

Principios de Biofísica y la Bioingeniería

PB 6613

- Introducción a la Biofísica y la Bioingeniería

Biofísica: Tiene por objeto aplicar los conocimientos provenientes de las ciencias físicas al estudio de los sistemas vivos.

Bioingeniería: Tiene por objeto aplicar las técnicas provenientes de la ingeniería (en todas sus especialidades) al estudio de los sistemas vivientes.

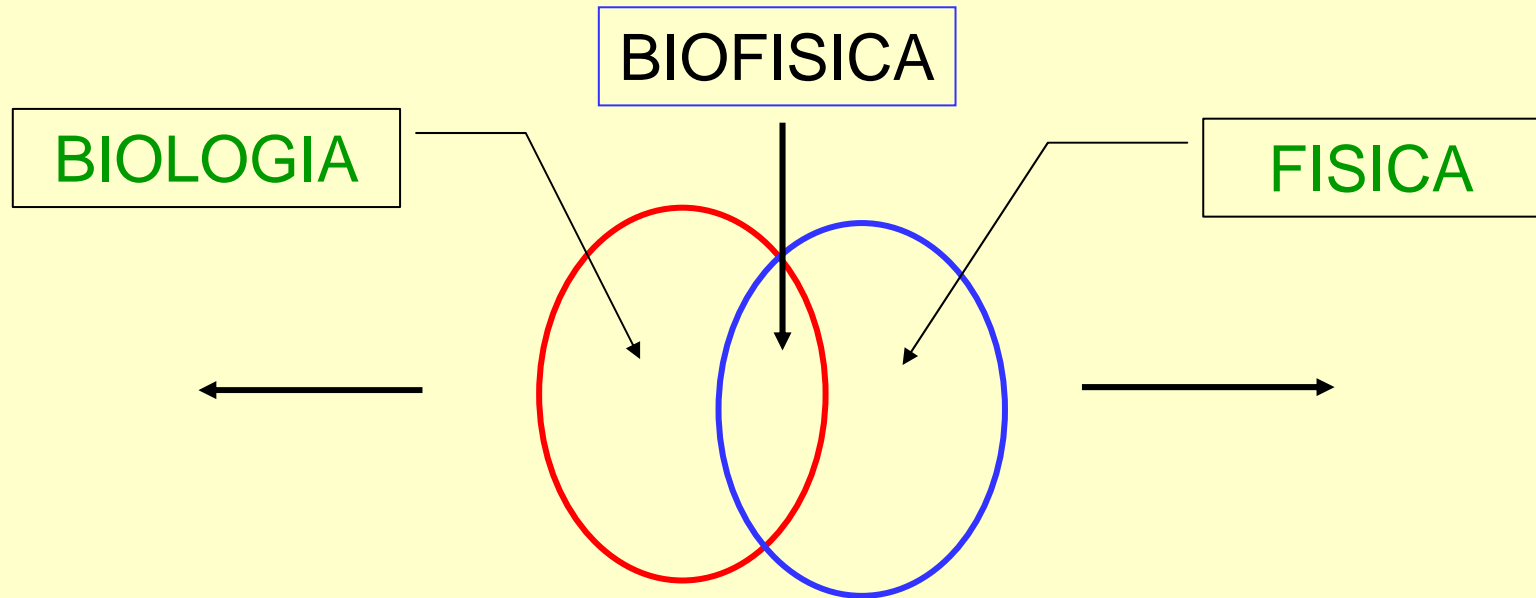
El termino BIOFÍSICA ha sido empleada con muchos significados diferentes. Los temas que estudia a menudo han sido y son incluidos en otras áreas o disciplinas tales como fisiología, bioquímica, biología molecular, etc., sin que sea posible afirmar si esto es correcto o no. La causa de esta ambigüedad reside en el hecho de la Biofísica es una ciencia "límite" o de "frontera" e intrínsecamente interdisciplinaria, lo cual hace muy difícil delimitar su campo con exactitud.

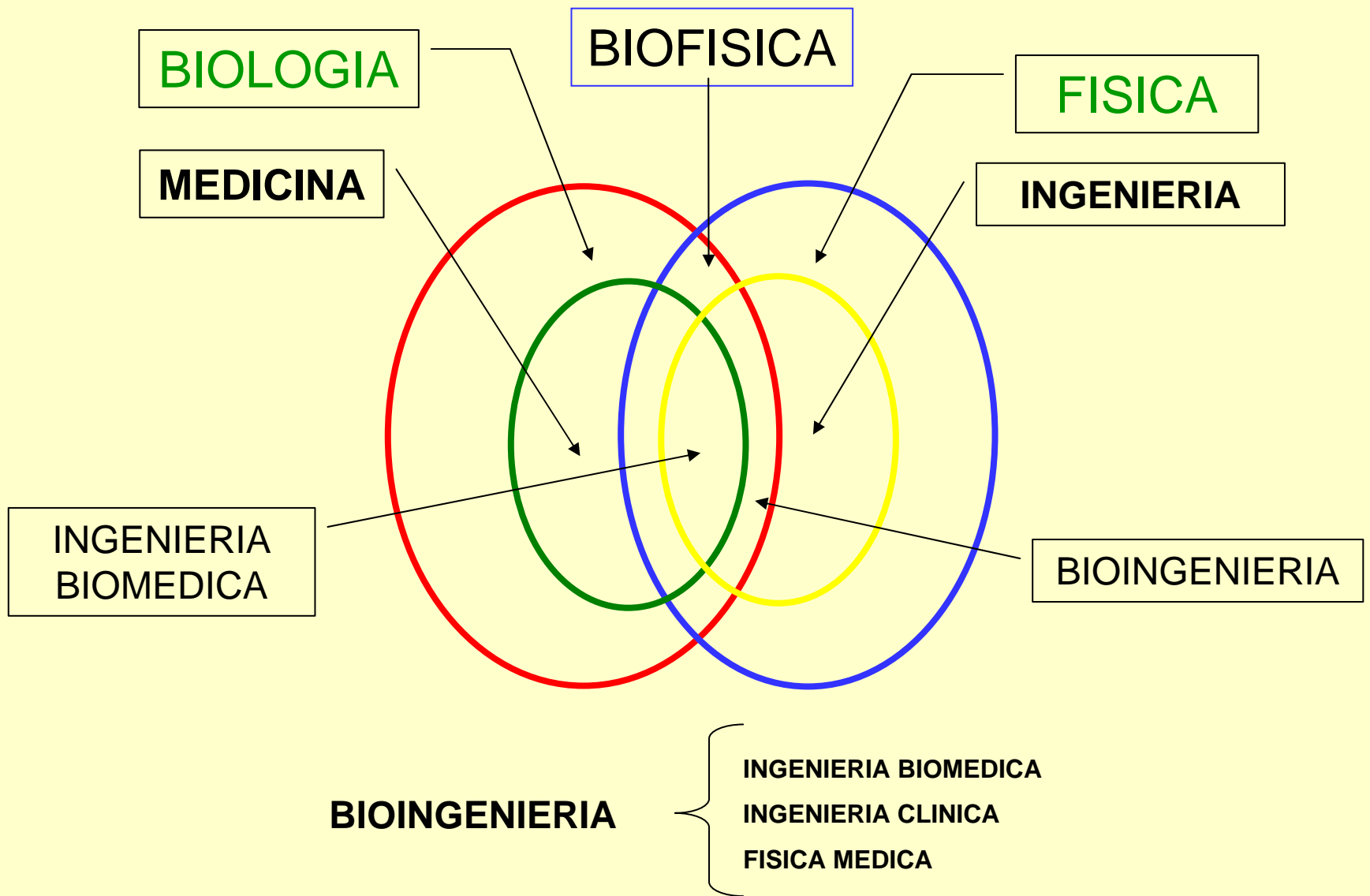
Por su parte, la Bioingeniería se puede considerar como la intersección entre dos grandes campos de aplicación como son la medicina y la ingeniería.

BIOFÍSICA, BIOINGENIERÍA Y AREAS CONEXAS

PRIMEROS
CONOCIMIENTOS

FILOSOFIA NATURAL





Objetivos de la Biofísica:

El objetivo de la Biofísica es el estudio de los aspectos físicos de los fenómenos biológicos, los cuales a su vez son procesos que ocurren en estructuras biológicas. Así pues, podemos estudiar los aspectos físicos de un proceso biológico. Ej.

- Transferencia de calor
- Potenciales eléctricos de las membranas
- Trabajo muscular
- Óptica geométrica del ojo
- Generación de impulsos eléctricos en el corazón, etc.

O podemos estudiar los aspectos físicos de la estructura. Ej.

- Capacidad calórica de los tejidos
- Estructuras de las membranas biológicas
- Estructura de las fibras musculares
- Estructura del ojo
- Propiedades eléctricas de las membranas, etc.

Sin embargo, en cualquiera de los casos, a menudo la etapa física queda rápidamente superada, para llegar a procesos moleculares de tipo físicos o químicos.

A manera de ejemplo, veamos el estudio del proceso neuromuscular. En este proceso tenemos:

- Entrada de información ó procesamiento de la señal
- Origen del Potencial de Acción
- Conducción del Impulso Nervioso
- Despolarización de los terminales nerviosos
- Liberación del neurotransmisor
- Acoplamiento excitación-contracción
- Contracción muscular.

Tenemos así:

- ✓ Movimiento de iones a través de membranas
- ✓ Desprendimiento de calor
- ✓ Cambios moleculares en la membrana
- ✓ Liberación de sustancias
- ✓ Procesos subcelulares, etc.

De todo lo anterior, podemos concluir que la Biofísica encara los estudios físicos y fisicoquímicos de los fenómenos biológicos. De este modo, la Biofísica llega a ponerse en contacto con la Bioquímica. Es importante aclarar que a pesar de la importancia de la instrumentación usada en estos estudios, el sólo hecho de emplear recursos físicos en una investigación biológica no hace que ésta sea de naturaleza biofísica. Si así fuera, la histología por ejemplo sería biofísica, ya que en ella se emplean instrumentos físicos como es el microscopio. Este tipo de técnicas se podrían denominar "recursos biofísicos de investigación".

Métodos de la Biofísica:

Lo que quizá diferencia más a la Biofísica de otras ramas de la Biología es su método, el cual tiene aspectos comunes con la matemática y la física. Como toda ciencia natural, está basada en la observación de los fenómenos y la experimentación. Sobre esta base persigue, al igual que la física, expresiones matemáticas que representen el fenómeno bajo estudio. Por otra parte, la Biofísica tiene en común con las otras ramas de la biología la gran complejidad de los sistemas que investiga. Aún en los casos relativamente simples, en los cuales se estudia una sola célula, se está trabajando, como veremos más adelante, en una estructura sumamente compleja, donde ocurren numerosos fenómenos simultáneamente, los cuales, a su vez, pueden ser modificados por otro sin número de factores.

En forma esquemática, podemos decir que los estudios biofísicos se realizan a tres niveles:

- a) Nivel macroscópico.- en el cual se pueden considerar procesos tales como la circulación de la sangre, la ventilación pulmonar, etc.
- b) Nivel celular.- en el cual se incluyen fenómenos tales como el transporte a través de membranas, fenómenos eléctricos en células excitables, contracción muscular, etc.
- c) Nivel molecular.- a este nivel se llega cuando se profundice en el estudio de los fenómenos mencionados anteriormente. A este nivel se estudian las interacciones entre los diferentes tipos de moléculas, entrando así en las áreas de la bioquímica y la biología molecular.

Por lo visto anteriormente, podemos concluir, que dar una definición de Biofísica es bastante difícil, si no imposible. Sin embargo, esto no es lo realmente importante, lo importante es el conocimiento del fenómeno biológico hasta sus últimos detalles y la biofísica provee una metodología que contribuye a lograr este conocimiento.

Así pues, partiendo de que la Biofísica es una ciencia interdisciplinaria por excelencia, muchas veces se plantea el interrogante de cuales tópicos o temas corresponden al área de la Biofísica y cuales no. Partiendo, como mencionamos anteriormente, del concepto de que la Biofísica se ocupa del estudio de los aspectos físicos de los procesos biológicos, entonces podemos concluir que la Biofísica se encarga del estudio de los aspectos físicos de las estructuras biológicas y de sus funciones. Sus métodos de estudio y de investigación, provienen primordialmente de técnicas y métodos teóricos de la Física. Por lo tanto, por su metodología la Biofísica esta muy relacionada con las Ciencias Físicas. Sin embargo, por la naturaleza de los temas bajo su estudio, la Biofísica se ubica como parte de las Ciencias Biológicas.

Áreas de investigación de la Biofísica y la Bioingeniería:

Antecedentes:

El origen de la Biofísica antecede a las divisiones de las ciencias naturales en disciplinas separadas. Fenómenos como la producción de corrientes eléctricas (bioelectricidad) y la producción de luz (bioluminiscencia) por animales, fueron objeto de estudio por los antiguos egipcios.

Más adelante en la historia, la relación entre la electricidad y la biología fue tema de especulaciones en el siglo XVII; que luego se transformó en sujeto de extensas investigaciones durante los siglos XVIII y XIX. Recordarán de la famosa controversia entre Galvani, quien defendía la existencia de la electricidad animal y Volta quien la negaba. Esta confrontación dio origen con el tiempo al estudio de la electricidad y a la electrónica por una parte, y a la electrofisiología por la otra.

Las investigaciones sobre nervios y músculos dio origen a la neurofisiología y estableció a la Biofísica como una ciencia. También los estudios de gradientes de difusión y la ósmosis, dos fuerzas responsables del flujo pasivo de materia en los organismos vivos, fueron objeto de estudios en los inicios de la Biofísica. Estas leyes fueron enunciadas por Adolfo Fick, quien el año 1856 publicó el primer tratado de Biofísica (Medical Physics). Por otra parte, las investigaciones de la física y la química de soluciones dio origen a la fisicoquímica. Más tarde se iniciaron estudios, también dentro del campo de la Biofísica y mediante el uso de la difracción de rayos X, que dieron como fruto el conocimiento de las estructuras moleculares de la hemoglobina y el DNA.

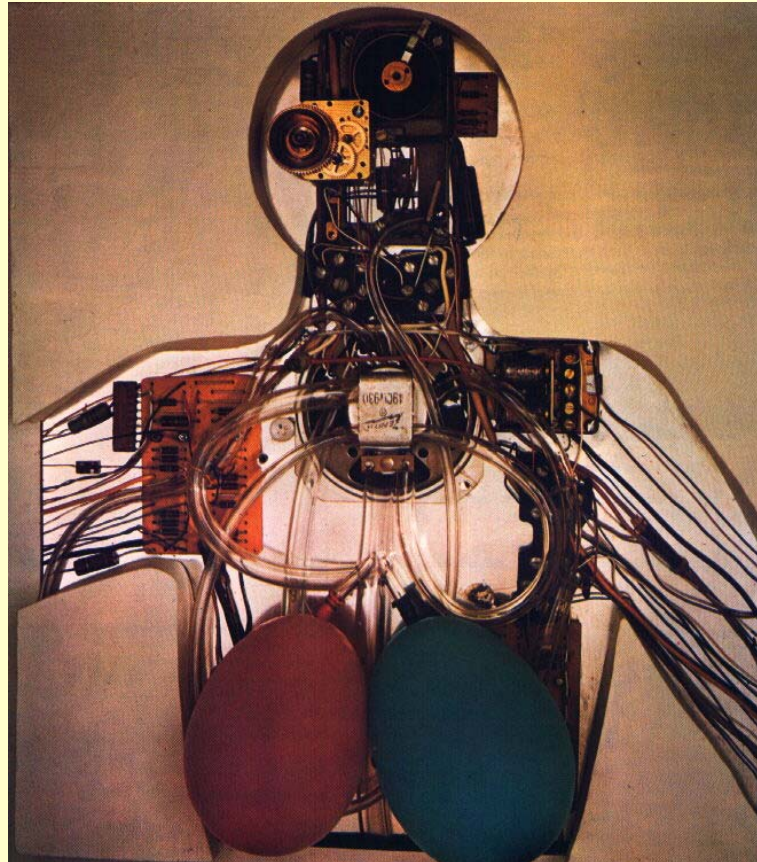
Situación actual:

Haciendo un intento para sistematizar el estudio de la Biofísica, y partiendo de los conceptos anteriores, podemos clasificar los posibles tópicos de su estudio en cinco grupos:

- 1.- Física Biológica que cubren el estudio de técnicas o métodos teóricos de la Física relevantes en la investigación de los fenómenos biológicos: mecánica, electricidad, ondas, luz, termodinámica, bioenergética, etc.
- 2.- Física Médica relacionados con métodos físicos que permiten el estudio de las estructuras biológicas tanto a nivel molecular, como al nivel celular u organístico tales como estructura de organelos, estructura de biomoléculas (proteínas, DNA, hemoglobina, clorofila, enzimas). Ejemplo de tales métodos son: microscopía electrónica, rayos X, resonancia magnética nuclear (NMR), espectroscopía, etc.

- 3.- Métodos o técnicas que permiten el estudio del funcionamiento de las estructuras biológicas, también desde el nivel molecular, hasta el nivel organístico: electrónica, fluidica, transductores, isótopos, etc.
- 4.- Procesos biológicos en los cuales, los avances de la investigación han permitido establecer una relación entre la estructura biológica y su funcionamiento; tales como: conducción nerviosa (Hodgkin y Huxley), contracción muscular (Huxley, A.V. Hill), visión, audición, hemodinamia, electrocardiogénesis, etc.
- 5.- Estudios de los efectos de agentes físicos externos sobre el proceso biológico; su estructura y funcionamiento. Ejemplo, el efecto y uso de las radiaciones ionizantes y no ionizantes.

Por su parte, la Bioingeniería se encarga de las aplicaciones prácticas de los resultados obtenidos por la Biofísica.

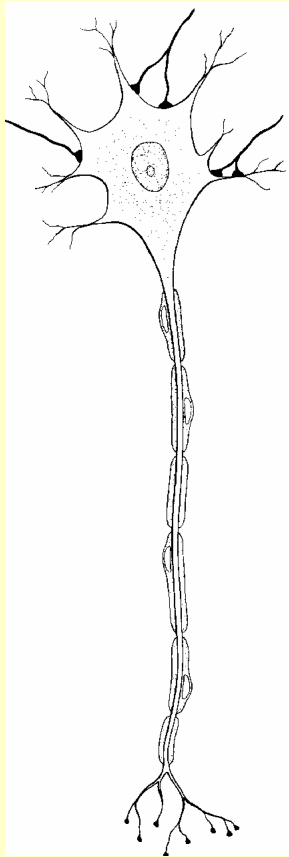


Sistema vivo por excelencia



Por definición, un sistema es un conjunto de partes interrelacionadas que tienen un objetivo común.

En el caso particular de los sistemas vivos las partes constituyentes son conjuntos de células, tejidos, órganos, etc.



En los seres vivos la neurona es la estructura especializada que tiene como función la interrelación (comunicación) entre las diferentes partes que constituyen ese organismo