

LA ENERGÍA INFINITA DE FERVO

**La máquina que hace el trabajo sucio
mientras tú sigues caminando**

**EDIFICAR EL CAMINO:
UNA VIDA CONSTRUIDA
DESDE LA INGENIERÍA**

Edificar el camino: una vida construida desde la ingeniería • Cáscaras, papel y paciencia: un viaje hacia mi primer ecomaterial • Taekwondo a través del tiempo • El novedoso aliento que devuelve la movilidad • Turbo Learn AI
Del glucómetro al Machine Learning: cómo la ciencia busca mejorar el monitoreo de diabetes • De basura a bioplástico: mi aventura con cáscaras de cebolla • La IA en nuestros músculos y su aplicación médica

Ésta es la

Ingeniería 5.0



VANGUARDIA ENFOCADA EN 6 EJES

1. **Drivers de cambio** para el bienestar del mundo.
2. **Anáhuac Labs**: práctica colaborativa docente y de investigación.
3. **Colaboración con industria** en soluciones de impacto.
4. Centrado en la persona (**ingenieros heterogéneos únicos**).
5. **Reclutamiento** de alumnos y docentes líderes de acción positiva.
6. **Ingeniería aplicada** vía proyectos y retos globales.

Más información:

Dra. Marisol Martínez Alanís
marisol.martinez2@anahuac.mx

UNIVERSIDAD ANÁHUAC MÉXICO

RECTOR

Dr. Cipriano Sánchez García, L.C.

VICERRECTORÍA ACADÉMICA

Dr. Jose Rodrigo Pozón López

Dra. Lorena Rosalba Martínez Verduzco

DIRECTORA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Dra. Brenda María Retana Blanco

DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Dra. Rebeca Illiana Arévalo Martínez

EDITOR DE REVISTAS ACADÉMICAS

Lic. Alexander Ramírez López

REVISTA + CIENCIA

DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

AÑO 14, N.º 40, ENERO-ABRIL 2026

DIRECTORA EDITORIAL

Dra. María Elena Sánchez Vergara

COORDINACIÓN EDITORIAL

Miriam Cherem Sitton

ASESOR Y REVISOR DE CONTENIDO

Pablo Vidal García, L.C.

COMITÉ EDITORIAL

Dra. Brenda María Retana Blanco

Directora de la Facultad de Ingeniería

Dra. María Elena Sánchez Vergara

Coordinadora del Centro de Innovación Tecnológica

Valentina Sabrina Dávila Millán

Judá Jireh Mondragón Cruz
Alumnos de Ingeniería Industrial

Miriam Cherem Sitton

Ricardo Ángel Llorente Vázquez

Yoana Navidad Seseña Gómez
Alumnos de Ingeniería Biomédica

Ingrid Sofía Rincón von Pastor

Aldo Lara Rodríguez
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

Gretar Ívarsson

Planta geotérmica de Nesjavellir en Islandia.

Vía. Creative Commons

+Ciencia. Revista de la Facultad de Ingeniería, año 14, número 40, enero-abril 2026, es una publicación cuatrimestral editada por Investigaciones y Estudios Superiores, S.C. (conocida como Universidad Anáhuac México), a través de la Facultad de Ingeniería. Avenida Universidad Anáhuac 46, colonia Lomas Anáhuac, Huixquilucan, Estado de México, C.P. 52786. Tel. 55 5627.0210. Editor responsable: María Elena Sánchez Vergara. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2022-091511373400-102, ISSN electrónico: 2954-4408. Cualquier información y/o artículo y/u opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Asimismo, el editor investiga sobre la seriedad de sus anunciantes, pero no se responsabiliza de las ofertas relacionadas con los mismos. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del editor.

CONTENIDO

5 EDITORIAL

La coordenada (0,0)

Miriam Cherem Sitton

7 ¿SABÍAS QUE...?

El CO₂ ya puede convertirse
en tu próxima prenda

Los satélites nos están revelando los
mundos ocultos de la vida silvestre

Las ondas ultrasónicas pueden eliminar
contaminantes del agua

Judá Jireh Mondragón Cruz

10 INGENOTICIAS

14 UNOS AÑOS DESPUÉS...

Edificar el camino: una vida construida
desde la ingeniería

María Cázares Rodríguez

16 1 IDEA = 1 CAMBIO

La energía infinita de Fervo

Valentina Sabrina Dávila Millán

19 CIENCIA A TODO LO QUE DA

Cáscaras, papel y paciencia: un viaje
hacia mi primer ecomaterial

Ignacio Ferrer García

21 ¡MAQUINÍZATE!

La máquina que hace el trabajo sucio
mientras tú sigues caminando

Yoana Navidad Seseña Gómez

24 DE LA NECESIDAD AL INVENTO

Taekwondo a través del tiempo

Rocío del Carmen de la Garza Rescala

27 CIENCIA POR ALUMNOS

El novedoso aliento que devuelve
la movilidad

Ingrid Sofía Rincón von Pastor

31 UTILÍZALO

Turbo Learn AI

Aldo Lara Rodríguez

33 EN LA FRONTERA

Del glucómetro al Machine Learning:
cómo la ciencia busca mejorar
el monitoreo de diabetes

*Iván Andrés Burgos Castro, Pedro Javier
García Ramírez, Rogelio de Jesús
Portillo Vélez*

39 ¿INTEGRANDO INGENIERÍA...

De basura a bioplástico: mi aventura
con cáscaras de cebolla

Armando Beltrán

42 IA, NUESTRA NUEVA COMPAÑERA DE VIDA

La IA en nuestros músculos
y su aplicación médica

Ricardo Ángel Llorente Vázquez

CONTÁCTANOS EN:

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



@mascienciaanahuac



@mas.ciencia



LA COORDENADA (0,0)

Queridos lectores:

Sean bienvenidos a una edición más de nuestra querida revista +*Ciencia*, un espacio donde la curiosidad, la innovación y el pensamiento crítico convergen para acercarnos a los múltiples rostros de la ciencia y la ingeniería. En este número, los invitamos a recorrer historias, ideas y avances que nos recuerdan que la ciencia no solo se estudia: se vive, se cuestiona y se construye todos los días.

Como ya es tradición, iniciamos con la sección “¿Sabías que...?”, donde Judá Jireh Mondragón Cruz nos comparte tres datos fascinantes que muestran cómo la creatividad científica está transformando nuestro mundo. Desde un hilo textil fabricado a partir de dióxido de carbono, pasando por el sistema ICARUS para el monitoreo global de especies y ecosistemas, hasta el uso de ondas ultrasónicas para la purificación del agua, estos ejemplos nos invitan a repensar la relación entre tecnología, medio ambiente y futuro.

En “Ingenoticias” se presentan cinco noticias muy interesantes: la presentación en el Congreso Nacional Multidisciplinario de Ingeniería, Ciencia y Tecnología 2025 por parte de alumnos de Ingeniería Biomédica y Mecatrónica, también la participación de alumnos de la facultad en el evento Runway Together y en las Miniolimpiadas Científicas. Se menciona el destacado nombramiento de la Dra. María Elena Sánchez Vergara por parte de la Academia Mexicana de las Ciencias y la exposición de vehículos militares en el campus Norte de la Universidad Anáhuac México.

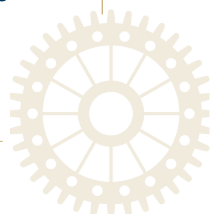
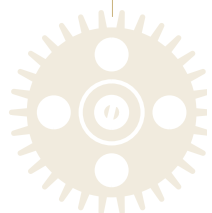
Dando un salto en el tiempo, en “Unos años después...”, María Cázares Rodríguez, ingeniera civil y estudiante de doctorado, nos abre las puertas para conocer su trayectoria profesional

y personal. A través de su experiencia —que integra la vida académica, el ejercicio profesional y la maternidad— nos recuerda que la ingeniería es mucho más que cálculos y estructuras: es un acto de servicio, de responsabilidad colectiva y de profundo impacto humano. Construir no solo implica levantar obras, sino crear con sentido, avanzar con conciencia y dejar huella en el entorno que habitamos.

En “1 idea = 1 cambio”, Valentina Sabrina Dávila Millán nos acerca al potencial de la energía geotérmica a través del caso de Fervo Energy, una propuesta innovadora que busca garantizar una producción energética constante y limpia. Este artículo nos muestra cómo el replanteamiento de tecnologías existentes puede generar soluciones reales frente a los desafíos energéticos actuales.

Desde una mirada personal y experimental, en “Ciencia a todo lo que da”, Ignacio Ferrer García comparte su experiencia en la creación de un ecomaterial a partir de residuos orgánicos. A través del error, la paciencia y la observación, este artículo nos recuerda que la innovación también nace en los procesos cotidianos y que la sustentabilidad se construye aprendiendo de cada intento.

En “¡Maquinízate!”, Yoana Navidad Seseña Gómez explora la evolución de las máquinas de limpieza, desde las fregadoras-secadoras industriales hasta los robots domésticos inteligentes, explicando su funcionamiento, sistemas de control y aplicaciones actuales. Esta sección evidencia cómo la automatización y la inteligencia artificial están transformando tareas esenciales de la vida diaria.





La sección “De la necesidad al invento”, por Rocío del Carmen de la Garza Rescala, nos lleva por un recorrido histórico y tecnológico del peto de taekwondo, desde sus orígenes hasta la integración de sistemas electrónicos de puntuación. A través del análisis de materiales, diseño y regulación, se muestra cómo la ingeniería ha impactado incluso en el ámbito deportivo, mejorando la seguridad y la objetividad en la competencia.

En “Ciencia por alumnos”, Ingrid Sofía Rincón von Pastor nos introduce en el mundo de los exoesqueletos blandos neumáticos, explorando el uso del aire como fuente de movimiento para la rehabilitación y la asistencia médica. Este artículo conecta historia, ingeniería y salud, mostrando el potencial de la robótica blanda para mejorar la calidad de vida.

En “Utilízalo”, Aldo Lara Rodríguez presenta Turbo Learn AI, una herramienta basada en inteligencia artificial diseñada para optimizar el estudio. Esta sección nos invita a reflexionar sobre el uso responsable de la tecnología como apoyo al aprendizaje.

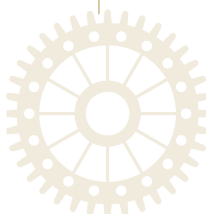
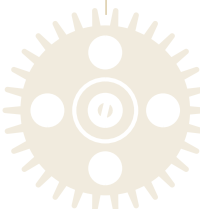
Acercándonos al final, en la sección “En la frontera”, se aborda el papel de la ciencia y el machine learning en el monitoreo de la diabetes mellitus, ofreciendo un panorama de una de las enfermedades con mayor impacto a nivel mundial. Este artículo refleja cómo la ingeniería y la ciencia de datos se integran para mejorar el diagnóstico, seguimiento y tratamiento de padecimientos crónicos.

En “Integrando ingeniería”, Armando Beltrán nos comparte un proyecto que nace desde la observación cotidiana: la transformación de cáscaras de cebolla en un bioplástico funcional. Mediante un proceso experimental lleno de ajustes, errores y aprendizajes, este artículo muestra cómo la ingeniería puede surgir a partir de materiales simples, combinando método, curiosidad y conciencia ambiental.

Finalmente, inauguramos la nueva sección “IA, nuestra nueva compañera de vida”, donde Ricardo Ángel Llorente Vázquez nos introduce al uso de la inteligencia artificial en aplicaciones médicas. A partir del prototipo MyoScope, explora cómo modelos clásicos de aprendizaje automático, como las máquinas de soporte vectorial, permiten la clasificación y visualización de señales musculares, abriendo nuevas posibilidades para la rehabilitación y la atención a distancia.

Cada sección que conforma esta edición es resultado del trabajo colaborativo de alumnos, profesores e investigadores que creen en la divulgación científica como una herramienta para transformar la realidad. Agradecemos profundamente a todos los colaboradores y a ustedes, lectores, por ser parte de este proyecto. Esperamos que disfruten este número tanto como nosotros lo hicimos al elaborarlo. Los invitamos a seguirnos en nuestras redes sociales y a continuar explorando la ciencia desde nuevas coordenadas.

Muchas gracias
Miriam Cherem Sittón





EL CO₂ YA PUEDE CONVERTIRSE EN TU PRÓXIMA PRENDA

JUDÁ JIREH MONDRAGÓN CRUZ
Ingeniería Industrial, 5.º semestre

La mayoría de nosotros estamos acostumbrados a encontrar en los centros comerciales prendas elaboradas con fibras naturales como algodón, lana o seda; incluso podemos obtener fibras sintéticas como nylon o poliéster.

Sin embargo, la empresa danesa de moda Ganni y la californiana Rubi han dado un salto impresionante en la industria textil al crear el primer hilo hecho de dióxido de carbono. Esta sinergia nace de la propuesta Tejidos del Futuro de Ganni, la cual se enfoca en la investigación y el desarrollo de materiales que permitan una cultura de moda sostenible y que, a su vez, logren mitigar el impacto ambiental que produce esta industria.

Pero ¿cómo lograron esto? El avance tecnológico es obra de Rubi Labs, que emplea procesos bioquímicos enzimáticos para absorber emisiones, inspirados en el mecanismo de fotosíntesis de las plantas, y así manufacturar textiles sin carbono. Su proceso de biocatálisis acelular captura y transforma el CO₂ de los flujos residuales de manufactura en celulosa. Este material, después de su respectivo postratamiento, se utiliza para crear hilo de Lyocell, garantizando así que la totalidad del dióxido de carbono se integre en el producto final sin generar residuos (Pinkermoda, 2023).

Resulta fascinante cómo un compuesto químico que daña el medio ambiente y nuestra salud puede convertirse en la ropa del mañana. Y aunque aún quedan procesos de investigación por desarrollar para lograr la integración total de este material, debemos considerar esta nueva herramienta tecnológica como una aliada para avanzar en la descarbonización de nuestro planeta. Su aprovechamiento no solo transforma un contaminante en un recurso valioso, sino que también abre la puerta a una industria textil más limpia, circular y responsable con el futuro.

Referencia

Pinkermoda (2023). Ganni presenta una fibra parcialmente procedente del CO₂. *Pinker*, 28 de julio. <https://pinkermoda.com/ganni-muestra-fibra-con-co2-tecnologia-de-rubi/>



Hilo enrollado de dióxido de carbono.
Imagen obtenida de: <https://mx.fashionnetwork.com/news/Ganni-y-rubi-crean-el-hilo-del-manana-una-fibra-a-base-de-co2,1531410.html>

LOS SATÉLITES NOS ESTÁN REVELANDO LOS MUNDOS OCULTOS DE LA VIDA SILVESTRE



Cosmonautas Oleg Artemyev y Sergey Prokopyev instalando la antena experimental ICARUS.
Imagen tomada de: <https://www.nationalgeographicla.com/animales/2025/12/lo-que-podemos-aprender-al-observar-a-100-000-animales-desde-el-espacio-con-un-detalle-increible>

Investigar la fauna silvestre siempre ha sido un reto para los biólogos de campo; los climas impetuosos, las crisis políticas en territorios protegidos y el sigilo de los animales observados hacen que los estudios duren años y que los costos resulten inaccesibles.



Consciente de esta problemática, el ornitólogo alemán Martin Wikelski puso manos a la obra con su sistema ICARUS (International Cooperation for Animal Research Using Space). La idea es simple: colocar diminutos dispositivos solares de rastreo —algunos más ligeros que un clip— en diferentes animales e incluso en objetos inanimados. Con este sistema de etiquetado, económico y de alcance global, los científicos pueden seguir a miles de animales desde el espacio (Rosner, 2024).

Gracias a este proyecto internacional no solo será posible implementar medidas de protección adecuadas para especies y ecosistemas en riesgo, sino que también se podrá profundizar en el entendimiento de comportamientos animales que, hasta ahora, solo eran especulaciones. Además, esta red permitirá identificar patrones invisibles para el ojo humano, anticipar cambios en los ecosistemas y obtener datos en tiempo real que podrían transformar la conservación global.

Referencia

Rosner, H. (2024). The 'Internet of Animals' Could Transform What We Know About Wildlife. *Yale Environment* 360, 30 de julio. <https://e360.yale.edu/features/internet-of-animals-icarus>

LAS ONDAS ULTRASÓNICAS PUEDEN ELIMINAR CONTAMINANTES DEL AGUA



Investigadores de la Universidad de Glasgow. Imagen tomada de: <https://es.gizmodo.com/ultrasonido-contra-el-veneno-invisible-la-tecnica-que-podria-transformar-la-purificacion-del-agua-2000185062>

El agua es vida y, sin ella, nos reduciríamos a la nada. Menos del 1 % del agua dulce disponible del planeta es apta para consumo humano, a pesar de que el 70 % de la superficie de la Tierra está cubierta de agua (Profeco, 2021).

Y aunque es nuestro recurso más valioso, las actividades industriales han contaminado de manera gradual este pequeño porcentaje. Lo que podría parecer irreversible no lo es del todo: múltiples tecnologías han surgido a lo largo de los años para corregir estos efectos negativos, y una de las más revolucionarias es el uso del ultrasonido para eliminar partículas contaminantes que hasta hace algunos años resultaban imposibles de tratar.

Un equipo de la Universidad de Glasgow, conocido como el grupo Symes, está explorando una solución innovadora: destruir el BPA —un compuesto químico utilizado durante décadas para fabricar plásticos duros y transparentes— con ultrasonido de doble frecuencia. Su método combina ondas de 20 y 37 kHz para generar diminutas burbujas en el agua. Cuando estas burbujas colapsan, producen temperaturas y presiones extremadamente altas, creando “puntos calientes” microscópicos. En esos instantes, las moléculas de BPA se rompen y se convierten en compuestos inofensivos, como dióxido de carbono (Parolari, 2025).

Esta tecnología aún es joven para su implementación a gran escala; sin embargo, representa un referente importante para continuar innovando. Su desarrollo podría abrir la puerta a métodos de purificación más rápidos, accesibles y sostenibles, capaces de enfrentar contaminantes que hoy representan un enorme desafío para garantizar agua limpia.

Referencias

- Parolari, M. N. (2025). Ultrasonido contra el veneno invisible: La técnica que podría transformar la purificación del agua. *Gizmodo*, 11 de agosto. <https://es.gizmodo.com/ultrasonido-contra-el-veneno-invisible-la-tecnica-que-podria-transformar-la-purificacion-del-agua-2000185062>
- Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco) (2021). Cierra la llave, cuida el agua. *Gobierno de México*, 9 de mayo. <https://www.gob.mx/profeco/articulos/cierra-la-llave-cuida-el-agua?idiom=es>



¿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!

¡Síguenos
en nuestras
redes sociales!



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. Visita nuestra página <https://revistas.anahuac.mx/index.php/masciencia>



¿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!





Presentación en el Congreso Nacional Multidisciplinario de Ingeniería, Ciencia y Tecnología 2025

En octubre, alumnos integrantes del grupo de investigación en Semiconductores y Dispositivos Optoelectrónicos Orgánicos presentaron de manera destacada sus trabajos de investigación en el Congreso Nacional Multidisciplinario de Ingeniería, Ciencia y Tecnología (CoNMICyT), titulado “Retos y perspectivas en un mundo sostenible”, que tuvo lugar en Pachuca, Hidalgo.

Héctor Iván Sánchez Moore e Ingrid Sofía Rincón von Pastor, estudiantes de Ingeniería Mecatrónica, hablaron de sus trabajos “Desarrollo de dispositivos optoelectrónicos verdes a partir de semiconductores orgánicos y sustrato de

palma reciclada” y “Metal phthalocyanines (M = Cu, Co) as semiconductor layer in organic devices: Investigation of optical and electrical properties”, respectivamente.

Por su parte, Francisco Iñaki Díaz Morales, alumno de Ingeniería Biomédica, presentó los resultados de su investigación “Dopaje y caracterización optoelectrónica del semiconductor orgánico basado en unidades de hidroxiquinolona de zinc dopada con tetracianoquinodimetano”. En estos proyectos también participaron el Dr. Luis Alberto Cantera Cantera y la Dra. María Elena Sánchez Vergara, responsable del grupo de investigación.



Héctor Iván Sánchez Moore, Ingrid Sofía Rincón von Pastor, Francisco Iñaki Díaz Morales, María Elena Sánchez Vergara y Luis Alberto Cantera Cantera, participantes en el congreso.



Isis Daniela Garrido Castillo,
estudiante de Ingeniería
Mecatrónica.

Alumnos de Ingeniería por una buena causa

El evento Runway Together no fue solo una pasarela, sino un espacio donde la moda actuó como un medio para la inclusión y transformación social. Alumnos de la Facultad de Ingeniería, en conjunto con SimiREDI, divulgaron este importante acontecimiento cuyo objetivo fue apoyar la rehabilitación de personas con discapacidad.

La doctora María Elena Sánchez Vergara es aceptada como miembro de la Academia Mexicana de Ciencias



Academia Mexicana de Ciencias (s. f.). Acerca de la AMC. *Academia Mexicana de Ciencias*. Recuperado el 16 de diciembre de 2025, de <https://amc.edu.mx/academia-mexicana-de-ciencias/>

Con una destacada trayectoria de investigación en ciencias de materiales y, específicamente, en semiconductores orgánicos, nuestra investigadora la doctora María Elena Sánchez Vergara, de la Facultad de Ingeniería e integrante del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II, ha sido aceptada como miembro regular de la Academia Mexicana de Ciencias.

“La Academia Mexicana de Ciencias (AMC) es una asociación civil independiente y sin fines de lucro, integrada por científicas y científicos de destacadas trayectorias académicas en todos los campos de las ciencias exactas, naturales y sociales, así como de las humanidades y las ingenierías, que laboran en diversas instituciones del país y del extranjero” (Academia Mexicana de Ciencias, s. f.).

De parte del Centro de Alta Dirección en Ingeniería y Tecnología (CADIT), felicitamos a la Dra. María Elena Sánchez Vergara por este gran logro.





Llegaron los disfraces a las Miniolimpiadas +CienciaA

Con un divertido concurso de disfraces y un pequeño homenaje a la Dra. Julieta Fierro, se celebraron las Miniolimpiadas +CienciaA. En este evento, organizado por el Comité Editorial de nuestra revista de divulgación científica, se pusieron en práctica conocimientos y habilidades

de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería.

Competencias de cálculo mental, Jeopardy de conocimientos científicos y tecnológicos, así como habilidades mímicas para reconocer maquinaria ingenieril, fueron actividades que animaron este evento. Felicitamos a todos los participantes que, con su entusiasmo, lograron que estas Miniolimpiadas se convirtieran en un rotundo éxito.



Ganadores del primer lugar.



Ganadores del segundo lugar.

Ganadores del tercer lugar.





Materiales avanzados en vehículos militares

En octubre se llevó a cabo una exhibición de vehículos militares en la explanada principal de la Universidad Anáhuac, Campus Norte. Durante esta actividad, estudiantes de la Facultad de Ingeniería tuvieron contacto con diferentes tipos de materiales de alta tecnología empleados en la fabricación de este tipo de vehículos.

Por ejemplo, el acero balístico, utilizado principalmente para blindaje, presenta una combinación de dureza, tenacidad y resistencia a la fatiga,

que se logra mediante la inclusión de elementos aleantes como molibdeno, vanadio y tungsteno, conocidos como metales refractarios. Además, estos aceros contienen níquel, cromo y manganeso, los cuales otorgan, entre otras propiedades, resistencia a la corrosión.

En la literatura especializada es posible consultar de manera detallada el efecto de cada elemento aleante en el acero, así como en otras aleaciones comerciales importantes, como las de aluminio, titanio o cobre.





EDIFICAR EL CAMINO: UNA VIDA CONSTRUIDA DESDE LA INGENIERÍA

MARÍA CÁZARES RODRÍGUEZ
Ingeniería civil, generación 2010-2014,
Estudiante del Doctorado en Ingeniería Industrial
Universidad Anáhuac México



Desde el comienzo de mi formación profesional, la Universidad representó mucho más que un espacio académico, pues fue también un segundo hogar. En sus aulas encontré un entorno donde la exigencia y la disciplina coexistían junto con la curiosidad, la creatividad y la colaboración. Disfrutaba plenamente de las clases, aun cuando los exámenes, las entregas y los proyectos parecían no dar tregua.

Pero mi rutina no se limitaba a las tan conocidas dificultades estudiantiles, ya que la “pecera” de Ingeniería se convertía en un punto de encuentro, un espacio donde me formé en compañía de grandes amigos que siguen acompañándome y creciendo conmigo. Los concursos de la facultad reafirmaban mi convicción de que la ingeniería no solo se estudia, sino que también se vive. Así fue como en los pasillos de la Universidad conocí una versión



de mí misma que quería comerse al mundo, una que soñaba con construir, optimizar, resolver y transformar el entorno que la rodeaba.

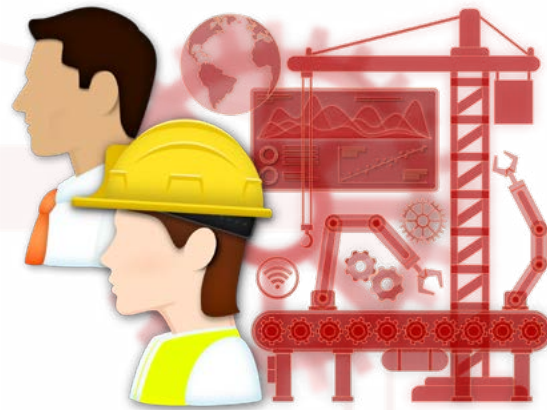
Con esa mezcla de pasión y disciplina di mis primeros pasos profesionales. Formé parte de equipos responsables de obras emblemáticas en la Ciudad de México, como Torre Reforma, Torre Diana, Torre del Ángel y Torre Manacar, en los que desempeñé funciones de supervisión, coordinación logística y gestión integral de cadenas de suministro.

La magnitud de estos proyectos implicó una planeación minuciosa de operaciones, la coordinación simultánea de múltiples frentes de trabajo, la administración de recursos y la interlocución con clientes y proveedores de alto nivel. Estas experiencias consolidaron mis competencias técnicas y estratégicas, y me permitieron comprender la ingeniería como un sistema vivo en el que cada decisión repercute directamente en la eficiencia, la seguridad y la calidad de una obra.

Sin embargo, de entre todas las estructuras en las que he participado, ninguna ha sido tan desafiante ni tan trascendente como la maternidad. La llegada de mi hijo Matías transformó mi perspectiva personal y profesional, redefiniendo mis prioridades y brindando un nuevo sentido a mi labor ingenieril.

Descubrí que la crianza demanda la misma precisión, resiliencia y visión a largo plazo que los proyectos más complejos, pero dotándolos de un componente emocional incomparable. Matías se convirtió en el proyecto más importante de mi vida; una construcción cotidiana en la que se integran valores, conocimientos, paciencia y amor. Él representa la estructura más sólida que habré de edificar.

Impulsada por esta nueva etapa, decidí continuar mi formación académica mediante un doctorado en Ingeniería Industrial, un reto intelectual y profesional que me ha permitido am-



pliar mi visión sobre el papel de la ingeniería en la sociedad y que ha fortalecido mi compromiso con el desarrollo de soluciones innovadoras que respondan a las necesidades actuales de la industria y del entorno.

A lo largo de este recorrido —desde mi carrera universitaria hasta los proyectos de gran magnitud, la maternidad y la investigación doctoral— he confirmado que la ingeniería es una disciplina que transforma. Contribuye al progreso social, estructura ciudades, optimiza sistemas y crea las bases para un futuro sostenible. La ingeniería es, en esencia, un acto de servicio y de responsabilidad colectiva.

Si algo he aprendido en este camino es que construir implica no solo levantar estructuras, sino que es una labor permanente, con técnica, propósito y humanidad, en la cual encuentro mi mayor motivación profesional.

Como ingenieros, debemos construir con sentido, crear con conciencia y avanzar con propósito. Cada decisión técnica deja una huella, cada proyecto transforma un entorno y cada idea que llevamos a la práctica abre un camino para quienes siguen nuestros pasos. Además de resolver, la ingeniería impulsa, conecta y eleva. Y cuando trabajamos con intención, nuestra profesión se transforma en algo más que cálculos y estructura; se convierte en la posibilidad real de diseñar un mejor futuro.



LA ENERGÍA INFINITA DE FERVO

VALENTINA SABRINA DÁVILA MILLÁN
Ingeniería Industrial, 10.º semestre

Actualmente, los combustibles fósiles representan más del 80 % de la producción de energía a nivel mundial. Durante los últimos años, las energías renovables han cobrado mucha popularidad porque buscan una alternativa más limpia y sostenible a las fuentes de energía tradicionales. Uno de los mayores retos de esta transición a las energías renovables es la capacidad de estas energías para producir de manera constante sin depender de factores climáticos como el sol o el viento. Energías como la solar y la eólica son muy populares, pero son intermitentes por naturaleza; esto impide mantener redes eléctricas estables y obliga a regresar a los combustibles fósiles para lograr cubrir la demanda energética (Naciones Unidas, s. f.; Novaluz, 2023).

A diferencia de las energías previamente mencionadas, la geotermia es capaz de ofrecer energía de manera continua. La geotermia es la energía renovable que aprovecha la energía calorífica proveniente del interior de la Tierra para generar electricidad a través del movimiento de turbinas o el intercambio de calor por medio del vapor o agua calentada en el subsuelo. A pesar de ser una energía constante, su gran limitante radica en que se necesitan zonas con condiciones geológicas muy específicas, con altas temperaturas y permeabilidad natural del suelo; esto ha impedido su expansión global (Fervo Energy, s. f.; IDAE, s. f.).

La creciente *startup* estadounidense Fervo Energy entra justo en el panorama para resol-

ver este problema. Tim Latimer era ingeniero para la compañía minera BHP, donde aprendió varias técnicas que pensó que podrían ser aplicables para la industria geotérmica. Preocupado verdaderamente por el ambiente y el impacto que su trabajo estaba teniendo en este, decidió dejar su empleo e inscribirse en Stanford Business School para crear su empresa de geotermia. Ahí conoció a Norbeck, quien estaba terminando su doctorado en ingeniería de recursos energéticos; juntos crearon Fervo Energy (Temple, 2023).

Esta *startup* adapta técnicas petroleras como la perforación horizontal, sensores de fibra óptica y análisis térmico para desarrollar el Enhanced Geothermal System (EGS), una tecnología capaz de crear la permeabilidad artificial necesaria para extraer calor del subsuelo en lugares donde naturalmente no sería posible. Este replanteamiento de tecnologías ya existentes permite dejar de depender de factores naturales. Los pozos EGS crean redes de permeabilidad al permitir que agua fría circule, se caliente bajo la tierra y regrese a la superficie para generar electricidad (Temple, 2023).

Fervo también ha desarrollado el sistema FervoFlex, el cual permite modular la producción de la planta geotérmica para complementar otras energías renovables intermitentes, como la solar y la eólica. FervoFlex brinda una flexibilidad clave para lograr una energía limpia firme, capaz de competir verdaderamente con las energías tradicionales (Maynard, 2024).



Figura 1. Project Red de Fervo Energy en Nevada (Temple, 2023).

La primera demostración exitosa de Fervo fue nombrada Project Red, en Nevada. En este proyecto se demostró la generación eficiente de electricidad a través del sistema EGS en una operación piloto. El resultado mostró no solamente la viabilidad de avanzar con la geotermia, sino que Fervo puede crear plantas de energía geotérmica capaces de ajustar el nivel de producción de acuerdo con la demanda y, tal vez más importante, puede almacenar la energía generada durante días y devolverla en periodos similares, lo que le permite actuar como una batería de larga duración. Es por este principio que el sistema FervoFlex puede detener su producción cuando sistemas solares o eólicos estén en marcha y suplementarla cuando estas fuentes se agoten o el clima detenga la producción (Ardila, 2023a; Temple, 2023).

Actualmente, Fervo Energy tiene la mira en un proyecto llamado Cape Station, en Utah. El ob-

jetivo de esta estación es el desarrollo de una planta geotérmica de última generación que funcione a escala comercial (Ardila, 2023b).

Además, la empresa ha firmado un Power Purchase Agreement con Shell Energy, en el que esta se compromete a comprar 31 MW. De igual manera, Fervo ha firmado un acuerdo con Google para la venta de 115 MW, ambos del proyecto Cape Station. Esto representa una gran señal de confianza hacia la compañía y hacia el futuro de la energía geotérmica (Ardila, 2025a).

La propuesta de Fervo Energy es un claro ejemplo de cómo se puede usar conocimiento existente de una industria para transformar otra. Fervo ha logrado desafiar a la naturaleza y a sus limitaciones con el fin de cuidarla mientras, al mismo tiempo, ofrece una solución efectiva a la producción de energía. Esta compañía cubre una necesidad ambiental,



Figura 2. Construcción del proyecto Cape Station en Utah (Ardila, 2025b).

económica y técnica de manera simultánea. Las constantes inversiones millonarias en este proyecto y los acuerdos comerciales representan un futuro brillante no solo para la empresa, sino para las energías renovables en conjunto.

Referencias

- Ardila, O. L. (2023a). Fervo Energy reporta exitoso avance en el proyecto EGS en Nevada, Estados Unidos. *Piensa en Geotermia*, 22 de julio. <https://www.piensa-geotermia.com/fervo-energy-reporta-exitoso-avance-en-el-proyecto-egs-en-nevada-estados-unidos/>
- Ardila, O. L. (2023b). Fervo Energy inicia la construcción de un proyecto geotérmico de próxima generación en Cape Station, Utah. *Piensa en Geotermia*, 9 de octubre. <https://www.piensageotermia.com/fervo-energy-inicia-la-construccion-de-un-proyecto-geotermico-de-proxima-generacion-en-cape-station-utah/>
- Ardila, O. L. (2025a). Fervo firma PPA geotérmico de 31 MW con Shell Energy. *Piensa en Geotermia*, 16 de abril. <https://www.piensageotermia.com/fervo-firma-ppa-geotermico-de-31-mw-con-shell-energy/>
- Ardila, O. L. (2025b). Fervo obtiene 206 millones de dólares para el desarrollo de Cape Station. *Piensa en Geotermia*, 16 de junio. <https://www.piensageotermia.com/fervo-obtiene-206-millones-de-dolares-para-el-desarrollo-de-cape-station/>
- Fervo Energy (s. f.). A Traditional Resource Poised for Resurgence. *Fervo Energy*. Recuperado el 12 de diciembre de 2025, de <https://fervoenergy.com/technology/>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) (s. f.). IDAE. <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-termico/geotermia>
- Maynard, M. (2024). Geothermal energy advances. *Time*, 30 de octubre. <https://time.com/7094813/fervo-energy-fervoflex/>
- Novaluz (2023). ¿Cuáles son las desventajas de las energías renovables? *Novaluz Energía*, 28 de diciembre. <https://novaluz.es/cuales-son-las-desventajas-de-las-energias-renovables/>
- Temple, J. (2023). This geothermal startup showed its wells can be used like a giant underground battery. *MIT Technology Review*, 8 de marzo. <https://www.technologyreview.com/2023/03/07/1069437/this-geothermal-startup-showed-its-wells-can-be-used-like-a-giant-underground-battery/>
- Naciones Unidas (s. f.). Energías renovables: energías para un futuro más seguro. *Naciones Unidas*. <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>



CÁSCARAS, PAPEL Y PACIENCIA: UN VIAJE HACIA MI PRIMER ECOMATERIAL

IGNACIO FERRER GARCÍA

Profesor en Ingeniería Mecatrónica, Universidad Anáhuac, Campus Xalapa

Desde hace tiempo me intriga la idea de transformar los desechos en algo nuevo. En el taller siempre hablamos de sustentabilidad, pero pocas veces la experimentamos con las manos. Por eso decidí aventurarme a crear un ecomaterial con cáscaras de cacahuate y pistache. No sabía exactamente qué saldría de eso, pero tenía claro que quería construir algo que contara una historia de paciencia, error y curiosidad.

Primer intento con mucílago y demasiada fe

Comencé motivado, convencido de que el mucílago de nopal sería el pegamento perfecto. Lavé y corté varios nopales medianos, los dejé en agua fría y esperé pacientemente a que soltaran ese líquido espeso y transparente que parece tener la respuesta a todo. Mezclé el mucílago con papel reciclado licuado y las cáscaras trituradas en dos tamaños: unas finas y otras gruesas. La mezcla se veía uniforme, con una textura firme y un color que recordaba a la arcilla.

Durante el primer día me sentí como si estuviera a punto de inventar un material revolucionario, pero la ilusión duró poco. A los dos días, la superficie comenzó a cubrirse de manchas verdes y el olor me confirmó lo peor: moho. El mucílago, tan noble al principio, terminó siendo un festín para los hongos. Fue frustrante ver cómo el trabajo se descomponía frente a mí, pero también fue el momento en que entendí que lo natural necesita control y que la biotecnología casera puede tener su lado salvaje.

Cambiar el rumbo y reinventar la receta

Después del fracaso, decidí probar algo diferente. Sustituí el mucílago por maicena disuelta en vinagre con un poco de sal. La fécula resultó más estable y el vinagre ayudó a mantener a raya cualquier posibilidad de moho. Preparé

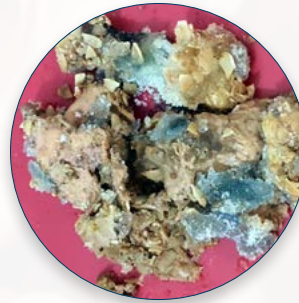


Figura 1. Ecomaterial con moho visible.

de nuevo la pulpa de papel, esta vez con menos agua y solo un par de horas de remojo. La combinación se volvió más fácil de manejar, densa y compacta, lista para moldearse.

Esta vez no quise dejar nada al azar. En lugar de secar al aire, hornéé el material a baja temperatura, con la puerta del horno entreabierta para que escapara el vapor. Pasé buena parte de la noche observando el proceso, midiendo la paciencia en minutos y no en fórmulas. Cuando por fin endureció, respiré aliviado. El material estaba seco, sin olor y con una textura sólida.

Aunque se rompía con facilidad, había logrado eliminar el moho por completo. El nuevo aglutinante funcionaba, pero el calor le había robado flexibilidad. Era firme y quebradizo, casi como una galleta de laboratorio.



Figura 2. Ecomaterial en fase de secado. Se puede ver la enorme cantidad de humedad que guarda.



Aprender de los errores y seguir adelante

Cada intento fallido me enseñó algo que ningún libro explica. La proporción de agua, la cantidad de fécula y el tiempo de secado fueron mis verdaderos maestros. Descubrí que las cáscaras de cacahuate aportan rigidez gracias a su alto contenido de lignina, mientras que las de pistache brindan una estructura más porosa que mejora la cohesión. El papel reciclado hizo el resto, uniendo todo en una matriz que por momentos parecía resistirlo todo.

Comprendí que crear materiales naturales es un proceso de observación constante. No basta con seguir pasos, hay que escuchar al material. Si se agrieta, te habla. Si huele, te advierte. Si se endurece demasiado, te obliga a ajustar. Lo que comenzó como un simple experimento terminó siendo una lección sobre perseverancia, química y humildad.

Lo que aprendí al final

Mi ecomaterial no fue perfecto, pero me enseñó más de lo que imaginé. Aprendí que la sustentabilidad también se forja con errores y que la ingeniería puede ser tan humana como la paciencia. Lo que empezó con cáscaras terminó siendo un recordatorio de que la innovación se construye con curiosidad, no con certezas.

Hoy miro los residuos de otra manera. Ya no los veo como basura, sino como oportuni-

des para crear algo nuevo. Este proyecto me hizo entender que la ingeniería también puede empezar en la cocina, con un horno, una idea y muchas ganas de no rendirse. Y aunque mi mezcla quedó más dura de lo esperado, me quedo con la satisfacción de haber transformado lo cotidiano en una pequeña historia de ingenio y aprendizaje.

Bibliografía

- Flores-Hernández, C. G., Del Real, A., Cornejo-Villegas, M. de los Á., Millán-Malo, B., Fonseca-Hernández, G. A., y Rivera-Armenta, J. L. (2025). Starch films reinforced with pistachio shell particles. A sustainable biocomposite. *Polymers*, 17(14), 1907. <https://doi.org/10.3390/polym17141907>
- Mandala, R., Hegde, G., Kodali, D., y Kode, V. R. (2023). From waste to strength. Unveiling the mechanical properties of peanut-shell-based polymer composites. *Journal of Composites Science*, 7(8), 307. <https://doi.org/10.3390/jcs7080307>
- Patiño-Almanza R., Ramírez-Flores J. A., y Almendárez-Camarillo, A. (2024). Extracción del mucílago de nopal para la elaboración de biopelículas. *Pádi*, Vol. 12 Especial 5, 261-265. ISSN 2007-6363. <https://doi.org/10.29057/icbi.v12iEspecial5.13571>
- Robles, E., Izaguirre, N., Martin, A., Moschou, D., y Labidi, J. (2021). Assessment of bleached and unbleached nanofibers from pistachio shells for bio-based composites. *Molecules*, 26(5), 1371. <https://doi.org/10.3390/molecules26051371>
- Troiano, M., Santulli, C., Roselli, G., y Di Girolami, G. (2018). DIY bioplastics from peanut hulls waste in a starch-milk based matrix. *FME Transactions*, 46(4), 503-512. 10.5937/fmet1804503T



Figura 3. Ecomaterial final.



LA MÁQUINA QUE HACE EL TRABAJO SUCIO MIENTRAS TÚ SIGUES CAMINANDO

YOANA NAVIDAD SESEÑA GÓMEZ
Ingeniería Biomédica, 8.º semestre

¿Alguna vez has escuchado que ya existen máquinas capaces de limpiar casas e incluso espacios grandes sin que el ser humano tenga que perder tiempo en ello? Estas máquinas ya existen y están entre nosotros. A continuación, te explicaré cómo funcionan y por qué están revolucionando la limpieza.

Historia

Durante décadas, limpiar pisos se reducía a algo muy simple: agua, detergente y tiempo humano. Hoy el panorama es muy distinto. Existen máquinas capaces de adaptarse al tipo de superficie, ya sea lisa, rugosa, mojada o incluso con pendiente. Pueden moverse por sí solas gracias a sensores y sistemas de control inteligente que ajustan en tiempo real la velocidad y la intensidad del cepillado (Azcarate *et al.*, 2025).

Cuando se habla de máquinas que limpian pisos, muchas personas piensan de inmediato en el robot doméstico que se mueve solo por la casa. Ese pequeño dispositivo que esquiva muebles y limpia mientras nadie lo supervisa se ha vuelto muy popular (Demirtaş *et al.*, 2024). Sin embargo, este tipo de tecnología no fue la primera en existir. Antes de que los robots de limpieza llegaran a los hogares, ya se utilizaban fregadoras-secadoras industriales, creadas para limpiar grandes superficies en hospitales, fábricas y centros comerciales (Azcarate *et al.*, 2025).

Funcionamiento de las fregadoras-secadoras industriales

Las fregadoras-secadoras automáticas reemplazaron gradualmente la limpieza manual

al integrar múltiples funciones mecánicas y agilizar el proceso de limpieza en grandes superficies (Cleaning Matters, 2014). Los manuales técnicos de fabricantes describen que las máquinas combinan la aplicación de solución limpiadora, la limpieza con los cepillos y la absorción del agua sucia en un solo paso (Nilfisk-Advance, 2019).

El robot de limpieza funciona mediante un sistema adaptativo que combina percepción del entorno y control inteligente. Utiliza un sensor LiDAR, este emite pulsos de luz láser que se reflejan en los objetos, lo que le permite reconocer la estructura del entorno y calcular la distancia a cada elemento, generando así una representación del espacio en dos o tres dimensiones (MathWorks, s. f.). Contiene 128 canales para obtener imágenes de intensidad del suelo, las cuales son procesadas por una red neuronal convolucional ResNet-18 que clasifica el tipo de superficie en tres categorías: rugosa, lisa o madera. De forma paralela, una unidad de medición inercial (IMU) mide la inclinación del terreno para identificar pendientes. La información del tipo de piso y del ángulo de inclinación se introduce en un sistema de control basado en lógica difusa, el cual ajusta en tiempo real la altura del cepillo, la velocidad de rotación del cepillo y la velocidad de desplazamiento del ro-



bot. De esta manera, el robot modifica su comportamiento mientras se desplaza, elevando o bajando el cepillo y cambiando su velocidad según la superficie y la pendiente, sin necesidad de intervención humana. El sistema de limpieza está compuesto por cepillos laterales, cepillos cilíndricos centrales y un sistema de vacío que recoge los residuos en un contenedor interno, permitiendo una limpieza continua en entornos exteriores con superficies diferentes (Azcarate *et al.*, 2025; Wang *et al.*, 2025).

se propone un sistema basado en visión artificial para clasificar superficies en alfombra, azulejo y madera. El robot utiliza una cámara y un modelo CNN ligero, específicamente un MobileNetV2 modificado, optimizado para equipos con recursos limitados. Durante las pruebas en tiempo real, el sistema analizó imágenes del suelo mientras el robot se desplazaba, alcanzando una exactitud del 99.25 % en distintos escenarios interiores (Demirtaş *et al.*, 2024).

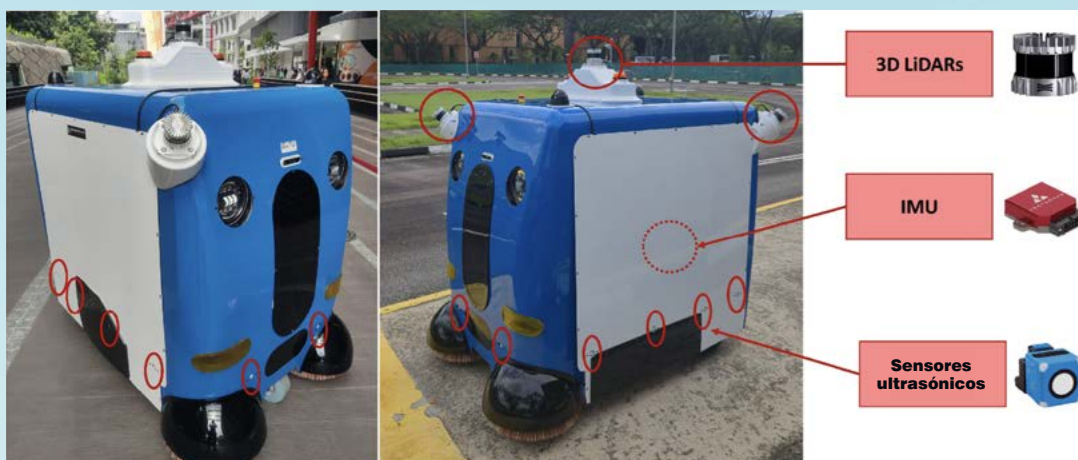


Figura 1. Máquina fregadora-secadora y sus principales dispositivos (Azcarate *et al.*, 2025)

Funcionamiento de los robots domésticos

Los robots de limpieza domésticos funcionan principalmente como aspiradoras y mejoran su desempeño cuando reconocen el tipo de piso, ya que no es igual desplazarse sobre madera, azulejo o alfombra. Estos dispositivos suelen ser más compactos e integran sensores LiDAR o SLAM, que permiten al robot ubicarse y, al mismo tiempo, construir un mapa del entorno. Gracias a estos algoritmos, el dispositivo puede moverse en espacios desconocidos, planear rutas y evitar obstáculos de manera eficiente (PHR Robotics, s. f.). Incluyen cámaras y sistemas de inteligencia artificial, lo que les facilita mapear el entorno, identificar superficies y ajustar su potencia de limpieza de forma automática (Goldiez, 2025).

Un ejemplo de esta tecnología se muestra en el estudio de Demirtaş *et al.* (2024), en el que

Hoy, uno de los avances clave en los robots aspiradores es la navegación basada en SLAM combinada con las cámaras LiDAR, que les permite mapear el entorno mientras se ubican dentro de él. Gracias a esto, evitan recorridos aleatorios, limpian de forma más ordenada y reducen tiempo y consumo de batería (Ansaldó, 2024).



Figura 2. Roborock Saros 10R (Roborock, s. f.)



Figura 3. Aspiradora inteligente Roborock Saros 10R (Roborock, s. f.)

Mejores productos del mercado

Si estás pensando en comprar un robot aspirador el más recomendado es el Roborock Saros 10R. Su diseño se vuelve más compacto para integrarse mejor en la vida cotidiana. Tiene un sistema de navegación autónoma que le permite desplazarse con facilidad en espacios complejos y detectar obstáculos con gran precisión. Gracias a su chasis ajustable y a la combinación de cepillo principal, cepillo lateral y trapeadores, el robot logra una limpieza más eficiente e inteligente. Además, su sistema de anti-enredos y la base multifuncional reducen al mínimo el mantenimiento, dejando atrás las tareas repetitivas (Roborock, s. f.).

Referencias

- Ansaldó, M. (2024). Robot vacuum navigation types explained. *TechAdvisor*, 8 de abril. <https://www.techadvisor.com/article/2283951/robot-vacuum-navigation-types-explained.html>
- Azcarate, R. F. G., Jayadeep, A., Zin, A. K., Lee, J. W. S., Muthugala, M. A. V., y Elara, M. R. (2025). Adaptive Outdoor Cleaning Robot with Real-Time Terrain Perception and Fuzzy Control. *Mathematics*, 13(14), 2245. <https://doi.org/10.3390/math13142245>

- Demirtaş, A., Erdemir, G., y Bayram, H. (2024). Indoor surface classification for mobile robots. *PeerJ Computer Science*, 10, e1730. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.1730>
- Cleaning Matters (2014). *How times have changed. Cleaning Matters*, 8 de octubre. https://www.cleaning-matters.co.uk/page_518073.asp
- Goldiez, R. (2025). Robots aspiradores: cómo funcionan y por qué cada vez son más inteligentes. *Universal Robots*, 31 de marzo. <https://www.universal-robots.com/mx/blog/robots-aspiradores/>
- MathWorks (s. f.). ¿Qué es LiDAR? *MathWorks*. <https://la.mathworks.com/discovery/lidar.html>
- Nilfisk-Advance (2019). *Operator's manual: Industrial scrubber-dryer* (pp. 1–2). Nilfisk-Advance.
- PHR Robotics (s. f.). Robots de limpieza inteligente: cómo funcionan, qué ofrecen y en qué fijarte. *PHR Robotics*. <https://www.phr-robotics.com/robots/robot-de-limpieza-inteligente>
- Roborock (s. f.). Saros 10R. *Roborock*. <https://mx.roborock.com/pages/roborock-saros-10r>
- Wang, H., Wang, Ch., Ao, Y., y Zhang, X. (2025). Fuzzy control algorithm of cleaning parameters of street sweeper based on road garbage volume grading. *Scientific Reports*, 15, 8405. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-92771-6>



TAEKWONDO A TRAVÉS DEL TIEMPO

ROCÍO DEL CARMEN DE LA GARZA RESCALA
Ingeniería Industrial para la Dirección, 3^{er} semestre

Los orígenes del peto, o protector de pecho tradicional, se remontan aproximadamente a la década de 1950. En esa época, los primeros modelos utilizados en competencias de taekwondo eran protectores simples, diseñados únicamente para cubrir el torso. De acuerdo con registros históricos, existieron versiones elaboradas con entramados, ribeteados o incluso piezas de bambú y cuero acolchado (Chou, 2021). Con el paso del tiempo, el peto se consolidó como la pieza central de protección en el combate o *kyorugi*.

Durante las décadas de 1960 a 1980, el taekwondo experimentó un avance significativo en la estandarización del equipo protector. Se introdujeron materiales acolchados y recubrimientos de cuero o cuero sintético, lo que permitió mejorar la durabilidad y facilidad de limpieza. En este periodo también comenzaron a utilizarse cascos, espinilleras y brazaletes elaborados con espumas moldeadas y telas resistentes, estableciendo las bases del equipamiento moderno (United States Taekwondo Museum, 2021).

A mediados y finales de los años 1980 se produjo una innovación clave con la llegada de las espumas de partículas expandibles (EPP y EPS), utilizadas en productos deportivos. Estos materiales ofrecían una mayor capacidad de absorción de impactos, menor peso y una excelente recuperación después del golpe, permitiendo el desarrollo de protectores más seguros, ligeros y duraderos (EPP Forum, 2022).

Durante los años 1990 y 2000, los fabricantes se concentraron en la optimización de capas y combinaciones de materiales. Se incorporaron espumas como EVA, EPE y poliuretano (PU) en diseños multicapa, logrando un equilibrio entre absorción de impacto, comodidad y ergonomía. El recubrimiento con cuero sintético mejoró la resistencia y la higiene, convirtiéndose en el estándar de cascos, petos y espinilleras de competición (EPP Forum, 2022).



Figura 1. Uso de protecciones tradicionales en artes marciales.
Fuente: <https://abasedegolpes.com/es/tecnica/2020/03/24/articulos/el-entrenamiento-con-protecciones-es-parte-de-la-tradicion-de-las-artes-marciales.html>



Figura 2. Evolución de los petos.

Fuente: <https://m.facebook.com/photo.php?fbid=3217666221641345&set=a.854688864605771>

Hacia finales de los años 1990 y principios de los 2000 surgió la primera generación de sistemas electrónicos de puntuación (PSS). Estos sistemas intentaban registrar los impactos de forma objetiva mediante sensores instalados en los petos y en el calzado. Sin embargo, las primeras versiones enfrentaron problemas de sensibilidad y falsos positivos, lo que motivó diversas mejoras en las generaciones posteriores (Taekwondo Training, s. f.).

Entre 2010 y 2012, los sistemas electrónicos alcanzaron una adopción masiva en torneos internacionales y debutaron en los Juegos Olímpicos, impulsados por marcas como Daedo y Adidas. Su implementación transformó la dinámica del combate, ya que los sensores medían la fuerza y precisión de los impactos, reduciendo la subjetividad en la puntuación (Daedo, 2025).

Durante la década de 2010, la tecnología evolucionó hacia sistemas más sofisticados. Los PSS incorporaron acelerómetros, magnetómetros, sensores de proximidad y

transmisores inalámbricos, integrados con el *software* de arbitraje. Diversos estudios comparativos —especialmente entre los sistemas KPNP y Daedo— analizaron su precisión y el impacto en la táctica deportiva (Márquez *et al.*, 2022).



Figura 3. Desarrollo del peto

Fuente: <https://www.facebook.com/sbnyuri/posts/sab%C3%ADas-qu%C3%A9-la-importancia-del-peto-en-el-desarrollo-t%C3%A9cnico-del-taekwondo-el-peto-/465583885395084/>

En la misma década surgieron los cascos electrónicos, que integran sensores para detectar impactos válidos en la cabeza. Tras fases de prueba y validación, World Taekwondo (WT) reconoció oficialmente algunos modelos desarrollados por marcas como KPNP y Daedo, incorporando esta tecnología al reglamento oficial (Kwon, s. f.).

A partir de 2020 y hasta 2024, los fabricantes lanzaron nuevas generaciones de sistemas electrónicos, como el Daedo Gen3, caracterizados por una mayor precisión, ligereza y ergonomía. Los materiales internos mejoraron mediante combinaciones de EPP, EVA y PU, capaces de soportar múltiples impactos sin deformarse, incrementando la seguridad del deportista (Daedo, 2025).



Actualmente, durante la década de 2020, los sistemas de protección y puntuación del taekwondo se encuentran plenamente estandarizados bajo las normas de World Taekwondo. El uso del PSS forma parte de las reglas modernas de combate y existe una amplia literatura académica que analiza su influencia en la objetividad de la puntuación y en las estrategias deportivas. La innovación en materiales y tecnología continúa marcando el avance constante del taekwondo moderno (Márquez *et al.*, 2022).

Referencias

- Chou (2020). El entrenamiento con protecciones es parte de la tradición de las artes marciales. *A Base de Golpes*, 24 de marzo. <https://abasedegolpes.com/es/tecnica/2020/03/24/articulos/el-entrenamiento-con-protecciones-es-parte-de-la-tradicion-de-las-artes-marciales.html>
- Daedo (2025). The Gen3 electronic body protector is revolutionizing taekwondo. *Daedo*, 13 de febrero.

- https://www.aboutdaedo.com/en/gen3-electronic-body-protector/?utm_source=chatgpt.com
- EPP Forum (2022). History and perspectives: Development from a "hidden champion" to high-flyer. *EPP-Forum*, 15 de febrero. <https://epp-forum.com/en/about-epp/history-and-perspectives>
- Kwon (s. f.). KPNP E-Head-Protector – WT recognized. *Kwon Martial Arts Shop*. <https://www.kwon.com/en/products/approved-equipment/wt-recognized/2776/knp-e-head-protector-wt-recognized>
- Márquez, J. J., López-Gullón, J. M., Menescardi, C., y Falcó, C. (2022). Comparison between the KPNP and Daedo protection scoring systems through a technical-tactical analysis of elite taekwondo athletes. *Sustainability*, 14(4), 2111. https://www.mdpi.com/2071-1050/14/4/2111?utm_source
- Taekwondo Training (s. f.). Development of electronic equipment in sport WTF Taekwondo. *Taekwondo*. <https://www.taekwondo-training.com/sport-olympic/development-of-electronic-equipment-in-sport-wtf-taekwondo>
- United States Taekwondo Museum (2021). Original protective gear. *Taekwondo Hall of Fame*, 23 de abril. <https://taekwondohalloffame.com/award-type/competition-gear-originalhogu/>



EL NOVEDOSO ALIENTO QUE DEVUELVE LA MOVILIDAD

INGRID SOFÍA RINCÓN VON PASTOR
Ingeniería Mecatrónica, 7.º semestre

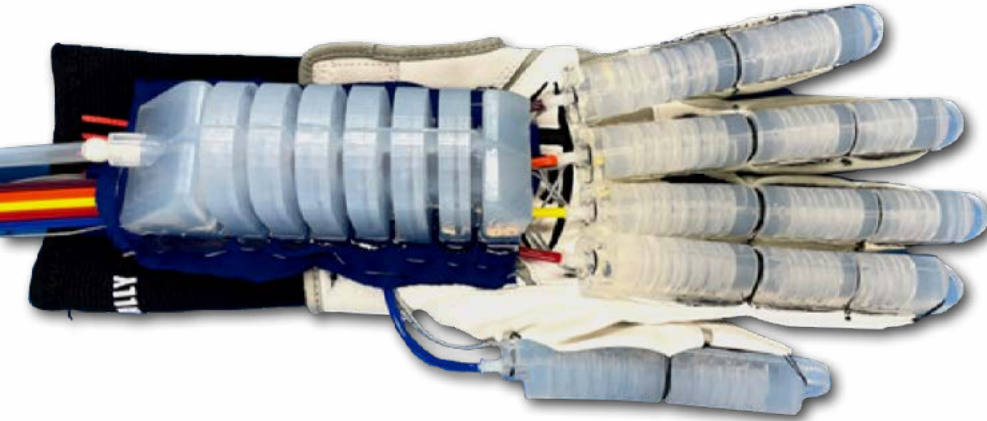


Figura 1. Exoesqueleto blando de mano y muñeca para asistencia en la rehabilitación. Imagen obtenida de Ridremont *et al.* (2024).

Desde el *pneuma symphyton* de Aristóteles y el aliento vital (*ihiyotl*) de la cultura náhuatl, pasando por el *prāṇa* hinduista y el soplo divino de las religiones abrahámicas, el aire se ha considerado, a lo largo de la historia, como una fuerza espiritual que da la vida y el movimiento. En este artículo, último de la serie, abordaremos el aire como una fuente de movimiento más literal: los exoesqueletos blandos neumáticos.

Como recordarán, en el artículo anterior explicamos que un exoesqueleto es un dispositivo mecánico externo que asiste o potencia los movimientos del cuerpo y que, dentro de esta gran familia, existe una subrama que consiste en exoesqueletos blandos. Estos últimos, dijimos que eran ligeros, discretos y flexibles y que suelen emplearse en entornos clínicos (Walsh, 2021). También se mencionó que existen muchos tipos de exoesqueletos blandos como los EMS mencionados en el artículo anterior, de cable, hidráulicos, neumáticos e incluso electromagnéticos. No obstante, en los últimos años la tecnología que ha tenido un mayor

desarrollo y que ha sido más dominante en la investigación es la neumática, debido a su bajo peso, rápida respuesta y, hasta cierto punto, sencilla implementación (Xavier *et al.*, 2022).

Un actuador neumático blando (SPA, por sus siglas en inglés) es un dispositivo formado por cámaras elásticas reforzadas con mallas que controlan y limitan su deformación. Debido a su diseño interno, al regular la presión del aire es posible generar movimientos de flexión, extensión y torsión. Su flexibilidad y materiales los vuelve especialmente cómodos para el uso en personas, mientras que su bajo peso y alta potencia los hace ideales para aplicaciones de ayuda y soporte portátiles. Además, gracias a su constante desarrollo, existen ya varios diseños y programas de control especializados que facilitan su implementación y futura investigación en ámbitos médicos (Xavier *et al.*, 2022; Georgia Tech, s. f.).

Estos dispositivos se fabrican con materiales elásticos, como silicón, látex y caucho, a los



que se les da forma de cámaras tubulares mediante procesos de moldeo o impresión 3D para posteriormente unirse por capas con adhesivos o mediante vulcanizado, proceso con el cual también se sellan las cámaras para evitar fugas de aire. Durante su fabricación también se incorporan las mallas mencionadas anteriormente para limitar su deformación, asegurando el control del movimiento en la dirección deseada. Algunos diseños incluso permiten conectar varias cámaras entre sí para poder realizar movimientos más complejos.

A partir de los tipos de movimientos que pueden realizar, los SPA pueden clasificarse en cuatro grupos, siendo los más básicos la extensión, flexión y torsión. Los primeros, como lo indica su nombre, permiten realizar movimientos de alargamiento o contracción. Un ejemplo representativo es el músculo neumático tipo McKibben, el cual, gracias al uso de mallas, se expande principalmente a lo largo del eje de su cámara en vez de inflarse radialmente. También existen otros diseños más

compactos, como los actuadores tipo *pouch*. Lo interesante es que, aunque estos dispositivos por sí mismos generan movimientos lineales, al utilizarse en conjunto permiten controlar la flexión o extensión de las articulaciones o segmentos de un miembro. Además, ofrecen soporte físico sin llegar a tener una rigidez excesiva, aumentando la comodidad y seguridad del paciente (Tago *et al.*, 2024).

Por otro lado, los actuadores de flexión están específicamente diseñados para permitir dobles, como los dedos o el codo. Generalmente, como se mencionó en el párrafo anterior, estos están contruidos a partir de varias cámaras en paralelo en las que, al inflar más las cámaras de un lado que las del otro, se produce la flexión. Un ejemplo claro son los actuadores empleados en guantes de rehabilitación durante el entrenamiento pasivo continuo (Chen *et al.*, 2020; Zhu *et al.*, 2022), en los que incluso se combinan distintos tipos de actuadores para devolver movilidad a la mano y proporcionar estabilidad al paciente.

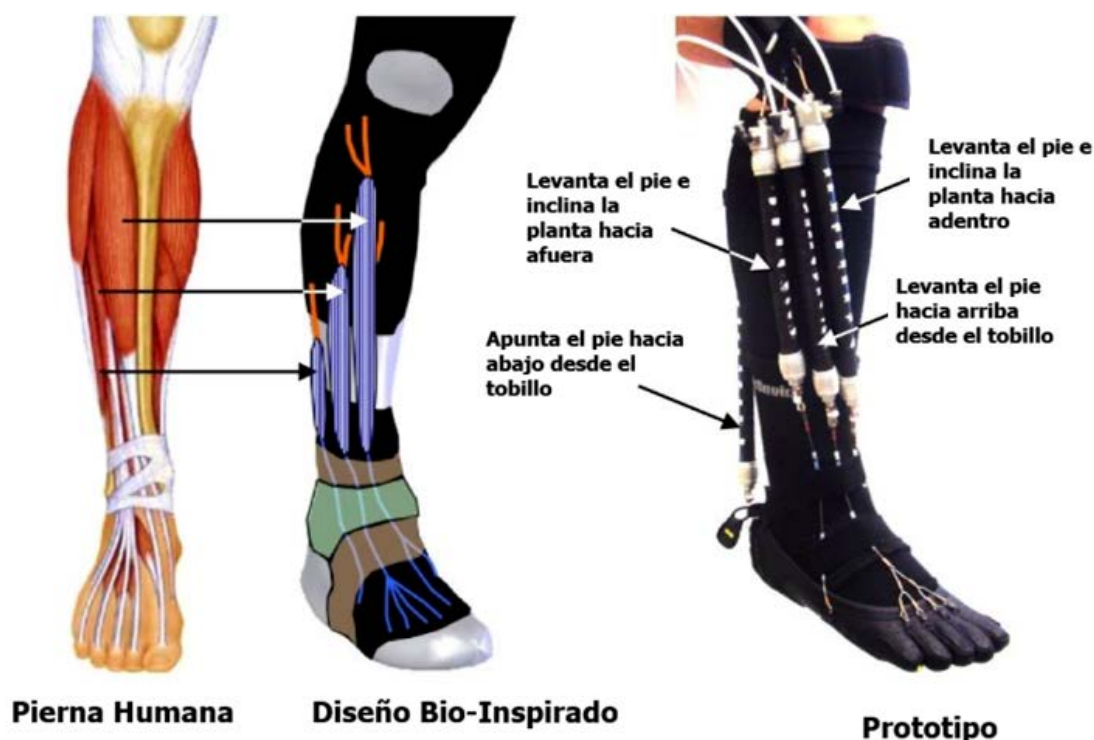


Figura 2. Exoesqueleto neumático de tobillo para guía y soporte. Imagen obtenida de Coxworth (2015).



También se pueden utilizar en dispositivos para rehabilitación de codo, o como asistentes de carga en trabajos pesados (Sridhar *et al.*, 2025).

Finalmente se encuentran los actuadores de torsión, también llamados helicales. En estos, las fibras limitantes se enrollan alrededor de los tubos, usualmente en un ángulo de 30°, lo que permite que, al inflarse, el actuador genere una rotación alrededor de su eje central. Otro diseño son las Pneu-Nets helicales, donde las propias cámaras son las que están dispuestas en forma de espiral. Este tipo de configuraciones incluso permiten combinar movimientos de flexión, extensión y torsión en un solo actuador, otorgando más grados de libertad, de manera similar al movimiento de un músculo. Los sistemas que cuentan con estas capacidades, que llegan a consumir una menor cantidad de energía, suelen incluirse en la categoría de actuadores multimodales y tam-

bién son conocidos como músculos blandos neumáticos.

Como lo mencioné antes en el artículo, existen numerosos proyectos de investigación y prototipado de este tipo de tecnologías. Un proyecto destacable es el que realiza un grupo de investigadores del MIR en colaboración con Harvard. Juntos han desarrollado varios prototipos como guantes asistivos y mangas exoesqueléticas para piernas y brazos con el objetivo de reducir la fuerza muscular necesaria para realizar tareas del día a día. La finalidad de estos dispositivos es mejorar la calidad de vida de personas con lesiones, traumatismos y movilidad limitada, así como apoyar en la rehabilitación de pacientes que necesitan recuperar su fuerza o coordinación, como personas con Parkinson (Gordon, 2022).

Si bien estas herramientas han representado un avance significativo, su desarrollo también

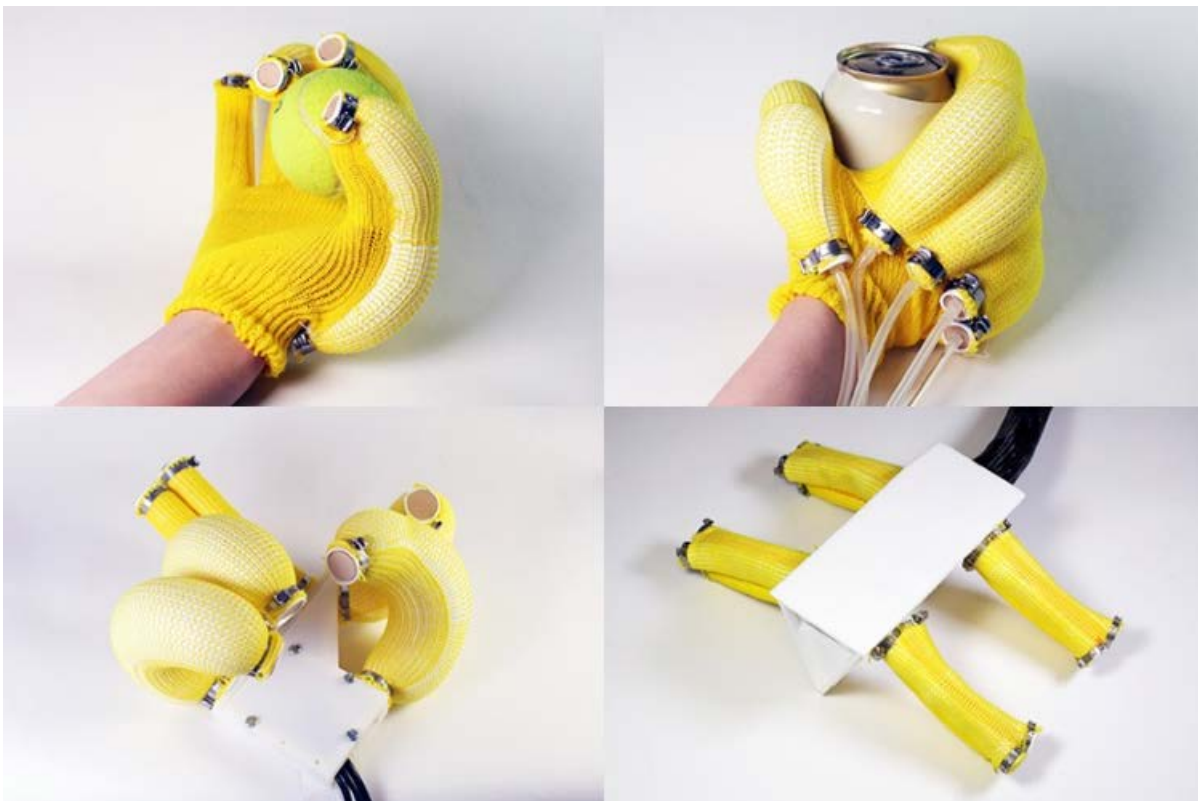


Figura 3. Mano robótica blanda, exoesqueleto neumático y robot cuadrúpedo neumático blando desarrollados por el MIT. Imagen obtenida de Gordon (2022).



ha significado nuevos desafíos, como la sincronización entre movimientos del usuario y el control neumático, la sensibilidad y fuerza aplicada por los actuadores, y el equilibrio adecuado entre flexibilidad y soporte para el paciente (Gordon, 2022). Tanto en esta publicación como en otros estudios, también se señala que otra limitación actual es la restricción en la geometría y, en consecuencia, en los movimientos que se pueden replicar, debido a que los actuadores aún dependen en gran medida de formas tubulares y poco complejas. Asimismo, es necesario que haya un mayor avance en lo relacionado a sensores blandos que puedan integrarse a los dispositivos y que permitan un mejor control del sistema y, en el caso de aplicaciones médicas, monitoreo del paciente (Gordon, 2022, 8).

Al igual que en muchas otras tecnologías, una de las áreas de oportunidad más importantes es encontrar materiales innovadores que mantengan el bajo peso y la elasticidad de los utilizados actualmente, pero que cuenten con una mejor durabilidad y permitan fabricar estructuras complejas con facilidad. Estos avances también irán de la mano con las implementaciones de mejores herramientas digitales y el desarrollo de las técnicas de fabricación textil y de las cámaras para acelerar la creación de prototipos y, eventualmente, poder llevar estos dispositivos a una producción a mayor escala y amplia accesibilidad para las personas (Xavier *et al.*, 2022).

Los exoesqueletos blandos neumáticos representan una de las aplicaciones más prometedoras de la robótica blanda en el campo de la rehabilitación y la asistencia al movimiento. Aunque todavía enfrentan desafíos técnicos importantes y requieren mayor investigación para atender plenamente sus áreas de oportunidad, su potencial para hacer las terapias más accesibles, cómodas y efectivas es incuestionable. Al final, resulta interesante pensar que quizá aquellas ideas antiguas no estaban tan

alejadas de la realidad: hoy, desde la ingeniería, el aire vuelve a convertirse en una fuente de movimiento, capaz de devolver fuerza, movilidad y autonomía a quienes más lo necesitan.

Referencias

- Coxworth, B. (2015). Soft pneumatic exoskeleton could be perfect for use in rehab. *New Atlas*, 21 de mayo. <https://newatlas.com/soft-exoskeleton-ankle-rehabilitation/30542/>
- Chen, Y., Tan, X., Yan, D., Zhang, Z., y Gong, Y. (2020). A Composite Fabric-Based Soft Rehabilitation Glove With Soft Joint for Dementia in Parkinson's Disease. *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, 8, 1-10. 1400110. <https://doi.org/10.1109/JTEHM.2020.2981926>
- Georgia Tech (s. f.). Soft Pneumatic Actuators – Adaptive Robotic Manipulation (ARM) Laboratory. *Georgia Tech*. <https://armlab.gatech.edu/research-2/current/soft-pneumatic-actuators/>
- Gordon, R. (2022). Soft assistive robotic wearables get a boost from rapid design tool. *MIT News*, 3 de mayo. <https://news.mit.edu/2022/soft-assistive-robotic-wearables-get-boost-rapid-design-tool-0503>
- Ridremont, T., Singh, I., Bruzek, B., Jamieson, A., Gu, Y., Merzouki, R., y Wijesundara, M. B. J. (2024). Pneumatically Actuated Soft Robotic Hand and Wrist Exoskeleton for Motion Assistance in Rehabilitation. *Actuators*, 13(5), 180. <https://doi.org/10.3390/act13050180>
- Sridhar, E. P., Erel, V., Nasirian, A., Wijesundara, M. B. J., & Rahman, M. (2025). Design, development, and evaluation of a pneumatically actuated soft wearable robotic elbow exoskeleton for reducing muscle activity and perceived workload. *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering*, 12. <https://doi.org/10.1177/20556683251347517>
- Tago, Y., Satake, Y., e Ishii, H. (2024). Novel Design of a Pneumatic Longitudinal Actuator for Both Extending and Contracting Motions. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 9(2), 1436-1443. doi: 10.1109/LRA.2023.3343628
- Walsh, C. (2021). Soft Exosuits for Lower Extremity Mobility. *Wyss Institute*, 10 de noviembre. <https://wyss.harvard.edu/technology/soft-exosuits-for-lower-extremity-mobility/>
- Xavier, M., Tawk, C., Zolfagharian, A., Pinski, J., Howard, G., Young, T., Lai, J., Harrison, S., Yong, Y., Bodaghi, M., y Fleming, A. (2022). Soft Pneumatic Actuators: A Review of Design, Fabrication, Modeling, Sensing, Control and Applications. *IEEE Access*, 10. 59442-59485. 10.1109/ACCESS.2022.3179589
- Zhu, Y., Gong, W., Chu, K., Wang, X., Hu, Z., y Su, H. (2022). A Novel Wearable Soft Glove for Hand Rehabilitation and Assistive Grasping. *Sensors*, 22(16), 6294. <https://doi.org/10.3390/s22166294>



TURBO LEARN AI

ALDO LARA RODRÍGUEZ
Ingeniería Mecatrónica, 6.º semestre

Te ha pasado que te da mucha flojera estudiar los PDF largos y aburridos cuando no tienes la energía necesaria y el tiempo suficiente. Utiliza la inteligencia artificial a tu favor y conoce Turbo Learn AI.

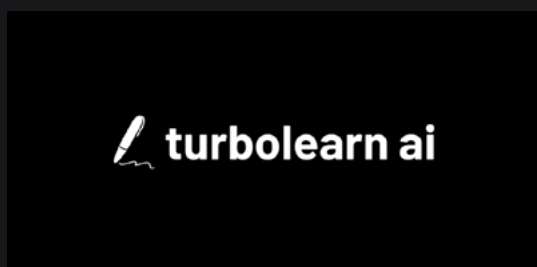


Figura 1. Aptoide.

Fuente: <https://turbolearn.es.aptoide.com/app>



Imagen 2. Rudy Arora y Sarthak Dhawan

Fuente: <https://www.businessinsider.com/turbo-ai-notetaking-app-2025-11>

¿Qué es esta IA?

Turbo Learn AI es un asistente de estudio integral que utiliza inteligencia artificial generativa y modelos de reconocimiento de voz para capturar información de diversas fuentes, como grabaciones de audio, videos de YouTube y documentos PDF. A través del aprendizaje automático, la plataforma no solo transcribe, sino que sintetiza y estructura la información, generando automáticamente apuntes organizados, tarjetas didácticas (*flashcards*) y cuestionarios personalizados para optimizar el aprendizaje y la retención.

¿Quiénes la crearon?

Origen (2023): La herramienta surgió en universidades de Estados Unidos, específicamente en Northwestern y Duke, donde fue desarrollada por los estudiantes Rudy Arora y Sarthak Dhawan con el propósito de automatizar la toma de apuntes y reducir el tiempo dedicado al estudio.

Crecimiento (2024): La plataforma ganó popularidad tras difundirse en redes sociales, especialmente en TikTok, lo que impulsó un aumento rápido de usuarios.

Actualidad (2025): Al alcanzar más de cinco millones de usuarios y consolidar un modelo económicamente sostenible, la plataforma cambió su nombre a Turbo Learn AI.

¿Cómo utilizarla?

Es muy sencillo de utilizar en tres pasos:

1. Creas tu cuenta de forma gratuita.
2. Subes tu material de estudio, ya sea PDF, documento Word, presentación de PowerPoint o cualquier video.
3. Seleccionas la función de la IA de tu preferencia:
 - Notas resumidas
 - Flashcards
 - Preguntas tipo examen



- Audio/podcast del contenido
- Esquemas por temas

Puntos para aclarar

Esta IA es muy útil en su forma gratuita, pero para obtener todo su potencial se necesita pagar una mensualidad.

Importante: esta IA es una herramienta de apoyo, evita que sea un sustituto de estudio.



Figura 3. Videosdk
Fuente: <https://www.videosdk.live/ai-apps/turbolearn>

Bibliografía

App Store (2024). Turbo AI – AI Notetaker [Aplicación móvil]. *App Store*. Recuperado de <https://apps.apple.com>

Dhawan, S., y Arora, R. (s. f.). Founders' story and mission behind TurboLearn AI. Turbo AI Blog. Recuperado de <https://www.turbo.ai/blog>

Turbolearn AI for Students - AI Study Tools. Recuperado de <https://www.turbo.ai/for-students>

Reddit (2024a). How good is TurboLearn AI? r/school. *Reddit*. Recuperado de <https://www.reddit.com>

Reddit (2024b). Is TurboLearn worth it for studying? r/studying. *Reddit*. Recuperado de <https://www.reddit.com>

TurboAI (2025). TurboAI rebrand and product expansion announcement. Recuperado de <https://www.turbo.ai>

Turbo AI (s. f.). How TurboLearn AI works: AI-powered note-taking and studying. Recuperado de <https://www.turbolearn-ai.com>

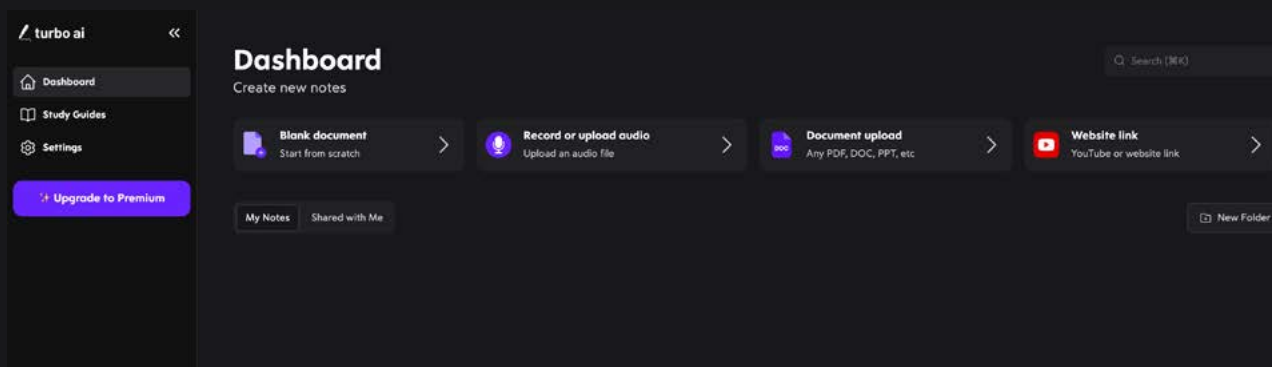


Figura 4. Pantalla principal
Fuente: <https://www.turbo.ai/dashboard>



DEL GLUCÓMETRO AL MACHINE LEARNING: CÓMO LA CIENCIA BUSCA MEJORAR EL MONITOREO DE DIABETES

IVÁN ANDRÉS BURGOS CASTRO,* PEDRO JAVIER GARCÍA RAMÍREZ,** ROGELIO DE JESÚS PORTILLO VÉLEZ.***

* Facultad de Ingeniería de la Construcción y el Hábitat, Universidad Veracruzana.

** Instituto de Ingeniería, Universidad Veracruzana.

*** Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad Veracruzana.

Introducción

En la actualidad es común conocer o tener a un familiar que padece diabetes mellitus, pero ¿qué es la diabetes mellitus?, ¿desde cuándo existe esta enfermedad?, ¿cómo es posible que con tanto desarrollo tecnológico y avances en la medicina miles de personas siguen perdiendo la vida anualmente debido a este padecimiento?, ¿qué se está haciendo para abordar el tratamiento, diagnóstico, monitoreo y prevención de esta enfermedad que es uno de los diez padecimientos que más vidas cobran anualmente alrededor del mundo? Aquí aclaramos dichas interrogantes y brindamos un panorama de cómo la comunidad científica y los gobiernos se encuentran trabajando para abordar esta problemática que afecta a nivel global.

Diabetes mellitus

Comencemos por definir lo que es la diabetes mellitus. De acuerdo con el Instituto Mexicano del Seguro Social en su protocolo clínico para el diagnóstico y tratamiento de la diabetes, esta es parte de un grupo de enfermedades metabólicas, lo que significa que se asocia con alteraciones en las reacciones químicas normales del cuerpo, en particular en cómo el organismo procesa la glucosa, la cual es un azúcar simple que se obtiene a través de los alimentos y se convierte en energía a partir de una hormona conocida como insulina. La insulina se produce en el páncreas, donde las responsables de producirla se conocen como células beta. Si no hay producción de insulina

o esta no puede ser utilizada eficazmente por el organismo, entonces, en consecuencia, la glucosa no se convierte en energía, por lo que se elevan los niveles de glucosa en sangre y, si esto se mantiene en el tiempo, se pueden llegar a tener algunas de las complicaciones de la diabetes como retinopatía diabética, es decir, pérdida de la visión; neuropatía diabética, que se asocia con el daño a los nervios y articulaciones; nefropatía diabética, que significa daño en los riñones, así como otras complicaciones de igual gravedad.

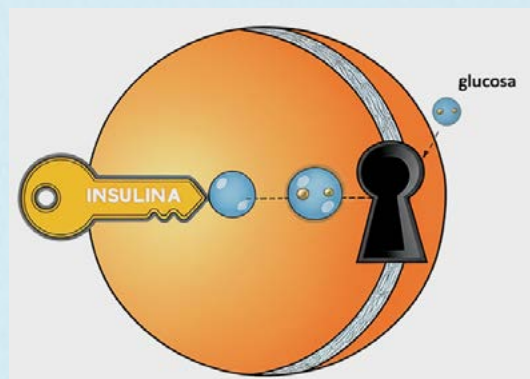


Figura 1. Función de la insulina.
Imagen generada con Gemini 2.5 Flash.

Tipos de diabetes

La diabetes mellitus puede clasificarse de diversas formas; sin embargo, las categorías más reconocidas son: diabetes tipo 1, diabetes tipo 2 y diabetes gestacional.



La diabetes tipo 1 está relacionada principalmente con factores genéticos. En este caso, el sistema inmunológico del propio organismo ataca por error a las células beta del páncreas, lo que impide que la insulina se produzca de manera adecuada.

En contraste, la diabetes tipo 2 se vincula con una combinación de factores, entre los que destacan los malos hábitos alimenticios, el sedentarismo y el antecedente familiar (por ejemplo, tener padres o hermanos con esta enfermedad). A diferencia del tipo 1, este tipo de diabetes suele desarrollarse de forma lenta y progresiva. Con el tiempo, el cuerpo deja de responder de manera eficiente a la insulina (una condición conocida como resistencia a la insulina), lo que impide que la glucosa ingrese correctamente a las células para ser utilizada como fuente de energía. Como resultado, los niveles de glucosa en sangre, conocidos como glucemia, aumentan de forma considerable.

El último tipo de diabetes en esta categorización es la diabetes gestacional, la cual se presenta en algunas mujeres embarazadas durante la semana 24 a 28 de gestación; este padecimiento normalmente desaparece después del parto, pero se ha identificado como un factor de riesgo para desarrollar posteriormente diabetes tipo 2.



Figura 2. Tipos de diabetes. Imagen generada con chatgpt

Registros históricos sobre la diabetes mellitus

Existen registros de la diabetes mellitus desde aproximadamente el año 1500 antes de Cristo. De acuerdo con Karamanou (2016), en su artículo "Milestones in the history of diabetes mellitus: The main contributors", ya se hacía referencia a esta enfermedad en la literatura médica de diversas culturas antiguas, como la india, china, griega y árabe. Esto se debía, muy probablemente, a la observación de los síntomas característicos de la diabetes, comúnmente conocidos como las "cuatro P": poliuria (orinar frecuentemente), polidipsia (sensación de mucha sed), pérdida de peso sin razón aparente y polifagia (sentir mucha hambre incluso después de comer).

El papel de la ciencia en el tratamiento de la diabetes mellitus

Aproximadamente, 536 millones de personas a nivel mundial (10.5 % de la población global) viven con diabetes. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que para 2045 existirán 783 millones de personas con diabetes en el planeta.

El 90 % de los pacientes con diabetes corresponden a la del tipo 2, asociada con malos hábitos alimenticios, estilo de vida sedentaria, entre otros factores. La buena noticia es que su prevención, monitoreo y predicción resultan muy factibles desde el punto de vista tecnológico.

¿Qué han hecho la ciencia y tecnología para abordar este problema global? Mencionaremos un breve contexto de los avances científico-tecnológicos con los que se cuenta actualmente y hacia dónde apuntan las futuras invenciones para contribuir con esta problemática.

Dentro de los tratamientos actuales para la diabetes mellitus se encuentra un concepto conocido como *automonitoreo*, donde el paciente en casa monitorea sus niveles de glucosa en sangre por medio de un dispositivo conocido como glucómetro, el cual es un dispositivo



médico que funciona con tiras reactivas en las que se debe colocar una gota de sangre para posteriormente introducirlas al glucómetro que hará la lectura. La muestra de sangre se obtiene con ayuda de una lanceta incluida típicamente con el glucómetro, generando una punción al lado de la yema del dedo índice de la mano no dominante del paciente.



Figura 3. Automonitoreo con glucómetro tradicional. Imagen generada con Gemini 2.5 Flash

Si bien esta tecnología posee una aprobación de grado médico gracias a que su margen de error en las mediciones se encuentra dentro de un rango de ± 15 mg/dl, cuando se requieren varias lecturas al día o una diariamente surgen incomodidades en los pacientes. Cabe resaltar que los niveles de glucosa medidos a partir de un glucómetro tradicional se conocen como niveles de glucosa capilar y el valor obtenido no es tan preciso con respecto al valor real de la glucosa en sangre (glucemia). Para obtener un valor con un margen de error mínimo se utilizan los estudios de sangre realizados en laboratorio, donde se extrae una muestra de sangre intravenosa.

La tecnología basada en enzimas a partir de la cual se fundamenta el funcionamiento del glucómetro, se introdujo a finales de la década de 1980 y desde ese entonces ha tenido mejoras tecnológicas en términos del tiempo de respuesta para obtener la lectura; actualmente, el valor típico es de 5 segundos. Asimismo, otra mejora ha sido en la cantidad de la muestra

de sangre que se requiere, como se mencionó, una gota obtenida a partir de la lanceta, en contraste con sus inicios donde se requería una mayor cantidad de sangre en la muestra.

Nuevas tecnologías para el sensado de glucosa en sangre

Dadas las incomodidades que generan las estrategias invasivas como las basadas en enzimas en las que se fundamenta el glucómetro tradicional, se han explorado nuevas tecnologías para el sensado de glucosa en sangre. Se ha generado una gran cantidad de técnicas a partir de diferentes principios como el óptico, es decir, emitiendo ondas de luz a diferentes frecuencias y detectando la absorbencia con un fotodetector, o a partir de la emisión de ondas electromagnéticas, o bien, procesos electroquímicos a partir de los niveles de acetona en el organismo, entre otras. Estas estrategias han tenido años en estudio y se han reportado avances significativos con respecto a sus inicios, si bien en la actualidad ninguna de estas cumple con el grado médico.

Con la introducción de algunas nuevas tecnologías como la inteligencia artificial, en particular el aprendizaje automático o Machine Learning, se han logrado resultados que han mejorado el desempeño de estas técnicas en términos de diferentes indicadores como la precisión.



Figura 4. Monitor Continuo de Glucosa Freestyle Libre. Tomado de: <https://diatribe.org/diabetes-technology/abbotts-freestyle-libre-transforming-glucose-monitoring-through-utter>



Otra tecnología introducida en 1999 fue la conocida como monitorización continua de glucosa o CGM, por sus siglas en inglés. León Litwak *et al.* (2019), en su artículo “Monitoreo continuo de glucosa. Utilidad e indicaciones”, explican que el primer producto basado en CGM se aprobó en Estados Unidos y consistía en un sensor con glucosa oxidasa como enzima, implantado en el tejido subcutáneo durante tres días. Esto permitía determinar los niveles de glucosa capilar cada cinco minutos, pero el paciente no podía ver sus niveles en tiempo real.

Todos estos retos tecnológicos han sido abordados a largo de los años. En la actualidad los monitores continuos de glucosa se encuentran en diferentes presentaciones y modos de operación, pero presentando mejoras en términos del acceso a las lecturas; ya existen modelos que permiten el acceso a la información en tiempo real. Los retos que enfrenta esta tecnología en la actualidad son su costo elevado con respecto al glucómetro tradicional, así como el hecho de tener la necesidad de cambiar los parches con las agujas y los cuidados que se deben seguir con estos.

Estos avances tecnológicos han aportado beneficios al monitoreo de la enfermedad, ya que la principal variable a vigilar en la diabetes mellitus son los niveles de glucemia, y a su tratamiento, ya que, en el caso del glucómetro, es un elemento que se indica comúnmente dentro del manejo de la enfermedad por profesionales de la medicina, en conjunto con otros elementos tanto farmacológicos como no farmacológicos (es decir, prescripción de medicamentos, hábitos alimenticios, sugerencia de actividad física, entre otros).

¿Cómo se diagnostica la diabetes mellitus?

Los criterios de diagnóstico para la diabetes mellitus están bien definidos como los establecidos por la Asociación Americana de Diabetes (ADA, por sus siglas en inglés), estos son: la prueba de hemoglobina glucosilada

(HbA1c), la cual brinda el promedio de glucosa en sangre en los últimos dos a tres meses; la prueba rápida de glucosa en sangre (FPG, por sus siglas en inglés) determina los niveles de glucosa en sangre, en la que se indica un ayuno de 8 horas y se realiza por la mañana antes del desayuno; la prueba de tolerancia oral a la glucosa (PTOG) consiste en una medición de la glucosa en sangre intravenosa antes y dos horas después de haber ingerido una solución con 75 g de glucosa y la prueba casual de glucosa en sangre, que consiste en tomar una medición de glucemia en cualquier momento del día.



Figura 5. Pruebas para diagnóstico de diabetes mellitus. Imagen generada con chatgpt.

Rangos para el diagnóstico de diabetes mellitus

Los rangos de las pruebas para diagnosticar diabetes mellitus para cada prueba son: Prueba de hemoglobina glucosilada (normal: menor a 5.7 %, prediabetes: 5.7 a 6.4 %, diabetes: igual o mayor a 6.5 %). Prueba rápida de glucosa en sangre (normal: menor a 100 mg/dL, prediabetes: de 100 a 125 mg/dL, diabetes: igual o mayor a 126 mg/dL). Prueba de tolerancia oral a la glucosa (normal: menor a 140 mg/dL, prediabetes: de 140 a 199 mg/dL, diabetes: igual o mayor a 200 mg/dL). Prueba casual de glucosa en sangre, se diagnostica diabetes cuando los niveles son iguales o mayores a 200 mg/dL. Por ende, los desarrollos científico-tecnológicos deben ser consistentes con estos criterios establecidos.

Futuros desarrollos para diabetes mellitus

Las nuevas tecnologías han permitido mejorar la precisión de las diferentes estrategias no in-



vasivas para sensado de glucosa en sangre. Entonces, ¿hacia dónde apuntan los desarrollos futuros?

En la literatura se muestra una tendencia a utilizar las nuevas tecnologías como el aprendizaje automático para predecir los niveles de glucosa en sangre o el diagnóstico de un paciente a partir de variables significativas y relacionadas con el padecimiento. Múltiples estudios se han llevado a cabo para identificar estos factores de riesgo y recabar bases de datos con esta información, en los que también se emplean dispositivos como los mencionados en el texto, glucómetros para obtención de glucosa capilar y, en algunos otros, niveles de glucemia a partir de monitores continuos de glucosa.

Pero ¿qué es el aprendizaje automático? De acuerdo con Arthur Samuel (1959), el aprendizaje automático es el campo de estudio que otorga a una computadora la habilidad de aprender sin haber sido explícitamente programada para ello. Es una rama de la inteligencia artificial que busca que un programa de computadora aprenda de un conjunto de datos con los cuales se entrena para identificar un patrón con el que pueda realizar predicciones sobre nuevos datos. En Machine Learning, las entradas y salidas son los datos iniciales que mediante un proceso de entrenamiento producen las reglas las cuales normalmente generan el modelo, como resultado de detectar en los datos patrones o tendencias que se pueden utilizar para realizar predicciones sobre datos nunca vistos.

Los desarrollos actuales y futuros tienen esta nueva tecnología muy presente, recaban información valiosa para poder generar modelos predictivos con el objetivo de estimar los niveles de glucosa en sangre, o identificar factores de riesgo para predecir posibles diagnósticos consistentes con los criterios estandarizados. Y, de la mano de otras nuevas tecnologías como el internet de las cosas (IoT), el cual es la interconexión de objetos a internet, po-

drá monitorearse el estado de la enfermedad y tener la posibilidad de tomar una acción de control. Con estas nuevas tecnologías, las limitaciones se encuentran principalmente en el presupuesto y la imaginación de la comunidad científica.



Figura 6. Posible arquitectura para un sistema de monitoreo de glucosa usando internet de las cosas y aprendizaje automático. Imagen generada con chatgpt.

Conclusión

Ahora sabemos la definición de la diabetes mellitus como un grupo de enfermedades metabólicas que se caracteriza por niveles elevados de glucosa en sangre. Asimismo, nos enteramos desde cuándo se tienen registros de este padecimiento en escritos de diferentes culturas que datan desde 1500 antes de Cristo. También analizamos el panorama actual de los desarrollos tecnológicos que aportan al padecimiento en estudio. Ahora bien, lector, ¿podrías reflexionar sobre por qué miles de personas continúan perdiendo la vida a causa de la diabetes mellitus y sus complicaciones?, ¿podrías proponer algún posible desarrollo que ayude a prevenir los números alarmantes de esta enfermedad?

Sin duda, los esfuerzos científico-tecnológicos han mostrado mejoras significativas en el tratamiento, como es el caso de las tecnologías basadas en enzimas como el glucómetro, así como las estrategias no invasivas en estudio para sensado de glucosa en sangre y los monitores continuos de glucosa. Adicionalmente, con las nuevas tecnologías como el aprendizaje automático y el internet de las cosas, los científicos se encuentran trabajando en pro-



puestas innovadoras que pretenden apoyar la prevención mediante el monitoreo de los niveles de glucosa en sangre, así como otras variables críticas dentro de los factores de riesgo que se mencionaron, utilizando estrategias no invasivas principalmente y otros sensores, empleando el aprendizaje automático para generar modelos de predicción de los niveles de glucemia y otros indicadores de utilidad para abordar el problema desde un punto de vista integral, apoyando el tratamiento señalado por los profesionales. ¿Te imaginas un sistema a partir de las tecnologías descritas? ¿Cómo sería ese sistema? O ¿identificas algún otro que pudiera ser más disruptivo y revolucionar el sector? Te invitamos a continuar investigando, consultando literatura científica, quizá en unos años, tú seas quien desarrolle algo que mejore la calidad de vida de las personas.

Referencias y fuentes bibliográficas sugeridas

- American Diabetes Association (s. f.). Diabetes Diagnosis. *American Diabetes Association*. Recuperado de <https://diabetes.org/about-diabetes/diagnosis>
- Febrian, M. E., Ferdinand, F. X., Sendani, G. P., Suryaningrum, K. M., y Yunanda, R. (2023). Diabetes prediction using supervised machine learning. *Procedia Computer Science*, 216, 21-30. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.107>
- Instituto Mexicano del Seguro Social (2022). *Protocolos de atención integral - Diabetes mellitus tipo 2 prevención, diagnóstico y tratamiento*. <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/profesionalesSalud/investigacionSalud/historico/programas/03-pai-dm-prevencion-diagnostico-y-tratamiento.pdf>
- Karamanou, M., Protogerou, A., Tsoucalas, G., Androutsos, G., y Poulakou-Rebelakou, E. (2016). Milestones in the history of diabetes mellitus: The main contributors. *World Journal of Diabetes*, 7(1), 1-7. <https://doi.org/10.4239/wjd.v7.i1.1>
- Litwak, León E, Querzoli, Ivanna, Musso, Carla, Dain, Alejandro, Houssay, Solange, y Costa Gil, José E. (2019). Monitoreo continuo de glucosa: Utilidad e indicaciones. *Medicina*, 79(1), 44-52. Recuperado en 13 de enero de 2026, de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0025-76802019000100007&lng=es&tlng=es
- Samuel, A. L. (1959). Some studies in machine learning using game of checkers. *IBM Journal of Research and Development*, 3(3), 210-229. <https://doi.org/10.1147/rd.33.0210>
- Secretaría de Salud (2024). La Secretaría de Salud invita a cambiar de hábitos para prevenir el avance de la obesidad y la diabetes en México. *Gobierno de México*, 14 de noviembre. <https://www.gob.mx/salud/prensa/447-la-secretaria-de-salud-invita-a-cambiar-de-habitos-para-prevenir-el-avance-de-la-obesidad-y-la-diabetes-en-mexico?idiom=es>
- Shokrehodaei, M., y Quinones, S. (2020). Review of Non-Invasive Glucose Sensing Techniques: Optical, Electrical and Breath Acetone. *Sensors*, 20(5), 1251. <https://doi.org/10.3390/s20051251>



DE BASURA A BIOPLÁSTICO: MI AVENTURA CON CÁSCARAS DE CEBOLLA

ARMANDO BELTRÁN
Doctorando en Ingeniería Industrial



Figura 1. Capas finas de cebollas. Foto cortesía de A. Beltrán, tomada de Canva (14 de octubre de 2025)



Figura 2. Las capas están formadas por celulosa, hemicelulosa y lignina. Foto cortesía de A. Beltrán, tomada de Canva (14 de octubre de 2025)

La idea que salió del cesto de basura

A veces la ingeniería empieza donde nadie mira. En mi caso, en un puñado de cáscaras de cebolla. Lo que normalmente termina en la basura llamó mi atención por su textura: firme, fibrosa y con un color que parecía tener historia. Al investigar un poco, confirmé lo que sospechaba: esas capas finas están formadas por celulosa, hemicelulosa y lignina, una estructura típica de materiales lignocelulósicos, además de pigmentos naturales con actividad antioxidante. Era, en esencia, un material ya diseñado por la naturaleza (Figuras 1 y 2).

La pregunta fue inmediata: ¿Podría convertir ese residuo en algo funcional, útil y biodegradable?

Cómo lo hice (con tropiezos y soluciones)

Del experimento improvisado al método

Comencé por lo básico. Sequé y molí las cáscaras hasta obtener un polvo fino. Luego preparé un extracto con agua y etanol para

rescatar sus compuestos activos. Ambos ingredientes —el polvo y el extracto— los combiné con una base de almidón y glicerina. El objetivo era formar una película biodegradable capaz de mantener cierta rigidez y flexibilidad.

El proceso se volvió un reto de ajuste constante: calentar demasiado rompía la estructura del almidón; enfriar antes de tiempo generaba burbujas. Aprendí que incluso en un entorno doméstico, el control de variables es todo. Esa fue mi primera lección: la ingeniería no depende del espacio, sino del método (Figura 3).

Lo que sale mal enseña más

Los primeros intentos fueron todo menos exitosos. Algunas láminas se curvaban, otras se quebraban o se pegaban al molde. Modifiqué proporciones, cambié tiempos y entendí cómo pequeñas variaciones en la glicerina o en la cantidad de cáscara alteraban por completo el comportamiento mecánico. En cierto punto dejé



Figura 3. Polvo de cebolla en preparación. Foto cortesía de A. Beltrán (14 de octubre de 2025)

de frustrarme y empecé a observar. Ver cómo el material reaccionaba al secado, cómo se tensaba al enfriar o cómo cambiaba de color con el extracto fue casi como entender su lenguaje. Era un material vivo, y mi trabajo era escuchar lo que tenía que decir (véase la Figura 4).



Figura 4. Un material vivo. Foto cortesía de A. Beltrán (14 de octubre de 2025)

Cuando por fin apareció el material

Después de varios ajustes, logré dos versiones funcionales.

La primera, con 20 % de polvo de cáscara, tenía una textura firme y un color ámbar uniforme; ideal para piezas con algo de cuerpo. La segunda, hecha con el extracto, resultó más lisa y con un tono ligeramente más claro, pero más compacta y continua.

Con la primera fabriqué una pequeña brida para sostener una planta: soportó sin romperse y cumplió su función. Con la segunda cubrí medio aguacate y una rodaja de manzana: al día siguiente, ambas conservaban mejor color y aspecto. Ver esa diferencia tangible fue suficiente para confirmar que la ingeniería también se aprende haciendo (véanse las Figuras 5 y 6).

La ciencia, en sencillo

- Lignocelulosa: estructura fibrosa compuesta por celulosa, hemicelulosa y lignina que aporta rigidez. Al añadirse como polvo, el *film* se comporta como un compuesto: una matriz de almidón reforzada con fibras.
- Glicerina: molécula pequeña que se intercala en el almidón y reduce la fragilidad; en exceso, vuelve el material gomoso.

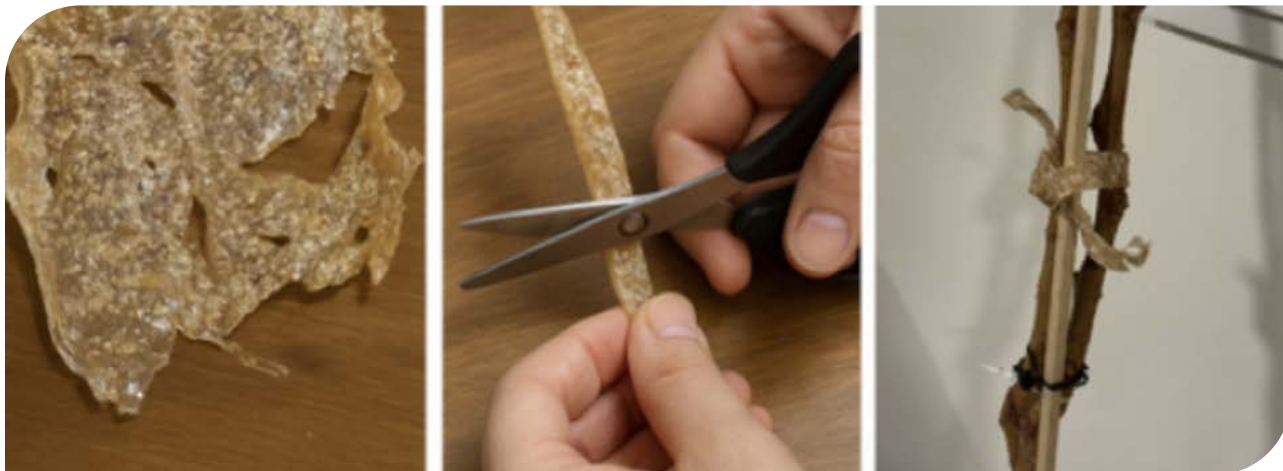


Figura 5. Film como brida temporal. Foto cortesía de A. Beltrán (14 de octubre de 2025)



Figura 6. Recubrimiento antioxidante en fruta. Foto cortesía de A. Beltrán (14 de octubre de 2025)

- Extracto fenólico: contiene pigmentos y antioxidantes que modulan el color y ayudan a retardar la oxidación superficial en alimentos.
- Compromisos: más refuerzo implica mayor rigidez, pero menor elongación; más plastificante ofrece más flexibilidad, aunque con menor resistencia.

Lo que realmente aprendí

Este proyecto me enseñó que trabajar con residuos no se trata solo de “reutilizar”. Es aprender a leer sus propiedades, entender sus límites y adaptarlos a un propósito real. Descu-

brí que la innovación no siempre requiere equipos costosos, sino curiosidad estructurada. Y, sobre todo, que los errores también son parte del proceso tanto como los aciertos.

Más que fabricar un bioplástico, comprendí que la ingeniería es también una forma de mirar distinto: un lenguaje entre la materia y quien la transforma. A veces, basta un residuo doméstico —como una simple cáscara de cebolla— para recordar que la ciencia también nace de la paciencia, la observación y la imaginación.



IA EN NUESTROS MÚSCULOS Y SU APLICACIÓN MÉDICA

RICARDO ÁNGEL LLORENTE VÁZQUEZ
Ingeniería Biomédica, 9.º semestre

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en el tema más sonado de los últimos años, con empresas invirtiendo millones y millones de dólares, apostando a que el futuro lleva este nombre. Sin embargo, hay perspectivas que hablan cómo esta nos llevará a la ruina y que solo se trata de una burbuja que pronto estallará y no quedará más que las aplicaciones verdaderamente útiles; el tiempo será, una vez más, el sabio que dictará qué tan acertados o equivocados estamos. Por ello, el comité editorial de +*CienciA* ha optado por la creación de una nueva sección: “IA, nuestra nueva compañera de vida”, en la que apostamos, como todas esas grandes empresas, que el futuro sí lleva el nombre de la IA y, a su vez, exponemos todas esas herramientas y aplicaciones que el lector no conoce y que podrían cambiar su vida. Acompañénnos e indaguemos más en esta nueva tendencia.

Como parteaguas en esta sección, comenzaremos hablando de un prototipo desarrollado por estudiantes de la carrera de Ingeniería Biomédica de la Universidad Anáhuac: MyoScope. Consiste en una interfaz para la rehabilitación de pacientes con lesión medular en miembro inferior. Se caracteriza por dos funciones principales: el modelo 3D de representación visual y el modelo de IA para la clasificación y predicción de señales musculares (Figura 1).

El modelo de IA fue utilizado para que, una vez instalado, el usuario le alimente una señal de electromiografía, señal eléctrica del músculo,



Figura 1. MyoScope. Foto cortesía de A. Ochoa, R. Llorente y E. Sandoval (2025)

con la que el modelo 3D se adapte a la predicción dada y ajuste los parámetros de movimiento, esto con la finalidad de representar el movimiento hecho por el paciente de la manera más exacta y fidedigna posible, dándole al fisioterapeuta una herramienta para la visualización del movimiento sin necesidad de que el paciente esté presencialmente (Figura 2).

Como podemos observar en la Figura 2, dicho prototipo cuenta con muchas funciones muy interesantes, sin embargo, nosotros nos enfocaremos en el modelo de IA que utilizaron para desarrollarlo, numerado como 5 en la figura previa.

Los modelos clásicos de aprendizaje automático son un tipo de modelos de inteligencia artificial cuyo desarrollo fungió como base para aplicaciones mucho más robustas que conocemos hoy en día, por ejemplo, ChatGPT. En dicho prototipo utilizaron uno de estos modelos clásicos conocido como Máquina



Figura 2. Prueba de funcionamiento. Foto cortesía de A. Ochoa, R. Llorente y E. Sandoval (2025)

de soporte vectorial (SVM, por sus siglas en inglés), ampliamente utilizado en aplicaciones médicas por su sencillez y comprobada utilidad. Pero ¿cómo funcionan estos? Algo que debemos siempre tener en mente cuando hablamos de IA y modelos de aprendizaje es que estos son pura matemática, no es ningún arte de magia ni mucho menos, son números siendo sumados y restados miles y miles de veces. Los modelos de SVM no escapan de esta generalización, lo que hacen es clasificar objetos o atributos dados de manera equidistante de un plano o línea. Suena muy complejo, cierto, pero es muy sencillo una vez que conocemos a qué nos referimos.

Imaginémonos que tenemos muchas fichas de colores, de las cuales algunas son azules y otras rojas, pero queremos clasificarlas por color, por lo que, después de esparcirlas sobre una mesa, casualmente las rojas cayeron de un lado y las azules en otro. Si queremos una división física clara, entonces deberemos utilizar una regla para crear esta división física y que, aparte, coloque las fichas a la misma distancia. Algo así hacen estos modelos. Claramente estos pueden ser escalados a cosas tan complejas como las mencionadas previamente (véase la Figura 3).

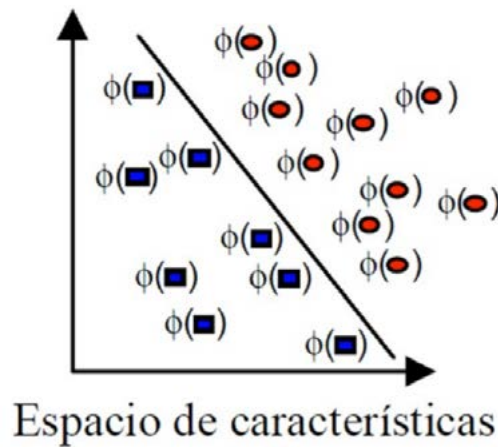


Figura 3. Foto cortesía de M. Martínez (2025).

Conociendo esto, podemos concluir que no toda la IA es Chat GPT y que allá fuera hay miles de proyectos y herramientas que están siendo desarrollados o ya están disponibles para el público. Todas estas innovaciones facilitan procesos que antes eran tediosos, como buscar información en internet, realizar presentaciones y hasta representar de manera visual señales musculares. Por lo que, una vez más, los invitamos a que consulten esta sección para conocer aplicaciones y herramientas de IA que pueden hacer más fácil sus vidas.



Anáhuac
México

¿Sabes qué es **ANÁHUAC** LABS?

Más que un edificio, es el epicentro
donde la **innovación tecnológica** y
la **excelencia académica** convergen.

Escanea el QR
para conocer más



Líderes de Acción Positiva