

Biofísica: Lo mejor de dos mundos The best of both worlds: Biophysics.

Elda Melissa García Retama ^a

Abstract:

Biophysics is an interdisciplinary science that combines principles of physics, mathematics, and biology to understand the functioning of living systems from the molecular to the systemic level. This field originated with early studies in biomechanics and has since evolved to include thermodynamics, electromagnetism, optics, and computational modeling. Key figures such as Borelli, Galvani, and Schrödinger contributed significantly to its development. Biophysics applies advanced techniques in medical imaging, bioelectromagnetism, and microscopy, and supports innovations in biotechnology, ecology, and neuroscience. Its future promises breakthroughs in personalized medicine, quantum biology, and sustainable technologies, highlighting its pivotal role in addressing 21st-century scientific and societal challenges.

Keywords:

Biophysics, Interdisciplinary science, Biological systems, Personalized medicine, Sustainable technology

Resumen:

La biofísica es una disciplina que integra conocimientos de la física y la biología para estudiar los sistemas biológicos a diferentes niveles. Sus orígenes se remontan a la biomecánica, con aportes de figuras como Borelli, Galvani y Schrödinger, y ha evolucionado incorporando herramientas como la óptica, la calorimetría y la informática. Las áreas de estudio de la biofísica son amplias e incluyen desde procesos moleculares hasta fenómenos neuronales, apoyándose en ciencias auxiliares como la matemática, química, estadística y computación.

Entre sus principales aportaciones destacan el desarrollo de técnicas de imagen médica (como la resonancia magnética), la biomecánica aplicada a órganos artificiales, el bioelectromagnetismo, la microscopía avanzada y la biotecnología. En cuanto a su prospectiva, se espera que la biofísica juegue un papel clave en la medicina personalizada, la biofísica cuántica, la sostenibilidad energética, la neurociencia y la inteligencia artificial. Su avance dependerá de la formación interdisciplinaria y la divulgación científica efectiva.

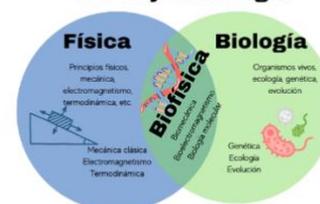
Palabras Clave:

Biofísica, Interdisciplinarietà, Sistemas biológicos, Medicina personalizada, Tecnología sostenible

¿Cuál es la relación de la Física y la Biología?

Se conoce como biofísica a la interdisciplina que integra conocimientos de la física y la biología con el objetivo de estudiar y comprender el funcionamiento de los sistemas biológicos. Su objetivo es aplicar principios de la física y herramientas matemáticas para analizar fenómenos biológicos en diversos niveles, desde la organización molecular hasta los procesos celulares y los mecanismos^{1,2} que regulan sistemas complejos en los organismos vivos. En el *Diagrama 1* se ilustra cómo se interrelacionan ambas disciplinas.

Biofísica: La Intersección de la Física y la Biología



Elaboración propia
Fuentes consultadas: Johnson, K. A. (2000). *Biofísica: Principios y Aplicaciones*. Editorial Universitaria Smith, J. & Lee, S. (2022). *Aplicaciones de la Biofísica en la Medicina*. Revista de Biofísica Médica, 10(2), 12-20

^a Elda Melissa García Retama, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Preparatoria Número 3 | Pachuca de Soto-Hidalgo, México, <https://orcid.org/0000-0002-2203-862X>, Email: elda_garcia@uaeh.edu.mx

Fecha de recepción: 25/04/2025, Fecha de aceptación: 28/04/2025, Fecha de publicación: 05/07/2025

DOI: <https://doi.org/10.29057/prepa3.v12i24.14900>



Diagrama 1 Biofísica

Historia de la Biofísica:

Los primeros estudios en el área de la biofísica surgieron dentro del campo de la biomecánica. Heráclito, en el siglo V a.C., ya realizaba reflexiones sobre el movimiento y el cuerpo, y más adelante, durante el renacimiento, Leonardo da Vinci llevó a cabo investigaciones sobre la ingeniería del vuelo y la mecánica del cuerpo humano. Sin embargo, fue Giovanni Alfonso Borelli quien, en 1680, publicó *De Motu Animalium*, una obra en la que comparaba el cuerpo humano con una máquina que obedecía los mismos principios físicos que las máquinas simples de su época¹.

Con el tiempo, la biofísica trascendió el ámbito exclusivamente mecánico. Destacan los estudios de Luigi Galvani en ranas, cuyo descubrimiento de la "electricidad animal" (*elettricità animale*) generó un fuerte debate con su contemporáneo Alessandro Volta. Asimismo, el concepto de "diatermia", propuesto por el científico alemán Karl Franz Nagelschmidt, exploró los efectos del calentamiento de materiales biológicos mediante campos electromagnéticos, en línea con las investigaciones de Nikola Tesla sobre estos fenómenos¹⁻³.

A lo largo del tiempo, se incorporaron nuevos enfoques y técnicas, como la calorimetría y la óptica, impulsadas por científicos como Antoine Lavoisier, Pierre-Simon Laplace, Hermann von Helmholtz y Thomas Young. También se integraron principios relacionados con la química, como el movimiento browniano y los procesos de ósmosis.³

A pesar de estos avances, el término biofísica no fue acuñado formalmente hasta 1892, cuando Karl Pearson lo utilizó en su obra *Gramática de la Ciencia*. Posteriormente, la conferencia *¿Qué es la vida?* de Erwin Schrödinger abrió las puertas a una visión termodinámica de los organismos vivos, considerándolos como sistemas abiertos¹⁻². Esta perspectiva sentó las bases para el desarrollo de la teoría general de sistemas y el concepto de *Fließgleichgewicht* (equilibrio dinámico), consolidando a la biofísica como una disciplina clave en la comprensión de los procesos biológicos desde un enfoque físico-matemático..

Áreas de estudio de la biofísica:

Con el fin de entender de mejor manera los procesos biológicos, la biofísica cuenta con diferentes áreas de estudio como se muestra en el *Diagrama 2*.

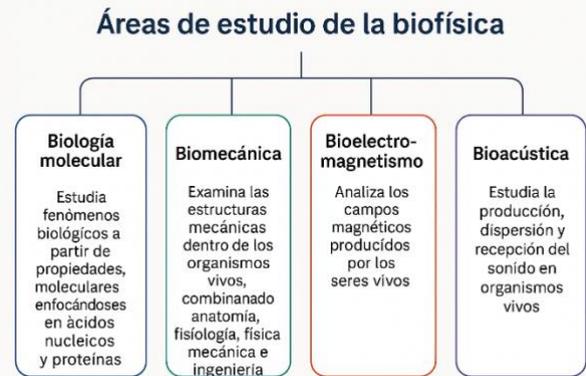


Diagrama 2 Áreas de estudio de la biofísica. Elaboración propia. Fuente: Universidad Europea. (2023). Qué es la biofísica y qué salidas tiene. Recuperado de <https://universidadeuropea.com/blog/que-es-biofísica/>

Personajes importantes en la Biofísica:

Cada uno de estos científicos ha dejado una huella indeleble en el campo de la biofísica, ayudando a desentrañar los misterios de los sistemas biológicos a través de sus innovadoras contribuciones en la estructura molecular, la biología celular y la medicina³, como se muestra en el *Diagrama 3*



Diagrama 3 Personajes relevantes de la Biofísica

Obtenido de: EL PAÍS. (2023, diciembre 29). Eva Nogales: La hija del pastor de ovejas y la bordadora. EL PAÍS. Recuperado de <https://elpais.com/ciencia/2023-12-29/la-hija-del-pastor-de-ovejas-y-la-bordadora-en-las-quinielas-para-ganar-el-nobel.html>

Ciencias auxiliares a la Biofísica :

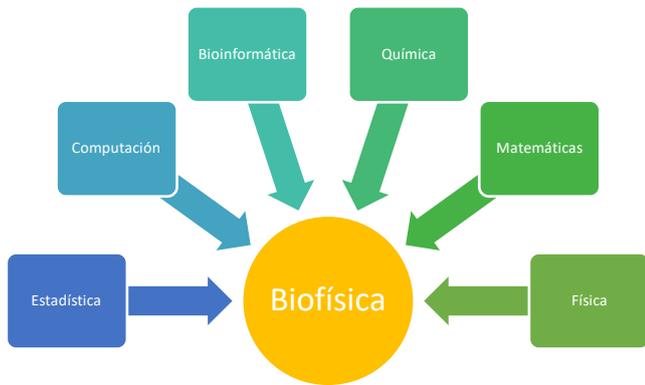


Diagrama 4 Ciencias auxiliares a la Biofísica. Elaboración propia

Las ciencias auxiliares de la biofísica son áreas del conocimiento que, aunque no se enfocan directamente en esta disciplina, juegan un papel crucial en su desarrollo y en la aplicación de sus principios¹⁻². A continuación, se destacan algunas de las principales ciencias auxiliares que contribuyen a la biofísica, como lo muestra el Diagrama 4:

Física

La física es una de las bases fundamentales de la biofísica, ya que proporciona los conceptos y herramientas necesarios para entender los fenómenos biológicos a nivel molecular y celular, tales como la interacción entre biomoléculas y los procesos de transmisión de señales eléctricas.

Matemáticas

Las matemáticas son esenciales para modelar y analizar sistemas biológicos complejos, ya que permiten describir, de manera precisa, fenómenos como la circulación sanguínea o la actividad de las redes neuronales. El uso de ecuaciones y algoritmos es indispensable para hacer predicciones en biofísica.

Química

La química tiene un papel primordial en la biofísica, pues es fundamental para comprender las interacciones moleculares, la estructura y las reacciones bioquímicas que tienen lugar en los organismos vivos. La bioquímica, en particular, es clave para estudiar cómo las moléculas biológicas realizan funciones vitales.

Bioinformática

La bioinformática es crucial en la biofísica moderna, ya que se encarga de procesar y analizar grandes volúmenes de datos biológicos. Este campo facilita la comprensión de la estructura y la función de genes y proteínas, ayudando a interpretar complejas secuencias genéticas y su relación con diversas enfermedades.

Computación

La computación juega un papel clave en la biofísica al permitir la simulación de dinámicas moleculares, el modelado de redes biológicas y el análisis de datos experimentales. Las simulaciones por computadora permiten experimentar virtualmente con sistemas biológicos de manera más rápida y precisa.

Estadística

La estadística es indispensable para el análisis de datos experimentales en biofísica. Esta ciencia permite interpretar los resultados de los experimentos, identificar patrones en grandes volúmenes de datos y tomar decisiones basadas en evidencias objetivas, lo que facilita el avance en investigaciones biomédicas.

Aportaciones a la Biofísica:

A lo largo de los años, la biofísica ha dado lugar a importantes hallazgos y aportaciones que han tenido un impacto significativo en diversas áreas de la ciencia y la medicina. A continuación, se presentan algunas de las principales contribuciones de la biofísica que han transformado nuestra comprensión de los sistemas biológicos y han abierto nuevas posibilidades para la innovación tecnológica y médica¹⁻³.

Hallazgos y Contribuciones de la Biofísica

Técnicas Avanzadas de Imagen Médica

La biofísica ha sido fundamental en el progreso de tecnologías de imagen médica, como la resonancia magnética (RM) y la tomografía por emisión de positrones (PET). Estas innovaciones permiten obtener imágenes detalladas de las estructuras internas del cuerpo humano sin intervención quirúrgica, lo que ha transformado el diagnóstico y tratamiento de diversas patologías.

Biomecánica y Desarrollo de Órganos Artificiales

Una de las áreas de la biofísica, la biomecánica, ha sido esencial para el diseño y perfeccionamiento de órganos artificiales y prótesis, como válvulas cardíacas, marcapasos y miembros prostéticos. Estas tecnologías han sido clave para mejorar la calidad de vida de millones

de pacientes, brindándoles una mayor funcionalidad y autonomía.

Bioelectromagnetismo

El estudio de los campos electromagnéticos en los organismos vivos ha permitido profundizar en los procesos biológicos esenciales, como la transmisión de impulsos nerviosos y la contracción de los músculos. Esta disciplina ha proporcionado una mejor comprensión de cómo los sistemas eléctricos del cuerpo humano interactúan para mantener su funcionamiento.

Microscopía de Alta Resolución

La biofísica ha jugado un papel crucial en el desarrollo de técnicas avanzadas de microscopía, como la microscopía óptica de alta resolución, que permite observar estructuras biológicas a nivel molecular. Estas tecnologías son fundamentales para el estudio detallado de células, tejidos y moléculas, proporcionando una visión más precisa de los mecanismos biológicos subyacentes.

Biotechnología y Desarrollo de Medicamentos

En el campo de la biotecnología y farmacología, la biofísica ha sido vital para el diseño de fármacos más eficientes y seguros. El estudio de las interacciones moleculares, junto con técnicas como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), ha permitido avanzar en la manipulación genética y la creación de terapias personalizadas.

Ecología y Ciencias Ambientales

La biofísica también desempeña un papel importante en la ecología, ayudando a entender cómo las fuerzas físicas influyen en los procesos biológicos y los ecosistemas. Esta comprensión es clave para abordar los desafíos ambientales, como el cambio climático, y para desarrollar soluciones sostenibles que favorezcan el equilibrio ecológico.

Prospectiva

La biofísica se encuentra en constante evolución, con un futuro prometedor impulsado por los avances tecnológicos y el creciente entendimiento de los sistemas biológicos a nivel molecular, celular y sistémico¹⁻². Su carácter interdisciplinario la posiciona como una ciencia clave para afrontar los desafíos del siglo XXI en salud, energía, medio ambiente y tecnología.

Medicina Personalizada y Biofísica Cuántica

Se espera que la biofísica tenga un papel fundamental en la medicina personalizada, al permitir el diseño de tratamientos específicos basados en la estructura molecular y el comportamiento biofísico de cada paciente.

Además, la emergente biofísica cuántica podría ofrecer nuevas herramientas para entender procesos como la fotosíntesis, la percepción sensorial y la transferencia de información en el ADN.

Tecnologías

El desarrollo de sensores biofísicos, nanosistemas y materiales inteligentes permitirá la creación de dispositivos médicos más precisos, menos invasivos y con mayor capacidad de monitoreo en tiempo real. Asimismo, la integración con inteligencia artificial facilitará el análisis masivo de datos biológicos y la predicción de enfermedades.

Emergentes

Energía y Sostenibilidad

La biofísica tiene el potencial de contribuir a soluciones sostenibles mediante el estudio de procesos naturales eficientes, como la fotosíntesis, para desarrollar fuentes de energía limpias y renovables. También permitirá comprender mejor el impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente, optimizando los recursos naturales y diseñando tecnologías ecológicas.

Neurociencia y Cognición

En el campo de la neurociencia, la biofísica seguirá avanzando en el estudio de la comunicación neuronal, la plasticidad sináptica y la codificación de la información, abriendo puertas al desarrollo de neuroprótesis, interfaces cerebro-máquina y tratamientos innovadores para enfermedades neurodegenerativas.

Educación y Divulgación Científica

Se prevé un impulso en la formación de nuevos profesionales en biofísica, lo que requerirá programas educativos actualizados e interdisciplinarios. Al mismo tiempo, la divulgación de los avances biofísicos será esencial para fomentar el pensamiento crítico y la participación ciudadana en temas científicos.

Referencias

- [1] Glaser, R. (2012). *Biophysics: an introduction*. Springer Science & Business Media. pp1-4
- [2] FERROVIAL (2015). ¿Qué es la biofísica?. Recuperado el 7 de abril de 2025 desde: <https://www.ferrovial.com/es/stem/biofisica/>
- [3] Smith, J., & Lee, S. (2022). Aplicaciones de la Biofísica en la Medicina. *Revista de Biofísica Médica*, 10(2), 12-20.