

19 FEB 2020



**Nombre del curso o unidad curricular:** BIOFISICA

**Licenciaturas:** Bioquímica, Ciencias Biológicas

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

**Créditos asignados:**

Ciencias Biológicas 13 (Tramo Común – Área Celular y Molecular)

Bioquímica 13 (Área Físico-matemática)

**Nombre del/la docente responsable de la unidad curricular y contacto:** Julio A. Hernández  
(jahern@fcien.edu.uy)

**Requisitos previos:**

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).

**Ejemplos unidades curriculares de Facultad de Ciencias u otros que aportan dichos conocimientos:**

**Conocimientos adicionales sugeridos:**

Módulo 1 de Matemática II - (O conocimientos básicos de Álgebra lineal).

## **Objetivos de la unidad curricular:**

### **a) Herramientas, conceptos y habilidades que se pretenden desarrollar en la unidad curricular**

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 Área Físico-Matemática**

**En el marco de la formación profesional, ¿qué herramientas aporta esa unidad curricular en la formación profesional de ese estudiante?**

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

### **MÓDULO 1 - Fundamentos termodinámicos de la Biología**

1. Complejidad y termodinámica
2. Movimiento browniano
3. Sistemas abiertos: propiedades elementales

### **MÓDULO 2 - Temas de Biofísica molecular**

4. Receptores moleculares
5. Cooperatividad y efectos alostéricos
6. Bases de la cinética enzimática

#### MÓDULO 3 - Temas de Biofísica celular

7. Sistemas metabólicos
8. Transporte a través de membranas biológicas
9. Células excitables
10. Biofísica de la sinapsis
11. Modelos de transducción de energía libre
12. Motores moleculares y biofísica del citoesqueleto

#### MÓDULO 4 - Biofísica de las estructuras orgánicas

13. Morfogénesis
14. Sistemas circulatorios
15. Escalas anatómicas
16. Redes neurales

#### **Temario desarrollado:**

---

#### **Bibliografía**

##### **a) Básica:**

##### **BIBLIOGRAFÍA:**

##### 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  
- : Bibliografía adicional

##### 1. Complejidad y termodinámica

- 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.



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

## 2. Movimiento browniano

- o B.H. Lavenda (1985) El movimiento browniano. Investigación y Ciencia Nº 103 (abril).
- G. Villar (1963) Propiedades cinéticas de los sistemas coloidales, cap. 4 de Coloides. Impresora Ligu S.A., Montevideo.
- o H. Morowitz (1978) Energía térmica, cap. XII de Entropía para biólogos. H. Blume Ediciones, Madrid.
- o J.A. Dix A.S. Verkman (2008) Crowding effects on diffusion in solutions and cells. Annu. Rev. Biophys. 37: 247-263.
- o A.P. Minton (2001) The influence of macromolecular crowding and macromolecular confinement on biochemical reactions in physiological media. J. Biol. Chem. 276: 10577-10580.

## 3. Sistemas abiertos: propiedades elementales

- o D. Jou J.E. Llebot (1989) Introducción a la termodinámica de procesos biológicos. Labor, Barcelona. Busque los capítulos pertinentes.
- J.M. Reiner (1968) Open systems and steady states, sección del cap. 5 de The Organism as an Adaptive Control System, Prentice-Hall, NJ, pp. 112-116.

## 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.
- I.M. Roitt (1980) Introducción, en Inmunología Esencial, Ed. Jims, Barcelona, pp. 9-14.

## 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.
- 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

- o 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.
- o 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.
- o E. Ríos (1983) Transporte y excitabilidad. Oficina del Libro de la A.E.M., Montevideo.
- P. Garrahan y A. Rega (1977) Transporte a través de la membrana celular. Secretaría General de la O.E.A., Washington.

## 9. Células excitables

- o E. Ríos (1983) Transporte y excitabilidad. Oficina del Libro de la A.E.M., Montevideo.
- 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.
- o 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° 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.

## 10. Biofísica de la sinapsis

- o Sección Biofísica (2008) Introducción a la Biofísica de la Sinapsis.

## 11. 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.

## 12. Motores moleculares y biofísica del citoesqueleto

- o B. Alberts y col. (1994) Biología Molecular de la Célula. Ediciones Omega, Barcelona (especialmente los capítulos 3 y 11).

## 13. 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° 140.
- M. Gardner (1985) Ruedas, vida y otras diversiones matemáticas. Labor, Barcelona, cap. 20.

## 14. 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).

## 15. 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.

## 16. 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.

Los distintos textos de la bibliografía han sido agrupados en un librito del cual se encuentran ejemplares en Biblioteca y al que los estudiantes pueden acceder en el Subespacio.



### **b) Complementaria:**

Está especificada en el listado anterior

---

**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:**

---

**Carga horaria total:** 105 hs (15 semanas).

---

### **Carga horaria detallada:**

- a) **Horas aula de clases teóricas:** 4 hs semanales
- b) **Horas aulas de clases prácticas:** 3 hs semanales
- c) **Horas sugeridas de estudio domiciliario durante el período de clase:**

---

### **Sistema de ganancia de la unidad curricular**

**Tiene examen final:** Si

**Se exonera:** No

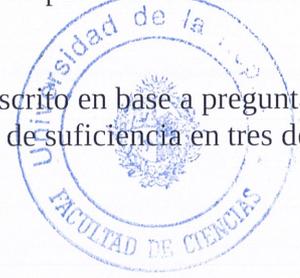
**Nota de exoneración (del 3 al 12):**

### **a) Características de las evaluaciones:**

La ganancia del curso se obtiene mediante: a) la evaluación continua en los grupos pequeños de

actividades prácticas y b) la participación en un Seminario del curso teórico. Se permiten hasta dos faltas justificadas para ganar el curso.

La aprobación de la unidad curricular se obtiene mediante un examen final escrito en base a preguntas abiertas y de respuesta concisa en que el estudiante deberá lograr un mínimo de suficiencia en tres de las cinco preguntas planteadas.



**b) Porcentaje de asistencia requerido para aprobar la unidad curricular: 80**

**c) Puntaje mínimo individual de cada evaluación y total:**

**d) Modo de devolución o corrección de pruebas:**

---

**Iguá 4225 esq. Mataojo • 11.400 Montevideo – Uruguay**  
**Tel. (598) 2525 0378 • (598) 2522 947 • (598) 2525 8618 al 23 ext. 7 110 y 7 168 • Fax (598) 2525 8617**

