

**Química i Enginyeria de Proteïnes**

Codi: 104063

Crèdits: 6

| Titulació                            | Tipus | Curs | Semestre |
|--------------------------------------|-------|------|----------|
| 2501922 Nanociència i Nanotecnologia | OT    | 4    | 0        |

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

**Professor/a de contacte**

Nom: David Reverter Cendrós

Correu electrònic: David.Reverter@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: No

**Equip docent**

David Reverter Cendrós

**Prerequisits**

No hi ha prerequisits oficials, però se suposa que l'estudiant ha adquirit prèviament coneixements suficientment sòlids de les assignatures dels tres primers cursos, en especial de les assignatures de 1r curs Fonaments de Bioquímica, Reactivitat química i Biologia cel·lular, de 2n curs Biologia molecular i Química orgànica, i de 3r curs Espectroscòpia molecular i Química analítica.

Com en altres matèries, gran part de la bibliografia està en anglès, idioma que també és utilitzat de manera important a les figures i presentacions projectades a les classes de teoria i en altres activitats. S'avaluarà positivament que els alumnes el facin servir en alguna activitat dirigida (Problemes, Seminaris ... etc).

**Objectius**

Objectius generals. En aquesta assignatura s'estudien les característiques estructurals, funcionals i de reactivitat/interacció dels aminoàcids, els pèptids i les proteïnes. També, com han evolucionat biològicament i com podem transformar-les per redisseny racional, evolució dirigida o modificació química-biològica en el laboratori a fi que adoptin estructures, superestructures i propietats d'interès fonamental i aplicat. Les proteïnes són molècules estructurals, reguladores i efectores en la majoria de processos bioquímics i biològics, naturals/patològics/d'interès industrial, així com protagonistes habituals i entre els més diversos d'ells. El coneixement de les seves propietats i estratègies per a transformar-les es fonamental per a la comprensió i domini aprofundit d'un bon nombre de matèries del Grau de Nanociència i Nanotecnologia.

Objectius concrets de l'assignatura.

- Aprofundir en el coneixement de les característiques físic-químiques dels aminoàcids, pèptids i proteïnes, així com de la seva reactivitat i modificacions.
- Descriure i aplicar les metodologies per a l'anàlisi de la seqüència de proteïnes i la síntesi de pèptids.
- Reconèixer els elements estructurals, els diferents nivells de complexitat, els tipus de plegaments de proteïnes i la seva capacitat de formació d'estructures d'ordre superior.

- Saber recórrer a les fonts d'informació adequades per establir classificacions estructurals de proteïnes.
- Conèixer i saber explicar els mètodes més habituals d'anàlisi de la conformació i l'estabilitat de les proteïnes, inclosos els d'anàlisi tridimensional.
- Descriure les bases moleculars del plegament de proteïnes, de la seva dinàmica molecular, del seu processament post-traducciona i del seu trànsit intra- i extracel·lular.
- Saber establir relacions evolutives entre proteïnes i conèixer els mètodes d'anàlisi i de predicció estructural.
- Conèixer i saber com aplicar les metodologies més habituals per a la producció i purificació de proteïnes recombinants.
- Saber seleccionar estratègies per a la modificació i optimització de les propietats dels pèptids i de les proteïnes. Conèixer les bases per seu disseny, per la construcció de mini-, super-estructures i mimètics, i les metodologies utilitzades en aquests processos. També, conèixer aproximacions que hagin resultat vàlides per a formar nano-estructures i nano-sondes amb elles.
- Assolir una visió global de les relacions estructura-funció a proteïnes i de les aplicacions d'aquestes biomolècules a la medicina, la indústria i la recerca.
- Integrar els coneixements teòrics adquirits per interpretar els resultats d'experiments científics i per resoldre problemes experimentals, utilitzant la terminologia científica adequada.

## Competències

- Adaptar-se a noves situacions.
- Aplicar els conceptes, principis, teories i fets fonamentals relacionats amb la nanociència i la nanotecnologia a la resolució de problemes de natura quantitativa o qualitativa en l'àmbit de la nanociència i la nanotecnologia.
- Aprendre de manera autònoma.
- Comunicar-se oralment i per escrit en la llengua pròpia.
- Demostrar motivació per la qualitat.
- Demostrar que es comprenen els conceptes, principis, teories i fets fonamentals relacionats amb la nanociència i la nanotecnologia.
- Desenvolupar treballs de síntesi, caracterització i estudi de les propietats dels materials en la nanoescala a partir de procediments establerts prèviament.
- Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
- Interpretar les dades obtingudes mitjançant mesures experimentals, incloent-hi l'ús d'eines informàtiques, identificar-ne el significat i relacionar-les amb les teories químiques, físiques o biològiques apropiades.
- Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
- Proposar idees i solucions creatives.
- Raonar de forma crítica.
- Reconèixer els termes relatius als àmbits de la física, la química, la biologia, la nanociència i la nanotecnologia en llengua anglesa i fer servir l'anglès de manera eficaç per escrit i oralment en l'àmbit laboral.
- Reconèixer i analitzar problemes físics, químics i biològics en l'àmbit de la nanociència i la nanotecnologia i plantejar respostes o treballs adequats per a la seva resolució, incloent-hi en els casos necessaris l'ús de fonts bibliogràfiques.
- Resoldre problemes i prendre decisions.
- Treballar en equip i cuidar les relacions interpersonals de treball.

## Resultats d'aprenentatge

1. Adaptar-se a noves situacions.
2. Aprendre de manera autònoma.
3. Comprendre textos i bibliografia en anglès sobre bioquímica, biologia molecular, microbiologia, immunologia i sobre els temes relacionats amb nanociència i nanotecnologia.
4. Comunicar-se oralment i per escrit en la llengua pròpia.
5. Demostrar motivació per la qualitat.
6. Dur a terme procediments bàsics d'enginyeria genètica i d'enginyeria de proteïnes.

7. Dur a terme procediments de separació, purificació i anàlisi de diversos metabòlits, i de proteïnes i àcids nucleics.
8. Explicar les propietats fisicoquímiques que permeten els diversos nivells de plegament de les proteïnes, i que determinen les seves propietats dinàmiques i funcionals.
9. Extreure estructures tridimensionals de proteïnes i àcids nucleics de bases de dades per comprendre les seves propietats
10. Gestionar l'organització i la planificació de tasques.
11. Identificar les tècniques i aplicacions de l'enginyeria de proteïnes.
12. Interpretar dades experimentals sobre estabilitat i plegament i agregació de proteïnes.
13. Interpretar els resultats obtinguts en tècniques d'enginyeria genètica i de proteïnes.
14. Obtenir, gestionar, analitzar, sintetitzar i presentar informació, incluent-hi la utilització de mitjans telemàtics i informàtics.
15. Proposar idees i solucions creatives.
16. Raonar de forma crítica.
17. Reconèixer els termes anglesos emprats a bioquímica, Biologia molecular, microbiologia, immunologia i en els temes relacionats amb nanociència i nanotecnologia.
18. Resoldre problemes i prendre decisions.
19. Treballar en equip i cuidar les relacions interpersonals de treball.
20. Utilitzar correctament les eines informàtiques necessàries per a interpretar i exposar els resultats obtinguts.

## Continguts

### TEORIA de l'assignatura QUÍMICA I ENGINYERIA DE PROTEÏNES

#### I. Propietats fonamentals dels aminoàcids i de les proteïnes.

Les proteïnes, els pèptids i les seves funcions als éssers vius. Estructura i propietats físico-químiques dels aminoàcids. Reactivitat química. Aportació diferencial dels aminoàcids a les propietats de les proteïnes i relacions evolutives.

#### II. L'enllaç peptídic i la seqüència polipeptídica.

Estereoquímica de l'enllaç peptídic. Tipus de pèptids. Reactivitat química a pèptids. Implicacions estructurals i funcionals de la seqüència polipeptídica. Estratègies per a la determinació de la seqüència de proteïnes. Síntesi química de pèptids; llibreries combinatorials.

#### **III. Determinants conformationals. estructures secundàries.**

Nivells d'estructuració tridimensional. Tipus de forces estabilitzadores de la conformació. Cooperativitat de les interaccions febles. Condicionants del plegament de proteïnes. Tipus principals d'estructures secundàries; aminoàcids que hi participen.

#### IV. Classificació estructural de les proteïnes.

Estructures supersecundàries i motius. Dominis estructurals. Estructura terciària. Classificació de proteïnes globulars i els seus diferents mètodes. Conformació i funció a proteïnes fibroses:  $\alpha$ -queratina, fibroïna, col·lagen. Bases de dades CATH i SCOP. Exemples de cerca i classificació.

#### V. Correlació estructura-funció a proteïnes. Exemples.

Funcions generals de les proteïnes. Proteïnes enzimàtiques: exemples. Proteïnes que s'uneixen a àcids nucleics: exemples. Motors moleculars: exemples. Proteïnes de membrana.

#### VI. Estructura quaternària de proteïnes.

Avantatges de l'adopció d'estructures quaternàries i factors que la governen. Protòmers i subunitats. Disposicions dels protòmers a l'espai; simetries. Exemples de proteïnes oligomèriques: relacions estructura-funció i regulació de l'activitat

## VII. Determinació de l'estructura tridimensional de proteïnes.

Metodologies generals de caracterització estructural de proteïnes. Anàlisi en dissolució o en films: IR, DC, UV-Vis, fluorescència, RPE. Anàlisi en cristalls: raigs-X i ME. Espectroscòpia de RMN.

## VIII. Plegament i dinàmica conformacional.

Plegament i desplegament de proteïnes: estat natiu i estat desplegat. Mètodes d'anàlisi del plegament. Característiques termodinàmiques i mecanístiques del procés de plegament. Models que el descriuen. Plegament i agregació; les malalties conformacionals. Plegament de proteïnes *in vivo*: les chaperones moleculars. Proteïnes intrínsecament desestructurades. Dinàmica molecular de proteïnes.

## IX. Processos i modificacions post-traducció.

Tipus de modificacions post-traducció i implicacions funcionals. Transport i modificacions associades. Proteòlisi limitada: pre-proteïnes, zimògens. Degradació i recanvi proteic *in vivo*.

## X. Enginyeria de proteïnes: producció heteròloga.

Objectius de l'enginyeria de proteïnes i cicle productiu. Estratègies generals per a l'expressió heteròloga de proteïnes recombinants. Expressió heteròloga en diferents organismes; elecció del sistema d'expressió. Metodologies per a la purificació i l'anàlisi de proteïnes recombinants.

## XI. Enginyeria de proteïnes: redisseny i síntesi de novo.

Disseny racional: la mutagènesi dirigida com eina d'anàlisi i modificació de proteïnes. Exemples i aplicacions de l'enginyeria de proteïnes en l'anàlisi de l'estructura, l'estabilitat, i la funcionalitat. Modificació i millora de les propietats de les proteïnes. Evolució dirigida: enginyeria de proteïnes per mètodes combinatoris. Exemples de proteïnes recombinants. Disseny de proteïnes *de novo*.

## Metodologia

Les activitats formatives estan repartides en dos apartats: classes de teoria i classes de problemes i / o seminaris, cadascuna d'elles amb la seva metodologia específica. Aquestes activitats seran complementades per una sèrie de sessions de tutoria que es programaran addicionalment.

### Classes de Teoria

El professor / a explicarà el contingut del temari amb el suport de material audiovisual que es posarà a disposició dels estudiants a l'aula Moddle de l'assignatura. Aquestes sessions expositives constituïran la part més important de l'apartat de teoria.

### Classes de Problemes i / o Seminaris

Un conjunt d'enunciats de problemes de l'assignatura (relacionats amb els temes desenvolupats en Teoria) es posarà a disposició dels alumnes i s'acumularà en forma de dossier al Campus Virtual, que s'aniran resolent al llarg de les sessions. Els estudiants treballaran els problemes fora de l'horari de classe de manera individual. Les sessions presencials no expositives es dedicaran a la resolució de problemes prèviament treballats durant la setmana anterior. Complementària o alternativament, es podran organitzar seminaris per proporcionar als alumnes aquest tipus de formació docent més viva i addicional a la de teoria.

### Tutories

Es realitzaran a sol·licitud dels estudiants. L'objectiu d'aquestes sessions és el de resoldre dubtes, repassar conceptes amb una dificultat conceptual elevada i dur a terme debats sobre els temes del programa. Aquestes sessions no seran expositives ni en elles s'avançarà matèria del temari oficial, sinó que seran sessions de debat i discussió.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

## Activitats formatives

| Títol               | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge                                           |
|---------------------|-------|------|--------------------------------------------------------------------|
| Tipus: Dirigides    |       |      |                                                                    |
| Classes teòriques   | 34    | 1,36 | 2, 3, 4, 8, 11, 12, 14, 15, 16, 17                                 |
| Problemes           | 18    | 0,72 | 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 |
| Tipus: Supervisades |       |      |                                                                    |
| Tutories            | 8     | 0,32 | 1, 2, 4, 5, 15, 16, 18                                             |
| Tipus: Autònomes    |       |      |                                                                    |
| Estudi en general   | 61,5  | 2,46 | 2, 3, 8, 10, 11, 13, 16, 17, 18                                    |
| Problemes           | 22,5  | 0,9  | 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20              |

## Avaluació

**Teoria.** L'avaluació principal d'aquesta part de l'assignatura tindrà el format d'avaluació continuada amb dues proves parcials (35% cada una d'elles), amb una altra prova final que permeti examinar-se del contingut de cadascun dels dos parcials no superats prèviament, o dels dos simultàniament, en cas de no superar cap dels parcials. L'objectiu de l'avaluació continuada és el d'incentivar l'esforç continuat de l'estudiant al llarg de tot el temari, permetent també que prengui consciència del seu grau de seguiment i comprensió de la matèria. Els alumnes que hagin superat els parcials de teoria i problemes amb una nota superior a 4,0 sobre 10 punts, poden optar per obtenir la nota promig dels dos parcials. Aquells que no hagin superat el valor de 4,0 de qualsevol dels dos parcial s'hauran d'examinar en la data fixada per l'examen final de l'assignatura del parcial o parcials en qüestió, en aquest cas la qualificació de l'últim examen parcial fet és la que es prendrà per calcular la qualificació final.

**Problemes i/o Seminaris.** El pes de l'avaluació d'aquest apartat serà del 30% del total : un 15% d'aquest total s'assignarà als lliuraments individuals dels problemes-exercicis i/o participació activa a classe, i l'altre 15% serà pels exàmens particulars d'aquestes activitats, que tindran lloc en paral·lel als exàmens de Teoria.

**Avaluació global.** Es superarà l'assignatura quan la suma de les diferents parts ponderada pel seu pes específic en l'assignatura superi un 5,0 sobre 10 punts. Els estudiants als que no els sigui possible, amb causa justificada, participar a l'avaluació continuada, podran ésser avaluats mitjançant la prova final.

Per optar a la recuperació (examen final) cal haver-se presentat a 2/3 de les activitats avaluatives de l'assignatura.

## Activitats d'avaluació

| Títol                  | Pes | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge                                 |
|------------------------|-----|-------|------|----------------------------------------------------------|
| Avaluació de problemes | 30% | 3     | 0,12 | 1, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 |
| Avaluació de teoria    | 70% | 3     | 0,12 | 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18     |

## Bibliografia

### Bàsica

- Brandén C. & Tooze J., Introduction to Protein Structure (1999) Garland Pub.
- Buxbaum E. Fundamentals of Protein Structure and Function (2007) Springer.
- Gómez-Moreno C y Sancho J. (eds.), Estructura de Proteínas (2003) Ariel Ciencia.
- Kessel A. & Ben-Tal N., Introduction to Proteins. Structure, Function and Motion (2011) CRC Press
- Petsko, R. & Ringe, D., Protein Structure and Function (Primers in Biology) (2008) Blackwell Publishing.
- Whitford, D., Proteins: Structure and Function (2005, 1ª edic / 2016, 2ª edic) Wiley.

### Complementària

- Buckel, P. (ed), Recombinant Protein Drugs (2001), Birkhäuser Verlag
- Bujnicki, J.M. (ed.) Prediction of protein structure, functions and interactions (2008) Wiley
- Buxbaum, E., Fundamentals of Protein Structure and Function (2007), Springer
- Creighton T.E., Proteins. Structures and Molecular Properties. (1993) (2nd ed.) Freeman W.H. & Co.
- Fersht A. Structure and Mechanism in Protein Science (1999) W.H. Freeman & Co.
- Glick, B.R. & Pasternak, J.J. Molecular Biotechnology (1998) ASM Press
- Kamp, R.M., Calvete, J. J., Choli-Papadopoulou, T. Methods in Proteome and Protein Analysis (2004) Springer-Verlag
- Kraj, A. & Silberring, J. (eds) Introduction to Proteomics (2008) Wiley
- Lesk, A.M. Introduction to Protein Science (2010) Oxford University Press
- Lutz, S., Bornscheuer, U.T. (eds.) Protein Engineering Handbook (2008) Wiley
- Oxender D.L. i Fox C.F., Protein Engineering (1987) Alan Liss Inc.
- Patthy, L. Protein Evolution (2007) (2nd ed.) Wiley
- Perutz M., Protein Structure. New Approaches to Disease and Therapy. (1992). Freeman W.H. & Co.
- Schultz, G.E. & Schirmer, R.H. Principles of Protein Structure (1979) Springer Verlag
- Park, S.J., Cochran, J.R. Protein Engineering and design (2009) CRC Press.
- Remigopalakrishnan V., Carey P.R. & Smith I.C.P. Proteins : Structure, Dynamics & Design (2013).
- Sternberg M.J.E. Protein Structure Prediction. (1996) IRL- Oxford University Press.
- Twyman, R., Principles of Proteomics (2004) Taylor & Francis
- Veenstra, T.D. & Yates, J.R. Proteomics for Biological Discovery (2006) Wiley
- Walsh, G. Proteins: Biochemistry and Biotechnology (2001) Wiley

Llocs web generals i d'iniciació, cursos de Proteïnes i de Bioquímica estructural :

[Curs de proteïnes amb temaris, auto-tests, etc](#)

[Principles of Protein Structure Using the Internet](#)

[Bioquímica - Devlin](#)

[Protein explorer](#)

[Molecular Models for Biochemistry](#)

[P. Reisberg's Biochemistry pages](#)

[BioMolecules in the Classroom](#)

[Medical Biochemistry](#)

[BioROM](#)

## **Programari**

No hi ha un programari concret per l'assignatura.