

Fundamentos de Bioquímica

Código: 103277
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2501922 Nanociencia y Nanotecnología	FB	1	2

Contacto

Nombre: Irantzu Pallares Goitiz

Correo electrónico: irantzu.pallares@uab.cat

Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)

Algún grupo íntegramente en inglés: No

Algún grupo íntegramente en catalán: Sí

Algún grupo íntegramente en español: No

Equipo docente

Alicia Roque Cordova

Prerequisitos

No hay prerrequisitos oficiales. Sin embargo, se supone que el alumno ha adquirido y asimilado los conocimientos impartidos durante el primer semestre, en particular los contenidos en las asignaturas de Química y Biología Celular, como por ejemplo los referidos a grupos funcionales químicos, equilibrio químico, termodinámica básica, compartimentación celular y membranas biológicas.

Parte de la bibliografía está en inglés, idioma que también es utilizado en las figuras proyectadas en las clases de teoría.

Para poder asistir a las sesiones de prácticas de laboratorio es necesario que el estudiante justifique haber superado las pruebas de bioseguridad y de seguridad que encontrará en el Campus Virtual y ser conocedor y aceptar las normas de funcionamiento de los laboratorios de la Facultad de Biociencias.

Objetivos y contextualización

En la asignatura Fundamentos de Bioquímica se estudian las características estructurales y funcionales de las biomoléculas desde un punto de vista básico, como corresponde a una asignatura de primer curso, pero también con la profundidad necesaria exigida por el hecho de que los conocimientos aquí adquiridos, en especial los referentes a la estructura de biomoléculas y función de enzimas, serán imprescindibles para otras asignaturas del Grado de Nanociencia y Nanotecnología, especialmente en las de segundo curso Bioquímica Metabólica y Biología Molecular, así como para la Menció BioNanotecnología.

Objetivos de la asignatura:

- Comprender, con base en los conocimientos de Química previamente adquiridos, los rasgos estructurales fundamentales de las moléculas biológicas, sabiendo extraer conclusiones sobre su estabilidad, su funcionalidad y su capacidad para la replicación de estructuras.
- Adquirir las bases conceptuales sobre procesos bioenergéticos que hagan posible la asimilación de la segunda parte de la materia Bioquímica, dedicada a estudiar el metabolismo. Comprender los conceptos de cinética de la acción enzimática en el contexto del estudio de las reacciones biológicas y

de sus interrelaciones metabólicas y saber cómo aplicar las herramientas metodológicas estudiadas en casos prácticos.

- Conocer las metodologías básicas de purificación, caracterización y análisis estructural de biomoléculas.

Competencias

- Aplicar las normas generales de seguridad y funcionamiento de un laboratorio y las normativas específicas para la manipulación de la instrumentación y de los productos y materiales químicos y biológicos teniendo en cuenta sus propiedades y riesgos.
- Aplicar los conceptos, principios, teorías y hechos fundamentales relacionados con la Nanociencia y Nanotecnología a la resolución de problemas de naturaleza cuantitativa o cualitativa en el ámbito de la Nanociencia y Nanotecnología.
- Aprender de forma autónoma.
- Comunicarse de forma oral y escrita en la lengua nativa.
- Demostrar que comprende los conceptos, principios, teorías y hechos fundamentales relacionados con la Nanociencia y Nanotecnología.
- Desarrollar trabajos de síntesis, caracterización y estudio de las propiedades de materiales en la nanoescala en base a procedimientos previamente establecidos.
- Gestionar la organización y planificación de tareas.
- Interpretar los datos obtenidos mediante medidas experimentales, incluyendo el uso de herramientas informáticas, identificar su significado y relacionarlos con las teorías químicas, físicas o biológicas apropiada.
- Manipular los instrumentos y materiales estándares propios de laboratorios de ensayos físicos, químicos y biológicos para el estudio y análisis de fenómenos en la nanoescala.
- Mostrar sensibilidad hacia temas medioambientales.
- Obtener, gestionar, analizar, sintetizar y presentar información, incluyendo la utilización de medios telemáticos e informáticos.
- Razonar de forma crítica.
- Reconocer los términos relativos al ámbito de la Física, Química y Biología, así como a la Nanociencia y la Nanotecnología en lengua inglesa y utilizar eficazmente el inglés en forma escrita y oral en su ámbito laboral.
- Reconocer y analizar problemas físicos, químicos y biológicos en el ámbito de la Nanociencia y Nanotecnología, plantear respuestas o trabajos adecuados para su resolución, incluyendo en casos necesarios el uso de fuentes bibliográficas.
- Resolver problemas y tomar decisiones.

Resultados de aprendizaje

1. Aplicar los contenidos teóricos de Bioquímica a la explicación de fenómenos experimentales.
2. Aprender de forma autónoma.
3. Comunicarse de forma oral y escrita en la lengua nativa.
4. Describir el mecanismo catalítico de enzimas seleccionados y algunas aplicaciones de los enzimas.
5. Describir la cinética enzimática y los mecanismos de inhibición.
6. Describir la estructura de las proteínas, las bases físico-químicas de su plegamiento y sus diversas funciones celulares.
7. Describir la estructura química de los aminoácidos, proteínas, glúcidos, lípidos, nucleótidos y ácidos nucleicos.
8. Describir la estructura y función de los ácidos nucleicos.
9. Describir la estructura, las propiedades físico-químicas y la función de las membranas biológicas.
10. Evaluar resultados bioquímicos experimentales de forma crítica y deducir su significado.
11. Gestionar la organización y planificación de tareas.
12. Llevar a cabo los procedimientos de separación y análisis básicos propios de un laboratorio de Bioquímica.
13. Manipular correctamente los materiales e instrumentos habituales en un laboratorio de Bioquímica.
14. Mostrar sensibilidad hacia temas medioambientales.

15. Obtener, gestionar, analizar, sintetizar y presentar información, incluyendo el uso de medios telemáticos e informáticos.
16. Racionalizar los resultados obtenidos en el laboratorio en procesos de separación, análisis de propiedades y reacciones enzimáticas a partir de conocimientos teóricos de Bioquímica.
17. Razonar de forma crítica.
18. Realizar búsquedas bibliográficas de documentación Bioquímica.
19. Realizar correctamente cálculos en reacciones bioquímicas.
20. Realizar cálculos relacionados con la cinética enzimática.
21. Realizar cálculos relacionados con los equilibrios de ionización de biomoléculas y el pH.
22. Resolver problemas bioquímicos con la ayuda de bibliografía complementaria.
23. Resolver problemas y tomar decisiones.
24. Trabajar correctamente con las fórmulas, ecuaciones químicas y con las magnitudes de propias de Química.
25. Utilizar correctamente la terminología inglesa para las biomoléculas y los temas básicos de la Bioquímica.
26. Utilizar correctamente los protocolos de manipulación de materiales biológicos, reactivos y residuos químicos.

Contenido

TEORÍA

Tema 1. Introducción: elementos, moléculas, entorno físico y bioenergética de los seres vivos.

La lógica química de los procesos biológicos. Elementos químicos presentes en los seres vivos. Biomoléculas: características generales. Importancia biológica del agua. Interacciones no covalentes en medio acuoso. Ionización del agua, equilibrio iónico y sistemas amortiguadores. Las transformaciones de energía a seres vivos y las leyes de la Termodinámica. Energía libre y constante de equilibrio. Reacciones y procesos bioquímicos universales.

Tema 2. Proteínas: funciones y estructura primaria.

Tipo de proteínas y funciones. Estructura y propiedades de los aminoácidos. Clasificación. Péptidos y enlace peptídico. Composición y secuencia de aminoácidos de las proteínas. Comparación de secuencias. Bases de datos de secuencias.

Tema 3. Estructura tridimensional de proteínas.

Niveles de estructuración de las proteínas. Descripción de la hélice alfa y hoja plegada beta. Giros beta. Proteínas fibrosas. Proteínas globulares. Dominios de las proteínas. Estructura cuaternaria. Plegamiento de proteínas: factores que lo determinan; chaperonas y priones. Enfermedades conformacionales. Bases de datos de estructuras de proteínas. Predicción de la estructura proteica.

Tema 4. Purificación y caracterización de macromoléculas.

Métodos de separación: centrifugación, cromatografía, electroforesis. Métodos espectroscópicos y sus aplicaciones; espectroscopia de absorción, fluorescencia, dicroísmo circular, infrarrojo. Espectrometría de masas. Determinación de la estructura tridimensional de macromoléculas mediante difracción de rayos X y resonancia magnética nuclear. Métodos inmunológicos.

Tema 5. Relación entre estructura y función en proteínas: proteínas transportadoras de oxígeno.

Almacenamiento de oxígeno: mioglobina. Unión de oxígeno a la mioglobina. Transporte de oxígeno: hemoglobina. Cooperatividad y Allosteroismo de la hemoglobina. Análisis de la cooperatividad. Efectores alostéricos. Diferentes formas de hemoglobina: adaptación fisiológica y patología molecular. Evolución proteica.

Tema 6. Enzimas: propiedades generales, mecanismos de catálisis, cinética enzimática y regulación

Propiedades generales. Clasificación y nomenclatura de las enzimas. Efectos de los catalizadores en las reacciones químicas. Energía de activación y estado de transición. Cofactores enzimáticos. Acoplamiento enzima-sustrato. Mecanismos enzimáticos. Catálisis ácido-base. Catálisis covalente. Catálisis por iones metálicos. El alcohol deshidrogenasa. Catálisis electrostática. Efectos de proximidad y orientación. Cinética enzimática. Velocidad inicial. Unidades de actividad enzimática. Efecto de la concentración de enzima. Efecto de la concentración de sustrato. Cinética del estado estacionario: Ecuación de Michaelis-Menten. Significado de K_m , K_s , k_{cat} y k_{cat} / K_m . Representación de Lineweaver-Burk.

Reacciones bisustrato: mecanismos secuencial y de doble desplazamiento (ping-pong). Piridoxal fosfato. Inhibición enzimática. Inhibición reversible: competitiva y no competitiva. Inhibición irreversible. Aplicaciones de la inhibición enzimática. Regulación de la actividad enzimática. Cambios en la concentración de enzima. Regulación de la degradación de proteínas. Alostерismo y enzimas alostéricas. Isoenzimas. Modificación covalente (reversible e irreversible). Regulación por cascada enzimática. Regulación de la HMG-CoA reductasa. Aplicaciones biomédicas y biotecnológicas.

Tema 7. Glúcidos.

Tipo de glúcidos y funciones. Monosacáridos, descripción y propiedades. Enlace glucosídico. Oligosacáridos. Polisacáridos. Glicoconjugados: proteoglicanos, glicoproteínas y glicolípidos. Los glúcidos como moléculas con información. El código de los azúcares.

Tema 8. Lípidos y membranas biológicas.

Tipo de lípidos y funciones. Ácidos grasos. Lípidos de reserva y de membrana. Colesterol y derivados. Vitaminas liposolubles. Eicosanoides. Estructura y función de las lipoproteínas. Membranas biológicas.

Tema 9. Ácidos nucleicos. Niveles de estructuración.

Naturaleza y función. Nucleótidos, estructura y propiedades. Estructura primaria de los ácidos nucleicos. Estructura secundaria: modelo de Watson y Crick y estructuras alternativas. Estructura secundaria y terciaria del RNA. RNA de transferencia. Superenrollamiento del DNA. Desnaturalización del DNA. Complejos DNA-proteínas: organización del cromosoma. Tecnología del DNA recombinante. Genómica y proteómica.

APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

Este apartado se trabajará en base al dossier que se entregará al comienzo del semestre, consistente en una cantidad determinada de enunciados de problemas relacionados con los temas desarrollados en Teoría. Las características de las diversas partes del temario de Teoría hacen que los enunciados de los problemas se concentren en algunos aspectos determinados que son: equilibrio químico y sistemas amortiguadores, métodos de purificación y de análisis de macromoléculas, y cinética enzimática.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Se harán tres sesiones de laboratorio de cuatro horas cada una:

- La espectrofotometría como método para la determinación de concentración de biomoléculas. Preparación de una disolución amortiguadora.
- Cromatografía líquida y electroforesis en geles de SDS como métodos de análisis y separación de biomoléculas.
- Ensayo enzimático y determinación experimental de parámetros cinéticos. Inhibición enzimática.

Metodología

Las actividades formativas están repartidas en cuatro apartados: clases de teoría, seminarios científicos, aprendizaje basado en problemas y prácticas de laboratorio, cada una de ellas con su metodología específica.

Clases de teoría

El contenido del programa de teoría será impartido principalmente por el profesor en forma de clases magistrales con soporte audiovisual. Las presentaciones utilizadas en clase por el profesor estarán previamente disponibles en el Campus Virtual de la asignatura. Es recomendable que los alumnos lleven el material a clase, para utilizarlo como apoyo a la hora de tomar apuntes. Se aconseja que los alumnos consulten de forma regular los libros recomendados en el apartado de Bibliografía de esta Guía Docente para consolidar y clarificar, si es necesario, los contenidos explicados en clase.

Seminarios científicos

Los alumnos trabajarán en pequeños grupos fuera del horario de clase. Tienen que preparar un seminario que tenga como hilo conductor la relación entre la estructura-función y el desarrollo de enfermedades. Tienen que usar información científica contrastada.

En las fechas establecidas cada grupo presentará el seminario al resto de la clase y luego resolverá las dudas que hayan podido surgir en un turno de preguntas. Si se realiza en inglés se opta a un factor multiplicador, suponiendo un máximo de hasta 0,5 puntos adicionales.

Aprendizaje basado en problemas

El grupo se dividirá en dos subgrupos cuyas listas se harán públicas a comienzos de curso. Los estudiantes asistirán a las sesiones programadas por su grupo.

A comienzos de semestre se entregará a través del Campus Virtual un compendio de enunciados de problemas de la asignatura que se irán resolviendo a lo largo de las sesiones. En un número limitado de sesiones repartidas a lo largo del semestre (tres o cuatro), los profesores de problemas expondrán los principios experimentales y de cálculo necesarios para trabajar los problemas, explicando las pautas para su resolución, e impartiendo al mismo tiempo una parte de la materia complementaria a las clases de teoría.

Los estudiantes trabajarán los problemas fuera del horario de clase. Las sesiones presenciales no expositivas se dedicarán a la resolución de problemas previamente trabajados en grupo durante la semana anterior. En algunas sesiones se entregarán ejercicios adicionales que deberán ser resueltos en grupo a lo largo de la sesión. Los problemas entregados a lo largo del curso serán tenidos en cuenta en la calificación final. Si se realiza en inglés se opta a un factor multiplicador, suponiendo un máximo de hasta 0,5 puntos adicionales.

Prácticas de laboratorio

La clase se dividirá en subgrupos, las listas de los que serán anunciadas con antelación. Para asegurar el buen funcionamiento de las sesiones prácticas, sólo se aceptarán cambios en los grupos que estén claramente motivados y sean aceptados previamente por los profesores de prácticas. Como regla general no se aceptan otros que los que supongan el cambio de un estudiante por otro de un grupo diferente. Hay que comparecer a las prácticas con bata de laboratorio, gafas de protección contra salpicaduras, el protocolo de prácticas (disponible en el Campus Virtual) impreso y previamente leído y una libreta para anotar las observaciones realizadas y los datos obtenidos.

En los días establecidos en el calendario, los estudiantes serán convocados en el laboratorio de Bioquímica para llevar a cabo experiencias básicas en la determinación de propiedades y en el análisis de biomoléculas.

Las prácticas, así como su evaluación, se llevarán a cabo en grupos de dos o tres personas. Una vez finalizadas las tres sesiones se deberá entregar un cuestionario con los resultados de los experimentos y las respuestas a las preguntas planteadas. La asistencia a las prácticas es obligatoria, excepto en los casos en que haya una causa justificada documentalmente.

Tutorías individualizadas

Se realizarán tutorías individualizadas a petición de los alumnos.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases de problemas	8	0,32	1, 2, 10, 3, 17, 19, 20, 22, 23, 24
Clases de teoría	27	1,08	3, 4, 6, 8, 7, 9, 5, 15, 17, 25
Prácticas de laboratorio	12	0,48	1, 10, 3, 12, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 20, 23, 24, 26, 25
Seminarios científicos	4	0,16	1, 2, 10, 3, 18, 11, 14, 15, 17, 22, 23, 26, 25
Tipo: Supervisadas			
Tutorías individuales	3,5	0,14	3, 4, 6, 8, 7, 9, 5, 17
Tipo: Autónomas			
Estudio individual o en grupo	70	2,8	2, 10, 4, 6, 8, 7, 9, 5, 11, 15, 16, 17, 19, 21, 20, 22, 23, 24, 25
Trabajo en grupo para resolución de problemas y seminarios	15	0,6	1, 2, 10, 3, 18, 11, 14, 15, 17, 19, 21, 20, 22, 23, 24, 25

Evaluación

TEORÍA

Evaluación individual mediante:

Dos pruebas parciales eliminatorias con preguntas de tipo test. Es necesario conseguir una nota igual o superior a 3,5 en cada parcial para poder liberar la parte correspondiente del temario sin ir al examen de recuperación.

Una prueba final de recuperación de los dos exámenes parciales, con el formato de preguntas de tipo test. El alumno está obligado a presentarse a la recuperación del parcial que no tenga superado con nota de un 3,5 o superior. Esta prueba es optativa para quien quiera mejorar la nota de los parciales. El que se presente a esta prueba renuncia a la calificación obtenida anteriormente en el correspondiente parcial. Para participar en la recuperación, el alumno debe haber sido previamente evaluado en un conjunto de actividades el peso de las cuales equivalga a un mínimo de dos terceras partes de la calificación total de la asignatura.

El peso de la evaluación de teoría será del 55% del total.

SEMINARIOS CIENTÍFICOS:

Avaluació grupal .

- Presentación en grupo de tema científico de interés y relacionado con la relación estructura-función en enfermedades .
- Si se realiza en inglés se opta a un factor multiplicador, suponiendo un máximo de hasta 0,5 puntos adicionales.
- La nota obtenida en estos seminario, inicialmente la misma para todos los miembros del grupo, podrá ser ponderada a partir de las datos de un cuestionario de evaluación que cada estudiante hará sobre el trabajo de su grupo y el suyo propio.

El peso de la evaluación de seminarios será del 10% del total de la asignatura.

PROBLEMAS

Evaluación grupal con un componente adicional de evaluación individual:

- Resolución de los problemas entregados en grupo a lo largo del curso y evaluados por el profesor. Si se realiza en inglés se opta a un factor multiplicador, suponiendo un máximo de hasta 0,5 puntos adicionales.
- Examen de madurez final (individual) donde se resolverá uno o dos problemas previamente no tratados en clase y que se hará en la fecha fijada para el examen de teoría. Habrá conseguir una nota igual o superior a 4,0 para sumar la nota del examen de madurez de problemas al conjunto de notas de la asignatura.

El peso de la evaluación de problemas será del 20% del total: un 10% correspondiente a la evaluación grupal y un 10% correspondiente al examen de madurez final

PRÁCTICAS

Evaluación grupal:

- Presentación de los resultados obtenidos durante las prácticas y resolución del cuestionario propuesto. También se tendrá cuenta la actitud y el comportamiento en el laboratorio.

La asistencia a las prácticas de laboratorio es obligatoria. Sólo se admitirán cambios de grupo de manera excepcional y siempre con justificación documental. En caso de inasistencia justificada a alguna de las sesiones de prácticas y de no tener opción de realizarla en un grupo diferente al asignado, no se considerará esta sesión en el cálculo de la nota de prácticas. El alumnado obtendrá la calificación de "No Evaluable" cuando la ausencia sea superior al 20% de las sesiones programadas.

El peso de la evaluación de prácticas será del 15% del total.

NOTA FINAL

Los apartados Teoría, Seminarios, Problemas y Prácticas son inseparables, por lo que el estudiante debe participar y ser evaluado en todos ellos para superar la materia. Concretamente, para superar la materia el estudiante deberá haber evaluado, como mínimo, los dos parciales de teoría y / o del examen final, haber participado en el trabajo grupal de problemas, y haber asistido a las sesiones prácticas y entregado los cuestionarios.

Para superar la asignatura es necesario obtener una calificación global igual o superior a 5 puntos sobre 10, y la calificación mínima de 3,5 en las dos pruebas parciales de teoría.

El alumnado obtendrá la calificación de "No Evaluable" cuando las actividades de evaluación realizadas tengan una ponderación inferior al 67% en la calificación final.

Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Entrega de dossiers/cuestionarios de prácticas	15%	2	0,08	1, 2, 10, 3, 12, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 20, 22, 23, 24, 26, 25
Entrega de problemas resueltos	10%	1	0,04	1, 2, 10, 3, 18, 15, 17, 19, 21, 20, 22, 23, 24
Examen de madurez de problemas	10%	1	0,04	1, 10, 17, 19, 21, 20, 24
Exámenes parciales y final de teoría	55%	5	0,2	3, 4, 6, 8, 7, 9, 5, 17, 23
Seminarios científicos	10%	1,5	0,06	1, 2, 10, 3, 18, 11, 14, 15, 16, 17, 22, 23, 25

Bibliografía

Bibliografía básica

- Mathews, C.K., Van Holde, K.E., Appling, D.R., Anthony-Cahill, S.J. "Biochemistry" (2013) 4ª ed. Pearson Education
- McKee, T i McKee, J.R. "Bioquímica. La base molecular de la vida" (2009). 4ª edició. McGraw-Hill-Interamericana.
- Murray, R.K.i col. "Harper. Bioquímica ilustrada" (2013). 29ª edició. McGraw-Hill-Interamericana.
- Nelson, D.L. and Cox, M.M. "Lehninger-Principios de Bioquímica". (2018) 7ª. ed. Ed. Omega.
- Nelson, D.L. and Cox, M.M. "Lehninger-Principles of Biochemistry". (2017) 7ª. ed. Freeman, W. H. & Company
- Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Stryer, L "Bioquímica" (2013). 7ªed. Ed. Reverté, Barcelona.
- Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Stryer, L "Biochemistry" (2015) 8th ed. Macmillan
- Tymoczko, J.L., Berg, J.M., Stryer, L "Bioquímica. Curso básico". (2014). Reverté
- Horton, H.R., Moran, L.A. Scrimgeour, K.G. Perry M.D., Rawn J.D. "Principios de Bioquímica". 2008. 4ª ed. Prentice-Hall. Pearson Educación. México
- Voet, D., Voet, J.G. "Biochemistry" (2010), 4ta ed. Wiley
- Voet, D., Voet, J.G., Pratt, C.W. "Fundamentos de Bioquímica". (2016), 4ª ed. Ed.Médica Panamericana. Barcelona

Problemas

- Textos com Lehninger, Mathews, Stryer contenen problemes al final de cada capítol.
- Stephenson F.H. (2012) Cálculo en Biología molecular y Biotecnología. 2ª ed. Ed. Elsevier España

Bibliografía disponible en formato electrónico en el catálogo de la UAB:

Bioquímica [Recurs electrònic] / Christopher K. Mathews, ... [et. al.] ; traducción: JoséManuel González de Buitrago

https://cataleg.uab.cat/iii/encore/record/C__Rb1965041

Bioquímica : con aplicaciones clínicas / Lubert Stryer, Jeremy M. Berg, John L. Tymoczko ; con la colaboración de Gregory J. Gatto, Jr. ; versión española por Miguel Ángel Trueba

https://cataleg.uab.cat/iii/encore/record/C__Rb2043101

Bioquímica : curso básico / John L. Tymoczko, Jeremy M. Berg, Lubert Stryer ; [versión española traducida por: Juan Manuel González Mañas]

https://cataleg.uab.cat/iii/encore/record/C__Rb1927772

Bioquímica : las bases moleculares de la vida / Trudy McKee, James R. McKee ; traducción: Martha Elena Araiza Martínez, Anahí Hurtado Chong

https://cataleg.uab.cat/iii/encore/record/C__Rb2092731

Calculations for molecular biology and biotechnology / Frank H. Stephenson

https://cataleg.uab.cat/iii/encore/record/C__Rb2074081

Cálculo en biología molecular y biotecnología : guía de matemáticas para el laboratorio / Frank H. Stephenson ; traducción de: Jorge Lloberas Caveró, Annabel Valledor Fernández

https://cataleg.uab.cat/iii/encore/record/C__Rb2091253

Fundamentos de bioquímica [Recurs electrònic] : la vida a nivel molecular : 4a edició / Donald Voet, Judith G. Voet, Charlotte W. Pratt

[Voet, Donald](#)

https://cataleg.uab.cat/iii/encore/record/C__Rb1986458

Principios de bioquímica / H. Robert Horton [i 4 més] ; traducció Virgilio González y Pozo ; revisió tècnica Leticia Bucio Ortiz [i 2 més]

[Horton, H. Robert,](#)

https://cataleg.uab.cat/iii/encore/record/C__Rb2093722

Software

Se recomienda el uso del software que se detalla a continuación para la preparación de los seminarios científicos:

- PyMol: <https://pymol.org/2/>

- Expasy: <https://www.expasy.org/>