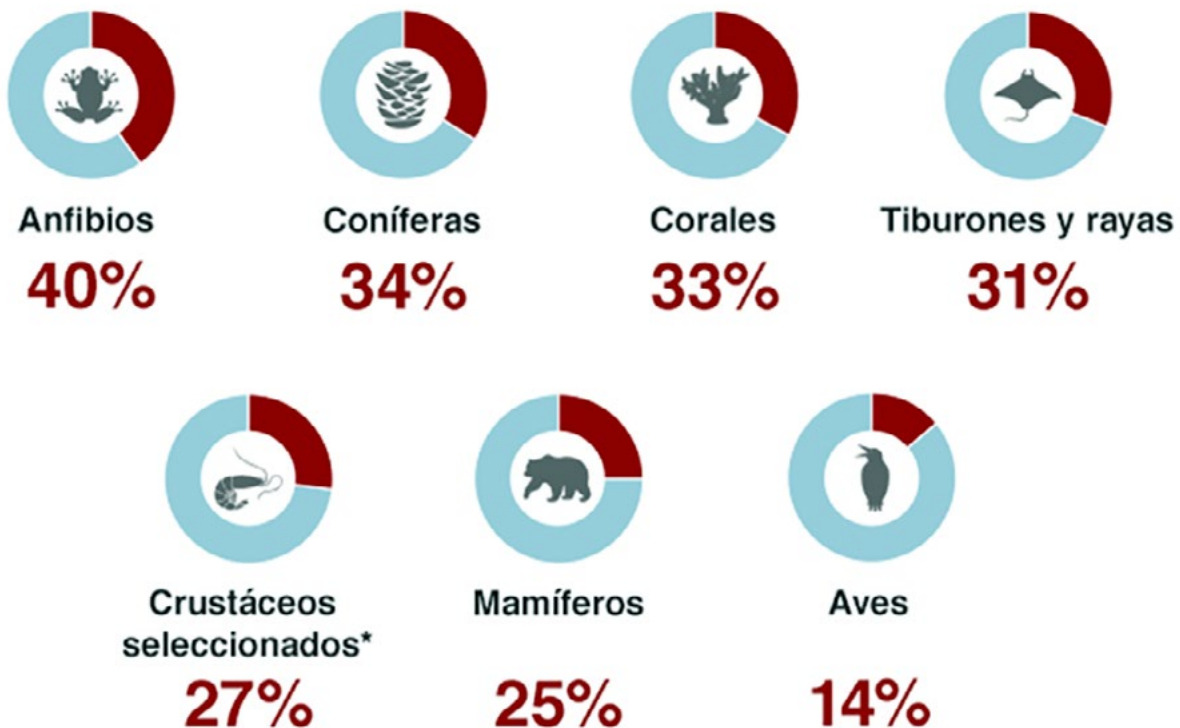


Figura 1. Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN.  
Fuente: <https://www.iucn.org/es>



de cada ser para que nuestras futuras generación sepan lo que la tierra albergó en un momento y en caso de un resurgimiento de especies, se sepa cómo cuidar de ellos.

Actualmente, se han almacenados datos del ADN de las distintas especies de plantas y animales con el objetivo de crear proyectos como lo es Earth BioGenome, cuya finalidad es obtener la secuencia del genoma por medio de muestras biológicas del cual extraen el ácido desoxirribonucleico (ADN). A diferencia de la iniciativa del proyecto antes mencionado que parte de una posibilidad para recrear la composición genética de los especímenes para saber cuántas posibles especies existen de la misma familia y sus respectivas ramificaciones.

El sistema de autoría propia denominó bajo el nombre de "Sayabohel" (Fuente natural de conocimiento) por su traducción del maya a nuestra lengua actual. Desarrollado por medio del lenguaje de programación Python™ y pensado para ser alojado una vez finalizado su desarrollo y etapa de pruebas en un ser-

vicio de *hosting* para su accesibilidad y fácil consultoría del público, tiene como objetivo la creación de un catálogo detallado de la vida en la Tierra.

Capaz entre sus funciones de almacenar imágenes, información de la especie, cuidados de preservación, familia, nombre científico, peligrosidad y función natural en el planeta, así como una fecha de registro en la que este fue ingresado al sistema por medio de un ID de registro único, contando con la capacidad de modificar y registrar especies nuevas en una interfaz que muestra los campos antes mencionados y con la seguridad y rigurosidad de permitir el acceso a este apartado solamente a miembros de la comunidad científica de cada país, con ello será posible que el sistema se mantenga en una actualización constante conforme a los nuevos descubrimientos efectuados año con año en los campos de la biología en el mundo.

El sistema está pensado desde sus comienzos y primeros conceptos en ser un espacio libre en la red para consulta del ser humano, don-



Figura 2. Prototipo de interfaz informativo en una planta. Fuente: elaboración propia.



Figura 3. Prototipo de interfaz informativo en un insecto. Fuente: elaboración propia.



de no solo puedan aprender de la diversidad que alberga nuestro planeta en su flora y fauna y las diversas especies que la conforman, sino también a su vez contribuir a un resguardo taxonómico que almacene los registros de nuestros tiempos y a futuro de los seres vivos que están y puedan seguir con nosotros y de aquellos que aún se encuentran por descubrir. Si alguno de ellos se extingue las futuras generaciones sabrán cómo eran y aún más importante cómo cuidarla de encontrarse en peligro de extinción o en caso de nuevamente resurgir con tan solo consultarlo en “Sayabohel”.

## Conclusión

Finalmente, mucho se ha hablado en los últimos años acerca de la preservación y del alarmante número de especies que se integran a la lista roja en peligro de extinción año con año y lamentablemente aquellas que ya no se encuentran en el planeta, no está en discusión que temas como este sean parte de la agenda de muchos gobiernos y organizaciones internacionales que emplean su recursos en la intervención del problema, pero dónde queda nuestra responsabilidad desde los distintos espacios que desempeñamos como seres humanos sin importar nuestro origen o formación, todos y cada uno de nosotros tenemos una obligación con nuestro entorno natural y lo que habita en él, puesto que nuestra existencia se sostiene de lo que provee el planeta, desde nuestros alimentos hasta los recursos empleados día con día en la vida del ser humano.

Si en un futuro cercano gran parte de lo que conocemos hoy deja de existir a causa nuestra, se contará cuando menos con un registro de lo que alguna vez vivió entre nosotros, donde nuestros sucesores puedan aprender de la diversidad de organismos de flora y fauna que alguna vez se tuvo la oportunidad de co-

nocer, con la increíble ventaja de tener acceso a una herramienta que les brinde una infografía completa de cada espécimen vivo o extinto dependiendo la fecha de su consulta. Con el desarrollo de esta investigación se pretende incentivar a la comunidad científica y profesional a seguir abordando soluciones innovadoras a las distintas problemáticas a las que se ve dirigida y afrontada nuestra biodiversidad en años posteriores, cimentando el punto de partida y/o continuidad de investigaciones venideras. Porque al final, como bien lo decía Jeff Goldblum, “la vida siempre se abrirá camino”.

## Referencias

- Martins, A. *BBC Newsmundo*. (2011). Disponible en: [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/08/110824\\_especies\\_censo\\_am](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/08/110824_especies_censo_am)
- Mexicana B. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2020). Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/cuantasesp>
- Rodríguez, H. *National Geographic España*. (2020). Disponible en: [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/catalogo-genetico-vida-tierra\\_12655](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/catalogo-genetico-vida-tierra_12655)
- Romero L. *Gaceta UNAM*. (2021). Disponible en: <https://www.gaceta.unam.mx/miles-de-especies-se-pierden-anualmente/#:~:text=Un%20c%C3%A1culo%20conservador%20estima,la%20destrucci%C3%B3n%20de%20los%20h%C3%A1bitats>
- Mundo EdRBN. *BBC News Mundo*. (2019). Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48176057#:~:text=Las%20estimaciones%20var%C3%ADan%20desde%20aproximadamente,de%2011%20millones%20de%20especies.&text=Los%20cient%C3%ADficos%20creen%20que%20la,%C3%BAltimos%20500%20millones%20de%20a%C3%B1os>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2022). Disponible en: <https://www.iucn.org/es>
- Earth Biogenome Project. (2022). Disponible en: <https://www.earthbiogenome.org/>



## Trivia

¡Ha llegado el momento de repasar la teoría!  
Las respuestas son de opción múltiple.

1) ¿Cuál es la carretera internacional de mayor altitud?

- a. Carretera Karakoram, Pakistán
- b. Carretera de la Costa del Pacífico, EUA
- c. Carretera de Alaska, EUA
- d. Carretera "Kings 401", Canadá

2) ¿Qué significa la sigla WWW?

- a. World Wide Web
- b. Wired World Web
- c. Wide Wired Web
- d. World Wired Web

3) La clasificación de Baltimore es una clasificación de los virus elaborada por el biólogo estadounidense Henry Baltimore.

- a. Verdadero
- b. Falso

4) ¿Cuánto pesa un coche de Fórmula 1 2022?

- a. 150 kg
- b. 792 kg
- c. 478 kg
- d. 702 kg



## Trivia

5) ¿Qué son las tierras raras?

- a. Un grupo de tierras con minerales
- b. Un grupo de fertilizantes muy potentes
- c. Un grupo de elementos químicos de la tabla periódica
- d. Un grupo de minerales con metales

### Referencias

- Agis, K. (2015, 31 de octubre). 17 preguntas que todos hemos tenido sobre la Fórmula 1. BuzzFeed. <https://www.buzzfeed.com/mx/karlaagis/que-es-la-f1>
- González-Barros, R. M. Y. (2019, 17 de junio). ¿Qué son las tierras raras? *Tierra y Tecnología*. <https://www.icog.es/TyT/index.php/2019/05/que-son-las-tierras-raras/>
- López, N. (2017, 1 de mayo). Cinco carreteras que baten récords. <https://www.autobild.es/noticias/cinco-carreteras-que-baten-records-318231>

Manda tus respuestas  
al Facebook o al Instagram  
de +Ciencia:



mascienciaanahuac



@mas.ciencia

## RESPUESTAS

de la **Trivia** pasada:

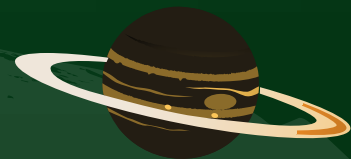
Pregunta 1: "d" Cassini-Huygens

Pregunta 2: "d" Hidrógeno, helio, amoníaco, fosfina e hidrocarburos

Pregunta 3: "a" Verdadero

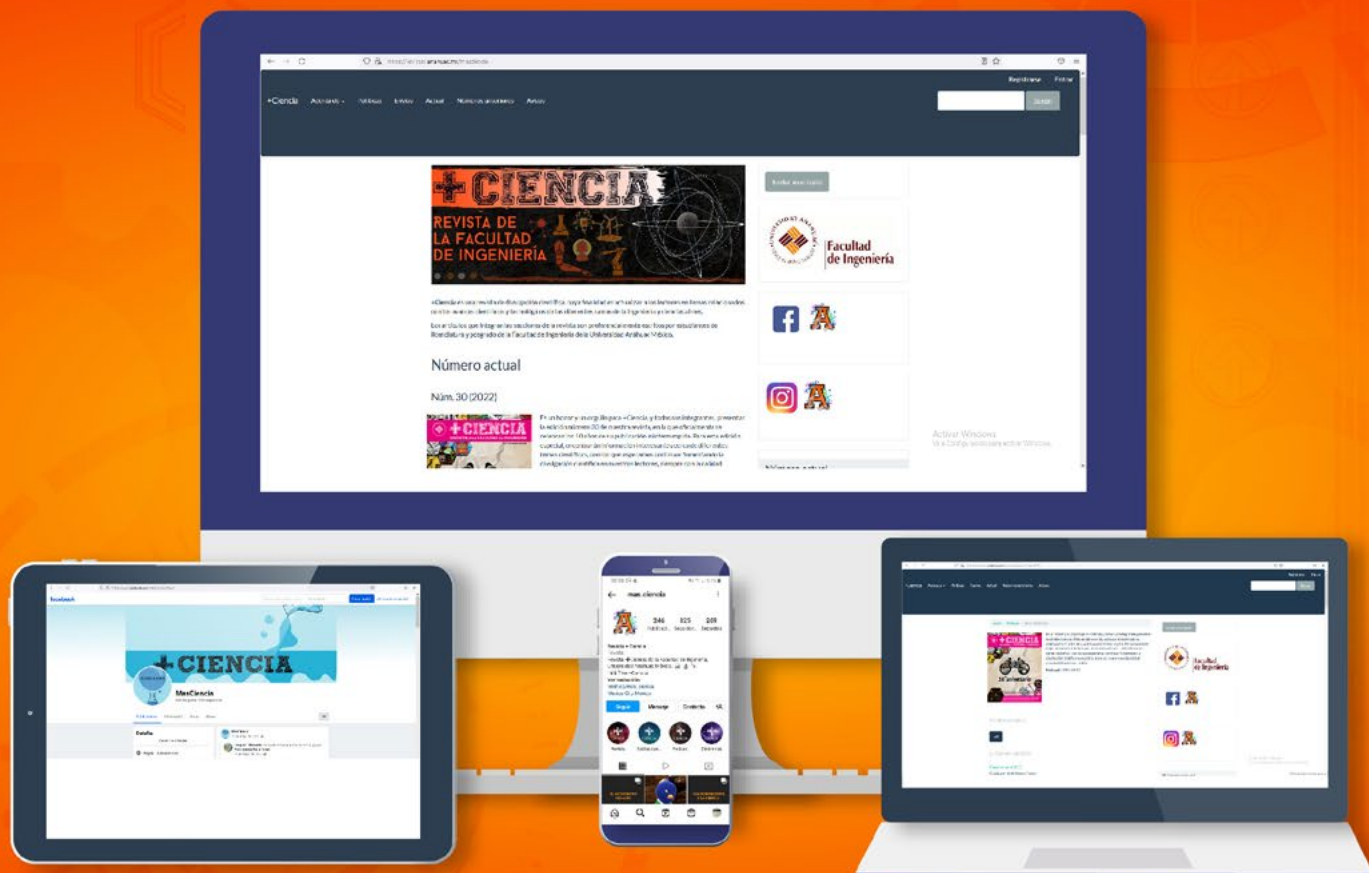
Pregunta 4: "b" Efecto Seeliger

Pregunta 5: "c" 396 km/h



# ¿Te interesa escribir un artículo para la revista **+Ciencia**?

Consulta las instrucciones para los autores en:  
<http://revistas.anahuac.mx/masciencia>  
email: [masciencia@anahuac.mx](mailto:masciencia@anahuac.mx)



¿Tienes alguna empresa o actividad en el ramo ingenieril y te interesa anunciarte?

¿Quieres suscribirte a la revista **+Ciencia** por un año?

Contáctanos en:



[masciencia@anahuac.mx](mailto:masciencia@anahuac.mx)



[@mas.ciencia](https://www.instagram.com/mas.ciencia)



Programas de Posgrado de la  
**FACULTAD DE  
INGENIERÍA**

**TRIMESTRALES**

Inicio: enero, abril, julio y octubre


- MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE GESTIÓN EMPRESARIAL
- MAESTRÍA EN LOGÍSTICA
- MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN E INTELIGENCIA ANALÍTICA
- MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE

**SEMESTRAL**

Inicio anual: agosto

- DOCTORADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL



 @PosgradosAnahuac

 Posgrados Anáhuac

 @Anahuac\_P

DESCUENTO A EGRESADOS  
**20%**


Facultad de  
Ingeniería

**CADIT**  
CENTRO DE ALTA DIRECCIÓN EN  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

**GRANDES LÍDERES**

**Y MEJORES PERSONAS**

**Informes:**  
Centro de Atención de Posgrado y Educación Continua

 55 54 51 61 77  
55 79 18 21 59

posgrado@anahuac.mx

anahuac.amx/mexico/posgrados

# Conoce Proyecta Trasciende

Tenemos 44 opciones  
para respaldar tus sueños.

¡Inicia tu proceso en línea desde casa  
escaneando este código!



## LICENCIATURAS

Actuaría  
Administración Pública y Gobierno  
Administración Turística  
Administración y Dirección de Empresas  
Arquitectura  
Artes Visuales  
Biotecnología  
Comunicación  
Derecho  
Dirección de Empresas de Entretenimiento  
Dirección de Restaurantes  
Dirección del Deporte  
Dirección Financiera  
Dirección Internacional de Hoteles  
Diseño de Moda e Innovación  
Diseño Gráfico  
Diseño Industrial  
Diseño Multimedia  
Economía  
Finanzas y Contaduría Pública  
Gastronomía  
Historia  
Inteligencia Estratégica  
Lenguas Modernas y Gestión Cultural  
Médico Cirujano  
Médico Cirujano Dentista  
Mercadotecnia Estratégica  
Música Contemporánea  
Negocios Internacionales  
Nutrición  
Pedagogía Organizacional y Educativa  
Psicología  
Relaciones Internacionales  
Responsabilidad Social y Sustentabilidad  
Teatro y Actuación  
Terapia Física y Rehabilitación

## INGENIERÍAS

*Engineering Management*  
Ingeniería Ambiental  
Ingeniería Biomédica  
Ingeniería Civil  
Ingeniería Industrial para la Dirección  
Ingeniería Mecatrónica  
Ingeniería Química  
Ingeniería en Sistemas y Tecnologías de Información

## LICENCIATURA EMPRESARIAL

Administración de Negocios

### CAMPUS NORTE

+52 (55) 56270210 ext. 8214 o 8635

### CAMPUS SUR

+52 (55) 56288800 ext. 227 o 801

@vidanahuac

Preuniversitario Vida Anáhuac

Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la Secretaría de Educación Pública por Decreto Presidencial publicado en el D.O.F. el 26 de noviembre de 1982.

Grandes líderes y mejores personas

ANÁHUAC

