

# PRÓTESIS

ROBÓTICAS

COLECCIÓN | CARRERAS DEL FUTURO



*D.R. © Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica Unidad de Estudios e Intercambio Académico 16 de septiembre 147 Nte. Col. Lázaro Cárdenas Metepec, 52148, Estado de México. Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, exclusivamente cuando así lo exprese la Institución titular de los derechos*

# Directorio

**Arturo Pontifes Martínez**

Director General

**Judith Mendoza Aguilar**

Titular de la Unidad de Estudios e Intercambio Académico

**José Luis Segura Cárdenas**

Director de Prospección Educativa

**Karla María Sandoval Balcazar**

Coordinadora de Estudios Académicos



**Elaboró: Blanca Haydee Padilla Madera**  
Subcoordinadora de Métodos y Prácticas Educativas

**Edición: Karla María Sandoval Balcazar**  
Coordinadora de Estudios Académicos

# Índice

-05-

*La evolución en el desarrollo de prótesis*

-07-

*Las prótesis en la actualidad*

-09-

*Las demandas de prótesis a futuro*

-10-

*Carreras del futuro para revolucionar el  
movimiento*

-12-

*Referencias*

# La evolución en el desarrollo de prótesis



La palabra “prótesis”, significa pieza o aparatos empleados para sustituir un órgano o un miembro del cuerpo. Sus inicios datan en el año 3000 a.C. y los pioneros en desarrollarlas fueron los egipcios, que, de acuerdo con evidencia arqueológica de prótesis, se demuestra que contaban con una gran comprensión de la anatomía humana, dentro de estos hallazgos resalta el descubrimiento de un dedo del pie de una momia perteneciente a la dinastía antigua, el cual estaba elaborado de madera y cuero. Conforme a las condiciones de vida en aquella época, se contaban con escasas opciones de materiales para su elaboración, por lo que estas solo podían cumplir la función de completar el cuerpo humano.

Otro hallazgo significativo, se remonta al año 2,200 a.C. en el que el general romano Marco Sergio Silo, perdió la mano derecha durante la Segunda Guerra Púnica y la extremidad perdida fue remplazada con una prótesis elaborada de hierro con la que podía sostener el escudo. Con el desarrollo de esta prótesis se logró contar con un avance cuya función ya no era solo la de completar el cuerpo humano, sino ser útil para quien la usaba.

Con el paso de los siglos, el desarrollo protésico mejoró notablemente, en particular en el periodo de la Edad Media, en el que los herreros, dieron inicio a la fabricación de extremidades artificiales de metal, remplazando las patas hechas con palos de madera y los ganchos para las manos amputadas, posteriormente en el Renacimiento, con los avances en la medicina y la ciencia se impulsó el desarrollo de prótesis funcionales y más adaptables a la anatomía del cuerpo humano.

Para el año de 1508, en el siglo XVI comienza la elaboración de prótesis por medio de mecánicas que empleaban resortes para abrir y cerrar la mano y a finales de siglo, se retoma el uso de las patas de palo las cuales ya contaban con un mecanismo que permitía flexionarse con la rodilla, de igual manera surgió la mejora de prótesis mediante el uso de materiales blandos que proveían una mayor movilidad de esta.

El siglo XIX, fue el más importante con relación a la innovación de las prótesis, en este se dio origen a las prótesis autopropulsadas, las cuales estaban elaboradas entre cuero y polímeros naturales, el uso de los resortes contribuyó al desarrollo de mecanismos para la fabricación de elementos de transmisión de la fuerza. Entre las innovaciones destaca el diseño de la mano que cumple con cierre y apertura de los dedos y era controlada por el tronco y hombro contra lateral; posteriormente en este mismo siglo el conde Beafort da a conocer un brazo con flexión del codo que al presionar una palanca contra el torác y mediante el hombro lateral como fuente de energía se podían generar los movimientos y activar el codo y la mano.

En el siglo XX, se contó con una gran demanda de prótesis derivado de la guerra civil y la primera y segunda guerra mundial, teniendo como principales usuarios a los soldados que perdieron alguna extremidad en batalla; ante estos hechos, a las personas amputadas no les bastaba con que solamente les fuera recuperada la extremidad que habían perdido, exigían que la prótesis no fuera rudimentaria, la cual debería ser cómoda y funcional para que de alguna forma pudieran recuperar su calidad de vida.

Si bien la mayor demanda de prótesis provenía por parte de los soldados que habían sufrido alguna amputación a causa de los conflictos bélicos, también eran requeridas por personas que padecían enfermedades como la gangrena y diabetes y que también sufrían de alguna amputación.



# Las prótesis en la actualidad

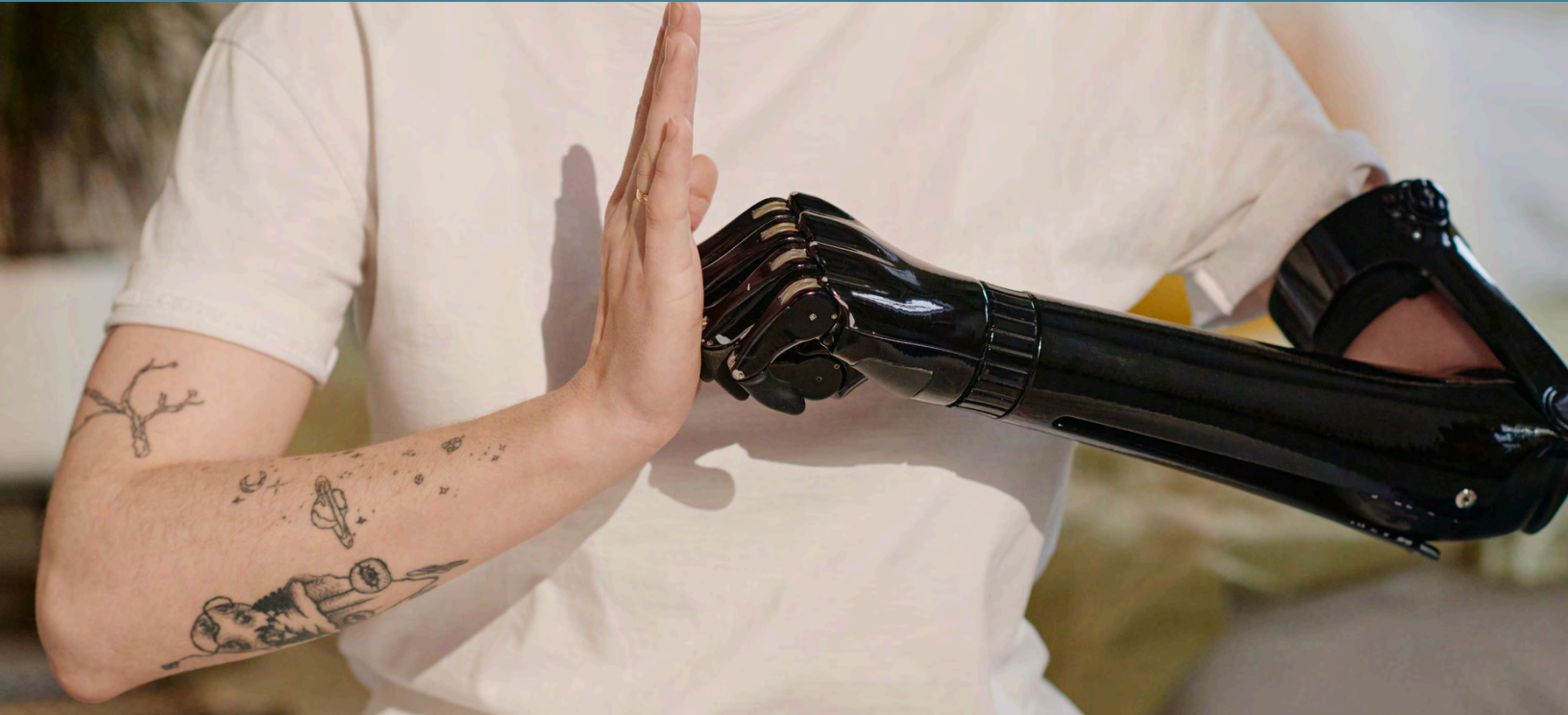
Durante siglos, el uso de diferentes materiales en la elaboración de prótesis permitió que las personas que requerían sustituir alguna extremidad contaran con ella, sin embargo, en los últimos años el desarrollo de las prótesis creció a pasos agigantados con la intervención de la robótica, con su ayuda se ha transformado de manera significativa la creación de extremidades y/o dispositivos artificiales. Las prótesis robóticas han tenido una notable evolución, las primeras de ellas tenían un motor muy pesado y eran voluminosas y en la actualidad son más ligeras y cómodas para los usuarios, para su elaboración se requiere del trabajo conjunto de disciplinas como la ingeniería electrónica y mecatrónica y la neurociencia entre otras.

En el presente las prótesis son más anatómicas ofrecen una funcionalidad natural, por medio de sistemas tecnológicos de última generación, se logra conseguir que imiten los procesos biomecánicos de los músculos y huesos del cuerpo, generando movimientos naturales del ser humano, con la incorporación de la Inteligencia Artificial (IA) en el diseño y funcionamiento de las prótesis ha permitido superar las limitaciones en las prótesis con relación a su adaptación en el cuerpo humano, pero sobre todo a la motricidad y funcionalidad de la misma, gracias a los algoritmos y redes neuronales, las prótesis pueden aprender y adaptarse al usuario, proporcionando un mayor control y precisión en los movimientos.

Dentro de los avances más significativos en las prótesis controladas por la IA, está la capacidad de realizar movimientos más naturales y fluidos. Estos dispositivos pueden interpretar las señales eléctricas generadas por los músculos residuales del usuario y traducirlas en movimientos precisos de la prótesis.







Otras formas de intervención de la (IA) en la función de las prótesis, son las que se conectan directamente con el cerebro, por medio de sensores que captan impulsos nerviosos contenidos en las partes del cuerpo en los que se adhieren.

De la misma forma que la robótica y la IA, la biomecánica ha sido fundamental en el perfeccionamiento de las prótesis, que, al estudiar los movimientos humanos, se ha permitido la unión del hombre a las máquinas, facilitando la creación de prótesis robóticas o también llamadas prótesis biónicas, a partir de su intervención, en las últimas décadas se lograron grandes avances como la aparición de los pies dinámicos, la confección de los microprocesadores y la tecnología mioeléctrica.

Los principales países que han contribuido al desarrollo de prótesis son Alemania, Estados Unidos, Inglaterra, Francia y Japón, por medio de investigación, avance tecnológico e innovación, las prótesis son cada vez más confortables para los usuarios, mediante sensores, actuadores, sistemas de control, la integración de la Inteligencia Artificial (IA) e impresión en 3D, se logra contar con diferentes tipos de prótesis personalizadas que permiten a los usuarios movimientos más precisos y naturales, logrando que tengan una mayor adaptación de la prótesis a su cuerpo, así como recuperar sus habilidades motoras, su autoestima, independencia y una mejor calidad de vida.

Con lo anterior se puede observar que la robótica juega un papel fundamental en la salud, en particular con los pacientes que requieren una prótesis que no solo les permita recuperar la extremidad perdida sino también la movilidad y la manipulación y de alguna forma recuperar el estilo de vida que gozaba previo a la pérdida de la extremidad.

# “ La demanda de prótesis a futuro ”

Existen factores que impulsan el crecimiento del mercado de las prótesis, debido al aumento de los casos de traumatismos, lesiones causadas por accidentes (vehiculares, maquinas, aéreos, etc.), amputaciones por enfermedades como la diabetes, gangrena, osteoartritis en la rodilla y la osteosarcoma principalmente. En México de acuerdo con un reporte de Milenio noticias, existen más de 27,000 amputaciones anuales de brazos, sin embargo, solo existe abasto de producción de 1,500 prótesis al año, siendo mayormente prótesis mecánicas con costos demasiado altos con un promedio de entre \$500,000 a \$ 1,200,000 mxn.

Los costos elevados en las prótesis de alta tecnología, generan una brecha entre la población que requiere de una prótesis que, aunado a la baja producción y el alto costo, se reduce las posibilidades para adquirirlas. Ante esta situación las empresas que se dedican a la elaboración de prótesis, se enfrentan a retos como la reducción en los costos de fabricación sin afectar la calidad de las mismas y les permita a los requirentes su adquisición.

En el mundo, de acuerdo con Proyecta Univdatos Market Insight (2024) “se prevé un crecimiento vertiginoso del mercado de prótesis de extremidades del 5.6% hasta alcanzar los 2453 millones de dólares en el 2030” y de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), “uno de los factores que influyen en este crecimiento es el aumento del índice de dolencias como la diabetes o la enfermedad arterial periférica, que en muchas ocasiones resultan en una amputación. Según la OMS más de 422 millones de personas de todo el mundo padecen diabetes y según la Coalición de Amputados, “un 55% de las personas que sufren una amputación a consecuencia de esta y otras dolencias requerirá una segunda amputación en los dos o tres años posteriores a la primera. Esto crea perspectivas de crecimiento natural para el mercado de prótesis robóticas” (2024).

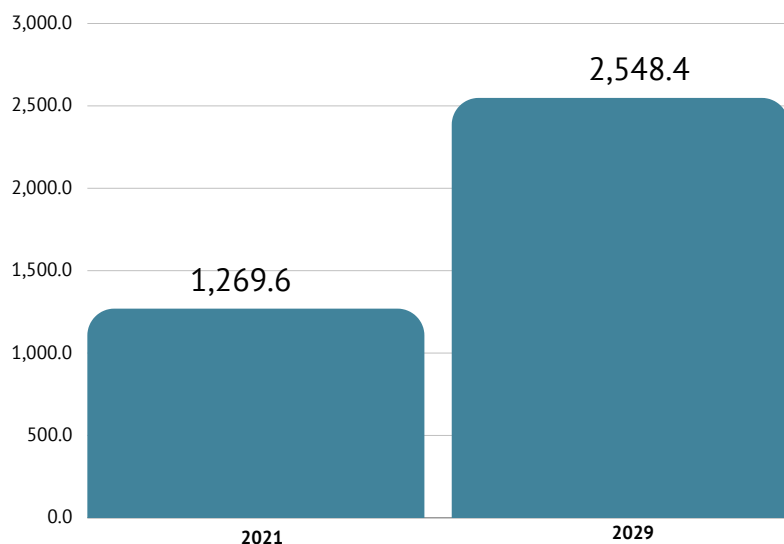
Los desarrollos protésicos, se convirtieron en toda una industria de millones de dólares que hoy avanza al compás de la tecnología, a continuación, se presenta una proyección de crecimiento en el mercado global de prótesis de acuerdo a su comportamiento en los últimos años.

En la gráfica se muestra la proyección del crecimiento del mercado global del tipo de prótesis robóticas, en el que se consideró una tasa de crecimiento anual del 9.10% en el consumo de tipo de prótesis (de brazo, rodilla, pie, tobillo, mano y otras), tipo de tecnología empleado (mioeléctricas), extremidad (prótesis parte inferior del cuerpo, prótesis de la parte superior del cuerpo), uso final (hospitales, clínicas especializadas y otros): tendencias de la industria y pronóstico hasta 2029.

## Mercado global de prótesis robóticas: tendencias de la industria y pronóstico para 2029


Tamaño del mercado en miles de millones de dólares

**CAGR: 9.10%**



FUENTE: TOMADO DE DATA BRIDGE MARKET SEARCH (2024)

Período de pronóstico	2021-2029
Tamaño del mercado (año base)	USD 1269,60 millones
Tamaño del mercado (año previsto)	USD 2548,38 millones
CAGR	9.10 %



# Carreras del futuro para revolucionar el movimiento

En México, la alta demanda de los diferentes tipos de prótesis, genera oportunidades de estudio para los jóvenes en las carreras de **ingeniería biomédica**, **robótica**, **biónica protésica** y **mecatrónica** por mencionar algunas, aun cuando México no es mencionado dentro de los países que han contribuido en el avance del desarrollo de las prótesis, ha realizado grandes contribuciones en la investigación para la mejora de prótesis, una vez que los estudiantes concluyan sus estudios en alguna de estas carreras lograrán tener oportunidades laborales no solo en México, sino en otros países toda vez que la demanda de prótesis es mundial en diferentes cantidades de acuerdo al contexto de cada población, el reto se centra en la reducción en los costos de elaboración y lograr una cobertura al 100% con la finalidad de que las personas amputadas puedan readaptarse a su vida previo a su amputación.

# Referencias

CEST. (2022, septiembre). La evidencia más antigua de una amputación quirúrgica. Ciencia contada en español. <https://www.agenciasinc.es/Noticias/La-evidencia-mas-antigua-de-una-amputacion-quirurgica#:~:text=Hasta%20ahora%2C%20la%20prueba%20m%C3%A1s,le%20faltaba%20el%20antebrazo%20izquierdo.>

Del Rey, C. (s/f). <https://www.ittrends.es/negocios>. Evolución del mercado de prótesis robóticas. <https://www.ittrends.es/negocios/2022/07/evolucion-del-mercado-de-protesis-roboticas>

González, J. M. D. (2024, enero). Robótica y prótesis inteligentes. Revista UNAM. [https://www.revista.unam.mx/vol.6/num1/art01/art01\\_enero.pdf](https://www.revista.unam.mx/vol.6/num1/art01/art01_enero.pdf)

DMCA. (2022). Mercado global de prótesis robóticas: tendencias de la industria y pronóstico para 2029. Data Bridge Market Search. <https://www.databridgemarketresearch.com/es/reports/global-robotic-prosthetics-market>

Intelligence, M. (2024). Tamaño de mercado de Prótesis Ortopedicas y análisis de participación, tendencias de crecimiento. Mordor Intelligence. <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/orthopedic-prosthetics-market>

NLM. (2023). Las prótesis a través del tiempo. Medlineplus. <https://magazine.medlineplus.gov/es/art%3ADculo/las-protesis-a-traves-del-tiempo>

Prótesis robóticas, el futuro de la movilidad. (2023). Expomedhub. <https://www.expomedhub.com/nota/innovacion/protesis-roboticas-futuro-de-movilidad>



Unidad de Estudios e Intercambio  
Académico