

---

**Nombre de la unidad curricular:** Biofísica

---

**Forma parte de la Oferta Estable:** Sí

---

**Centro/Instituto responsable:** Instituto de Biología

---

**Licenciaturas:** Bioquímica, Ciencias Biológicas

---

**Frecuencia y semestre de la formación al que pertenece la unidad curricular:** Anual, semestre impar

---

**Créditos asignados:**

Lic. Bioquímica 13 créditos -Área Físico-Matemática

Lic. Ciencias Biológicas 13 créditos -Tramo Común – Área Celular y Molecular

---

**Nombre del/la docente responsable:** Andrés Pomi

---

**E-mail:** pomi@fcien.edu.uy

---

**Instituto:** Instituto de Biología

---

**Nombre del/la docente co-responsable:** Juan Valle Lisboa

---

**E-mail:** juancvl@fcien.edu.uy

---

**Instituto:** -

---

**Nombre del/la docente responsable de prácticos:** Luis Claro y Gustavo Grinspan

---

**E-mail:** lclaro@fcien.edu.uy; ggrinspan@fcien.edu.uy

---

**Instituto:** Instituto de Biología

---

**Conocimientos Previos Requeridos (\*):** Matemática I - (O contenidos equivalentes a un curso universitario semestral de Cálculo diferencial e integral). Física I y II - (O conocimientos equivalentes a un curso universitario de Física general, incluyendo Termodinámica, Mecánica, Hidráulica, Ondas y Electromagnetismo).

---

**Conocimientos adicionales sugeridos:** Módulo 1 de Matemática II - (O conocimientos básicos de Álgebra lineal).

---

**Unidades curriculares y/o créditos previos que habilitan a realizar el curso (\*)<sup>1</sup>:** Matemática I y Física I y Física II

---

**Objetivos de la unidad curricular:**

**a) Herramientas, conceptos y habilidades que se pretenden desarrollar**

---

<sup>1</sup> Se detallan los requisitos necesarios para cursar, ya sean UCs y/o mínimo de créditos. Estos requisitos pueden ser acumulativos ("y" "y") o alternativos ("/" "o"). Esta información será utilizada por el DAE (Bedelía) para el control de inhabilitaciones.

-La biofísica ofrece un enfoque singular al estudio de los procesos y sistemas biológicos, no quedando restringida a un contenido temático, sino aportando un tratamiento basado en modelos físico-químicos, matemáticos y computacionales que buscan explicar los mecanismos subyacentes a los fenómenos biológicos en cualquier nivel de organización. El curso se enmarca dentro del Área Biología Celular y Molecular, haciendo uso de las herramientas del Área Científico-Básica, para proporcionar el conocimiento y la formación metodológica que brinda la biofísica en un amplio sentido del término. El curso comprende temas que abarcan desde un nivel molecular, como los fenómenos de fluctuaciones, movimiento browniano, motores moleculares, transiciones conformacionales en proteínas, análisis de los procesos de unión receptor-ligando y los fenómenos de cooperatividad un nivel de organización celular, como los principios de la regulación y control metabólico, el enfoque de biología de sistemas, los procesos de transporte a través de las membranas biológicas, la existencia de potenciales eléctricos celulares y las bases de los fenómenos de excitabilidad, el estudio de fenómenos quimio-osmóticos y procesos de transducción de energía libre en las células y temas de biología a nivel sistémico, como la organización de los sistemas circulatorios, las teorías de la morfogénesis, fenómenos de escalas y alometría, una introducción a los modelos redes neuronales para modelizar las funciones cognitivas y la teoría de las redes complejas. La generalidad del programa es deliberada para mantener un marco flexible, que ha permitido una constante incorporación de temas que han cobrado relevancia en la investigación contemporánea. Durante el curso se adquiere familiaridad con la representación mediante modelos matemáticos de los distintos fenómenos biológicos estudiados, lo que permite al estudiante entrenarse en este lenguaje, adquirir la capacidad de interrogar una ecuación y entender distintas representaciones gráficas. Las actividades prácticas comprenden la utilización de programas de computación como medio para ilustrar y explorar las posibilidades de los modelos, así como la ejercitación en situaciones problemáticas similares a las que se plantearán durante el examen.

## **b) En el marco del plan de estudios**

### **Temario sintético de la unidad curricular:**

MÓDULO 1 - Fundamentos termodinámicos de la Biología

MÓDULO 2 - Temas de Biofísica molecular

MÓDULO 3 - Temas de Biofísica celular

MÓDULO 4 - Biofísica de las estructuras orgánicas

### **Temario desarrollado:**

Según la temática algunos de los temas dentro de cada módulo requieren más de una clase.

MÓDULO 1 - Fundamentos termodinámicos de la Biología

1. Vida y Termodinámica
2. Termodinámica y Mecánica Estadística
3. Movimiento Browniano

## MÓDULO 2 - Temas de Biofísica molecular

1. Receptores moleculares
2. Cooperatividad y efectos alostéricos
3. Bases de la cinética enzimática

## MÓDULO 3 - Temas de Biofísica celular

1. Sistemas metabólicos
2. Transporte a través de membranas biológicas
3. Células excitables
4. Modelos de transducción de energía libre
5. Motores moleculares y biofísica del citoesqueleto

## MÓDULO 4 - Biofísica de las estructuras orgánicas

1. Morfogénesis
2. Sistemas circulatorios
3. Escalas anatómicas
4. Redes neurales
5. Complejidad y Biología

---

## Bibliografía

### a) Básica:

#### TEXTOS

M.V. Volkenshtein (1985) Biofísica.

Mir, Moscú. A.S. Frumento (1995) Biofísica.

Mosby/Doyme Libros, Madrid. F. Montero, F. Morán (1992) Biofísica. Procesos de autoorganización en Biología. Eudema, Madrid. (Ninguno de estos textos cubre completamente el programa del curso)

BIBLIOGRAFÍA PARA CADA TEMA DEL PROGRAMA o : Lectura básica imprescindible

1. Vida y Termodinámica o H. Morowitz (1978). Energía Total cap. IV, Segundo Principio, cap. V y Función Entropía, Cap VI, págs:27-63. de Entropía para biólogos. H. Blume Ediciones, Madrid.

2. Termodinámica y Mecánica estadística o H. Morowitz (1978) Estadística, cap. VIII y La Relación entre la Termodinámica y la Mecánica Estadística, Cap. IX, págs: 76 - 98, en Entropía para biólogos. H. Blume Ediciones, Madrid.

3. Movimiento browniano o H. Morowitz (1978) Energía térmica, cap. XII de Entropía para biólogos. H. Blume Ediciones, Madrid.

4. Receptores moleculares o A. Cornish-Bowden (1976) Control of Enzyme Activity, cap. 7 de Principles of Enzyme Kinetics, Butterworth, London. o L. Stryer (1990) Proteínas transportadoras de oxígeno, cap. 7 de Bioquímica, Reverté, Madrid. Chemistry of Biological Macromolecules, University Science Books, Mill Valley.

5. Cooperatividad y efectos alostéricos o A. Cornish-Bowden (1976) Control of Enzyme Activity, cap. 7 de Principles of Enzyme Kinetics, Butterworth, London. o A. Levitzki (1978) Cooperativity in Multisubunit Proteins - The Basic Concepts, cap. 3 de Quantitative aspects of allosteric mechanisms. Springer-Verlag, Berlín.

6. Bases de la cinética enzimática o A. Cornish-Bowden (1976) Introduction to Enzyme Kinetics, cap. 2 de Principles of Enzyme Kinetics, Butterworth, London.
7. Sistemas metabólicos o A. Cornish-Bowden (1995) Kinetics of multi-enzyme systems, cap. 10 de Fundamentals of Enzyme Kinetics, Portland Press, London.
8. Transporte a través de membranas biológicas o B. Alberts et al. Molecular Biology of the Cell, 6th Edition (2015). Chapter 10: Membrane Structure, pgs. 565-596 o P. Garrahan y A. Rega (1977) Transporte a través de la membrana celular. Secretaría General de la O.E.A., Washington. o Javier Buceta, Elka Koroutcheva, Juan Manuel Pastor Temas de biofísica (2012). Editorial UNED, 2012. Secciones 4.1.3-4.2
9. Células excitables o B. Hille (1992) Ionic Channels of Excitable Membranes. Sinauer Associates, Inc. (2nd Ed.), Massachusetts. Busque los capítulos pertinentes. o R.A. Venosa (1995) Transporte iónico y excitabilidad, cap. 3 de Fisiología Humana de Bernardo A. Houssay. Cingolani H.E., Houssay A. (eds). El Ateneo, Buenos Aires.
10. Modelos de transducción de energía libre o T.L. Hill (1977) Biochemical cycles and free energy transduction. Trends in Biochemical Sciences 2(9): 204-207. o Hill, T. L. (1989) Free Energy Transduction and Biochemical Cycle Kinetics. Springer-Verlag, New York. Páginas 1-24
11. Motores moleculares y biofísica del citoesqueleto o Alberts B, Johnson A, Lewis J, et al. Molecular Biology of the Cell. 4th edition. New York: Garland Science; 2002
12. Morfogénesis o F. Montero, F. Morán (1992) Biofísica. Procesos de autoorganización en Biología. Eudema, Madrid, cap. 8. o J.D. Murray (1988) Las manchas del leopardo. Investigación y Ciencia N.º 140. - M. Gardner (1985) Ruedas, vida y otras diversiones matemáticas. Labor, Barcelona, cap. 20.
13. Sistemas circulatorios o A.S. Frumento (1995) Biofísica. Mosby/Doyme Libros, Madrid, cap. 2. - V.H. González Panizza. Bases físicas de la Hemodinámica. Publicación docente del Departamento de Biofísica de la Facultad de Medicina, Montevideo (varias ediciones a partir de 1966).
14. Escalas anatómicas o K. Schmidt Nielsen (1989) Scaling: Why is animal size so important Cambridge University Press, caps. 1 y 2. o J.B.S. Haldane (1947) El tamaño apropiado, en Mundos posibles. Janes, Barcelona. o S. Vogel (1988) Size and shape, cap. 3 de Life devices, Princeton University Press. - J. Maynard Smith (1968) Some consequences of scale, cap. 1 de Mathematical ideas in Biology. Cambridge University Press, Cambridge. - D'Arcy Thompson (1980) Extractos del cap. 2 de Sobre el crecimiento y la forma, Ed. Blume, Barcelona.
15. Redes neurales o J.A. Anderson (1995) An introduction to neural networks. MIT Press, Cambridge, cap. 6. o E. Mizraji (2007) Redes Neuronales, en Ingeniería Biomédica, perspectivas desde el Uruguay, compilado por Franco Símini. Publicaciones de la Universidad de la República, Montevideo.
16. Complejidad en Biología o M. Gell-Mann (1995) Información y complejidad, cap. 3 de El Quark y el Jaguar. Aventuras en lo simple y lo complejo. Metatemas, Tusquets, Barcelona. o M. Newman (2018) Introduction, cap. 1 de Networks, Oxford, New York. - M. Gardner (1985) Ruedas, vida y otras diversiones matemáticas. Labor, Barcelona, cap. 20.

## **b) Complementaria:**

### 3. Movimiento browniano

- B.H. Lavenda (1985) El movimiento browniano. Investigación y Ciencia N.º 103 (abril).
- G. Villar (1963) Propiedades cinéticas de los sistemas coloidales, cap. 4 de Coloides. Impresora

Ligu S.A., Montevideo.

#### 4. Receptores moleculares

- I.M. Roitt (1980) Introducción, en *Inmunología Esencial*, Ed. Jims, Barcelona, pp. 9-14.
- J. Wyman, S.J. Gill (1990) Introduction y Properties of Binding Curves, caps. 1 y 2 de *Binding and Linkage: Functional Chemistry of Biological Macromolecules*, University Science Books, Mill Valley.

#### 7. Sistemas metabólicos

- H. Kacser J.W. Porteous (1987) Control of Metabolism: what do we have to measure Trends in Biochemical Sciences 12: 5-14.

#### 8. Transporte a través de membranas biológicas

- R. Latorre y O. Álvarez (1996) Vías y modelos de transporte a través de membranas, cap. 3 de *Biofísica y Fisiología Celular*, R. Latorre, J. López-Barneo, F. Bezanilla y R. Llinás (eds). Univ de Sevilla.
- J. A. Sánchez (1996) El potencial de la membrana celular en el estado de reposo, cap. 4 de *Biofísica y Fisiología Celular*, R. Latorre, J. López-Barneo, F. Bezanilla y R. Llinás (eds). Univ de Sevilla.
- E. Ríos (1983) Transporte y excitabilidad. Oficina del Libro de la A.E.M., Montevideo. 9. Células excitables
- E. Ríos (1983) Transporte y excitabilidad. Oficina del Libro de la A.E.M., Montevideo.
- F. Bezanilla (1996) El impulso nervioso, cap. 9 de *Biofísica y Fisiología Celular*, R. Latorre, J. López-Barneo, F. Bezanilla y R. Llinás (eds.). Univ. de Sevilla.
- F. Bezanilla (1996) Canales iónicos dependientes del potencial eléctrico, cap. 10 de *Biofísica y Fisiología Celular*, R. Latorre, J. López-Barneo, F. Bezanilla y R. Llinás (eds.). Univ. de Sevilla.
- E. Neher B. Sackmann (1992) La técnica del pinzamiento de membrana. *Investigación y Ciencia* N.º 188 (mayo).
- E. Moczydlowski (1986) Single Channel Enzymology, cap. 4 de *Ion Channel Reconstitution*, L. Miller (ed.), Plenum Press.
- D. Colquhoun, A.G. Hawkes (1995) Principles of the Stochastic Interpretation of Ion-Channel Mechanisms, cap. 18 de *Single-Channel Recording*, B. Sackmann E. Neher (eds.), Plenum Press.

#### 12. Morfogénesis

- M. Gardner (1985) Ruedas, vida y otras diversiones matemáticas. Labor, Barcelona, cap. 20.

#### 13. Sistemas circulatorios

- V.H. González Panizza. Bases físicas de la Hemodinámica. Publicación docente del Departamento de Biofísica de la Facultad de Medicina, Montevideo (varias ediciones a partir de 1966).

#### 14. Escalas anatómicas

- J. Maynard Smith (1968) Some consequences of scale, cap. 1 de *Mathematical ideas in Biology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- D'Arcy Thompson (1980) Extractos del cap. 2 de *Sobre el crecimiento y la forma*, Ed. Blume, Barcelona.

#### 15. Redes neurales

- J. Alamar (2018) The illustrated transformer. <https://jalammar.github.io/illustrated-transformer/>, acceso, Enero, 2025.

#### 16. Complejidad en Biología

- M. Gardner (1985) Ruedas, vida y otras diversiones matemáticas. Labor, Barcelona, cap. 20.

**Modalidad cursada:** Dos clases teóricas semanales de asistencia libre. Al final de cada sector del curso teórico hay una instancia de Seminario, de participación obligatoria, con temas presentados por los estudiantes del curso. Una clase semanal de actividades prácticas.

---

**Metodología de enseñanza:** -

---

**Duración en semanas:** 15

---

**Carga horaria total:** 196 hs

**Horas sugeridas de estudio domiciliario durante el período de clase:** 98

---

**Carga horaria detallada:**

- a) Horas aula de clases teóricas: 56
  - b) Horas aulas de clases prácticas: 42
  - c) Horas de seminarios: 0
  - d) Horas de talleres: 0
  - e) Horas de salida de campo: 0
  - f) Horas de tareas domiciliarias:
- 

**TIPO DE CURSO:**

**Tipo 2: Aprobación por examen obligatorio**

**a) Asistencia requerida para aprobar la unidad curricular (\*):**

10 de las 13 instancias de práctico.

**b) Características de las evaluaciones durante el curso (\*):**

Para ganar el curso, es decir tener derecho a dar examen, en el práctico se realizan controles de asistencia y de lectura previa a cada instancia de práctico. Se da por ganado el curso a quienes asistieron al menos a 10 de las 13 instancias de práctico, y además aprobaron 7 de los 12 controles de lectura que se realizan al inicio de cada práctico (constan en general en una pregunta, cuya respuesta implica haber leído el protocolo del práctico que se va a realizar).

**c) Características del examen (si corresponde):**

El curso se aprueba con un examen individual escrito.

**d) Modo de devolución o corrección de las pruebas (si corresponde):**

---

**Habilitada a rendir en calidad de examen libre: No\***

\*Por resolución N° 88 del Consejo de Facultad de Ciencias de fecha 11/11/2024.