



**CULTURA CIENTÍFICA**  
para la Enseñanza Secundaria

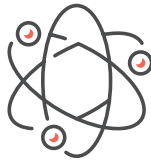


Universidad  
Católica  
de Valencia  
San Vicente Mártir

# **PRÓTESIS BIÓNICAS: EL HOMBRE-MÁQUINA**

**Hugh Herr**





## CULTURA CIENTÍFICA para la Enseñanza Secundaria

### Edita:

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALENCIA  
Vicerrectorado de Estudiantes y Acción Social  
Vicerrectorado de Investigación

### Diseño y Maquetación:

Medianil Comunicación / medianil.com

### Autores:

Javier Contreras Valiente  
Mathieu Frontère  
Hilda Martínez  
Ignacio Mingo Palomares  
Noelia Ortuño Tytgat

### Asignatura:

Antropología

### Grado:

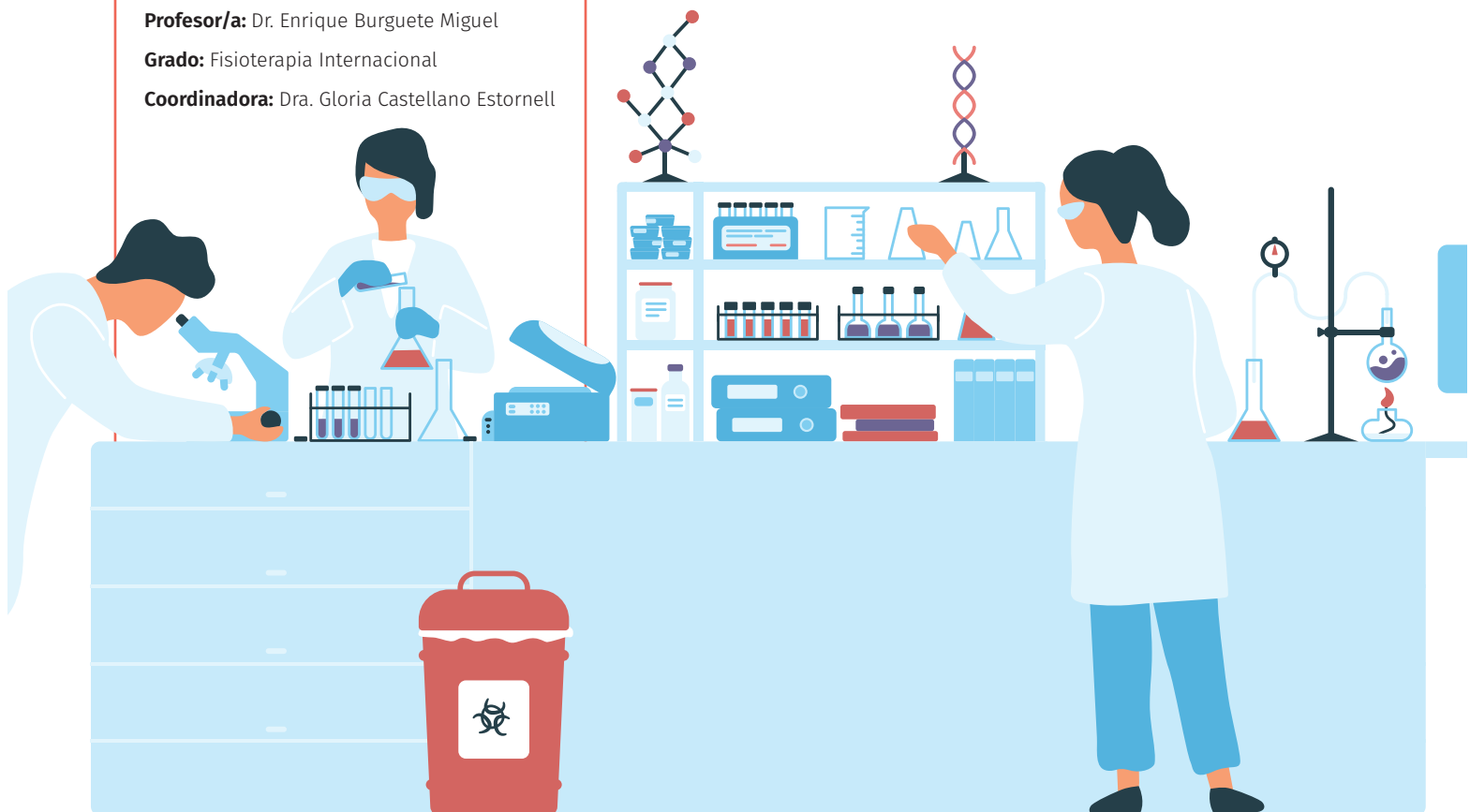
Fisioterapia Internacional

### Coordinadora:

Dra. Gloria Castellano Estornell

Este trabajo ha sido realizado en el marco de un proyecto de investigación docente, concedido y financiado por el Vicerrectorado de Estudiantes y Acción Social, y el Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir.

Con este proyecto se pretende que los alumnos de Enseñanza Secundaria Obligatoria (E.S.O.) adquieran una cultura científica y conozcan que la ciencia, la sociedad y la tecnología no se pueden concebir aisladamente. Alumnos y profesores hemos trabajado desde una perspectiva multidisciplinar, a través de diferentes asignaturas y grados universitarios.



# Volver a caminar, volver a escalar

En las últimas décadas, se ha producido un importante desarrollo tecnológico que ha permitido dejar atrás las antiguas e incómodas prótesis de madera, dando paso a los actuales exoesqueletos y prótesis biónicas.

Gran parte de este progreso se debe al talento de Hugh Herr, quien había perdido sus piernas siendo todavía un adolescente. Lejos

de hundirse, afrontó su situación como un reto, estudiando Física y aprovechando lo que aprendía para diseñar el primer exoesqueleto autónomo que permite caminar autónomamente a las personas en su misma situación. A partir de su invento, las mejoras en este campo no han dejado de sucederse a una velocidad vertiginosa.



## HUGH HERR

 (1964)

Nacido en Pensilvania en 1964, es el menor de cinco hermanos. Con tan solo 17 años fue reconocido como uno de los mejores escaladores de Estados Unidos.

En enero de 1982, le amputaron ambas piernas por debajo de las rodillas, debido al daño tisular causado por una congelación severa durante un accidente de escalada en el monte Washington.

Lejos de rendirse, trabajó en avances tecnológicos para recuperar sus capacidades y, tras varios me-

ses de rehabilitación y cirugías, consiguió volver a caminar y continuó con la escalada usando prótesis diseñadas por él mismo.

Con 21 años entró en la Universidad de Millersville y se graduó en Física. Después hizo un Máster en Ingeniería Mecánica y se Doctoró en Harvard, con una tesis de Biofísica. Sus patentes le han llevado a recibir distintos premios, como el *American Ingenuity in Tech* o el Premio Princesa de Asturias en el área de Investigación Científica y Técnica.





# 1900

**1964.** Nace Hugh Herr.

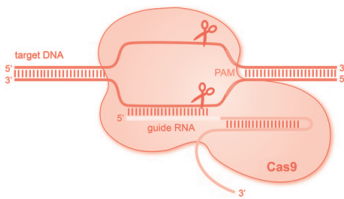
**1996.** La clonación de la oveja Dolly.



**2001.** Se completa el primer borrador del genoma humano.

**2008.** Primer trasplante de un órgano completo cultivado.

**2012.** Edición genética mediante la técnica Crisper Cas-9.

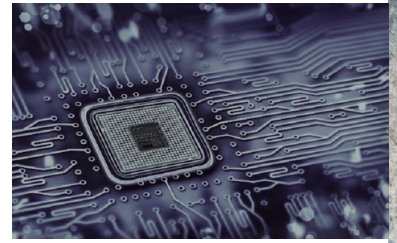


**2015.** Implante del primer ojo biónico.

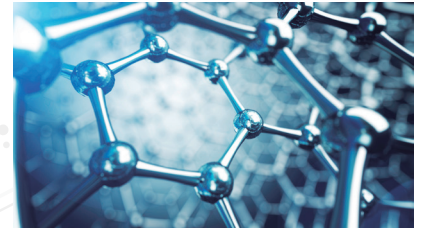
**1967.** Primer trasplante de corazón con éxito en seres humanos.



**2001.** Irrupción de la nanotecnología.



**2004.** Descubrimiento del grafeno, el material más delgado del mundo.

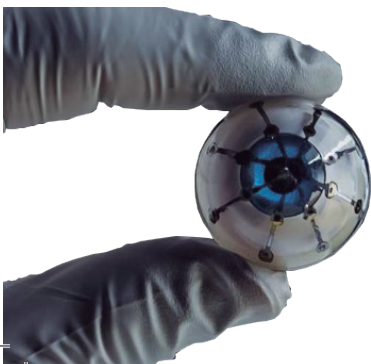


**2011** Primer trasplante de una tráquea sintética.

**2015.** Primera prótesis biónica de brazo controlada por la mente.

**2018.** Primera mano biónica con sentido del tacto.

# 2020





## De una tragedia a un reto



Citando las palabras del propio Hugh: *"I didn't view my body as broken; I reasoned that human being can never be broken; technology is broken"*.

Una idea simple pero poderosa, que le motivó a seguir adelante y luchar por mejorar la tecnología de la época para superar su propia discapacidad y, en última instancia, la de los demás. Tras un arduo trabajo a la vanguardia del sector, llegó a convertirse en un modelo de referencia de lucha y su-

peración, devolviendo la esperanza a las personas que han perdido sus piernas al ofrecerles una importantísima mejora para su día a día.

## Una idea con tanto pasado como futuro

A pesar de que la historia de las prótesis data del 2000 a.C., el desarrollo tecnológico ha tenido su esplendor después de la 2ª Guerra Mundial con la utilización de nuevos materiales como el plástico y la fibra de carbono, surgiendo prótesis más ligeras, fuertes y compatibles con el cuerpo humano, las llamadas prótesis biónicas.

El gran salto tecnológico vino de la mano de Herr, quien al recibir su primera prótesis (de madera y caucho), se sintió abatido y engañado. "No tenía sensores, nada. Pensé que era una broma pesada".

## Una parte más del propio cuerpo

Herr no solo inventó una nueva prótesis. Demostró que la discapacidad obedece a la falta de adaptación de la sociedad a las personas con necesidades especiales.

Buscando la mayor propulsión y movimiento con el mínimo esfuerzo posible, diseñó prótesis biónicas que se convirtieron

en parte del cuerpo del propio paciente y que, por lo tanto, no eran algo extraño o sintético.

Así lo justificó en defensa de Oscar Pistorius, atleta que apeló a la igualdad de condiciones en las que se encontraba para competir con compañeros con piernas naturales a pesar de utilizar sus prótesis.





## Descubrimientos realizados y teorías elaboradas

Durante sus años en la Universidad Millersville (Pennsylvania), conoció a Barry Gosthian, figura indispensable para su primer descubrimiento: el encaje ortopédico hidráulico. A partir de él, su especialización le permitió nuevos inventos que ayudaron a las personas carentes de alguna de sus extremidades a realizar actividades que hasta entonces les resultaban imposibles.

Entre otras aportaciones a la ciencia, inventó la *smooth operator*, una prótesis de rodilla. También el *Power-Foot*, primer pie robótico que permi-

te a su portador una marcha natural, así como la capacidad de ascender y descender rampas y escaleras.

También patentó una prótesis de tobillo a la que puso el nombre de *active ankle foot orthosis*, y un modelo de control para piernas robóticas al que llamó *model based neuromechanical controller for a for a robotic leg*. ¡Te vendrá bien repasar el inglés para comprender el alcance de estas patentes! Fundó también la compañía *Iwalk Inc.*, que trabaja en el campo de Biónica.



## Principales obras escritas

Tyler R. Clites, Matthew J. Carty, Jessica B. Ullauri, Matthew E. Carney, Luke M. Mooney, Jean-François Duval, Shriya S. Srinivasan and Hugh. M. Herr. *Proprioception from a neurally controlled lower-extremity prosthesis*. *Science Translational Medicine* 2018, Vol 10 (443).

Eilenberg, M., Endo, K., Herr, H. *Biomechanic and Energetic Effects of a Quasi-Passive Artificial Gastrocnemius on Transtibial Amputee Gait*. *Journal of Robotics*. 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/6756027>.

Dollar, A., Herr, H. *Lower. Extremity Exoskeletons and Active Orthoses: Challenges and State of the Art*. *IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS* 24 (1); 2008: 144-158.





En grupo, 5 alumnos. Sois Hugh y deseáis volver a escalar. Para ello debéis fabricar la prótesis biónica, tomando buenas decisiones sin perderos en el camino. Tirad el dado y responded adecuadamente para lograrlo. Para poder llegar a la última casilla (34), hay que obtener los puntos exactos con el dado, de lo contrario retrocederéis tantas casillas como puntos sobren.



**1.** Inicio: Vamos, ¡volverás a escalar!

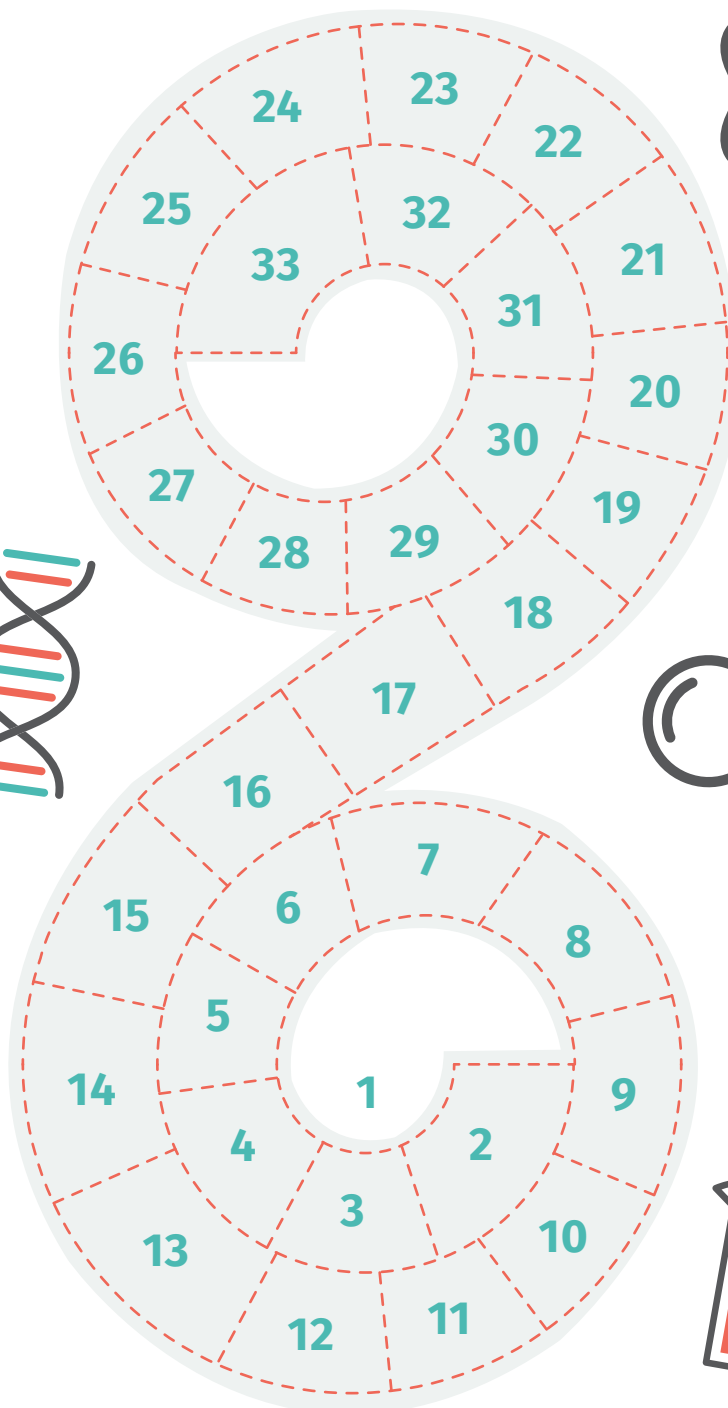
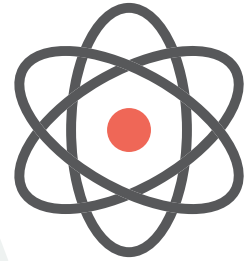
**7.** Habéis sufrido una lesión tisular. Debéis comprender lo que os pasa para aceptarlo y buscar soluciones. Tenéis 2 minutos para encontrar esta información en la biblioteca del aula. Si lo conseguís avanzad a la casilla 14. De lo contrario, regresad a la salida.

**15.** Necesitáis estudiar para diseñar la prótesis perfecta. ¿Por qué grado empezaríais? Si coincidís con Hugh, avanzad a la casilla 25. Si no, retroceded a la casilla 7.

**21.** *I didn't view my body as broken... Technology is broken.* Este pensamiento impulsa tu acción ¿Podéis traducirlo y explicar su significado a tu profesor o profesora? Si lo conseguís, avanza hasta la casilla 25. De lo contrario, regresad a la casilla 21.

**30.** Acabáis de diseñar un exoesqueleto. Tendréis que explicar en qué consiste a tus compañeros. Buscad información al respecto. Disponéis de 2 minutos. Si lo conseguís, podréis avanzar. De lo contrario, regresaréis a la casilla 23.

Casillas **3, 6, 9, 12, 15.** Retroceded tres casillas.



## Aplicaciones tecnológicas e implicaciones sociales

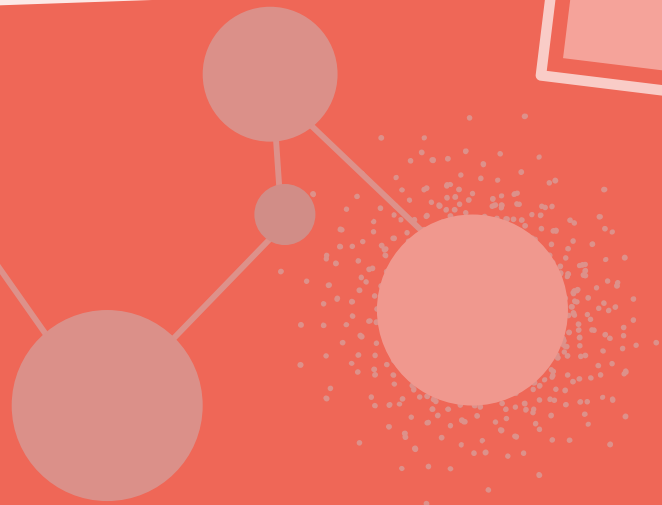
En la actualidad Herr dirige el *Bio-mechatronic Group*, donde desarrolla las prótesis sofisticadas.

A él se debe el impulso de una nueva disciplina tecnocientífica, la Biometrónica, que combina la Biología, la Mecánica y la Electrónica.

En el *Massachusetts Institute of Technology*, creado por él, se trabaja

en la creación de biohíbridos, prótesis “inteligentes” conectadas al cerebro mediante sensores, para incrementar la fuerza y resistencia del cuerpo humano.

También trabaja en la optimización de mecanismos de propulsión humana, como los zapatos elásticos que aumentan la resistencia aeróbica al caminar y al correr.



Demeure, Y. (2016). Hugh Herr, l'alpiniste aux jambes bioniques. [online] Sciencepost. Available at: <https://sciencepost.fr/2016/11/hugh-herr-lalpiniste-bionique-combattant-handicap/>

Euronews. (2016). Hugh Herr : l'alpiniste bionique qui déplace les montagnes. [online] Available at: <https://fr.euronews.com/2016/10/26/hugh-herr-l-alpiniste-bionique-qui-deplace-les-montagnes>

Humphries, C. (2015). A condensed version of a story. [online] Mitmec. Available at: [meche.mit.edu/people/hugh-herrgazine.com/2009/02/18/best-foot-forward-february/3/](http://meche.mit.edu/people/hugh-herrgazine.com/2009/02/18/best-foot-forward-february/3/)



Sánchez Navarro, I. (2018). *Prótesis biónicas, biología y tecnología*. Panorama Actual del Medicamento 42 (411): 256-259.

Weyand, P., Bundle, M., McGowan, C., Grabowski, A., Brown, M., Kram, R., & Herr, H. (2009). *The fastest runner on artificial legs: different limbs, similar function?* Journal Of Applied Physiology 107( 3): 903-911. doi: 10.1152/jappphysiol.00174.2009.



1. La nueva biónica.

2. El inventor de las prótesis capaces de simular el movimiento.

