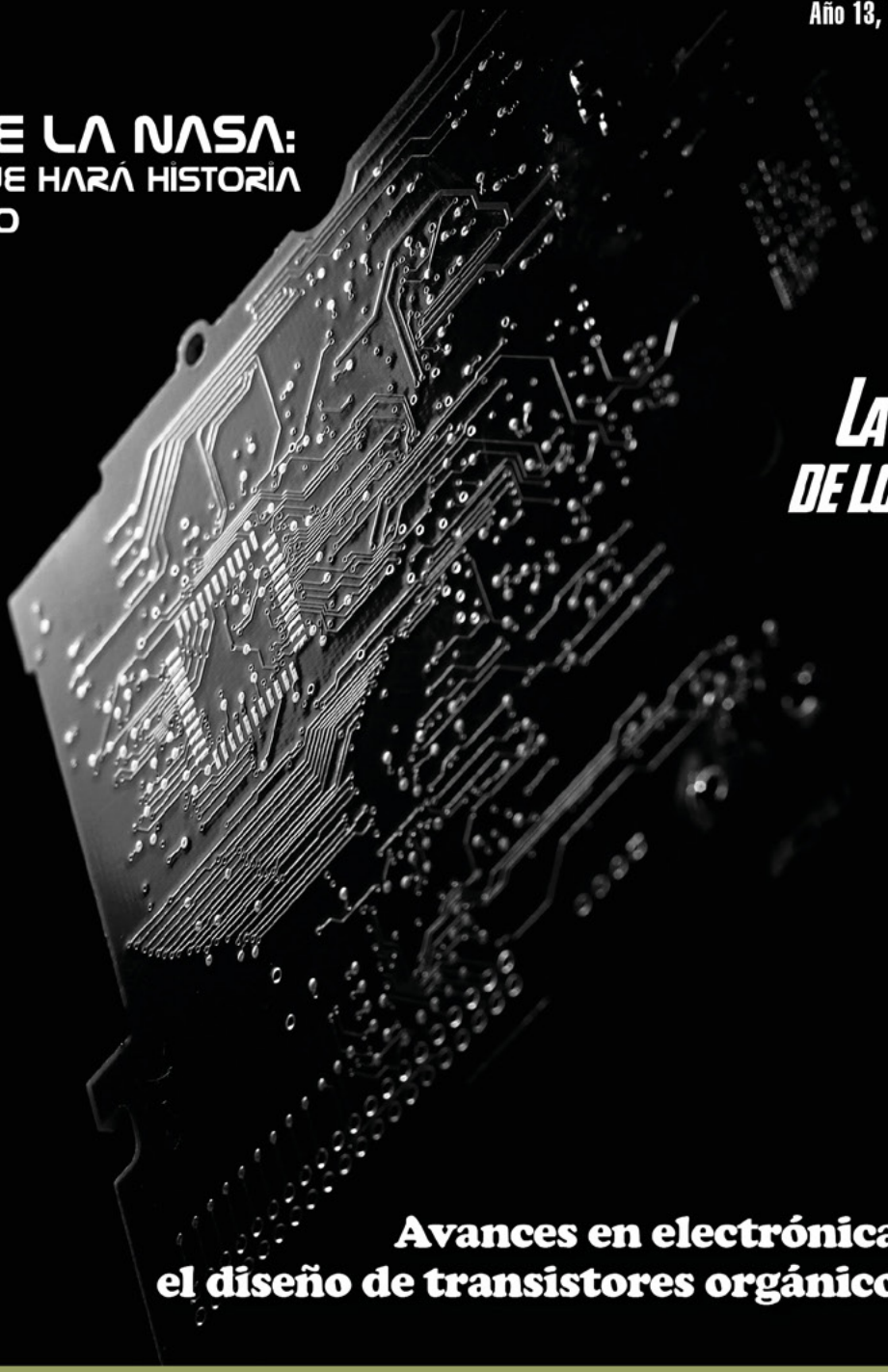
ISSN-e: 2954-4408

UNIVERSIDAD ANÁHUAC MR
VINCE IN BONO MALUM
MÉXICO

REVISTA +CIENCIA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Año 13, N.º 38, Mayo-Agosto 2025

EL SLS DE LA NASA:
EL COHETE QUE HARÁ HISTORIA EN EL ESPACIO



LA INGENIERIA DE LOS VILLANOS

Avances en electrónica orgánica: el diseño de transistores orgánicos flexibles

Dedícate, aprende y crece… sin dejar de divertirte • Arrecifes inteligentes • Descifrando el código de la Generación Z: neuromarketing y comportamiento del consumidor para su propia toma de decisiones • Los teléfonos móviles, su origen y evolución • El cambio sustentable sobre ruedas • Optimiza con Ergoniza • Nanomateriales producidos mediante plasmas generados por láser • La robótica social y su papel emergente en el entretenimiento

Programas de posgrado de la

Facultad de Ingeniería

Trasciende con visión

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: enero y agosto

- Doctorado en Ingeniería Industrial

Descuento del
20%
a egresados

Informes:
Centro de Atención de Posgrado
y Educación Continua
55 54 51 61 77
55 79 18 21 59
posgrado@anahuac.mx
anahuac.mx/mexico/posgrados

Posgrados Anáhuac
@Anahuac_P
@PosgradosAnahuac

Facultad de Ingeniería

CADIT
CENTRO DE ALTA DIRECCIÓN EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Trasciende con herramientas

Posgrados
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.

UNIVERSIDAD ANÁHUAC MÉXICO

RECTOR
Dr. Cipriano Sánchez García, L.C.

VICERRECTORÍA ACADÉMICA
Dr. Jose Rodrigo Pozón López
Dra. Lorena Rosalba Martínez Verduzco

DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
Mtro. Mario Buenrostro Perdomo

DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN
Dra. Rebeca Illiana Arévalo Martínez

EDITOR DE REVISTAS ACADÉMICAS
Lic. Alexander Ramírez López

REVISTA
+CIENCIA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

AÑO 13, N.º 38, MAYO-AGOSTO 2025

DIRECTORA EDITORIAL
Dra. María Elena Sánchez Vergara

COORDINACIÓN EDITORIAL
Miriam Cherem Sitton

ASESORES Y REVISORES
DE CONTENIDO
P. Sergio Salcido Valle, L.C.
Pablo Vidal García, L.C.

COMITÉ EDITORIAL
Mtro. Mario Buenrostro Perdomo
Director de la Facultad de Ingeniería

Dra. María Elena Sánchez Vergara
Coordinadora del Centro de Innovación Tecnológica

Valentina Sabrina Dávila Millán
Alumna de Ingeniería Industrial

Miriam Cherem Sitton
Ricardo Ángel Llorente Vázquez
Yoana Navidad Seseña Gómez
Alumnos de Ingeniería Biomédica

Rolando Ademar Molina Velasco
Ingrid Sofía Rincón von Pastor
Sergio Alejandro Orive Vargas
Alumnos de Ingeniería Mecatrónica

Carmina Villegas Toraya
Alumna de Ingeniería Ambiental

CORRECCIÓN DE ESTILO
Armando Rodríguez Briseño

CONCEPTO, DISEÑO EDITORIAL Y PORTADA
Daniel Hurtado Rivera

FOTOGRAFÍA DE PORTADA
Miguel Á. Padriñán: https://www.pexels.com/es-es/foto/placa-de-circuito-verde-343457/

+Ciencia. Revista de la Facultad de Ingeniería, año 13, número 38, mayo-agosto 2025, 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: 04-2024-061313565800-102, 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)
Miriam Cherem Sitton

6 ¿SABÍAS QUE...?
Hay un hongo que sobrevive a la radiación y podría proteger astronautas

Un nuevo planeta sorprende a la astronomía
Yoana Navidad Seseña Gómez

Las luces que ves cuando tiembla no son transformadores haciendo corto
Óscar Rodrigo Dávila Velasco

8 INGENOTICIAS
Sergio Alejandro Orive Vargas

12 UNOS AÑOS DESPUÉS…
Dedícate, aprende y crece… sin dejar de divertirte
Roberto Neftalí Javier Cruz

14 1 IDEA = 1 CAMBIO
Arrecifes inteligentes
Valentina Sabrina Dávila Millán

17 CIENCIA A TODO LO QUE DA
Descifrando el código de la Generación Z: *neuromarketing* y comportamiento del consumidor para su propia toma de decisiones
Constanza Esquivel-Cardoso, Jorge Arturo Márquez, Alberto Ochoa-Zezzatti y Rafael Torres-Escobar

24 ¡MAQUINÍZATE!
El SLS de la NASA: el cohete que hará historia en el espacio
Yoana Navidad Seseña Gómez

29 DE LA NECESIDAD AL INVENTO
Los teléfonos móviles, su origen y evolución
Carmina Villegas Toraya

32 CIENCIA POR ALUMNOS
El cambio sustentable sobre ruedas
Ingrid Sofía Rincón von Pastor

37 UTILÍZALO
Optimiza con Ergoniza
Santiago Hernández Vieyra

40 EN LA FRONTERA
Avances en electrónica orgánica: el diseño de transistores orgánicos flexibles
Giovanna Angélica Vázquez Hernández, Lioudmila Fomina y Roberto Salcedo

44 Nanomateriales producidos mediante plasmas generados por láser
Laura Patricia Rivera Reséndiz, Armando Pérez Centeno, Arturo Chávez Chávez, Gilberto Gómez Rosas, Israel Ceja Andrade, Miguel Ángel Santana Aranda, José Guadalupe Quiñones Galván

46 ∫INTEGRANDO INGENIERÍA... EN LICENCIATURA
La ingeniería de los villanos
Ricardo Ángel Llorente Vázquez

49 +PODCAST
La robótica social y su papel emergente en el entretenimiento
Rolando Ademar Molina Velasco

CONTÁCTANOS EN:

https://ingenieria.anahuac.mx/

@mascienciaanahuac

@mas.ciencia

LA COORDENADA (0,0)

Queridos lectores, sean bienvenidos a una edición más de la revista +*Ciencia*. En este número 38, les presentamos temas muy interesantes e innovadores. ¡Esperamos que lo disfruten mucho!

Comenzamos con la sección "¿Sabías que…?", donde Yoana Navidad Seseña Gómez nos comparte datos increíbles: desde un hongo que podría considerarse extraordinario por su capacidad de resistir la radiación y convertirla en energía hasta el descubrimiento de un exoplaneta ubicado a 47 años luz de la Tierra. Sorprendente, ¿no? También, Óscar Rodrigo Dávila Velasco nos explica las causas de las luces que vemos cuando tiembla.

Ella misma, en la sección "Maquinízate", nos describe el cohete SLS de la NASA y su capacidad para llegar a distancias extraordinarias, ya sea con o sin tripulación a bordo.

En "Ingenoticias", Sergio Alejandro Orive Vargas nos comenta los acontecimientos más significativos de la facultad. Algunos de nuestros compañeros estuvieron presentes en el American Chemical Society Spring Meeting 2025, en el European Project Semester (EPS) y en el Foro de Semiconductores 2025, entre otros eventos destacados.

Damos un salto en el tiempo hacía "Unos años después…", donde el maestro Roberto Neftalí Javier Cruz, exalumno de la Universidad Anáhuac, nos comparte su experiencia y nos inspira a no tener miedo de aprender y equivocarnos, sin olvidar disfrutar los procesos y divertirnos en el camino.

En la sección "1 idea = 1 cambio", Valentina Sabrina Dávila Millán desarrolla una propuesta fascinante: la impresión de arrecifes de coral artificiales como solución al grave problema de su pérdida por el cambio climático, utilizando inteligencia artificial.

Por otro lado, en la sección "Ciencia a todo lo que da", presentamos el artículo: Descifrando el Código de la Generación Z: Neuromarketing y Comportamiento del Consumidor para su propia Toma de Decisiones, en donde los autores nos hablan como a través de un enfoque interdisciplinario que combina neurociencia, psicología y marketing, se ofrece una visión única del proceso de toma de decisiones de compra de la Generación Z.

En "De la necesidad al invento", Carmina Villegas Toraya nos cuenta la historia de la creación de los teléfonos móviles, desde los años cincuenta hasta la actualidad. Es sorprendente cómo pasamos de tener máquinas grandes y pesadas a dispositivos que hoy caben en el bolsillo del pantalón.

De la mano con lo anterior, en "Ciencia por alumnos", Ingrid Sofía Rincón von Pastor presenta cómo los vehículos eléctricos y solares pueden ser herramientas clave para construir un futuro más sostenible, destacando tanto los logros como los retos actuales en esta industria.

En la sección "Utilízalo", Santiago Hernández Vieyra nos presenta Ergoniza, una plataforma que evalúa las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo con el fin de determinar si son seguras para los empleados. Además, ¡es completamente gratuita!, lo que la hace accesible para todos.

"En la Frontera", presentamos un increíble artículo sobre transistores orgánicos flexibles que están impulsando el crecimiento de la electrónica flexible, así como otro sobre nanomateriales producidos mediante plasmas generados por láser.

Para cerrar con creatividad, en "∫ntegrando ingeniería", Ricardo Ángel Llorente Vázquez nos muestra su talento al darle un segundo uso a una vieja palomera, convirtiéndola en una lámpara, uniendo dos de sus pasiones: la ingeniería y el mundo de Marvel.

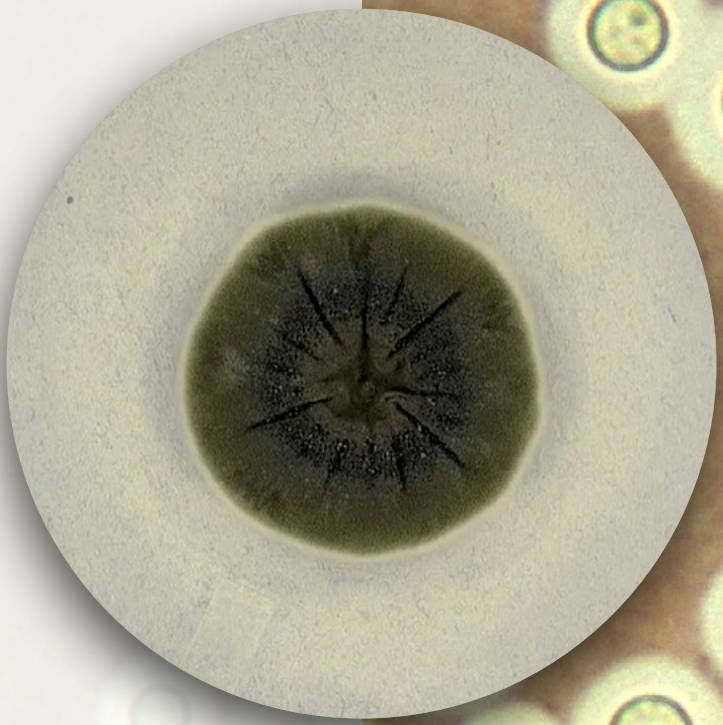
Hacia el final, en "+Podcast", Rolando Ademar Molina Velazco nos explica sobre la fascinante área de la robótica social.

Queridos todos, gracias por acompañarnos siempre en este camino y por confiar en nosotros. Esperamos que les guste esta edición, y recuerden que ustedes también pueden ser parte de este gran proyecto si lo desean. ¡Contáctenos para más información y sígannos en nuestras redes sociales para no perderse lo que tenemos preparado!

Miriam Cherem Sitton

HONGO QUE SOBREVIVE A LA RADIACIÓN PODRÍA PROTEGER ASTRONAUTAS

YOANA NAVIDAD SESEÑA GÓMEZ
Ingeniería Biomédica, 6.º semestre



Tras la explosión de Chernóbil, un fenómeno inesperado llamó la atención de la ciencia, un hongo llamado *Cladosporium sphaerospermum* comenzó a crecer dentro de los reactores abandonados. Este hongo es capaz de resistir temperaturas elevadas y altos niveles de radiación, por lo que se considera extremófilo. Gracias a su alto contenido de melanina, puede absorber y procesar la radiación del entorno, transformándola en energía química, ocurriendo un proceso similar a la fotosíntesis. Debido a su raro comportamiento, se han llevado a cabo diferentes investigaciones por parte de la NASA. En una de las pruebas realizadas en el espacio, se observó que es capaz de sobrevivir en condiciones de microgravedad y, además, logra disminuir la radiación en un 2%. Por ello, los biotecnólogos resaltaron el gran potencial de este hongo para el diseño de materiales protectores en futuras misiones espaciales, especialmente con el objetivo de resguardar a los astronautas de la constante exposición a la radiación durante el largo trayecto hacia Marte. Tiene la característica de que puede cultivarse fácilmente y generar suficiente material a partir de una pequeña muestra. Gracias a su capacidad de convertir radiación en energía, este hongo podría usarse para alimentar dispositivos, funcionando como una alternativa biológica a los paneles solares (La Nación, 2020).

Referencia:

La Nación (2020, 1 de diciembre). Un hongo de Chernobyl, la clave para proteger a los astronautas de la radiación en la misión a Marte. *La Nación*. https://www.lanacion.com.ar/tecnologia/un-hongo-chernobyl-clave-proteger-astronautas-radiacion-nid2405774/#:~:text=Denominado%20Cladosporium%20sphaerospermum%20%2C%20este%20particular,forma%20an%C3%A1loga%20a%20la%20fotos%C3%ADntesis

Imagen tomada de: https://www.forbes.com/sites/scotttravers/2024/11/02/this-black-fungus-might-be-healing-chernobyl-by-drinking-radiation-a-biologist-explains/

Imagen tomada de: *Cryptococcus neoformans* en una tinción negativa con tinta india.

UN NUEVO PLANETA SORPRENDE A LA ASTRONOMÍA

YOANA NAVIDAD SESEÑA GÓMEZ
Ingeniería Biomédica, 6.º semestre

El planeta Enaiphosa, también conocido como GJ 1214 b, fue clasificado inicialmente como un "mini-Neptuno" por su tamaño y los gases que contiene. Sin embargo, nuevas observaciones del telescopio espacial James Webb revelaron algo sorprendente: en realidad, se parece mucho más a un "súper-Venus". Este exoplaneta, ubicado a 47 años luz de la Tierra, se encuentra orbitando alrededor de una estrella roja y tiene una atmósfera extremadamente espesa, compuesta por hidrógeno, helio, metano, dióxido de carbono y agua. Este nuevo planeta está cubierto por gruesas capas de nubes y neblina que dificultan observar su superficie. Los astrónomos utilizaron técnicas avanzadas de espectroscopia para detectar la composición de su atmósfera y encontraron metales complejos inesperados. Este hallazgo ayuda a entender la formación de atmósferas en otros planetas y, en el futuro, ampliar la búsqueda de vida más allá de nuestro sistema solar (Dávila, 2025).

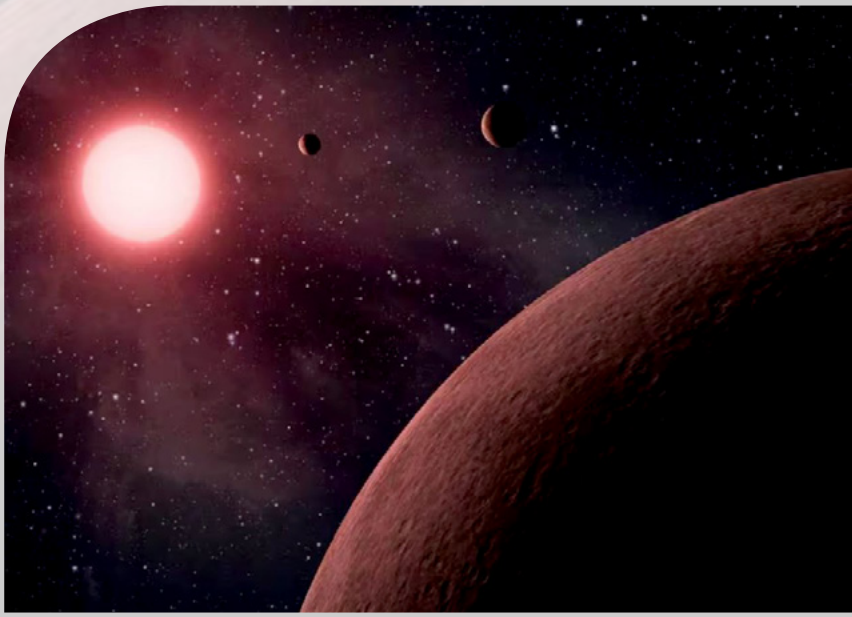


Imagen tomada de: https://as.com/actualidad/ciencia/enaiphosa-el-nuevo-planeta-que-no-se-parece-a-ninguno-del-sistema-solar-n/?utm_source=chatgpt.com

Referencia:

Dávila, M. (2025, 21 de marzo). Enaiphosa: el nuevo planeta que no se parece a ninguno del Sistema Solar. *Diario AS*. https://as.com/actualidad/ciencia/enaiphosa-el-nuevo-planeta-que-no-se-parece-a-ninguno-del-sistema-solar-n/?utm_source=chatgpt.com

LAS LUCES QUE VES CUANDO TIEMBLA NO SON TRANSFORMADORES HACIENDO CORTO

ÓSCAR RODRIGO DÁVILA VELASCO
Ingeniería industrial, 6.º semestre

Imagen tomada de: https://alertachiapas.com/2022/09/22/que-son-las-luces-en-el-cielo-cuando-tiembla/

Muchas personas nos hemos dado cuenta de que, durante los sismos de gran magnitud, son perceptibles luces azules en el cielo. Hay quienes creen que estas luces son transformadores o cables eléctricos haciendo un corto circuito. Pero ¿de qué se tratan estas luces? En realidad, se conocen como "luces de terremoto" y se piensa que se generan por el rozamiento de las placas tectónicas provocado durante su desplazamiento. Este rozamiento genera cargas eléctricas que son visibles durante estos eventos, aunque es importante considerar que no siempre aparecen (BBC, 2021).

Referencia:

BBC Mundo Ciencia (2021, 8 de septiembre). ¿Qué son los misteriosos destellos de luz que aparecieron en el cielo de México durante el terremoto? ***BBC News Mundo***. Recuperado: 25 de octubre de 2022, de https://www.bbc.com/mundo/noticias-41201049

SERGIO ALEJANDRO ORIVE VARGAS
Ingeniería Mecatrónica, 5.° semestre

Presentación exitosa de alumno de Ingeniería Biomédica en el American Chemical Society Spring Meeting 2025

Emilio Iván Sandoval Plata, de Ingeniería Biomédica, presentó su trabajo de investigación “Optoelectrical characterization of silicon phthalocyanine dichloride based organic semiconductor doped with trifluoromethyl substituted dienynoic aci” en el American Chemical Society Spring Meeting. Este, que es uno de los mejores congresos de química a nivel internacional, se llevó a cabo del 23 al 27 de marzo de 2025 en San Diego, California, Estados Unidos. Emilio pertenece al Grupo de Investigación en Semiconductores y Dispositivos Optoelectrónicos Orgánicos de nuestra facultad.

Emilio Iván Sandoval Plata, estudiante de Ingeniería Biomédica, en San Diego, California.

Alumna de Ingeniería participa en el programa internacional EPS en Francia

Guadalupe Morfín, estudiante de Ingeniería Mecatrónica, participó en el European Project Semester (EPS) en Francia durante el semestre agosto-diciembre de 2024. Este programa internacional reúne a estudiantes de diversas universidades para colaborar en proyectos industriales dentro de equipos multiculturales. El programa EPS es impulsado por una red de universidades europeas y busca preparar ingenieros en un entorno colaborativo e internacional.

Guadalupe Morfín, estudiante de Ingeniería Mecatrónica, trabajando en equipo durante el European Project Semester (EPS) en Francia.

Alumnas de Ingeniería Química obtienen el Premio al Compromiso Social 2024

La Universidad Anáhuac México reconoció a Pamela Noriega, Michelle Chávez y Karla Losoya, alumnas de Ingeniería Química, con el Premio al Compromiso Social por su proyecto innovador: “Producción de CaO a partir de residuos y su aplicación como catalizador en una reacción de transesterificación”. Este proyecto, desarrollado con la asesoría de la Dra. Alma Rojas, destacó por su impacto social, enfoque multidisciplinario y eficiencia en el uso de recursos. Contribuye al nodo de descarbonización dentro de la visión Ingeniería 5.0 y demuestra cómo la formación profesional puede generar cambios positivos en la sociedad.

Pamela Noriega, Michelle Chávez y Karla Losoya egresadas de Ingeniería Química y galardonadas durante la presentación del Reporte Anual de Compromiso Social 2024, destacando proyectos innovadores y de gran impacto social.

Segundo Foro de Semiconductores: Impulso al Talento y la Innovación en la Industria Tecnológica

Representantes de la academia, industria y gobierno durante el Segundo Foro de Semiconductores, consolidando un ecosistema competitivo y de vanguardia.

Del 17 al 19 de febrero de 2025, la Universidad Anáhuac México participó en el Segundo Foro de Semiconductores, realizado en Tijuana, Baja California, y organizado por Global Semiconductor Alliance. Este evento promovió la formación de talento, la atracción de inversiones y la integración de la cadena de valor en América del Norte.

Académicos de Ingeniería participan en la Semana de la Ciencia y la Tecnología 2025

El 28 de enero de 2025, los doctores León Hamui Balas y María Elena Sánchez Vergara, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Anáhuac México, participaron en la Semana de la Ciencia y la Tecnología en la Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli. Presentaron dos conferencias: “Baterías: tecnología actual y futura” y “Los semiconductores y su importancia en la industria 4.0”, además de evaluar proyectos innovadores realizados por estudiantes. Este evento fortaleció el vínculo entre ambas instituciones y fomentó la difusión del conocimiento de frontera entre alumnos y profesores.

Los doctores León Hamui Balas y María Elena Sánchez Vergara durante su conferencia en la Semana de la Ciencia y la Tecnología 2025.

¡Síguenos en nuestras redes sociales!

MAS.CIENCIA

¿Te has perdido de algo? ¡No te preocupes! Hay +*Ciencia* por descubrir. Síguenos en nuestras redes sociales para acceder a contenido interesante y relevante, mantente al día con nuestras colaboraciones, revistas, podcasts, videos y eventos. ¡Escanea el código y sorpréndete!

¿Te apasiona la ciencia y la tecnología?

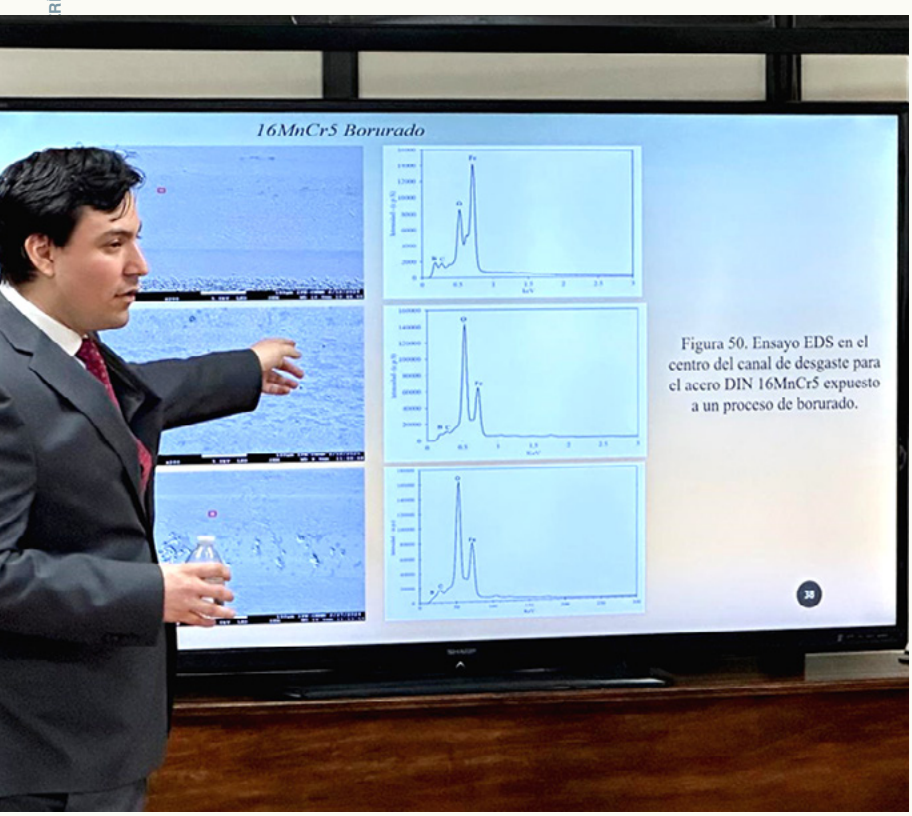
Descubre todo el contenido de nuestra revista +*Ciencia* y mantente al día con nuestras colaboraciones, investigaciones y eventos. En LinkedIn, conectamos con líderes e investigadores que transforman el mundo con innovación.

¡Síguenos, escanea el código y únete a la comunidad que está impulsando la ciencia hacia el futuro!

Te invitamos a explorar la revista de la Facultad de Ingeniería +*Ciencia*, con contenido creado por nuestros alumnos e investigadores sobre el emocionante mundo de la ciencia. Escanea el código y mantente al tanto de las nuevas ediciones de la revista de la Facultad de Ingeniería.

DEDÍCATE, APRENDE Y CRECE… SIN DEJAR DE DIVERTIRTE

MTRO. ROBERTO NEFTALÍ JAVIER CRUZ
Ingeniería Mecatrónica, generación 2016-2021, Universidad Anáhuac México Campus Norte.
Miembro del Grupo de Ingeniería de Superficies, Instituto Politécnico Nacional, ESIME, unidad Zacatenco. Asesor: Dr. José Martínez Trinidad.



Recuerdo mis años en la Universidad Anáhuac como el comienzo de una etapa transformadora. Entré a la Facultad de Ingeniería lleno de expectativas e incertidumbre, sin embargo, rápidamente me di cuenta de que estaba en el lugar indicado.

Durante esta etapa conocí a muchos maestros y mentores que me formaron en mi carrera como Ingeniero Mecatrónico. Materias relacionadas a las ciencias de los materiales, diseño por computadora, simulación, entre otras, fueron las que me encantaron, y hoy en día aplico más estos conocimientos en mi vida como profesionista y académico. Claro, siempre tuve complicaciones para entender algo nuevo, y aun ahora las tengo, pero algo que aprendí como estudiante fue el dedicarme y seguir adelante sin importar los retos. De igual forma agradezco a mis compañeros y amigos, que no dudo que se hayan convertido en excelentes profesionistas.

Como dije, existieron varios retos a los que me tuve que enfrentar en la universidad. Uno de estos, que se presentó al final de mi carrera, fue la pandemia de COVID-19, la cual cambió el estilo de vida de muchas personas y como estudiantes con las clases en línea cambió la forma de adaptarse para aprender. Si bien no tuve problemas en materias donde la teoría era lo esencial debido a que los maestros eran muy buenos enseñando, el inconveniente estuvo en las prácticas y laboratorios; en mi caso, las extrañaba, ya que considero que son elementos muy importantes para nuestro desarrollo como ingenieros.

En esta etapa de la pandemia fue cuando cursé las materias de Prácticum I y II, en donde aprendemos a desarrollar proyectos aplicando nuestros conocimientos como ingenieros. Mi proyecto fue diseñar un sistema de sujeción de una máquina CNC. En este trabajo tuve la oportunidad de aplicar lo que aprendí durante mi carrera, en especial materias como Diseño Mecánico, Diseño por Computadora y todo lo relacionado con la Ingeniería de los Materiales. Además, este proyecto me permitió conocer a varias personas que me inspiraron y motivaron a seguir aprendiendo, lo que influyó directamente en mi decisión de continuar con un posgrado.

Así que, decidido y convencido a seguir mis metas, realicé un posgrado de Ciencias en Ingeniería Mecánica en el Instituto Politécnico Nacional en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Zacatenco, en donde formo parte de uno de los mejores grupos de Ingeniería de Superficies. Y si se preguntan: "¿Qué es la ingeniería de superficies? En palabras resumidas, en este grupo nos dedicamos a mejorar los procesos y la vida útil de los materiales, aplicando metodologías y estudios que desarrollamos o ya existentes en otras investigaciones científicas. En esta etapa de mi vida aprendí muchas cosas, desde desarrollar el diseño experimental de un trabajo de tesis, en donde tenía que aplicar metodologías que eran nuevas para mí, hasta aprender a utilizar máquinas necesarias para realizar los ensayos de esta iniciativa, pero, con un poco de paciencia y dedicación, puedo asegurar que estoy orgulloso del proyecto que realizamos.

Seguir aprendiendo y ampliar mis conocimientos en técnicas de diseño mecánico, ciencia de materiales e investigación, son pasiones que me motivan profundamente a seguir por este camino. En el futuro, deseo aplicar todo lo que he aprendido tanto en mi vida profesional como en el ámbito académico. Una de mis futuras metas es realizar un doctorado, una etapa que me emociona no solo por lo que representa en un perfil tanto académico como laboral, sino también porque me gusta la posibilidad de formar parte de una investigación que, con mucho trabajo, pueda publicarse. Además, la idea de contribuir, aunque sea en una pequeña parte, al conocimiento de mi área me motiva profundamente. Pienso que hacer un posgrado no es solo continuar estudiando, es comprometerse con el aprendizaje y con el deseo de aportar algo significativo a la comunidad académica y profesional.

Por otra parte, sabemos que el mundo y la tecnología avanzan constantemente, y mientras estemos vivos, especialmente como ingenieros, no podemos permitir que nuestro conocimiento se quede atrás. ¿Cómo aplicaremos todos nuestros conocimientos aprendidos en la universidad? Es natural preguntarnos esto. Entiendo que es complicado dominar todas las áreas y que, muchas veces, el entorno laboral nos orienta hacia una sola dirección en nuestro conocimiento. Personalmente, hay conocimientos que he aplicado con menor frecuencia en mi carrera profesional, pero los sigo considerando parte de mi formación. Confío en que en el futuro podré retomarlos y aprovecharlos, ya que forman una base valiosa que puede complementarse con nuevas experiencias y aprendizajes. Además, estoy convencido de que, como ingenieros, tenemos la capacidad y, sobre todo, la mentalidad para aprender cosas nuevas y adaptarnos a los nuevos desafíos que se presenten.

Si bien en mi vida como universitario tuve la oportunidad de escribir para esta increíble revista y de participar en eventos como la Semana de Ingeniería y las Jornadas Mecatrónicas, entre otros, me hubiera gustado ser más activo en los grupos de investigación, así que, si me permiten darles un consejo: no tengan miedo de aprender y equivocarse. Acérquense a las actividades que más les llamen la atención, pero, sobre todo, diviértanse mucho y disfruten el camino. Algo que he aprendido en el posgrado es que hacer una tesis también puede significar aprender a divertirse en el proceso. Sé que la universidad puede ser una etapa difícil, o por lo menos con muchos retos, pero estoy seguro de que, si nos dedicamos a lo que nos apasiona, el proceso puede ser mucho más divertido.

ARRECIFES INTELIGENTES

VALENTINA SABRINA DÁVILA MILLÁN
Ingeniería Industrial, 8.º semestre

Los arrecifes de coral son parte esencial de los ecosistemas marinos, ya que protegen tanto a la diferente fauna que los habita como a las costas contra la erosión. El cambio climático y la contaminación de los océanos ha causado una degradación acelerada de los arrecifes. Aunque estos apenas cubren el 0.1% del ecosistema marino, albergan 25% de la biodiversidad oceánica mundial. Factores como el aumento de temperatura de los mares y su acidificación han generado una pérdida de hasta un 50% de los arrecifes (Chang, 2022; PNUMA, s. f.).

Aunque sea difícil de creer, la inteligencia artificial (IA), combinada con la impresión 3D de biomateriales, puede ser una solución innovadora para este problema. La IA permite monitorear más de cerca el desgaste de estos arrecifes mediante proyectos como CORaiL, que utiliza cámaras marinas de aprendizaje automático. Estas analizan el cambio de los arrecifes en tiempo real, logrando detectar su blanqueamiento en una etapa temprana. De igual manera, modelos de IA son capaces de determinar la salud de estos arrecifes, dependiendo de sus paisajes sonoros, para saber si el sistema está en recuperación o degradación con un método no invasivo. Por último, la IA podría predecir amenazas a estos ecosistemas, como pueden ser las mareas cálidas o proliferaciones nocivas, a partir de un sistema de Big Data. Esto con la finalidad de alertar con suficiente antelación a los investigadores para que puedan implementarse estrategias de mitigación (Chang, 2022; González, 2020).

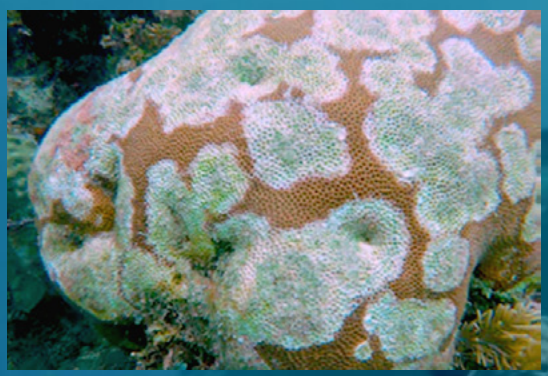


Figura 1. Blanqueamiento de coral (Infobae, 2019).

Imagen tomada de: https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2023/07/efectos-calentamiento-oceanos-corales

Por otro lado, científicos puertorriqueños han desarrollado estructuras de coral artificiales generadas con la impresión 3D de almidón de maíz. Esta tecnología es capaz de replicar las complejas morfologías del coral para colocarla en los arrecifes y así atraer a diferentes especies marinas con la finalidad de generar una mejor tasa de colonización que revitalice el arrecife más rápidamente que el proceso natural. Esta alternativa resulta bastante prometedora, ya que, al estar fabricados de componentes renovables y naturales, no contaminan los arrecifes mientras atraen a la fauna que realiza tareas ecológicas que mantienen vivo al ecosistema (Murphy, 2024).

En el otro lado del mundo, científicos australianos están desarrollando robots marinos dotados de inteligencia artificial para automatizar la rehabilitación de arrecifes o incluso trasplantarlos a zonas donde tengan mejores posibilidades de supervivencia. Estos robots pueden ser capaces de reconocer fragmentos de coral para luego transformarlos en tapones que se insertan en esqueletos artificiales ubicados en los arrecifes. Como cada pieza de coral es diferente entre sí, la IA es esencial para que estos robots puedan personalizar el agarre de cada fragmento a fin de que el coral frágil no sea dañado en el proceso (Woody, 2023).

Figura 2. Robots marinos (Moskvitch, 2012).

Los arrecifes artificiales no solamente restauran ecosistemas dañados, sino que pueden servir como solución a su problema raíz, al ser capaces de absorber carbono y reducir la erosión costera. La restauración de los sistemas ya existentes puede ser solo el principio de una relocalización totalmente nueva, donde los arrecifes logren sobrevivir más fácilmente.

En este artículo se explora cómo biólogos alrededor del mundo están desarrollando soluciones tecnológicas para la recuperación de estos ecosistemas. Gracias a la globalización, es posible que estas diferentes alternativas no solamente coexistan, sino que también colaboren entre ellas para brindar una solución más resiliente, eficiente y duradera a este problema. Este nuevo uso de la tecnología a favor del medio ambiente es una buena noticia, que, además, debe promover políticas medioambientales y estrategias conjuntas de los gobiernos para reducir las emisiones de gases nocivos a la atmósfera, al igual que para minimizar la explotación de los recursos, con la finalidad de verdaderamente terminar de resolver este problema que principalmente se deriva del calentamiento global y el cambio climático.

1 Idea = 1 Cambio

Muchas veces se asocia el avance tecnológico con la destrucción del planeta o con la evolución de los problemas climáticos, sin embargo, este es un claro ejemplo de cómo la tecnología puede tanto perjudicar como beneficiar, dependiendo del uso que le demos los humanos. La combinación de las tecnologías de inteligencia artificial, impresión 3D y robótica puede usarse como herramienta clave para atenuar los efectos del cambio climático y preservar la biodiversidad marina. Sin embargo, es importante considerar que la colaboración de gobiernos internacionales y comunidades locales es lo único que puede garantizar el éxito absoluto y a largo plazo en este tipo de soluciones.

Referencias

Chang, N. (2022, junio 1). Científicos emplean la inteligencia artificial para medir la salud de los corales a través del sonido. *Euronews*. Recuperado de https://es.euronews.com/next/2022/06/01/cientificos-emplean-la-inteligacia-artificial-para-medir-la-salud-de-los-corales-a-traves-#:~:text=Next%20Negocios%20Tecnologia-,Cient%C3%ADficos%20emplean%20la%20inteligencia%20artificial%20para%20medir,de%20los%20corales%20utilizando%20sonido&text=Cient%C3%ADficos%20del%20Reino%20Unido%20han,del%20poder%20del%20%22canto%22

González, I. (2020, abril 30). Project CORaiL: Inteligencia Artificial protege arrecifes de coral. *El Español*. Recuperado de https://www.elespanol.com/omicrono/20200430/project-corail-inteligencia-artificial-protege-arrecifes-coral/486201818_0.html

Infobae (2019, marzo 28). Síndrome blanco: la extraña enfermedad que está acabando con los corales en Cozumel. *Infobae*. https://www.infobae.com/america/mexico/2019/03/28/sindrome-blanco-la-extrana-enfermedad-que-esta-acabando-con-los-corales-en-cozumel/

Moskvitch, K. (2012, agosto 30). Enjambres de robots para rescatar corales. *BBC Mundo, Noticias*. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/08/120830_tecnologia_coral_robots_aa

Murphy, C. del M. (2024, septiembre 15). Corales artificiales impresos en 3D: la solución para salvar los arrecifes en Puerto Rico. *El País*. Recuperado de https://elpais.com/america-futura/2024-09-16/corales-artificiales-impresos-en-3d-la-solucion-para-salvar-los-arrecifes-en-puerto-rico.html

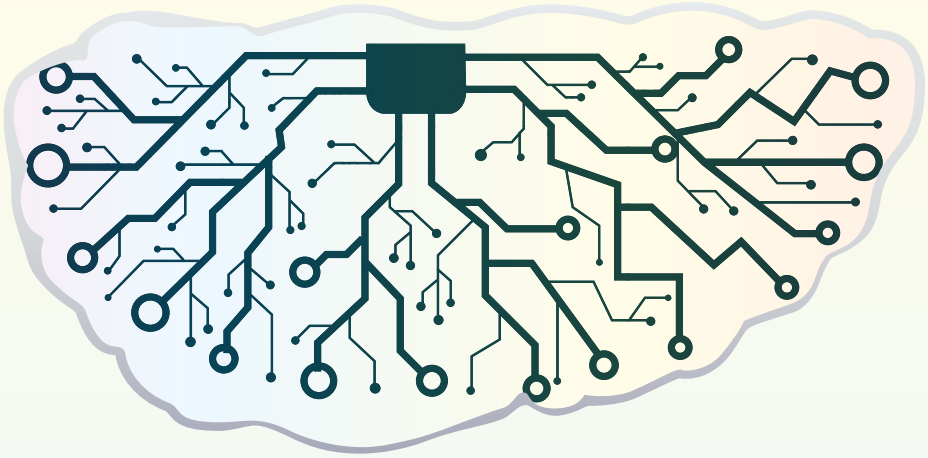
PNUMA (s. f.). Protección de los arrecifes de coral. *ONU Programa de la Organización de nacionaes Unides para el Medio Ambiente*. https://www.unep.org/es/explore-topics/oceans-seas/nuestras-actividades/proteccion-de-los-arrecifes-de-coral#:~:text=Los%20arrecifes%20tropicales%20de%20coral,y%20publicaciones%20recientes%20del%20PNUMA

Woody, T. (2023, noviembre 12). Cómo la IA podría salvar al coral en peligro por el calentamiento de los océanos. *Bloomberg Línea*. Recuperado de https://www.bloomberglinea.com/2023/11/12/como-la-ia-podria-salvar-al-coral-en-peligro-por-el-calentamiento-de-los-oceanos/

Imagen tomada de: https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2023/07/efectos-calentamiento-oceanos-corales

DESCIFRANDO EL CÓDIGO DE LA GENERACIÓN Z: *NEUROMARKETING* Y COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR PARA SU PROPIA TOMA DE DECISIONES

CONSTANZA ESQUIVEL-CARDOSO
Ingeniería Industrial, 3.º semestre. Universidad Anáhuac México
JORGE ARTURO MÁRQUEZ
Ingeniería Industrial, 5.º semestre. Universidad Anáhuac México
ALBERTO OCHOA-ZEZZATTI
Profesor Investigador. Doctorado en Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
RAFAEL TORRES-ESCOBAR
Profesor Investigador. Universidad Anáhuac México. Facultad de Ingeniería



Resumen:

Este estudio pionero desdibujará los misterios asociados con la toma de decisiones que incluyen los hábitos de compra de la Generación Z mediante el uso innovador de diversas variables asociadas con el *neuromarketing*. Al aplicar herramientas neurocientíficas avanzadas, investigamos cómo los estímulos del *marketing* impactan en el cerebro de dicha generación, influyendo en sus elecciones de consumo. A través de un enfoque interdisciplinario que combina neurociencia, psicología y *marketing*, ofrecemos una visión única del proceso de toma de decisiones de compra de la Generación Z.

I. Introducción. Descifrando el código de la Generación Z

La Generación Z, nacida entre mediados de la década de 1990 y principios de la década de 2010, ha emergido como una fuerza poderosa en el mercado global. Para los especialistas en *marketing*, comprender y conectarse con los gustos de compra de esta generación se ha convertido en una tarea desafiante y fascinante (Velasco *et al*., 2020).

En este proyecto de investigación, exploramos una metodología innovadora: el *neuromarketing*, para descifrar los misterios detrás de las elecciones de compra de la Generación Z. Sus principales características, se pueden observar en la Figura 1.

II. Neuromarketing. El arte de leer las señales cerebrales

En Roesler *et al*. (2021) se menciona que el *neuromarketing* ha revolucionado la forma en que comprendemos y abordamos los gustos de compra de la Generación Z, utilizando avanzadas técnicas de neurociencia para explorar las respuestas cerebrales de esta generación a los estímulos de *marketing*. Esto nos plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo funciona esto en la práctica?

Imagina la resonancia magnética funcional (fMRI) como una cámara especial para el cerebro. Este método emplea imanes y ondas de radio para detectar qué áreas del cerebro se activan cuando los jóvenes ven anuncios o productos. Así, los investigadores pueden identificar qué partes del cerebro están más activas durante el procesamiento de la publicidad, revelando *insights* valiosos sobre cómo se forman las preferencias de compra.

Además, la electroencefalografía (EEG) actúa como un detective de la actividad cerebral. Mediante la colocación de electrodos en el

Figura 1. Características más relevantes de la Generación Z.

cuero cabelludo, registra la actividad eléctrica generada por las neuronas mientras la Generación Z interactúa con diferentes estímulos publicitarios. Esta técnica revela cuánta atención y emoción despiertan los comerciales o los logos de marca, ofreciendo una visión única del comportamiento cerebral en tiempo real durante las interacciones con la publicidad (Alsharif & Mohd Isa, 2024).

Por otro lado, la respuesta galvánica de la piel (GSR) puede compararse con un termómetro emocional. Esta herramienta mide la conductividad eléctrica de la piel, la cual cambia en respuesta a las emociones. Cuando un joven experimenta emociones intensas al ver un anuncio, como emoción o sorpresa, su piel responde automáticamente. Estos cambios en la conductividad revelan las respuestas emocionales involuntarias que los anuncios generan en los consumidores, ofreciendo valiosa información sobre las reacciones emocionales que influyen en las decisiones de compra (Alsharif & Mohd Isa, 2024).

III. Mapeo de Emociones. Entendiendo el poder del "sentimiento" de compra

En conjunto, estas innovadoras herramientas permiten a los especialistas en *marketing* adentrarse en la mente de la Generación Z, comprender cómo procesan la publicidad y cómo estas respuestas cerebrales afectan sus elecciones de consumo. El *neuromarketing* aprovecha estos datos para optimizar estrategias publicitarias, adaptando las campañas para conectar de manera más efectiva con las preferencias y emociones de los jóvenes consumidores.

El proceso de toma de decisiones de compra está profundamente influenciado por las emociones, como han demostrado estudios neurocientíficos recientes. Investigaciones que han utilizado fMRI han revelado que, desde la anticipación hasta la satisfacción de una compra, las emociones desempeñan un papel crítico en cada etapa del proceso (Alsharif & Mohd Isa, 2024). Por ejemplo, Knutson et al. (2007) identificaron la activación del núcleo accumbens y el córtex prefrontal medial durante la anticipación de una compra, sugiriendo que las emociones asociadas con la expectativa de una recompensa impactan en las decisiones económicas. Del mismo modo, Hsu ***et al***. (2009) encontraron que la activación del sistema límbico está relacionada con una mayor disposición a asumir riesgos financieros, lo que indica que las emociones pueden influir en la disposición de un individuo a realizar una compra (Christopoulos *et al*., 2019).

En el contexto de la Generación Z, es esencial comprender cómo estas emociones afectan sus decisiones de compra, desde la interacción inicial con un producto o servicio hasta el momento de la transacción. Al explorar estos momentos emocionales clave, podemos obtener una visión más profunda de cómo conectar de manera efectiva con esta generación altamente influenciable. Como puede observarse en la Figura 2, es posible describir en forma adecuada la tendencia futura de compras de lujo por generación para el próximo 2025.

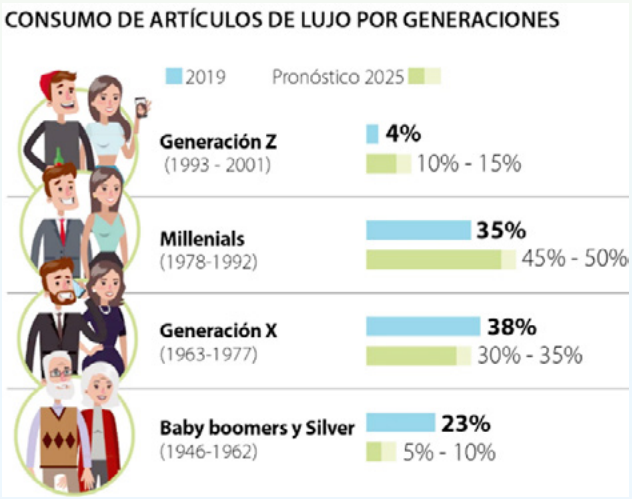


Figura 2. Consumo de artículos de lujo por cohorte generacional.

El *neuromarketing* ofrece a las empresas una herramienta innovadora para entender las

emociones y decisiones de compra de la Generación Z en cada etapa del proceso, desde la investigación en línea hasta la experiencia en la tienda física. ¿Cómo funciona esto? Imagina que las empresas pueden "leer" las emociones de los jóvenes consumidores utilizando técnicas como la fMRI, el EEG y la GSR.

En la fase de investigación en línea, el neuromarketing permite analizar cómo la Generación Z interactúa con los sitios web. Por ejemplo, el EEG puede revelar qué elementos del diseño y contenido generan mayor interés y emoción en los usuarios, ayudando a optimizar la experiencia en línea.

Para la publicidad digital, el fMRI es utilizado a fin de evaluar qué anuncios activan más el cerebro de los jóvenes, permitiendo ajustar los mensajes para captar mejor su atención. En la tienda física, la GSR mide las respuestas emocionales ante productos y exhibiciones, facilitando el diseño de espacios más atractivos (Chillakuri, 2020).

En 2021 demostró cómo una empresa de moda utilizó el *neuromarketing* para mejorar su experiencia de compra en línea con la Generación Z. Al analizar la actividad cerebral de los usuarios durante la interacción con su sitio web, pudieron optimizar la presentación de productos y recomendaciones personalizadas.

IV. Personalización, perspectiva de género y experiencia del usuario: creando un viaje de compra único

La Generación Z está marcada por su búsqueda de personalización y singularidad en sus elecciones de compra. Según un estudio de Accenture, el 60% de la Generación Z está interesada en productos personalizados que se adapten a sus preferencias y necesidades específicas. Estos jóvenes consumidores valoran productos y servicios que reflejen su identidad única, permitiéndoles expresar su individualidad a través de lo que eligen adquirir. Para las marcas, comprender estas preferencias es fundamental a fin de adaptar estrategias efectivas de *marketing* (Prabowo *et al*., 2023).

La Generación Z, caracterizada por su diversidad y riqueza de matices, exhibe diferencias significativas en las respuestas cerebrales ante estímulos de *marketing* según el género. Estudios en *neuromarketing* han evidenciado que hombres y mujeres de esta generación pueden manifestar activaciones cerebrales distintas al interactuar con publicidad y productos. Por ejemplo, investigaciones han mostrado que las mujeres tienden a responder más fuertemente a elementos emocionales y narrativos en la publicidad, mientras que los hombres pueden estar más influenciados por mensajes que enfaticen la funcionalidad o utilidad de un producto (Varghese & Agrawal, 2021).

Esta comprensión de las diferencias de género en las respuestas cerebrales permite a las marcas adaptar sus estrategias para conectar de manera más efectiva con hombres y mujeres de la Generación Z. Al aprovechar estas preferencias únicas, las empresas pueden ofrecer experiencias más personalizadas y auténticas que resuenen con cada grupo demográfico.

V. Influencia de las redes sociales: explorando la neuropatología de la conexión digital

En el entorno digital dominado por la Generación Z, las marcas deben adoptar estrategias de engagement neurocentradas para captar y retener la atención de estos consumidores en las plataformas de redes sociales. Esta generación es altamente activa en las redes sociales y valora la interacción auténtica y significativa con las marcas.

El *neuromarketing* ofrece herramientas para aumentar la participación y la lealtad en las redes sociales al reconocer y responder a los impulsos cerebrales específicos de la Genera-

ción Z. Por ejemplo, el análisis del EEG puede ayudar a identificar qué tipos de contenido generan emociones positivas y conexiones emocionales con la audiencia joven.

En conjunto, la combinación de la era de la personalización y las estrategias de engagement neurocentradas ofrece a las marcas una poderosa herramienta para conectar de manera auténtica y efectiva con la Generación Z, adaptándose a sus preferencias únicas a nivel cerebral y creando experiencias significativas que resuenen con este grupo demográfico.

En la Figura 3, podemos comprender de una mejor forma el significado de especificaciones por género de nuestra muestra analizada por regiones del mundo.

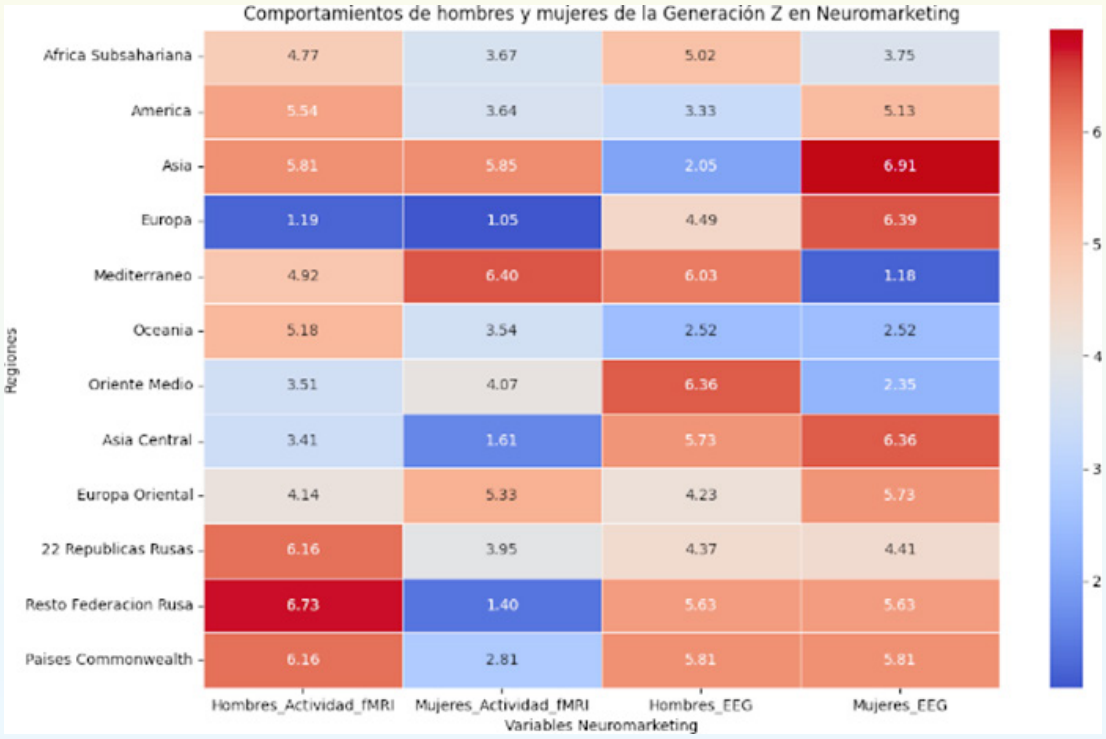


Figura 3. Comparativa por regiones de variables asociadas con la toma de decisiones basada en neuromarketing.

VI. La neuroética en el neuromarketing: navegando por el territorio ético

En la búsqueda por comprender y conectar con la Generación Z, el *neuromarketing* se ha convertido en una herramienta revolucionaria que plantea importantes desafíos éticos. Este enfoque utiliza técnicas avanzadas para analizar las respuestas cerebrales de los consumidores, proporcionando valiosos *insights* sobre sus preferencias de compra. Sin embargo, el uso de datos cerebrales conlleva preocupaciones éticas cruciales (Knutson *et al*., 2007). Una de las principales preocupaciones éticas radica en la privacidad y la autonomía de los consumidores. A medida que las empresas recopilan datos cerebrales para informar sus estrategias de *marketing*, es esencial garantizar que se obtenga un consentimiento informado claro y que los datos se utilicen de manera ética y responsable. La anonimización de datos también juega un papel fundamental en proteger la identidad de los individuos (Hsu *et al*., 2009).

Además, con las innovaciones emergentes en el campo del *neuromarketing*, como la neurotecnología portátil, surgen nuevas consideraciones éticas. Estas tecnologías plantean de-

safíos únicos en términos de comprensión de los procesos mentales y preferencias de compra, pero también requieren un enfoque ético sólido para garantizar la integridad y el respeto hacia los consumidores (Berger, 2018).

En la Figura 4, se puede considerar un proceso de toma de decisiones de la Generación Z y enfocada a la compra de coleccionables siguiendo todas las variables asociadas con sus características.

VII. Futuro del neuromarketing: más allá de los límites cerebrales

Mirando hacia el futuro, el *neuromarketing* continuará evolucionando en la era digital. Con el desarrollo de técnicas más sofisticadas y una mayor capacidad para procesar datos cerebrales, las estrategias de *marketing* dirigidas a la Generación Z se volverán más precisas y efectivas. Sin embargo, este progreso debe ir de la mano con sólidos principios éticos para proteger los derechos y la privacidad de los consumidores (Velasco *et al*., 2020).

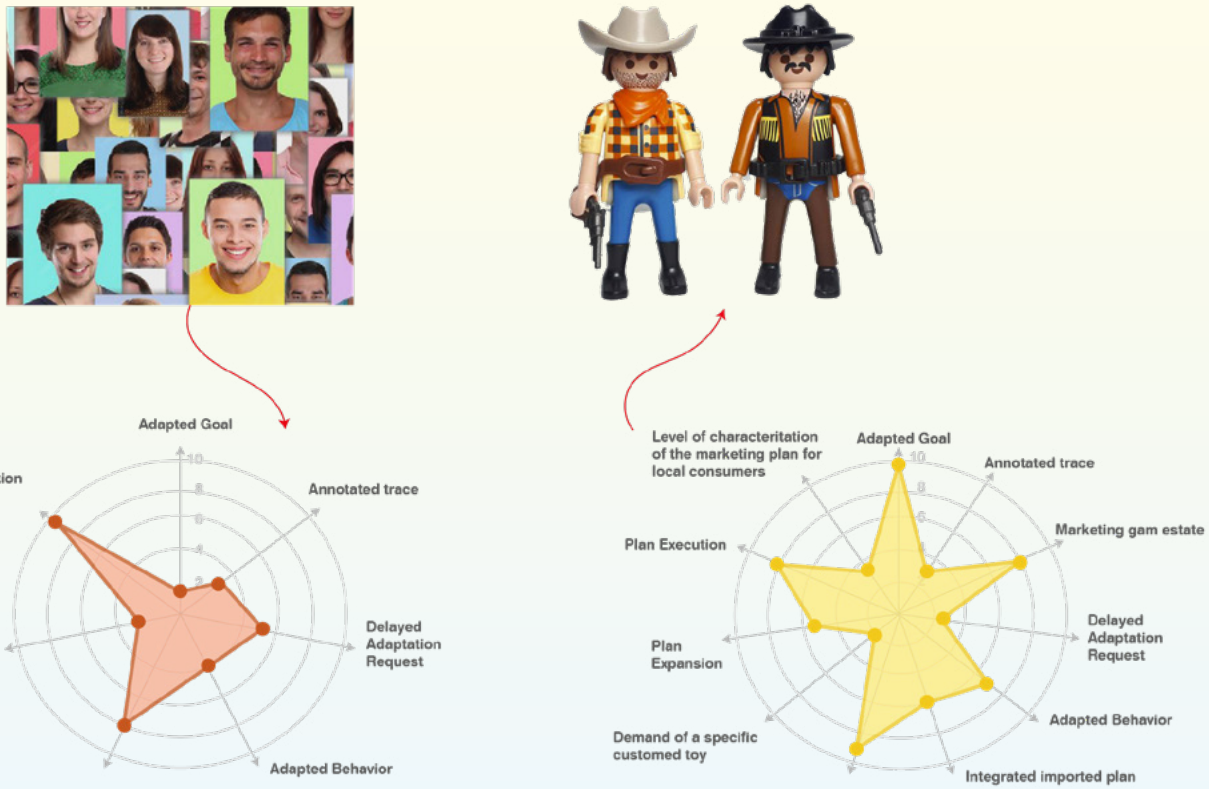


Figura 4. Representacion de una correcta toma de decisiones de una comunidad de coleccionables de la Generacion Z para considerar en forma responsable la compra de productos en linea al evaluar diferentes aspectos de dicha compra.

Figura 5. Caracterización de *outfits* asociados con cada sociedad en Oceanía y la representación de sus respectivos trajes tradicionales.

En la Figura 5, se puede observar cómo los aspectos sociodemográficos inciden de forma permanente a la hora de tomar decisiones, incluso en cuestiones de los outfits de cada sociedad.

El *neuromarketing* representa una herramienta poderosa para entender y conectar con la Generación Z, pero su aplicación debe ser guiada por estándares éticos sólidos. Al abordar de manera proactiva las preocupaciones éticas asociadas con el *neuromarketing*, podemos aprovechar su potencial de manera ética y responsable en el panorama digital actual.

Referencias

Velasco, C. *et al*. (2020). The future of consumer neuroscience and neuromarketing research: Ethical, legal, and consumer issues. *Journal of Consumer Behaviour*, 19(2), 339–353.

Roesler, C., *et al*. (2021). Consumer neuroethics: Anticipating challenges for marketing and policy. *Journal of Business Research*, 124, 821–834.

Alsharif, A. H., & Mohd Isa, S. (2024). Revolutionizing consumer insights: The impact of fMRI in neuromarketing research. *Future Business Journal*, 10, 79. https://doi.org/10.1186/s43093-024-00371-z

Christopoulos, G. I., Uy, M. A., & Yap, W. J. (2019). The body and the brain: Measuring skin conductance responses to understand the emotional experience. *Organizational Research Methods, 22*(1), 394-420.

Chillakuri, B. (2020). Understanding Generation Z expectations for effective onboarding. *Journal of Organizational Change Management, 33*(7), 1277-1296.

Prabowo, S. H. W., Parahiyanti, C. R., Dewi, Y. R., Aulisaina, F. I., & Abd Aziz, N. (2023). The Fierce Competition of Shopee Battlefield Among Generation Z Consumers: A Neuromarketing Perspective. En *Proceedings of the BISTIC Business Innovation Sustainability and Technology International Conference (BISTIC 2023)* (Vol. 267, p. 39). Springer Nature.

Varghese, S., & Agrawal, M. (2021). Impact of social media on Consumer Buying Behavior. *Saudi Journal of Business and Management Studies, 6*(3), 51–55.

Knutson, B., Rick, S., Wimmer, G. E., Prelec, D., & Loewenstein, G. (2007). Neural predictors of purchases. *Neuron, 53*(1), 147–156.

Hsu, M., Bhatt, M., Adolphs, R., Tranel, D., & Camerer, C. F. (2009). Neural systems responding to degrees of uncertainty in human decision-making. *Science*, ***310***(5754), 1680–1683.

Berger, A. A. (2018). Millennials as Shoppers and Consumers. En *Cultural Perspectives on Millennials*. Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69685-0_7

EL SLS DE LA NASA:
EL COHETE QUE HARÁ HISTORIA EN EL ESPACIO

YOANA NAVIDAD SESEÑA GÓMEZ
Ingeniería Biomédica, 6.º semestre

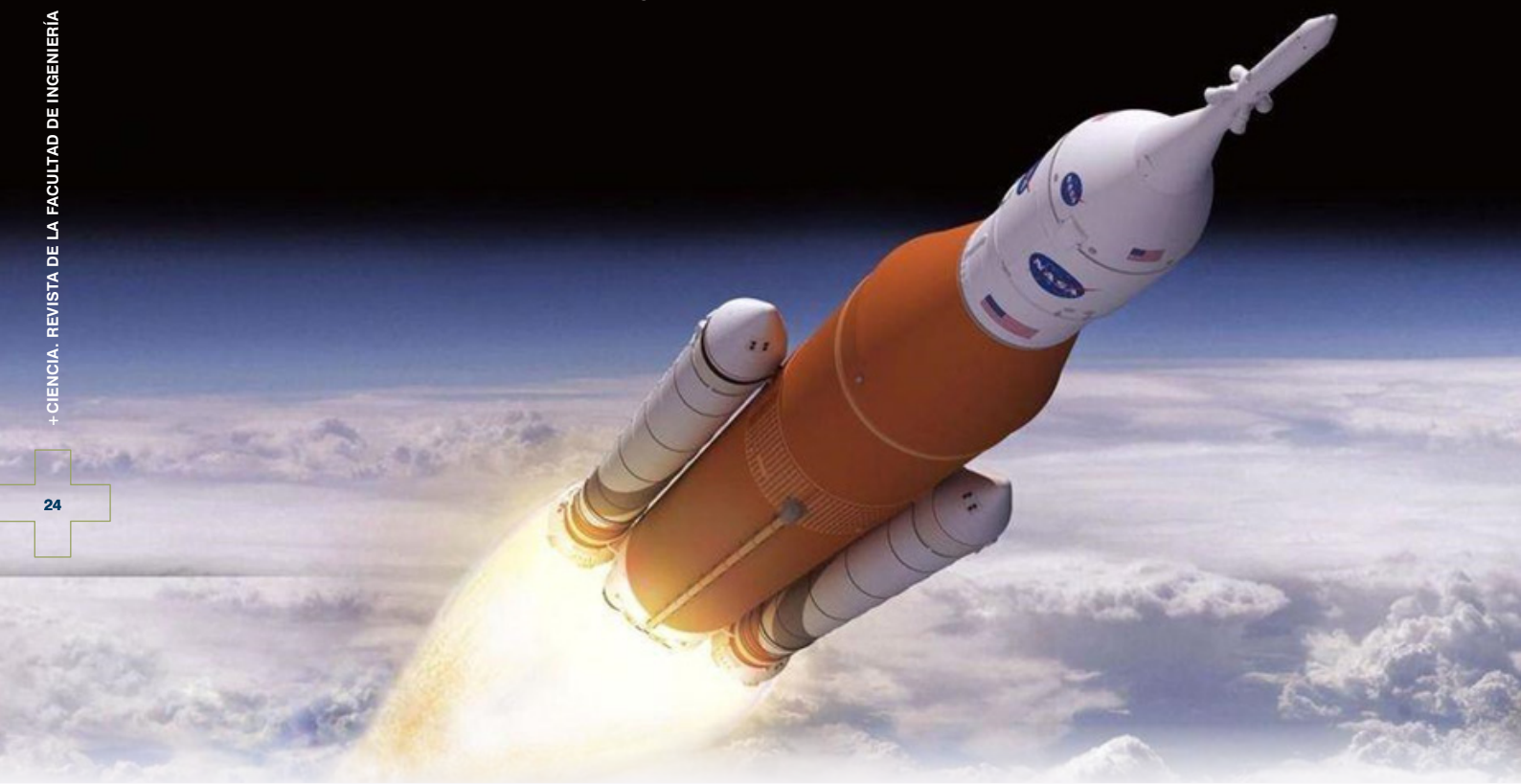


Figura 1. Cohete SLS (Redacción A21, 2024)

¿Qué es el cohete SLS?

¿Alguna vez te has puesto a pensar cuál es el cohete más poderoso que tiene la NASA para poder hacer historia en la ciencia? Actualmente es el SLS, siglas que significan Sistema de Lanzamiento Espacial. Este poderoso cohete es capaz de enviar misiones para descubrir el espacio exterior más lejos que cualquier otro, lo que hace que tenga la característica de ir más rápido a través del espacio. Es importante aclarar que este cohete no actúa solo, sino que, junto con la nave espacial Orion, la estación lunar Gateway y el módulo de aterrizaje para astronautas, son las piezas clave de la NASA para explorar el espacio más allá de la Tierra. El SLS es el único capaz de llevar, en un solo viaje, tanto a la nave espacial Orion como a los astronautas a la Luna. En la primera misión que realizó, este cohete fue capaz de transportar 27 toneladas de carga hacia la Luna, y en el futuro se busca que esta increíble nave espacial sea más poderosa y transporte cargas más grandes y pesadas (Mohon, 2021).

¿Cómo funciona el SLS?

Para que este cohete sea capaz de transportar grandes toneladas de carga hacia la Luna debe viajar a una velocidad de 39,428 km/h (24,500 mph) (Encyclopedia NASA, 2024). El SLS ocupa 4 motores de propulsión líquida R2-25 y, además de estos, cuenta también con dos propulsores laterales de combustible sólido de cinco segmentos (Encyclopedia NASA, 2024).

Para las misiones sin tripulación, una vez que se encuentran en el espacio, la parte superior criogénica provisional (ICPS) ayuda a enviar la nave Orion rumbo a la Luna. Al igual que en Artemis I, las próximas misiones Artemis II y III seguirán utilizando esta versión Block 1 (Encyclopedia NASA, 2024). Sin embargo, la NASA está trabajando en crear la futura versión Block 1B, que se destaca porque podrá realizar misiones tripuladas. Esta versión contará con una nueva y más potente etapa superior de exploración (EUS). La versión Block 1B permitirá que, en un solo despegue, se envíe la nave Orion. Es importante destacar que esta versión tendrá la capacidad de lanzar 38 toneladas de carga al espacio, junto con la nave Orion y su tripulación (Encyclopedia NASA, 2024).

En el futuro también se planea que el SLS cuente con una versión más poderosa, la Block 2, capaz de enviar suministros a la Luna, Marte y otros destinos del espacio profundo, gracias a su capacidad de levantar 46 toneladas (Encyclopedia NASA, 2024).

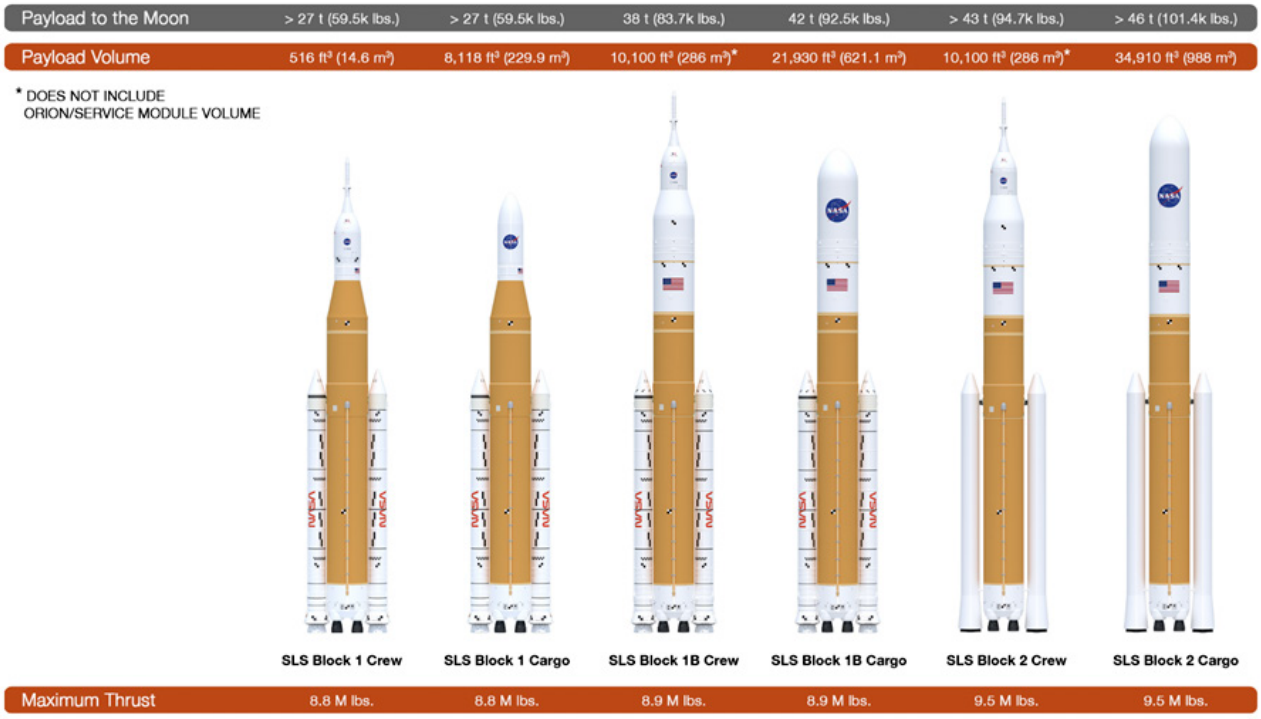


Figura 2. Diferentes configuraciones del cohete SLS (Block 1, Block 1B y Block 2), mostrando su capacidad de carga útil hacia la Luna, volumen de carga y empuje máximo (Encyclopedia NASA, 2024).

¿Cómo está formado el cohete SLS?

El cohete SLS está formado por varias partes que trabajan en conjunto para poder enviar astronautas y cargas hacia la Luna y, más adelante, hacia Marte. Este cohete se compone de diferentes zonas, cada una con una función específica, las cuales se presentan a continuación:

1. *Core Stage*

La etapa principal del SLS compone la parte más grande del cohete. Mide más de 64 metros de alto y tiene un diámetro de 8.4 metros; sus componentes internos son cuatro motores RS-25, 733,000 galones de hidrógeno y oxígeno líquidos que alimentan a estos motores. Esta etapa central se construye usando máquinas de soldadura por fricción-agitación. Esta parte es primordial en el cohete, ya que no solo es la encargada de sostener todos los demás equipos, sino que también se encarga de llevarlos al espacio (NASA, 2022).

La etapa central se compone de cinco secciones principales:

- Sección de motores. Esta sección está construida con paneles de aluminio soldados en un diseño isogrid. En la parte inferior cuenta con una estructura en forma de cola de barco capaz de canalizar el flujo de aire para proteger a los motores de temperaturas extremas (NASA, 2022).
- Tanque de hidrógeno líquido. Tiene un diámetro de 8.4 metros y una altura de 39.7 metros. Está integrado por cinco grandes secciones cilíndricas unidas con soldadura, y en cada extremo lleva una cúpula. En la parte posterior, se pueden observar cuatro tuberías, que son las encargadas de llevar el hidrógeno líquido hasta los motores RS-25 (NASA, 2022).
- Intertanque. Esta sección se encarga de separar las cúpulas superior e inferior hemisféricas del tanque de hidrógeno líquido. También contiene una estructura de empuje, conexiones con los tanques y cámaras (NASA, 2022).
- Tanque de oxígeno líquido. Está compuesto por dos secciones cilíndricas hechas de paneles de aluminio isogrid y dos cúpulas. El oxígeno que contiene este tanque se suministra a los motores mediante conductos llamados *downcomers*, los cuales salen del intertanque (NASA, 2022).
- Falda delantera (*Forward skirt*). Esta estructura se ubica en la parte superior de la etapa central y se encarga de conectar esta con el elemento integrado de la nave espacial y la carga útil (NASA, 2022).

Figura 3. Zona central del cohete SLS (Doyle, 2024)

2. Propulsores de Cohetes Sólidos (Solid Rocket Boosters)

A los lados del SLS hay dos propulsores sólidos que ayudan a darle una gran potencia para el despegue, los cuales proporcionan un 75% del empuje total durante los dos primeros minutos de vuelo (NASA, 2022). Estos propulsores se consideran los más potentes construidos para vuelo: miden 54.1 metros de altura, con 3.7 metros de diámetro y pesan 726 toneladas. El combustible que es utilizado contiene una serie de compuestos tales como el PBAN, perclorato de amonio y polvo de aluminio. La principal diferencia que hace que estos propulsores sean capaces de transportar grandes pesos es que cuenta con 5 segmentos de combustible sólido (NASA, 2022).

3. Zona Superior Criogénica Provisional (ICPS). La zona superior ICPS es la encargada de darle el último impulso a la nave Orion para que siga su camino hacia la Luna. Funciona con un motor RL-10, fabricado por Aerojet Rocketdyne, que utiliza hidrógeno y oxígeno líquidos como combustibles. Aunque este motor es de menor tamaño comparado con los principales, es muy eficiente y confiable, ya que ha sido usado por la NASA durante décadas para lanzar satélites y sondas espaciales (NASA, 2022).

Para la zona Superior de Exploración (EUS) se impulsará en un futuro con los motores RL10C-3, que producen casi cuatro veces más empuje que el único motor RL10B-2, que utiliza actualmente la ICPS (Redacción A21, 2024).

4. Adaptador de la Etapa OrionSe encuentra en la parte más superior del cohete SLS y se encarga de conectar la etapa ICPS con la nave Orion. Su estructura está conformada por un diafragma, el cual evita el paso de los gases que se generan durante el lanzamiento hacia el interior de la nave Orion. Además, también funciona como un sistema para transportar y liberar pequeñas cargas secundarias llamadas CubeSats, que son mini satélites utilizados para experimentos (NASA, 2022).

5. Nave Espacial Orion
En la punta del cohete se encuentra la nave espacial Orion, donde viaja la tripulación de astronautas. Esta nave cuenta con un sistema de escape de emergencia, un módulo de tripulación, un módulo de servicio que le da energía y propulsión (NASA, 2017).

El sistema de escape de emergencia se encuentra por encima del módulo de la tripulación. Este se encarga de impulsar al vehículo hacia un lugar seguro y permitir un aterrizaje en cuestión de milisegundos (NASA, 2017). El módulo de tripulación tiene la característica de proporcionar un ambiente adecuado para transportar a cuatro tripulantes desde el lanzamiento hasta el aterrizaje (NASA, 2017).

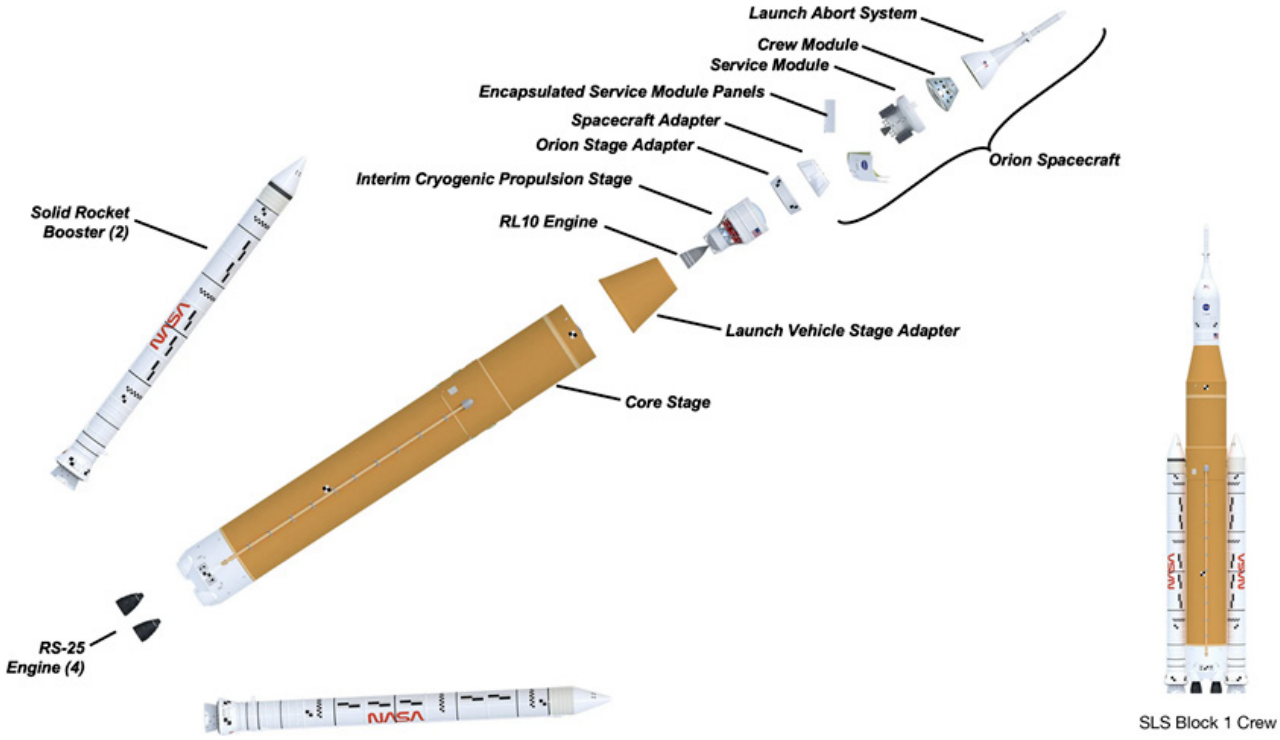


Figura 4. Componentes específicos del cohete SLS (Redacción A21, 2024)

Por último, el módulo de servicio brinda apoyo al módulo de tripulación. Este módulo proporciona propulsión para transferencias orbitales, energía eléctrica, control térmico, control de actitud y un sistema de escape de emergencia durante el ascenso a grandes alturas. Además, cuando la nave está tripulada, el módulo de servicio también suministra agua y aire, asegurando las condiciones necesarias para proteger a la tripulación (NASA, 2017).

Referencias

Doyle, T. P. (2024, 15 de febrero). NASA ships Moon rocket stage ahead of first crewed Artemis flight. *NASA*. https://www.nasa.gov/news-release/nasa-ships-moon-rocket-stage-ahead-of-first-crewed-artemis-flight/

Encyclopedia NASA (2024, 11 de julio). Space Launch System (SLS). *NASA*. https://www.nasa.gov/reference/space-launch-system/

Mohon, L. (2021, 1 de octubre). El cohete Sistema de Lanzamiento Espacial (SLS) de la NASA. *NASA*. https://www.nasa.gov/image-article/el-cohete-sistema-de-lanzamiento-espacial-sls-de-la-nasa/

NASA (2017). *Hoja informativa de la nave espacial Orion* [PDF]. NASA. https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2015/04/orion_factsheet2017_spanish.pdf

NASA (2022). *Space Launch System (SLS) reference guide*. NASA. https://www3.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/sls_reference_guide_2022_v2_508_0.pdf

Redacción A21 (2024, 14 de marzo). Realiza NASA mejoras al megacohete SLS con miras a la exploración lunar. *A21*. https://a21.com.mx/aeroespacial/2024/03/14/realiza-nasa-mejoras-al-megacohete-sls-con-miras-la-exploracion-lunar

Romero, S. (2022, 1 de septiembre). Así es Orion, la nueva nave espacial de la NASA que llevará a los humanos a la Luna y Marte. *Muy Interesante*. https://www.muyinteresante.com/ciencia/26304.html

Figura 5. Nave espacial Orion (Romero, 2022)

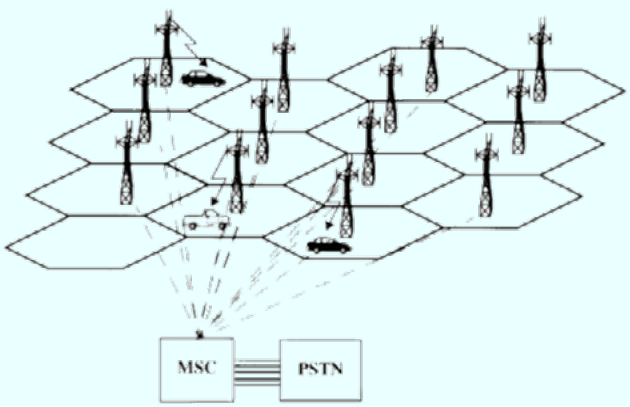
LOS TELÉFONOS MÓVILES, SU ORIGEN Y EVOLUCIÓN

CARMINA VILLEGAS TORAYA
Ingeniería Ambiental, 6.º semestre

Oye, ¿cuántos días puedes pasar sin utilizar tu teléfono celular?... ¡No te asustes! Es solo una pregunta para abordar el tema de este artículo.

Todos sabemos sobre la adicción a los teléfonos celulares, a esta adicción se le conoce como nomofobia, que proviene del inglés “no mobile phone phobia” y se refiere al miedo irracional a estar sin acceso al teléfono móvil. Las personas con nomofobia pueden experimentar ansiedad, malestar emocional, dificultad para concentrarse y problemas de sueño. Además, puede afectar negativamente las relaciones sociales, el rendimiento académico o laboral y la salud mental.

El teléfono celular se gesta hace más de cincuenta años por la necesidad de incrementar la cantidad de usuarios que contaban con teléfono móvil en su automóvil. Entre 1950 y 1983 existían sólo unos 50 canales de radio disponibles para los teléfonos de coche, por lo que, en ciudades como Chicago o Los Ángeles, se podía tener escasamente unos cientos de usuarios en horas pico. A menudo no podía conseguirse ningún canal, además estos teléfonos eran mucho más grandes, muy caros y poco eficientes (Science Museum, 2018). Por tanto, los Laboratorios Bell propusieron incrementar considerablemente la cantidad de canales para mejorar la telefonía móvil en los autos, esto con la condición de obtener el monopolio, ya que creían que este era un mercado pequeño. Motorola se opuso, pues vislumbraron que el mercado sería muy grande y bastante diferente, ya que pensaron en desarrollar un teléfono de mano que fuera una extensión de la persona, teniendo en mente el concepto de *libertad*, que te da el poder de hablar desde cualquier sitio y en cualquier momento.



Arquitectura básica del sistema de telefonía celular

Nace la telefonía celular

Fue así como, en los años 70, los investigadores de los Laboratorios Bell de Estados Unidos empezaron a experimentar con el concepto de red de *telefonía móvil*. La idea era cubrir el país con una extensa red de células hexagonales, cada una de las cuales contendría una estación base. Estas estaciones base enviarían y recibirían mensajes de teléfonos móviles a través de radiofrecuencias. Dos células adyacentes funcionarían a frecuencias diferentes, por lo que no habría peligro de interferencias. A finales de los años 70, un Sistema Avanzado de Telefonía Móvil de los Laboratorios Bell ya funcionaba a pequeña escala.

Martin Cooper, mostrando el DynaTAC 8000

La palabra *celular* fue utilizada por los ingenieros de los Laboratorios Bell, quienes diagramaron una red de torres inalámbricas en lo que llamaron un esquema celular. Este fue el término elegido porque cada torre y su mapa de cobertura se parecían a una célula biológica. Con el tiempo, los teléfonos que funcionaban con este tipo de red inalámbrica se llamaron teléfonos celulares (Miller, 2023).

Fue en abril del año 1973, que el ingeniero Martin Cooper (considerado el padre del teléfono celular), que dirigía la división de Productos Portátiles de Motorola, desarrolló y mostró por primera vez en público, el teléfono móvil, haciendo una llamando llamada a un competidor de AT&T antes de una conferencia de prensa. En septiembre de 1983, Motorola lanzó el DynaTAC 8000 con un precio de venta de $4,000 USD. Pesaba más de un kilo y se le conocía cariñosamente como “el ladrillo”, pero pronto se convirtió en un accesorio imprescindible para financieros y empresarios adinerados.

¿Y cómo ha evolucionado el teléfono móvil? Desde su nacimiento en 1973, los teléfonos móviles han mejorado drásticamente, de simples "ladrillos" a teléfonos inteligentes. Se han convertido en los principales centros de datos, correspondencia y entretenimiento del humano, volviéndose esenciales para la vida actual.

El futuro de la telefonía móvil

El ingeniero Martin Cooper cree que, en un futuro próximo, el teléfono debería estar incrustado bajo nuestra piel como parte del cuerpo y utilizar la energía corporal para cargarse, en lugar de enchufarlo todos los días. También vaticina que al final usaremos gafas para el video. Dice que los teléfonos móviles hasta ahora han estado en lo que él llama "la etapa del juego", pero que los grandes avances se producirán en los próximos 50 años. El futuro de los teléfonos es muy prometedor. Los *smartphones* del mañana revolucionarán nuestra forma de vivir, trabajar y jugar, gracias a los diseños plegables, la integración de IA, la conexión 5G y la dedicación a la sostenibilidad. Sólo podemos imaginar los tremendos avances que nos esperan en la palma de la mano a medida que la tecnología sigue evolucionando rápidamente (Sadurni, 2025).

Referencias

Hidalgo, L. (2020, 23 de mayo). La extraordinaria razón por la cual el teléfono celular tuvo que ser inventado en un plazo de 3 meses. *BBC News Mundo*. Tomado de https://www.bbc.com/mundo/noticias-51713932

Miller, M. J. (2023, 3 de abril). The man who placed the first mobile call 50 years ago talks phones of the future. *PCMag*. Tomado de https://www.pcmag.com/news/the-man-who-placed-the-first-mobile-call-50-years-ago-talks-phones

Sadurni, J. M. (2025, 3 de marzo). Alexander Graham Bell y la polémica teléfono. *National Geographic*. Tomado de https://historia.nationalgeographic.com.es/a/alexander-graham-bell-y-polemica-telefono_15118 (Consulta: 22 de marzo de 2025).

Science Museum (2018, 12 de noviembre). Invention mobile phones: How were mobile phones invented? *Science Museum*. Tomado de https://www.sciencemuseum.org.uk/objects-and-stories/invention-mobile-phones#how-were-mobile-phones-invented (Consulta: 22 de marzo de 2025).

EL CAMBIO SUSTENTABLE SOBRE RUEDAS

INGRID SOFÍA RINCÓN VON PASTOR
Ingeniería Mecatrónica, 6.° semestre

Figura 1. Sonnenschiff, Alemania.
(Obtenida de: https://bz-ticket.de/sonnenschiff-und-solarsiedlung-freiburg)

En un mundo donde la gran mayoría de las noticias suelen ser sombrías, necesitamos un rayo de esperanza. En esta ocasión, viene del sol. Existen muchas corrientes y géneros literarios con vistas sombrías hacia el futuro, como el *steampunk* con sus distopías románticas o el *cyberpunk* con sus futuros deshumanizados y altamente tecnológicos. A diferencia de estos, el *solarpunk* nace como una utopía, un futuro sostenible y en armonía con la naturaleza y el medio ambiente. Pero ¿es realmente inalcanzable?

Existen numerosas iniciativas en la vida real que buscan generar un impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente. Verne Global opera centros de datos impulsados completamente por energías limpias. Carbon Upcycling, una firma canadiense, convierte la contaminación de CO_2 en camisetas o pinturas. Hay casas sustentables como el diseño "Heliotropo" y existen numerosas ciudades y comunidades ecológicas, autosuficientes y sostenibles como Masdar City en los Emiratos Árabes Unidos y Sonnenschiff en Alemania. Prácticamente todas las industrias hoy en día se mueven hacia un futuro más sustentable, y la automotriz no es la excepción (Verne, 2025; INFODECH, 2023).

Los autos eléctricos son considerados lo más ecológico que hay en la industria hoy en día. En primer lugar, no emiten gases contaminantes durante el funcionamiento, mejorando la calidad del aire y reduciendo los problemas de salud asociados a la contaminación. Sus motores convierten del 90 al 95% de su energía en movimiento a diferencia del 20-35% de los motores de combustión. Además, reducen la contaminación acústica y pueden minimizar las emisiones de CO_2 totales si la energía con la que se cargan es de fuentes limpias y sustentables (Leed, s.f.; Palombi, 2024; Enel Américas, s.f.).

Estos vehículos han tenido una evolución significativa a lo largo del tiempo. ¿Cuántos realmente creerían que el origen de estos se remonta al siglo XIX? En 1828 Ányos Jedlik desarrolló un motor eléctrico que se considera como el precursor de los autos eléctricos. Poco después, Thomas Davenport creó un prototipo de vehículo eléctrico a escala y Robert Anderson inventó un carruaje impulsado eléctricamente. A pesar de las varias ideas del momento, las limitaciones que tenían en velocidad y autonomía los llevaron a ser desplazados por los vehículos de gasolina. La idea no fue retomada sino hasta finales del siglo XX y principios del siglo XXI debido a los avances tecnológicos que ha habido y la creciente preocupación por el medio ambiente (Lincoln, 2022).

En general, estos vehículos utilizan un motor que convierte la energía eléctrica en movimiento. Estos motores suelen tener imanes permanentes dentro de sí para generar el movimiento y ofrecen una alta eficiencia energética. El motor está alimentado por una batería, generalmente hecha de iones de litio, cuya capacidad determina la autonomía y puede variar de vehículo a vehículo. La batería proporciona corriente continua, mientras que el motor requiere corriente alterna, por ello es necesario incluir un convertidor o inversor que, además de hacer la conversión, permite la recarga de la batería cuando se conecta a un sistema de frenado regenerativo. El último es el que recupera la energía cinética durante el frenado y la convierte en energía eléctrica. Una ventaja de estos vehículos es que no requieren una caja de cambios convencional, puesto que el motor puede operar a altas revoluciones y proporciona un torque instantáneo (García Vita, 2023).

La industria de los vehículos eléctricos continúa avanzando rápidamente y una de las formas en las que ha avanzado es con los paneles solares. La integración de estos paneles en vehículos eléctricos ha sido objeto de diversos proyectos innovadores en los últimos años. Recientemente, la empresa Aptera, en colaboración con Pininfarina, ha presentado un vehículo eléctrico ligero de 3 ruedas que incorpora células solares integradas capaces de generar 700W de potencia. Ofrece hasta 40 millas de autonomía diaria y puede alcanzar hasta 400 millas con una sola carga a la corriente. En la Universidad de Nueva Gales del Sur, un equipo de alumnos desarrolló el Sunswift 7, un vehículo eléctrico equipado con paneles solares que logró recorrer 1000 kilómetros sin necesidad de recargar externamente. Su diseño aerodinámico le permite alcanzar una velocidad máxima de 140 km/h. O como Squad, un *city car* solar deseñado para entornos urbanos con una autonomía de 20 kilómetros con energía solar (Cardoso, 2023; Hawkins, 2025; Hernández, 2022).

Desgraciadamente, no todos los autos eléctricos solares desarrollados han sido exitosos. La empresa holandesa Lightyear desarrolló un automóvil eléctrico con paneles solares, cuya producción inició en noviembre de 2022. En enero de 2023 la compañía se declaró en bancarrota. Sono Motors también desarrolló un automóvil que fracasó rotundamente. A pesar de ofrecer una autonomía de 250 kilómetros y la capacidad de funcionar como una estación de energía móvil, la empresa canceló el proyecto debido a dificultades financieras y la falta de inversiones suficientes. La empresa so-

brevió, pero optó por instalar paneles solares en vehículos de terceros en vez de fabricar los propios (La Vanguardia, 2023a; Auto Magazine, 2018; La Vanguardia, 2023b).

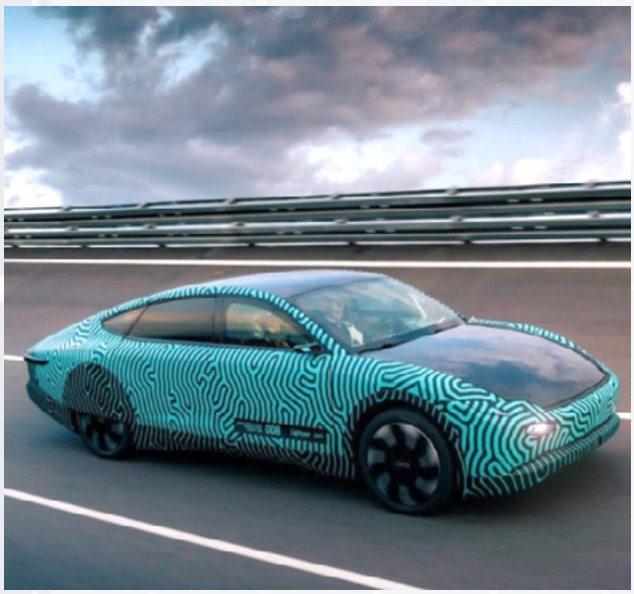


Figura 2. El desaparecido Lightyear.
(Obtenida de: https://www.lavanguardia.com/files/image_990_484/files/fp/uploads/2023/02/27/63fcde62ce943.r_d.737-334-7471.png)

A pesar de los proyectos fallidos que se han dado en la industria, también existen proyectos exitosos. Muchos de ellos desarrollados por estudiantes universitarios. Como el proyecto Eolian, resultado de una colaboración entre estudiantes, profesores y funcionarios de la Universidad de Chile, que diseñaron un vehículo solar para competencias nacionales e internacionales. Este proyecto ha producido vehículos como el Eolian 2, ganador del 2° lugar en el Atacama Solar Challenge en 2011 y el Eolian Fénix, que recorrió una distancia de aproximadamente 2000 km en el desafío Santiago-Arica. En la Universidad EAFIT, en Colombia, se trabaja en el proyecto Kratos, que es el desarrollo de un vehículo solar con un enfoque comercial (Universidad EAFIT, s.f.; Universidad de Chile, s.f.).

Como siempre, en México no nos podemos quedar atrás. En la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) un grupo de estudiantes diseñó y manufacturó el "Quetzal". El primer auto solar del estado, concebido para participar en la Bridgestone World Solar Challenge de Australia (García, 2021). La Universidad Politécnica de Chihuahua (UPCH) también está liderando en esta tecnología, diseñando y elaborando el prototipo. Su equipo está conformado por diferentes programas académicos de la institución. Estos proyectos reflejan el compromiso de las instituciones educativas en promover la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias en el sector automotriz, contribuyendo a la formación de profesionales capaces de enfrentar los desafíos energéticos y ambientales actuales (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2023).

Figura 3. El Quetzal.
(Obtenida de: https://oem.com.mx/elsoldetoluca/img/14550055/1631943465/BASE_LANDSCAPE/1200/_CAM2862_2.webp)

En la Universidad Anáhuac está por empezar el desarrollo de un proyecto similar. Y es que el Valle de México enfrenta una crisis de movilidad y contaminación que afecta la calidad de vida de todos sus habitantes. Con una población de más de 22 millones de personas y 9.6 millones de vehículos circulando diariamente, la congestión vial y la contaminación del aire están peor que nunca. Esto, además de deteriorar la salud de las personas, reduce la productividad y eleva los costos de transportación. A pesar de múltiples intentos por mejo-

rar la infraestructura y el transporte público, la calidad del aire ha mejorado tan solo un poco en las últimas décadas. Así es como surge este nuevo proyecto, un vehículo solar urbano de dos asientos que puede generar su propia energía. Esto no sólo disminuiría la contaminación; al integrar paneles solares también se reduce la necesidad de infraestructura de carga eléctrica y al disminuir la cantidad de vehículos de gran tamaño, también se optimizaría el uso del espacio urbano para los automóviles, permitiendo un rediseño de la ciudad más enfocado en la movilidad sostenible.

Aunque estamos todos muy emocionados por este nuevo proyecto, es importante reconocer que el camino presentará desafíos importantes. Principalmente la inversión inicial, pues en tecnologías solares esta inversión requiere un compromiso tanto del sector público como del privado. A pesar de ello, los beneficios a largo plazo, como el ahorro en costos operativos y el impacto positivo en la salud pública, justifican el esfuerzo. Aún más si con este esfuerzo se puede promover un cambio cultural hacia una movilidad más responsable y sostenible.

El desarrollo de este proyecto no sólo responde a la urgencia de reducir la contaminación y el tráfico, sino que también posiciona a la Ciudad de México como líder en innovación en movilidad sustentable. Si se logra implementar con éxito, servirá de modelo para otras ciudades con problemas similares, marcando el inicio de una nueva era en el transporte urbano. La movilidad del futuro debe ser limpia, eficiente y accesible, y los vehículos solares urbanos tienen el potencial de ser la clave para transformar la manera en que nos desplazamos en la ciudad.

El cambio sustentable sobre ruedas no es sólo una idea, es una realidad que podemos construir juntos. Este proyecto representa una oportunidad única para demostrar que la innovación y la sostenibilidad pueden ir de la mano en la movilidad urbana. No se trata sólo de un vehículo solar, sino de un paso firme hacia una ciudad más limpia, eficiente y pensada para las personas. Cada avance tecnológico que hoy damos, incluyendo los que ocurren en la Universidad Anáhuac, no sólo impactan nuestra comunidad, sino que sientan las bases para un futuro más sustentable en México y el mundo. Este es el momento de actuar, de sumarnos al cambio y de formar parte de una generación que redefine el rumbo de la movilidad.

Referencias

- Verne (2025, 13 febrero). Sustainable data center solutions. *Verne*. https://www.verneglobal.com/about-us/sustainability
- INFODECH (2023, 1 febrero). Medio ambiente: Solarpunk, el movimiento optimista que imagina un futuro mejor para el planeta. *Instituto INFODECH*. https://institutoinfodech.com/medio-ambiente-solarpunk-el-movimiento-optimista-que-imagina-un-futuro-mejor-para-el-planeta/
- Leed (s. f.). Beneficios de los autos eléctricos. *Leed*. https://www.corporacionfavorita.com/sostenibilidad/edificaciones-bajo-impacto-ambiental/beneficios-de-los-autos-electricos/
- Palombi, A. (2024, 24 julio). Los beneficios de los coches eléctricos para el medioambiente. *Univergy Solar*. https://univergysolar.com/beneficios-coches-electricos-medioambiente/
- Enel Américas (s. f.). La movilidad eléctrica y sus ventajas. *enelamericas.com*. https://www.enelamericas.com/es/historias/a202110-la-movilidad-elctrica-y-sus-ventajas0.html
- Lincoln (2022, 29 abril). La nueva era de la electromovilidad: dos siglos de historia e innovación. *Lincoln Media Center*. https://media.ford.com/content/lincolnmedia/lna/mx/es/news/2022/04/29/la-nueva-era-de-la-electromovilidad--dos-siglos-de-historia-e.html
- García Vita, R. (2023, 29 diciembre). ¿Sabes cómo funcionan los coches eléctricos? Así es su tecnología. *Top Gear España*. https://www.topgear.es/coche-electrico/sabes-como-funcionan-coches-electricos-tecnologia-1353019
- Cardoso, J. M. (2023, 2 enero). Auto eléctrico con paneles solares recorre 1000 km en Australia. *Autocosmos*. https://noticias.autocosmos.com.mx/2023/01/02/auto-electrico-con-paneles-solares-recorre-1000-km-en-australia
- Hawkins, A. J. (2025, 6 enero). Aptera shows off a new solar-powered car that it swears will go

into production. *The Verge*. https://www.theverge.com/2025/1/6/24337095/aptera-solar-car-production-intent-pininfarina-ces
- Hernández, L. (2022, 17 mayo). Squad es un pequeño auto eléctrico con paneles solares en el techo para su recarga. *Autocosmos*. https://noticias.autocosmos.com.mx/2022/05/17/squad-es-un-pequeno-auto-electrico-con-paneles-solares-en-el-techo-para-su-recarga
- La Vanguardia. (2023a, 28 febrero). El fracaso de los coches solares: dos modelos con miles de reservas desaparecen antes fabricarse. *La Vanguardia*. https://www.lavanguardia.com/motor/actualidad/20230228/8787933/fracaso-coche-solar-dos-modelos-miles-reservas-desaparecen-antes-fabricarse-sion-lightyear-one.html
- Hernández, L. (2022b, mayo 17). Squad es un pequeño auto eléctrico con paneles solares en el techo para su recarga. *Autocosmos*. https://noticias.autocosmos.com.mx/2022/05/17/squad-es-un-pequeno-auto-electrico-con-paneles-solares-en-el-techo-para-su-recarga
- Auto Magazine (2018, 13 septiembre). Sion, el auto eléctrico con paneles solares de Sono Motors. *Auto Magazine*. https://automagazine.ec/sion-el-auto-electrico-con-paneles-solares-de-sono-motors/
- La Vanguardia (2023b, febrero 28). El fracaso de los coches solares: dos modelos con miles de reservas desaparecen antes fabricarse. *La Vanguardia*. https://www.lavanguardia.com/motor/actualidad/20230228/8787933/fracaso-coche-solar-dos-modelos-miles-reservas-desaparecen-antes-fabricarse-sion-lightyear-one.html
- Universidad EAFIT (s. f.). Vehículo solar - Proyectos y retos – Kratos. *Universidad EAFIT*. https://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/kratos/Paginas/vehiculo-solar.aspx
- Universidad de Chile (s. f.). Estudiantes FEN UChile participan en Eolian, el primer auto solar chileno. *Universidad de Chile*. https://fen.uchile.cl/es/noticia/ver/estudiantes-fen-uchile-participan-en-eolian-el-primer-auto-solar-chileno
- García, A. (2021, septiembre 18). Conoce a Quetzal, el primer auto solar del Edomex manufacturado por estudiantes de la UAEMéx. *El Sol de Toluca*. https://oem.com.mx/elsoldetoluca/ciencia-y-salud/conoce-a-quetzal-el-primer-auto-solar-del-edomex-manufacturado-por-estudiantes-de-la-uaemex-14748102
- Gobierno del Estado de Chihuahua (2023, octubre 11). Diseñan estudiantes de la Universidad Politécnica de Chihuahua prototipo de auto solar. *Portal Gubernamental del Estado de Chihuahua*. https://chihuahua.gob.mx/prensa/disenan-estudiantes-de-la-universidad-politecnica-de-chihuahua-prototipo-de-auto-solar

https://www.atraccion360.com/el-primer-auto-solar-saldra-la-venta-en-2019

OPTIMIZA CON ERGONIZA

SANTIAGO HERNÁNDEZ VIEYRA
Ingeniería Industrial, 4.º semestre

¿Sabías que, en promedio, ocurren más de 270 mil accidentes laborales al año en México? (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2020). Al leer esta cifra, es común pensar en daños catastróficos que suceden en sectores industriales y no pueden evitarse. Sin embargo, esta categoría también abarca daños que el cuerpo humano puede sufrir con el tiempo debido a movimientos repetitivos, posturas forzadas o el uso incorrecto de equipos. Ejemplos de tales accidentes incluyen fracturas, traumatismos en articulaciones, esguinces y torceduras de ligamentos, entre otros. Estas lesiones pueden ocurrir en lugares como fábricas, almacenes e incluso oficinas.

No obstante, es importante señalar que todos estos accidentes pueden prevenirse mediante el uso de medidas ergonómicas adecuadas. Así surge la plataforma Ergoniza, un *software* desarrollado por la Universidad Politécnica de Valencia en 2006. Su propósito es evaluar las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo. Utilizando más de 20 herramientas profesionales de evaluación, la página nos ayuda a determinar si las condiciones laborales son seguras y adecuadas para los empleados. Además, proporciona información valiosa sobre la implementación de nuevas medidas de seguridad, en caso de ser necesario. Gracias a su interfaz intuitiva y fácil de usar, Ergoniza se convierte en una herramienta esencial no sólo para los ingenieros encargados de la ergonomía y seguridad industrial, sino también para cualquier persona interesada en preservar el bienestar físico y psicosocial de los trabajadores (Universidad Politécnica de Valencia, 2023).

Imagen 1. Logo Ergoniza

¿Cómo se usa?

Al acceder a la página, el *software* te brinda la opción de seleccionar los factores de riesgo que deseas evaluar, clasificados en categorías como posturas, carga, repetitividad de movimientos, factores físicos y psicológicos, riesgos ambientales y uso de fuerzas. Después de determinar el factor que deseas diagnosticar, puedes elegir entre varias pruebas estandarizadas, cada una con un enfoque único. Las pruebas incluyen una descripción sencilla que detalla su utilidad, características, enfoque y nivel de complejidad. Así, puedes seleccionar la prueba que mejor se adapte a tus necesidades para orientar tu estudio de manera efectiva.

Después de elegir la prueba adecuada, se abrirá un panel de información donde puedes registrar los datos del empleado o grupo de empleados que evaluarás, como la edad, género, duración de la jornada laboral y antigüedad en el puesto. Estos elementos mejoran la

precisión de los resultados. Según la evaluación seleccionada, se abrirán cuestionarios que optimizan la recopilación de datos sobre las actividades cotidianas de los empleados, así como las acciones frecuentes y los esfuerzos involucrados. Estos cuestionarios están complementados con imágenes y diagramas fáciles de interpretar, lo que permite que cualquier usuario comprenda las preguntas y responda con precisión. Finalmente, los resultados se presentan a través de gráficos y/o escalas fáciles de interpretar. Calculados a partir de la información proporcionada por el usuario, ofrecen una valoración de riesgo que indica la aceptabilidad de las condiciones laborales y su peligrosidad a largo plazo. Además, proporcionan una visión general de las áreas de oportunidad para implementar soluciones efectivas. Es relevante señalar que la plataforma no proporciona soluciones inmediatas, dado que las circunstancias individuales pueden ser muy específicas. No obstante, la página es de gran utilidad para comprender la necesidad de precauciones y determinar los aspectos en los que se debe trabajar para optimizar las condiciones laborales.

Imagen 2. La página brinda una valoración del riesgo, así como material de apoyo útil para mejorar las condiciones laborales de ser necesario. Obtenido de: ergonautas.upv.es.

Ventajas del *software*

La ventaja más importante de esta plataforma es que no tiene costo. Basta con crear una cuenta para acceder a las funciones mencionadas, facilitando que sea una aplicación accesible para todos. Aunque existe un plan premium que brinda acceso a resultados más específicos y colaboración en proyectos más grandes, el plan básico proporciona datos prácticos y completos para mejorar la productividad y prevenir accidentes laborales.

Además, como se mencionó anteriormente, la página es extremadamente intuitiva. En caso de no entender alguna pregunta o cómo completar la información, todas las preguntas cuentan con un pequeño signo de interrogación que explica cómo responder. Esto, junto con los apoyos visuales en cada cuestionario, facilita que cualquier persona pueda usar los recursos de la página con facilidad y precisión. Finalmente, puedes cambiar de idioma a inglés en caso de requerirlo, lo que también ayuda si se están evaluando trabajadores que no dominen el español.

¡Así que ya lo sabes! Con Ergoniza, puedes contribuir de manera significativa a tu ambiente laboral de manera que quizás no hubieras imaginado. Recuerda que la seguridad está en tus manos, y utilizando una plataforma como ésta que te permite evaluar factores ergonómicos de manera sencilla, podrás evitar accidentes laborales y ayudar a las personas que trabajan en tu entorno a realizar sus actividades de manera eficiente y sobre todo segura.

Referencias

Instituto Mexicano del Seguro Social (2020). Capítulo VII. Lesiones en el trabajo. *Gobierno de México*. https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/estadisticas/memoria/2020/07-SaludTrabajo.xlsx (Consulta: noviembre de 2023).

Universidad Politécnica de Valencia (2023). Ergoniza: software para la gestión de la ergonomía en puestos de trabajo. *Ergonautas*. https://www.ergonautas.upv.es/ergoniza/app/land/index.html (Consulta: noviembre de 2023).

¿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

Cenit

Centro de Innovación Tecnológica
Universidad Anáhuac

AVANCES EN ELECTRÓNICA ORGÁNICA: EL DISEÑO DE TRANSISTORES ORGÁNICOS FLEXIBLES

GIOVANNA ANGÉLICA VÁZQUEZ HERNÁNDEZ*, LIOUDMILA FOMINA[1], ROBERTO SALCEDO
Los autores colaboran en el Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México.
Contactos para correspondencia: Giovanna Angélica Vázquez Hernández (ing.giovannavhz@gmail.com)
y Lioudmila Fomina (lioudmilafomina@gmail.com)

1. Desarrollo

Desde la década de 1960, la industria de semiconductores basada en silicio y germanio ha sido un pilar en el desarrollo del campo de la información moderna. Los sistemas tradicionales de semiconductores integrados por estructuras rígidas basadas en óxidos metálicos y compuestos por placas de circuitos rígidos y chips de silicio sólido no satisfacen la demanda de flexibilidad de la era emergente de la electrónica portátil, la robótica y la inteligencia artificial [1-3]. El término *electrónica flexible* se refiere a la clase de dispositivos electrónicos de película delgada que pueden doblarse, plegarse, torcerse, comprimirse, estirarse e incluso deformarse en formas arbitrarias, manteniendo un alto rendimiento eléctrico, fiabilidad e integración. Esta definición ha abierto un rápido desarrollo en el área de los semiconductores orgánicos en las últimas décadas, ya que se han implementado nuevas aplicaciones electrónicas que superan las propiedades que ofrecen los semiconductores inorgánicos cristalinos clásicos [4]. Entre sus principales ventajas, se encuentran la deposición de películas delgadas sobre prácticamente cualquier sustrato, flexibilidad mecánica, transparencia y el uso de materiales amigables con el medio ambiente, como precursores, etc. Dentro de las aplicaciones más exitosas hasta la fecha se encuentran en el campo de los dispositivos optoelectrónicos: las pantallas basadas en diodos orgánicos emisores de luz (las OLED, siglas del inglés organic light-emitting diodes) [5-9] que ya han alcanzado un mercado multimillonario, principalmente para uso en teléfonos inteligentes y pantallas de televisión. La fabricación de celdas solares orgánicas (OSC, siglas del inglésorganic solar cell) se está realizando en grandes cantidades, debido a su capacidad para la integración de módulos fotovoltaicos en edificios, gracias a su ligereza y flexibilidad que permiten un fácil montaje de los módulos en techos y fachadas. Además, algunos semiconductores orgánicos con estructuras específicas poseen propiedades favorables de biocompatibilidad o biodegradabilidad [10] que permiten que matrices electrónicas orgánicas flexibles interactúen sin problemas con sistemas biológicos, lo que conduce a numerosas aplicaciones amigables para los humanos como pieles electrónicas y prótesis inteligentes [11], dispositivos portátiles de monitoreo de la salud y la actividad humana [12] (véase Figura 1).

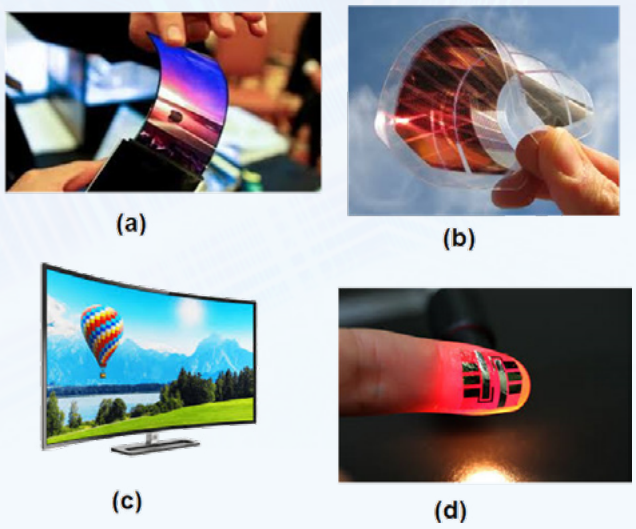


Figura 1. Aplicaciones en dispositivos optoelectrónicos de semiconductores orgánicos: (a) OLED, (b) OSC, (c) pantalla de televisión a base de OLED y (d) sensores compatibles con la piel humana a base de OFET.

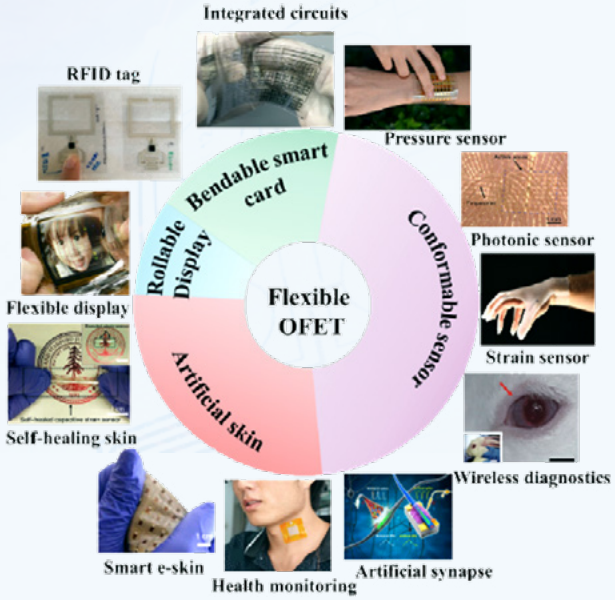


Figura 2. Principales ejemplos de aplicaciones para el campo de los FOFET [15].

2. Transistores orgánicos flexibles de efecto-campo

Retomando la definición de *electrónica flexible*, es importante destacar que uno de los dispositivos más utilizados para esta área y que más aplicaciones de diseño ha tenido es el de los transistores orgánicos flexibles de efecto-campo (FOFET, siglas del inglés flexible organic field-effect transistor). En comparación con los sensores de tipo resistor, los sensores basados en los FOFET generalmente presentan una mayor sensibilidad debido a su amplificación de señal y sintonización. Además, debido a su facilidad de miniaturización e integración, los FOFET tienen un gran potencial como unidades para la construcción de bloques de circuitos digitales flexibles y microprocesadores [13, 14]. Algunas de sus aplicaciones más recientes se encuentran representadas en la Figura 2.

A diferencia de los transistores de efecto campo convencionales basados en silicio, que consideran principalmente las propiedades eléctricas, los FOFET se evalúan considerando exhaustivamente el equilibrio entre las propiedades electrónicas y la flexibilidad mecánica. Otras características importantes que se deben cumplir en los FOFET es que todos los componentes deben tener cierta flexibilidad mecánica y resistencia a la deformación. Para alcanzar estas propiedades, diversos grupos de investigación han propuesto tres estrategias para mejorar la tolerancia a la deformación de los circuitos FOFET. La primera consiste en desarrollar materiales orgánicos intrínsecamente flexibles o estirables con bajo módulo elástico (módulo de Young). La segunda estrategia radica en diseñar una configuración geométrica particular de materiales orgánicos basada en la ingeniería de deformación y la tercera estriba en desarrollar técnicas de procesamiento eficientes.

2.1 Diseño de moléculas para los FOFET

Algunos de los compuestos desarrollados con estas características son los semiconductores orgánicos conjugados basados en moléculas pequeñas y polímeros utilizados como capas activas [16]. En comparación con las moléculas orgánicas pequeñas, los semiconductores a base de polímeros presentan características importantes como mayor peso molecular, flexibilidad mecánica superior y mejor capacidad

de ensamblaje en películas delgadas. Además, las estructuras laminares de las películas altamente ordenadas y su alta cristalinidad benefician en gran medida la movilidad de los portadores de carga de estos materiales, pero también, estas características son perjudiciales para la estirabilidad mecánica de los dispositivos que requieren una morfología amorfa [17]. Estos desafíos relacionados con la flexibilidad de los dispositivos a base de compuestos poliméricos se pueden mejorar con la aplicación de dos metodologías sencillas: la primera consiste en la incorporación de segmentos blandos en las cadenas moleculares de los polímeros y la segunda se basa en realizar una mezcla con elastómeros y rellenos conductores. Estas dos técnicas mejoran la flexibilidad y son efectivas para elaborar materiales orgánicos intrínsecamente flexibles o estirables [18], logrando una fabricación a gran escala, una mayor densidad de integración de dispositivos y una mayor tolerancia a la deformación.

Las estructuras químicas más representativas que se han utilizado para la fabricación de estos dispositivos se pueden observar en la Figura 3. Algunos ejemplos de aplicaciones de estos compuestos se citan a continuación:

Reyes-Martínez y colaboradores [19] utilizaron la molécula de rubreno como semiconductor de referencia para explorar cómo las deformaciones mecánicas afectan la movilidad de los portadores de carga debido a las fronteras de grano y defectos en la red. Descubrieron que la tensión mecánica aumentaba la distancia intermolecular y disminuía la movilidad de los portadores de los FET monocristalinos del rubreno, mientras que la compresión mecánica tenía el efecto contrario. Además, la deformación neta en el interfaz dieléctrico/semiconductor también influiría en la movilidad de los portadores. Por otro lado, Wu y colaboradores [20] propusieron una estrategia sencilla y eficaz para investigar la flexibilidad y la estirabilidad de los semiconductores poliméricos mediante laminación por contacto suave. Descubrieron que, en comparación con los anillos fusionados a gran escala, los anillos de tiofeno libres y las largas cadenas laterales de alquilo ramificadas podían generar un mayor volumen libre, lo que contribuía a mejorar la estirabilidad y la deformación por agrietamiento de los semiconductores poliméricos. Es importante resaltar que la investigación de moléculas orgánicas para la fabricación de los FOFET sigue atrayendo considerablemente la atención en el ámbito científico, debido a la enorme diversidad de posibles moléculas tanto pequeñas como polímeros semiconductores orgánicos que pueden cumplir con las propiedades ideales y necesarias para la fabricación de estos dispositivos, lo que deja un desafío importante en la investigación de nuevos compuestos.

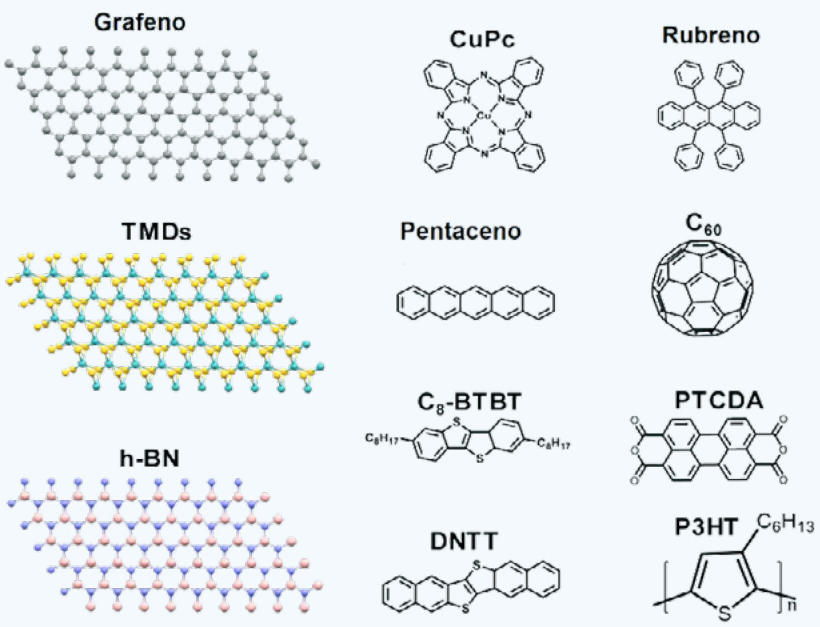


Figura 3. Estructuras moleculares de compuestos semiconductores orgánicos comúnmente utilizados para la fabricación de los FOFET.

3. Conclusiones

La investigación constante en el desarrollo de materiales y fabricación de dispositivos a partir de semiconductores orgánicos ha impulsado considerablemente el progreso en el crecimiento del campo de la electrónica flexible. Sin embargo, aún quedan varios desafíos por superar, como, por ejemplo, la capacidad de estiramiento del dispositivo sigue siendo una de las características más difíciles de lograr. Aunque la ingeniería estructural es un método auxiliar, requiere procesos de fabricación bastante complejos. Con todo ello existe una perspectiva de mejoramiento en las diferentes estrategias de fabricación y diseño molecular para lograr un mejor desempeño en este tipo de dispositivos.

Referencias

[1] Tee, ; Chortos, A.; Berndt, A.; Nguyen; ;Tom, A.; McGuire, A.; Lin, ;Tien, K.; Bae, ;Wang, H.; Mei, P.; Chou,;Cui, B.; Deisseroth, K.; Ng, ,& Bao, Z. (2015). A skin-inspired organic digital mechanoreceptor. *Science, , 350*(6258), 313-315.

[2] Myny, K. (2018). The development of flexible integrated circuits based on thin-film transistors. *Nature Electronics*, 1, 30-39.

[3] Hussain, ,& Hussain, (2015). CMOS-Technology-Enabled Flexible and Stretchable Electronics for Internet of Everything Applications. *Advanced Materials, 28*(22), 4219-4249.

[4] Forrest, S. R. (2020). Organic Electronics. Oxford University Press.[5] Tang, C. W., & VanSlyke, S. A. Organic electroluminescent diodes. *Applied Physics Letters, 51*(12), 913−915.

[6] Baldo, M. A.; O'Brien, D. F.; You, Y.; Shoustikov, A.; Sibley, S.; Thompson, M. E.; Forrest, S. R. (1998). Highly efficient phosphorescent emission from organic electroluminescent devices. *Nature*, 395, 151−154.

[7] Yersin, H.; Rausch, A. F.; Czerwieniec, R.; Hofbeck, T., & Fischer, T. The triplet state of organo-transition metal compounds (2011). TripletHarvesting and Singlet Harvesting for Efficient OLEDs. *Coordination Chemistry Reviews, 255*(21-22), 2622−2652.

[8] Reineke, S.; Lindner, F.; Schwartz, G.; Seidler, N.; Walzer, K.; Lüssem, B., & Leo, K. (2009). White organic light-emitting diodes with fluorescent tube efficiency. *Nature*, 459, 234−238.

[9] Reineke, S.; Thomschke, M.; Lüssem, B., & Leo, K. (2013). White organic light-emitting diodes: status and perspective. *Reviews of Modern Physics*, 85, 1245−1293.

[10] Zeglio, E.; Rutz, ;Winkler, ;Malliaras, & Herland, A. (2019). Conjugated Polymers for Assessing and Controlling Biological Functions. *Advanced Materials*, 31(22), 1806712.

[11] Yang,; Mun, J.; Kwon, ;Park, S.; Bao, Z., & Park, S. (2019). Electronic Skin: Recent Progress and Future Prospects for Skin-Attachable Devices for Health Monitoring, Robotics, and Prosthetics. *Advanced Materials, 31*(48), 1904765.

[12] Liao, C.; Zhang, M.; Yao, ;Hua, T.; Li, L., & Yan, F. (2015). Flexible Organic Electronics in Biology: Materials and Devices. *Advanced Materials, 27*(46), 7493–7527.

[13] Park, S. K.; Kim, J. H., & Park, S. Y. (2018). Organic 2D optoelectronic crystals: charge transport, emerging functions, and their design perspective. *Advanced Materials, 30*(42), 1704759.

[14] Khim, D.; Ryu, ;Park, ;Kim, H.; Lee, M., & Noh, (2016). Precisely Controlled Ultrathin Conjugated Polymer Films for Large Area Transparent Transistors and Highly Sensitive Chemical Sensors. *Advanced Materials, 28*(14), 2752-2759.

[15] Liu, K.; Ouyang, B.; Guo, X.; Guo, Y., & Liu, Y. (2022). Advances in flexible organic field-effect transistors and their applications for flexible electronics. *npj Flexible Electronics, 6*(1).

[16]. Roth, ;Søndergaard, R. R. & Krebs, F. C. (2015). 7 - Roll-to-roll printing and coating techniques for manufacturing large-area flexible organic electronics. En S. Logothetidis (ed.), *Handbook of Flexible Organic Electronics: Materials, Manufacturing and Applications* (pp. 171-197). Woodhead.

[17] Onorato, J.; Pakhnyuk, V., & Luscombe, C. K. (2017). Structure and design of polymers for durable, stretchable organic electronics. *Polymer Journal*, 49, 41–60.

[18] Olivier, Y.; Niedzialek, D.; Lemaur, V.; Pisula, W.; Müllen, K.; Koldemir, U.; Reynolds, J. R.; Lazzaroni, R.; Cornil, J., & Beljonne, D. (2014). 25th anniversary article: High-mobility hole and electrontransport conjugated polymers: how structure defines function. *Advanced Materials, 26*(14), 2119–2136.

[19] Reyes-Martinez, M. A.; Crosby, A. J., & Briseno, A. L. (2015). Rubrene crystal field-effect mobility modulation via conducting channel wrinkling. *Nature Communications*, 6, 6948.

[20] Wu, H.-C.; Benight, S. J.; Chortos, A.; Lee, W.-Y.; Mei, J.; To, J. W. F.; Lu, Ch.; He, M; Tok, J. B.-H.; Chen, W.-Ch., & Bao, Z. (2014). A rapid and facile soft contact lamination method: evaluation of polymer semiconductors for stretchable transistors. *Chemistry of Materials, 26*(15), 4544–4551.

NANOMATERIALES PRODUCIDOS MEDIANTE PLASMAS GENERADOS POR LÁSER

LAURA PATRICIA RIVERA RESÉNDIZ, ARMANDO PÉREZ CENTENO, ARTURO CHÁVEZ CHÁVEZ, GILBERTO GÓMEZ ROSAS, ISRAEL CEJA ANDRADE, MIGUEL ÁNGEL SANTANA ARANDA, JOSÉ GUADALUPE QUIÑONES GALVÁN*

Los autores colaboran en el Departamento de Física,
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara.

*Contacto para correspondencia: jose.quinones@academicos.cucei.udg.mx

Un láser es un dispositivo capaz de generar luz monocromática (un solo color), basado en un principio de amplificación de luz mediante la estimulación de emisiones a través de radiación. Una de las principales características de la luz generada por estos dispositivos es que puede concentrarse una gran cantidad de fotones (partículas de luz) en el haz de salida, lo que todos conocemos como *rayo láser*. Es precisamente esta propiedad la que nos lleva a decir que la luz emitida por un láser es de alta intensidad o de alta energía.

Existen en la actualidad muchísimas aplicaciones para dispositivos láser, por ejemplo, lectores de códigos de barras, lectores de discos compactos, relojes inteligentes, etc. Dentro de las múltiples aplicaciones, existen aquellas que conllevan a la remoción de material, como lo es la depilación láser, proceso en el cual el vello corporal es removido de la piel gracias a la interacción de esta con la luz de alta intensidad proveniente del láser. Este proceso se conoce como ablación láser, que, en términos más técnicos, consiste en hacer incidir un haz láser pulsado de alta energía sobre un material (al que llamamos *blanco*), generando un gas compuesto por el material desprendido de la superficie del blanco.

El gas generado se conoce como *pluma de plasma*, contiene átomos, moléculas, electrones e iones (átomos que pierden electrones) y se expande en dirección perpendicular al blanco. Dependiendo de las condiciones del medio en el que se ablaciona, el plasma puede ser condensado en una película delgada sobre un sustrato (PLD, depósito por láser pulsado), o bien puede condensarse en forma de nanopartículas en un medio líquido (ALSL, ablación láser de sólidos en líquidos). Ambos procesos requieren una configuración especial del sistema.

El proceso de PLD requiere de un sistema de alto vacío (ausencia de aire), dentro del cual se coloca el blanco a partir del que se desea obtener una película delgada; frente al blanco se coloca un sustrato sobre el cual será depositada la película. Existen diferentes vertientes para realizar PLD, esto es, se puede utilizar un solo blanco, ya sea de un solo elemento, o algún compuesto de dos o más elementos. Los depósitos pueden ser llevados a cabo en vacío o en una atmósfera inerte, usando un gas como Ar; si se introducen gases que contengan por ejemplo O_2 o N_2, se tendrá un proceso de PLD reactivo, en el cual las especies en el plasma pueden reaccionar con el gas en el ambiente para dar paso al crecimiento de un nuevo compuesto. Existe la posibilidad de introducir dos blancos diferentes en el sistema para generar un proceso conocido como depósito por láser pulsado de haces cruzados,

en el que se ablacionan simultáneamente los dos blancos, produciendo una combinación de dos plasmas, dando lugar al crecimiento de una película delgada con especies pertenecientes a ambos blancos. Adicionalmente, este proceso también puede ser reactivo si se introducen gases que contengan O_2 o N_2. La Figura 1 muestra una representación esquemática del proceso de PLD.

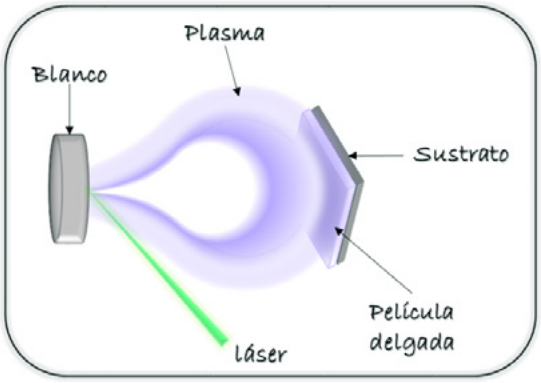


Figura1. Representación esquemática del proceso de PLD.

Los plasmas producidos durante el proceso de ablación, se pueden caracterizar por medio de una sonda electrostática; que no es más que una pieza metálica (electrodo) colocada en presencia del plasma y polarizada negativamente. La carga negativa del electrodo atrae a los iones del plasma, que son átomos a los que se les removieron electrones y, por tanto, se convierten en partículas con carga positiva; estos iones, al entrar en contacto con el electrodo, generan una corriente eléctrica que viaja a través de un alambre conectado a un resistor (dispositivo que se opone al paso de corriente), en el cual se mide la caída de energía potencial. Con los datos obtenidos se puede calcular la energía cinética y la densidad de iones del plasma; al conocer estos dos parámetros, se puede estudiar su influencia en las propiedades de las películas obtenidas, convirtiéndose en un método de control preciso y reproducible.

Por otra parte, el proceso de ALSL consiste en ablacionar un sólido dentro de un medio líquido; mediante el control de la energía del láser, el tamaño de la huella del haz, la longitud de onda o el tiempo de ablación, se pueden generar nanopartículas con diferentes propiedades. Cuando el haz incide sobre el blanco, se genera un plasma; al estar confinado en un medio líquido, dicho plasma se condensa muy rápido, generando la formación de partículas con dimensiones nanométricas. El líquido utilizado tiene una influencia sumamente importante en el proceso de formación de las nanopartículas. Una representación esquemática del proceso de ALSL se puede observar en la Figura 2.

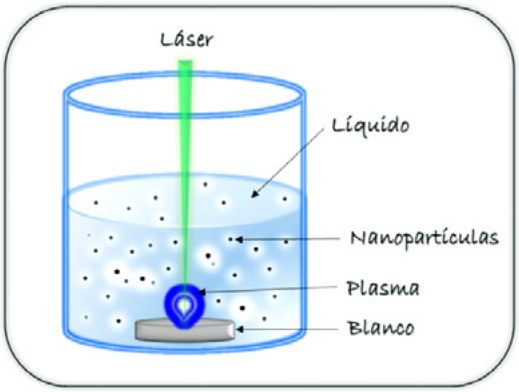


Figura 2. Representación esquemática del proceso de ALSL.

Si se utilizan líquidos reactivos, es posible formar compuestos diferentes al material del que se compone el blanco. Una vez generadas las nanopartículas, se pueden integrar a películas delgadas con aplicaciones en dispositivos optoelectrónicos buscando mejorar o modificar sus propiedades.

El Laboratorio de Procesamiento Láser del Departamento de Física del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías en la Universidad de Guadalajara cuenta con los sistemas de PLD y ALSL; además, la Universidad de Guadalajara posee la infraestructura necesaria para realizar la caracterización de los materiales obtenidos, brindando así una excelente oportunidad para que los estudiantes que se involucren conozcan las actividades de investigación llevadas a cabo por investigadores del Cuerpo Académico de Física de Materiales del Departamento de Física.

LA INGENIERÍA DE LOS VILLANOS

RICARDO ÁNGEL LLORENTE VÁZQUEZ
Ingeniería Biomédica, 8.° semestre

Soy fiel creyente de que todo en esta vida tiene un uso. Muchas veces en este mundo consumista en el que habitamos creemos que si queremos algo nuevo tenemos siempre que comprarlo o que si algo se rompe o simplemente ya no le encontramos un uso debemos deshacernos de este sin detenernos a pensar si le podemos regresar su utilidad. A mí me pasó, el año era 2018, y mis amigos y yo estábamos ansiosos por asistir al estreno de la película *Avengers: Infinty War*, una de las películas más taquilleras de la historia y que narra la historia de los Vengadores y del temido villano Thanos en su búsqueda por las gemas del infinito (Figura 1) [1].

Figura 1. Marvel, 2018

Desafortunadamente, mis amigos y yo no logramos asistir al estreno de medianoche de la película, por lo que optamos asistir a la primera función del día siguiente. A las 8 de la mañana estábamos formados listos para entrar, mas no se puede ver una película sin sus respectivas palomitas, y menos si estas venían en una palomera en forma del arma más poderosa del villano Thanos, su guantelete (Figura 2).

Figura 2. CALO7544200, 2025

Como era de esperarse, después de la película esta compra pasó a ser otro objeto que juntaba polvo en mi cuarto, y no porque no me gustara ni me recordara la ida al cine con mis amigos, sino porque no tenía ninguna utilidad, era incómodo comer palomitas en él, ya que la limpieza de su interior era todo un problema, su único propósito ahora era ocupar un espacio en mi cuarto.

No fue sino hasta el año 2023 cuando por fin le encontré un uso: una lámpara de buró. Esto porque descubrí que, una vez abierta la palomera, uno podía acceder a la parte inferior de las gemas, hechas de un plástico semitransparente que asemejaban el color de las gemas del infinito; sin embargo, lo más interesante era que si uno les hacía pasar luz por la parte interna de la palomera, estas brillaban en su parte externa del color del plástico, lo que le daba un toque más realista y mucho más interesante. Sabiendo esto me puse manos a la obra, tenía que encontrar la manera de colocar una fuente de luz para cada gema y que todas fueran controladas por un interruptor, como el común y corriente de las lámparas, pero no sabía cómo hacerlo, por lo que abandoné el proyecto, dejándolo en solo una idea. A inicios del año 2024, después de llevar la materia de circuitos eléctricos, al fin obtuve el conocimiento para realizar mi proyecto. Compré todo lo que necesitaba con la excusa de que era para un proyecto de dicha materia. Primero tenía que planear cómo lo iba a acomodar, por lo que decidí abrir la palomera y hacer un diagrama de conexión de este, tal como lo hacíamos en clase (Figura 3).

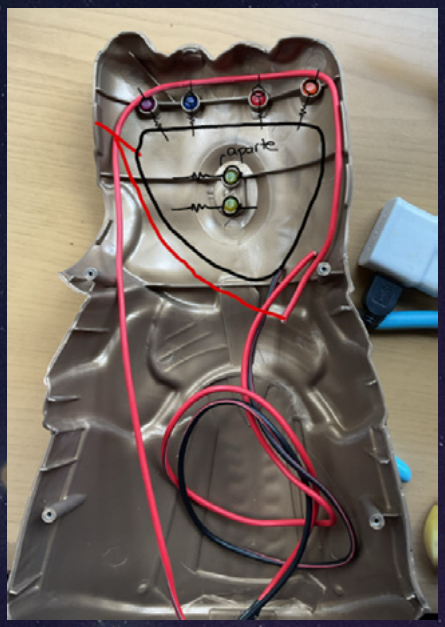


Figura 3. Foto cortesía R. Llorente (2024)

Sabiendo la manera en la que iba a acomodar los cables y los leds que iluminarían las gemas, comencé a pelar cable y a soldar todos los componentes que requería. Aunque no fuera el trabajo más pulcro, la verdad me sentía muy orgulloso de haber llegado hasta esta etapa por mi cuenta, utilizando lo que había aprendido en la carrera hasta ese momento (Figuras 4 y 5).

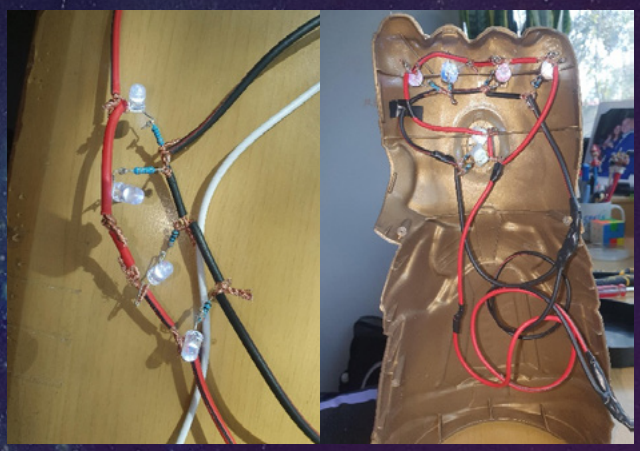


Figura 4 y 5. Fotos cortesía R. Llorente (2025)

Una vez cableado todo, cerré la palomera y aprecié mi trabajo: ¡el guantelete de Thanos estaba terminado! Muchas veces podemos llegar a creer que lo que uno aprende en la carrera tiene una aplicación únicamente

profesional y que no hay lugar para lo coloquial, sin embargo, con este proyecto busco demostrarles que, con un poco de ingenio y tiempo libre, uno puede llegar a crear cosas que no solo sean prácticas, sino que, de igual manera, brinden una sonrisa a ese tú que iba a ver películas de superhéroes con sus amigos en la preparatoria. No nos cerremos a la idea de no poder divertirnos con lo que aprendemos. Al igual que todo en esta vida, debemos encontrarle la utilidad, aunque esto nos tome unos cuantos años (Figura 6).

Figura 6. Foto cortesía R. Llorente (2025)

Referencia

[1] Redacción (2018, 7 de mayo), *Avengers: Infinity War* rompe récord de espectadores en México. *El Sol de Puebla*. https://oem.com.mx/elsoldepuebla/gossip/avengers-infinity-war-rompe-record-de-espectadores-en-mexico-20135968

LA ROBÓTICA SOCIAL Y SU PAPEL EMERGENTE EN EL ENTRETENIMIENTO

ROLANDO ADEMAR MOLINA VELASCO
Ingeniería Mecatrónica, 11.º semestre

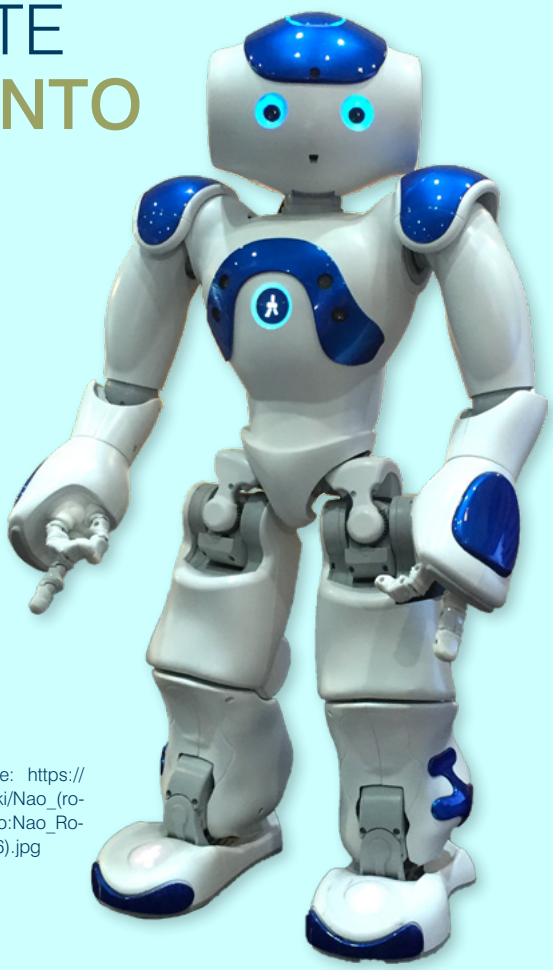


Imagen tomada de: https://es.wikipedia.org/wiki/Nao_(robot)#/media/Archivo:Nao_Robot_(Robocup_2016).jpg

Durante años, los robots fueron concebidos como herramientas industriales o protagonistas de la ciencia ficción. Hoy, sin embargo, una nueva generación de robots ha comenzado a ocupar un rol distinto: el de crear vínculos humanos. Se trata de los *robots sociales*, dispositivos diseñados para interactuar con las personas de forma emocional y significativa.

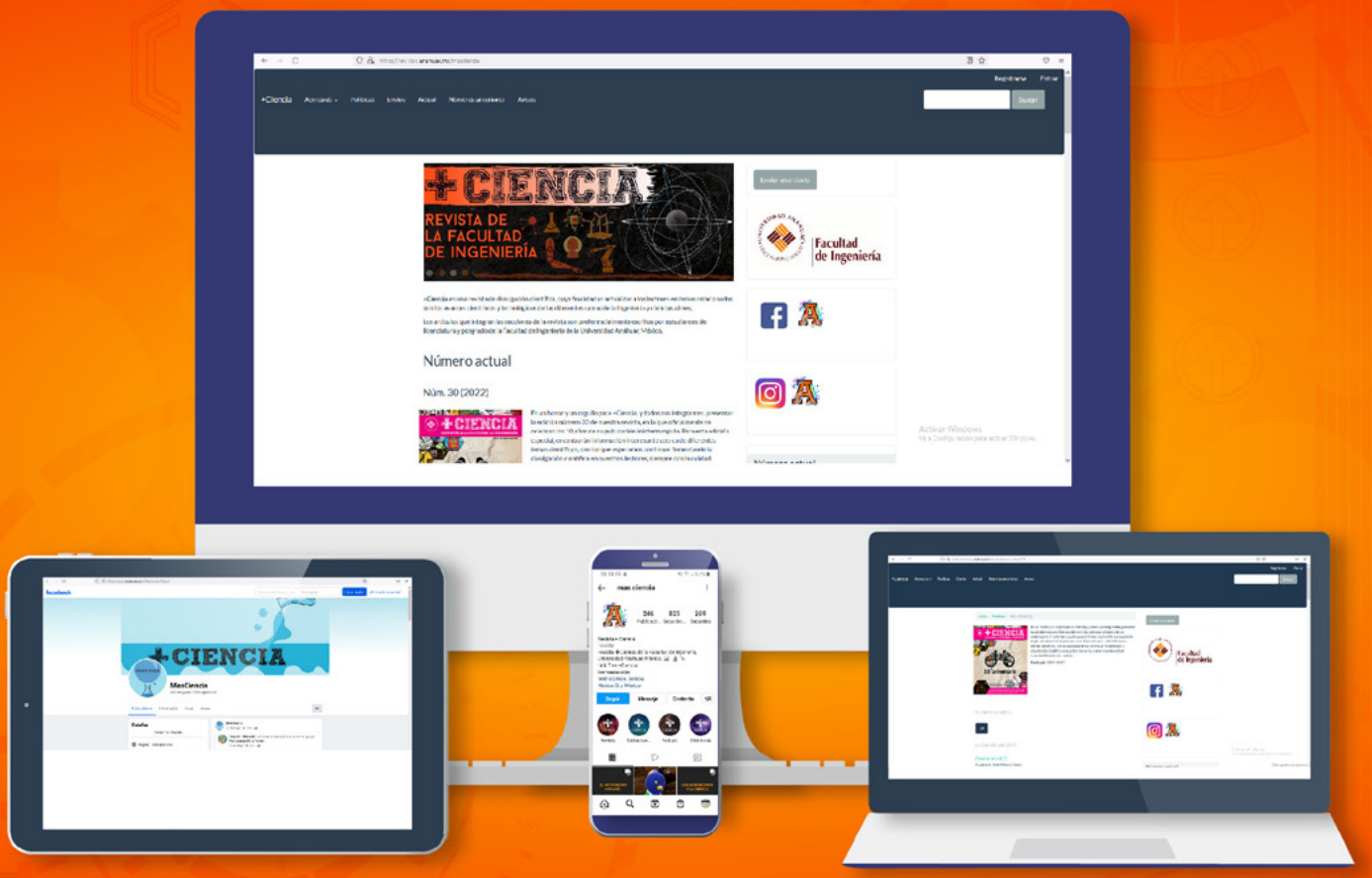
A diferencia de los robots industriales, los robots sociales no solo ejecutan tareas, sino que también comunican, reconocen rostros, interpretan emociones y responden al contexto social. Su diseño combina inteligencia artificial, sensores, procesamiento de lenguaje natural y principios de la psicología del comportamiento. Esta combinación les permite adaptarse a su entorno y generar experiencias personalizadas.

En el campo del entretenimiento, su presencia se ha vuelto cada vez más común. En eventos, ferias, exposiciones y espectáculos, estos robots saludan, responden preguntas, bailan, cuentan chistes o guían recorridos. Un ejemplo destacado es el robot NAO, desarrollado por SoftBank Robotics, que ha sido integrado como presentador en escenarios, guía en museos y anfitrión en eventos corporativos. La clave de su impacto está en su presencia física combinada con su capacidad de respuesta en tiempo real, lo que genera una experiencia más inmersiva y memorable que otros medios digitales. En un entorno saturado de pantallas, los robots sociales ofrecen una forma de interacción que despierta la curiosidad, la sorpresa y la empatía. No obstante, su implementación conlleva desafíos técnicos: programación compleja, adaptación a entornos dinámicos y diseño de interacciones naturales. Aun así, los avances tecnológicos están acelerando su desarrollo y ampliando sus aplicaciones en áreas culturales, educativas y de entretenimiento.

Más allá de su valor como novedad, los robots sociales están redefiniendo la relación entre tecnología y emoción. No buscan reemplazar al talento humano, sino complementarlo, amplificarlo y, en muchos casos, inspirarlo. La robótica social representa un punto de encuentro entre ciencia, arte y experiencia humana. El escenario ya está listo. Y todo indica que, en el futuro del entretenimiento, los robots no solo estarán tras bambalinas, sino también bajo los reflectores.

¿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



¿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 @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: enero y agosto

- Doctorado en Ingeniería Industrial

Trasciende con visión

Descuento del 20% a egresados

Informes:
Centro de Atención de Posgrado y Educación Continua
55 54 51 61 77
55 79 18 21 59
posgrado@anahuac.mx
anahuac.mx/mexico/posgrados

Posgrados Anáhuac
@Anahuac_P
@PosgradosAnahuac

Facultad de Ingeniería

CADIT
CENTRO DE ALTA DIRECCIÓN EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Trasciende con herramientas

Posgrados 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.