

Titulació	Tipus	Curs
Bioquímica	OB	2

Professor/a de contacte

Nom: Martin Hugo Pereira

Correu electrònic: martin.hugo@uab.cat

Idiomes dels grups

Podeu consultar aquesta informació al [final](#) del document.

Prerequisits

No hi ha prerequisits oficials. De tota manera, part dels continguts de les assignatures de 1r curs i 2n curs (primer semestre) són necessaris per a poder seguir correctament l'assignatura. En especial, els de les assignatures següents: Termodinàmica i Cinètica Química, Química Orgànica dels Processos Bioquímics, Bioquímica I, Bioquímica II, Química i Enginyeria de Proteïnes, Tècniques Instrumentals Bàsiques i Avançades.

Per a algunes activitats és necessari un nivell bàsic de comprensió lectora d'anglès.

Objectius

L'assignatura Biocatàlisi es centra en l'estudi dels enzims. El coneixement dels enzims és clau en el marc de la Bioquímica atès el seu paper com a catalitzadors de les reaccions biològiques i les aplicacions en els processos biotecnològics. L'assignatura analitza els enzims des de diferents perspectives: activitat, cinètica, mecanismes i aplicacions. L'objectiu general de l'assignatura és proporcionar els fonaments per a l'anàlisi, caracterització i ús dels enzims des de les perspectives de la recerca i de l'aplicació biotecnològica i biomèdica.

Objectius concrets de l'assignatura:

Coneixement de les característiques generals, classificació i mètodes d'assaig de l'activitat enzimàtica.

Anàlisi de la cinètica enzimàtica i determinació i significat dels paràmetres cinètics.

Coneixement de la inhibició enzimàtica i les seves aplicacions, especialment en el camp dels fàrmacs.

Anàlisi del centre actiu i coneixement dels mètodes de caracterització.

Anàlisi dels mecanismes enzimàtics i de regulació.

Aplicacions biomèdiques i biotecnològiques dels enzims.

Resultats d'aprenentatge

1. CM25 (Competència) Integrar les rutes metabòliques, els mecanismes catalítics i de regulació, i els processos d'obtenció d'energia involucrats en la satisfacció de les demandes fisiològiques.
2. KM28 (Coneixement) Descriure els mecanismes d'obtenció d'energia, treball cel·lular i catàlisi enzimàtica.
3. SM28 (Habilitat) Aplicar recursos bioinformàtics en la recerca d'informació en bases de dades sobre enzims, vies metabòliques i alteracions patològiques, així com en el càlcul de paràmetres de cinètica enzimàtica.
4. SM30 (Habilitat) Analitzar de manera crítica els paràmetres experimentals mesurables en teixits en situació fisiològica normal o patològica i la quantificació del control metabòlic.

Continguts

Temes de teoria.

Tema 1. Introducció a la biocatàlisi.

Concepte de biocatàlisi. Mercat i ús de biocatalitzadors. Prejudicis en l'ús d'enzims. Onades d'innovació en biocatàlisi. Avantatges i desavantatges dels biocatalitzadors. Sistemes cel·lulars i enzimàtics: propietats. Factors a considerar en un procés de biocatàlisi: font de biocatalitzador i optimització del procés.

Tema 2. Propietats, classificació i nomenclatura d'enzims.

Propietats generals dels enzims: Concepte i significat biològic, químic i pràctic. Definicions. Complex enzim-substrat. Disminució de l'energia d'activació. Estat de transició. Cofactors enzimàtics. Nomenclatura i classificació d'enzims. Bases de dades amb informació enzimàtica.

Tema 3. Mètodes per determinar l'activitat enzimàtica i obtenir enzims.

Obtenció i caracterització d'enzims. Fonts d'obtenció. Tècniques per a l'extracció d'enzims. Purificació d'enzims. Anàlisi del procés de purificació. Mètodes de determinació de l'activitat enzimàtica. Assaigs directes i indirectes, continus i discontinus. Velocitat inicial: concepte, determinació, representació. Unitats d'activitat enzimàtica. Efecte de la concentració enzimàtica.

Tema 4. Anàlisi de cinètica enzimàtica.

Cinètica enzimàtica. Reaccions amb un substrat. Efecte de la concentració de substrat: Equació de Michaelis-Menten. Estat preestacionari i estat estacionari: conceptes. Hipòtesi d'estat estacionari: tractament de Briggs-Haldane. Reaccions enzimàtiques amb més d'un complex intermedi enzim-substrat. Significat dels paràmetres cinètics k_{cat} , K_M i k_{cat}/K_M . Determinació dels paràmetres cinètics. Mètodes amb representacions lineals: Lineweaver-Burk, Eadie-Hofstee i Hanes-Woolf. Regressió no lineal. Equació de Michaelis-Menten per a reaccions reversibles: relació de Haldane.

Tema 5. Inhibició de la catàlisi enzimàtica.

Inhibició de la catàlisi enzimàtica: tipus d'inhibidors. Inhibidors reversibles: inhibició competitiva, inhibició escometitiva i mixta (inclou inhibició no competitiva). Model general. Anàlisi gràfica dels diferents tipus d'inhibició. Determinació de constants d'inhibició. Concepte d' IC_{50} i la seva relació amb les constants d'inhibició. Inhibició per excés de substrat. Inhibidors pseudoirreversibles i inhibidors irreversibles. Marcadors per afinitat. Inhibidors suïcides. Ús d'inhibidors com medicines.

Tema 6. Anàlisi de cinètica enzimàtica en reaccions amb més d'un substrat.

Reaccions amb més d'un substrat: Notació de Cleland. Mecanisme seqüencial ordenat, mecanisme seqüencial estadístic, mecanisme de doble desplaçament (ping-pong). Tractament matemàtic i anàlisi gràfica. Mètodes per determinar el tipus de mecanisme. Intercanvi isotòpic i efecte isotòpic.

Tema 7. Cinètica d'estats efímers o fugaços ("transitoris").

Característiques dels mètodes de cinètica ràpida. Mètodes de mescla: flux continu, flux detingut i flux extint. Mètodes de relaxació: salt de temperatura (T-jump), salt de pressió (P-jump). "Bursts" i "lags". Anàlisi del "Burst" d'una reacció: determinació de la concentració de centres actius. Aplicació de les tècniques de cinètica ràpida al procés de fixació del N₂.

Tema 8. Efecte del pH i la temperatura sobre les reaccions enzimàtiques.

Efecte de la temperatura sobre la cinètica enzimàtica. Representació d' Arrhenius. Enzims d' organismes extremòfils. Efectes del pH sobre la cinètica enzimàtica. Influència del pH en els paràmetres cinètics. Ionització de residus essencials. Avaluació de constants d' ionització. Identificació dels grups ionitzables implicats en els processos d' unió i catàlisi. Efectes del microentorn sobre el pK. Exemples.

Tema 9. Cooperativitat i alsterisme.

Unió de lligands a proteïnes. Concepte i tipus de cooperativitat. Anàlisi de la cooperativitat. Equació de Hill. Models de cooperativitat. Model de Monod, Wyman i Changeux. Explicació dels efectes cooperatius homòtrops pel model MWC. Enzims alostèrics. Model de Koshland, Nemethy i Filmer. Model general. Exemple d' enzim amb regulació alostèrica: aspartat transcarbamilasa.

Tema 10. Especificitat enzimàtica.

El centre actiu, especificitat i estructura tridimensional. Definició de centre actiu. Característiques del centre actiu. Teories sobre l' acoblament entre l' enzim i el substrat. Teoria de Fisher (pany i clau). Teoria de Koshland ("ajust induït"). Hexoquinasa com a exemple d' acoblament induït. Teoria de la selecció conformacional. Hipòtesi d' unió de tres punts. Hipòtesis que impliquen tensió. Estabilització de l' estat de transició. Evidència que dona suport a la teoria de l' estat de transició. Anticossos catalítics. Aplicacions d' anticossos catalítics.

Tema 11. Estudi del centre actiu.

Recerca sobre l' estructura tridimensional de les proteïnes: raigs X, RMN, crio microscòpia electrònica. Identificació de centres d' unió i catàlisi. Modificació química amb inhibidors irreversibles específics. Marcadors per afinitat. Inhibidors suïcides, exemples amb interès farmacològic. Mutagènesi dirigida. Serina-proteases: subtilisina. Endonucleases de restricció. Mecanismes "editorials" i de correcció d'errors: aminoacil-tRNA sintetases.

Tema 12. Mecanismes de catàlisi enzimàtica.

Mecanismes de catàlisi. Introducció als mecanismes d' acció enzimàtica. Catàlisi àcid-bàsica. Triosa fosfat isomerasa. Catàlisi covalent. Serina proteases i aminotransferases. Catàlisi amb ions metàl·lics. Mecanismes de l' alcohol deshidrogenasa i de l' anhidrasa carbònica. Efecte de l' entorn: catàlisi electrostàtica. Lisozima i superòxid dismutasa. Efectes de proximitat i orientació. Canalització d' intermediaris. Enzims multifuncionals. Enzims amb funcions no enzimàtiques addicionals "enzims pluriempleats" ("moonlighting enzymes").

Tema 13. Cofactors i ribozims.

Cofactors i ribozims. Activitat catalítica de l' RNA. Tipus de ribozims. El ribosoma és un ribozima. Significat biològic de les ribozims. Món de l' RNA. Aplicacions de les ribozims.

Tema 14. Regulació de l' activitat enzimàtica.

Regulació de l' activitat enzimàtica. Modificació de la concentració enzimàtica. Regulació de la síntesi i degradació d' enzims. Mecanismes de degradació. Variació en la velocitat enzimàtica en funció de la concentració de substrat, producte i cofactors. Activació per precursor i retroinhibició. Significat funcional de la cooperativitat i de l' alsterisme. Control hormonal. Isoenzims. Polimerització-despolimerització. Unió a altres proteïnes. Modificació covalent irreversible. Modificació covalent reversible. Sistemes de cascada enzimàtica.

Tema 15. Aplicacions biomèdiques i biotecnològiques d' enzims.

Enzims en bioquímica clínica i biotecnologia. Enzims com a agents terapèutics. Enzims indicadors de patologies. Enzims plasmàtics. Factors que afecten els nivells d'enzims plasmàtics. Exemples d'enzims amb interès diagnòstic. Aminotransferases. Creatina quinasa. Lactat deshidrogenasa. Indicadors d'infart de miocardi. Enzims com a reactius en bioquímica clínica. Enzims congènits i errors del metabolisme, exemples. Enzims a la indústria. Producció a gran escala d'enzims. Aplicacions: medicaments, indústria alimentària, detergents, indústria tèxtil. Enzims immobilitzats. Enzims com a biosensors.

Tema 16. Evolució dirigida.

Mètodes per millorar la biocatàlisi. Disseny i síntesi de nous catalitzadors. Evolució dirigida. Generació de mutants. Selecció i cribratge de l'activitat enzimàtica. Re-disseny d'enzims per modificar la seva termoestabilitat i enantioselectivitat. Evolució adaptativa al laboratori.

Resolució de problemes.

Els problemes se centren específicament en l'anàlisi de l'activitat enzimàtica i la determinació i interpretació de paràmetres cinètics. Els enunciats dels problemes es publicaran a través del Campus Virtual.

Lliurament de treballs a través del Campus Virtual:

Es proposaran dos treballs a través del Campus Virtual, que hauran de ser resolts pels equips (de tres/quatre persones) d'alumnes formats a l'inici del curs. Els treballs hauran de ser lliurats abans d'una data concreta a través de l'eina del Campus Virtual.

Activitats formatives i Metodologia

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de resolució de problemes i ús d'aplicacions informàtiques	10	0,4	CM25, KM28, SM28, SM30
Classes de teoria	35	1,4	CM25, KM28, SM30
Tipus: Supervisades			
Tutories	2	0,08	CM25, KM28, SM28, SM30
Tipus: Autònomes			
Anàlisi i resolució de problemes	20	0,8	CM25, KM28, SM28, SM30
Estudi	57	2,28	CM25, KM28
Resolució i lliurament de problemes en grup	19	0,76	SM28, SM30

L'assignatura de Biocatàlisi consta de classes teòriques, classes de resolució de problemes i ús d'aplicacions informàtiques, resolució i lliurament de problemes en grup i tutories. Les activitats formatives de l'assignatura es complementen amb els continguts pràctics de formació en l'àmbit dels enzims que s'imparteixen en l'assignatura Laboratori Integrat 4. A continuació es descriu l'organització i la metodologia docent que es seguirà en aquests tipus d'activitats formatives.

Classes de teoria:

El contingut del programa de teoria serà impartit principalment pel professorat en forma de classes magistrals amb suport audiovisual. Les presentacions utilitzades a classe pel professorat estaran disponibles al Campus Virtual de l'assignatura abans de l'inici de cadascun dels temes del curs. Aquestes sessions expositives constituiran la part més important de l'apartat de teoria. Es recomana disposar del material publicat al Campus Virtual per tal de poder seguir les classes amb més comoditat. Per tal de consolidar i clarificar els continguts explicats a classe, s'aconsella consultar de forma regular els llibres recomanats a l'apartat de Bibliografia i els enllaços i recursos indicats en els diferents temes, que contenen vídeos i animacions relacionats amb els processos explicats a classe.

Classes de resolució de problemes i ús d'aplicacions informàtiques:

En aquestes sessions el grup classe es dividirà en dos grups (A i B). Cal consultar a quin grup es pertany i assistir a les classes corresponents del grup. Hi haurà 10 sessions de problemes que es dedicaran a la resolució de problemes relacionats amb els continguts del programa de teoria i a l'ús d'aplicacions informàtiques relacionades amb els enzims.

Es pretén que aquestes classes serveixin per consolidar els continguts prèviament treballats a les classes de teoria i també per conèixer algunes de les estratègies experimentals, la interpretació de dades científiques i la resolució de problemes basats en situacions experimentals reals.

Lliurament de treballs pel Campus Virtual:

Periòdicament es proposaran a través del Campus Virtual un conjunt de preguntes que els alumnes hauran de resoldre abans d'una data concreta.

L'alumnat enviarà les respostes mitjançant l'eina de lliurament d'arxius del Campus Virtual. L'arxiu haurà de ser en format pdf, no podent superar la mida de fitxer màxima permesa per la plataforma. Cal recordar que aquesta aplicació no permet el lliurament d'arxius més enllà del termini establert.

Aquesta activitat pretén estimular la competència del treball en equip, mitjançant l'organització de l'alumnat en grups de treball en els que tots els membres hauran de participar activament en la resolució de les questions.

La metodologia d'aquesta activitat serà la següent:

- A l'inici del curs els alumnes s'organitzaran en grups de tres o quatre persones, inscrivint els grups a través del Campus Virtual abans de la data límit indicada pel professor.
- Els grups treballaran les questions indicades per a aquesta activitat fora de l'horari de classe.
- Els treballs es lliuraran a través del Campus Virtual. La qualificació obtinguda serà aplicable a tots els membres del grup de treball al que pertanyi l'alumne.

Els enunciats dels lliuraments es publicaran a través del Campus Virtual on també s'indicaran les dates d'entrega.

Tutories

Es realitzaran tutories individuals a petició de l'alumnat. En el cas que el nombre de sol·licituds fos extremadament elevada, sobretot de cara a exàmens parcials, es podria realitzar una tutoria d'aula abans de cada parcial de teoria (dues en total), que s'anunciarien oportunament a través del Campus Virtual. L'objectiu d'aquestes sessions serà el de resoldre dubtes, repassar conceptes bàsics i orientar sobre les fonts d'informació consultades. Aquestes sessions no seran expositives ni en elles s'avançarà matèria del temari oficial, sinó que seran sessions de debat i discussió.

Material disponible al Campus Virtual de l'assignatura:

Presentacions utilitzades pel professorat a classes de teoria.

Enunciats dels problemes o casos a treballar a les classes de problemes.

Enunciats de les questions a respondre mitjançant l'eina de lliurament.

Instruccions d'ús dels programes informàtics a utilitzar per resoldre alguns dels lliuraments.

Programació i informació de les activitats docents (classes d'aula, tutories, avaluacions, ...).

Enquestes d'avaluació.

En alguna classe es dedicaran 15 minuts a respondre una enquesta d'avaluació de l'actuació docent, així com també de l'assignatura.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, perquè els alumnes completin les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura.

Avaluació

Activitats d'avaluació continuada

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Avaluació continuada : dues proves parcials de teoria. Avaluació única: prova final de teoria.	70%	4	0,16	CM25, KM28, SM30
Avaluació de treballs per campus virtual	10%	0	0	CM25, SM28, SM30
Resolució de problemes i casos pràctics i ús d'aplicacions informàtiques	20%	3	0,12	SM28, SM30

Aquesta assignatura contempla dues modalitats d'avaluació: continuada i única.

Avaluació continuada.

L'objectiu de l'avaluació continuada és el d'incentivar l'esforç de l'alumne al llarg de tot el temari, permetent avaluar el seu grau de seguiment i comprensió de la matèria.

Teoria (70% de la nota global)

Avaluació individual mitjançant:

Dues proves parcials amb preguntes de tipus test i preguntes amb espai de resposta limitat, que seran eliminatòries si la seva qualificació és igual o superior a 4 (de 10). El pes de cada prova serà del 35% de la nota global.

Una prova de recuperació dels parcials de teoria amb preguntes de tipus test i preguntes amb espai de resposta limitat, corresponents al primer o segon parcials. Per participar a la recuperació, l'alumnat ha d'haver estat prèviament avaluat en un conjunt d'activitats el pes de les quals equivalgui a un mínim de dues terceres parts de la qualificació total de l'assignatura o mòdul. Per tant, l'alumnat obtindrà la qualificació de "No Avaluable" quan les activitats d'avaluació realitzades tinguin una ponderació inferior al 67% en la qualificació final.

L'alumnat que hagi obtingut una nota inferior a 4,0 (sobre 10) en l'examen anterior d'algun o dels dos parcials hauran de realitzar l'examen de recuperació del parcial(s) corresponent(s) (primer parcial, segon parcial o tots dos).

El pes total de l'avaluació de teoria serà del 70% de la nota global.

Problemes (20% de la nota global)

1-Avaluació individual:

Dues proves parcials amb problemes, que seran eliminatòries si la seva qualificació és igual o superior a 4 (de 10). El pes de cada prova serà del 10% de la nota global.

Una prova de recuperació dels parcials de problemes amb problemes corresponents al primer o segon parcials. L'alumnat que hagi obtingut una nota inferior a 4,0 (sobre 10) en l'examen anterior d'algun o dels dos parcials haurà de realitzar l'examen de recuperació del parcial(s) corresponent(s) (primer parcial, segon parcial o tots dos).

El pes de l'avaluació individual de problemes serà del 20% de la nota global.

En tots els casos es tindrà en compte a més dels coneixements, l'adquisició de competències de comunicació escrita.

Lliuraments pel Campus virtual: (10% de la nota global)

Periòdicament (2 cops durant el curs), es proposaran dos treballs que s'hauran de resoldre abans d'una data concreta. Els treballs elaborats en grups de 3 o 4 persones es lliuraran a través del Campus Virtual. Per a la valoració es tindrà en compte no tant sols la resolució correcta del treball sinó també el seu plantejament i presentació. Tot el grup rebrà la mateixa qualificació. Si es considera necessari el professorat podrà sol·licitar que s'empleni de manera individual un qüestionari referent a la feina del grup. Tot i que els resultats d'aquest qüestionari no tindran d'entrada un pes específic en la qualificació de l'assignatura, en cas de detectar valoracions negatives d'una persona per part de la resta de membres del seu grup que demostrin que no ha participat en el treball, la qualificació obtinguda pel grup no se li aplicarà o bé se li podrà reduir. El pes de cada lliurament serà del 5% de la nota global.

El pes total de l'avaluació per Campus virtual serà del 10% de la nota global.

Avaluació única.

Teoria (70% de la nota global)

Avaluació individual mitjançant:

Una prova final, que es realitzarà simultàniament amb el segon examen parcial de l'assignatura, en la que la matèria serà la de tota l'assignatura. En aquesta prova hi hauran preguntes de tipus test i preguntes amb espai de resposta limitat. El pes d'aquesta prova serà del 70% de la nota global.

Problemes (20% de la nota global).

Una prova final, que es realitzarà simultàniament amb el segon examen parcial de l'assignatura, en la que s'hauran de resoldre problemes de tota la matèria de l'assignatura. El pes d'aquesta prova serà del 20% de la nota global.

Lliuraments pel Campus virtual: (10% de la nota global).

El contingut i normes d'aquest apartat, és el mateix que el descrit en l'epígraf de l'avaluació continuada.

En tots els casos es tindrà en compte a més dels coneixements l'adquisició de competències de comunicació escrita.

Prova de recuperació de teoria i/o problemes.

L'alumnat que hagi obtingut una nota inferior a 4,0 (sobre 10) en la prova d'avaluació única, en la part de teoria i/o de problemes, haurà de realitzar l'examen de recuperació corresponent: teoria i/o problemes.

Avaluació global de l'assignatura.

En cas d'avaluació continuada, l'avaluació global de l'assignatura inclourà les qualificacions de les dues proves parcials tant de teoria com de problemes, així com el lliurament de treballs en grup. Sobre un total de 10 punts, caldrà obtenir una qualificació global igual o superior a 5 punts per superar la assignatura.

En el cas d'avaluació única, l'avaluació global de l'assignatura inclourà la qualificació de la prova final de teoria i problemes, així com el lliurament de treballs en grup. Sobre un total de 10 punts, caldrà obtenir una qualificació global igual o superior a 5 punts per superar la assignatura.

Les persones que no puguin assistir a una prova d'avaluació individual per causa justificada (com ara per malaltia, defunció d'un familiar de primer grau o accident) i aportin la documentació oficial corresponent al professor o al Coordinador de Grau, tindran dret a realitzar la prova en qüestió en una altra data.

Bibliografia

Cornish-Bowden, Athel. *Fundamentals of Enzyme Kinetics* / Athel Cornish-Bowden. 4th., completely rev. and greatly enl. ed. Weinheim: Wiley-VCH, 2012. Print.

https://bibcercador.uab.cat/permalink/34CSUC_UAB/avjcib/alma991002999829706709

Grunwald, Peter. *Biocatalysis: Biochemical Fundamentals and Applications* / Peter Grunwald, University of Hamburg, Germany. Second edition. New Jersey: World Scientific, 2018. Print.

https://bibcercador.uab.cat/permalink/34CSUC_UAB/avjcib/alma991008535899706709

Bagshaw, Clive R. *Biomolecular Kinetics: A Step-by-Step Guide* / Clive R. Bagshaw. First edition. Boca Raton, FL: CRC Press, 2017. Print.

https://bibcercador.uab.cat/permalink/34CSUC_UAB/1eqfv2p/alma991000619019706709

Copeland, Robert A. *Evaluation of Enzyme Inhibitors in Drug Discovery: A Guide for Medicinal Chemists and Pharmacologists, Second Edition*. 2nd ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc, 2013. Web.

https://bibcercador.uab.cat/permalink/34CSUC_UAB/1c3utr0/cdi_igpublishing_primary_WILEYB0016830

Enllaços web

Els trobareu actualitzats en els fitxers de l'assignatura al Campus Virtual.

Programari

Alguns dels programes que s'utilitzaran durant el curs són:

[EXCEL](#). Full de càlcul per analitzar, organitzar i visualitzar dades.

[GRAFIT](#). Programari d'ajust de corbes per a dades científiques.

[COPASI](#). És un programa per a la simulació i anàlisi de xarxes bioquímiques i la seva dinàmica.

[PYMOL](#). És un programa de visualització molecular.

[JSME](#) i [CHEMSKETCH](#). Dos programes que permeten dibuixar les estructures de compostos químics.

Grups i idiomes de l'assignatura

La informació proporcionada és provisional fins al 30 de novembre de 2025. A partir d'aquesta data, podreu consultar l'idioma de cada grup a través daquest [enllaç](#). Per accedir a la informació, caldrà introduir el CODI de l'assignatura

Nom	Grup	Idioma	Semestre	Torn
(PAUL) Pràctiques d'aula	321	Espanyol	segon quadrimestre	tarda
(PAUL) Pràctiques d'aula	322	Espanyol	segon quadrimestre	tarda
(TE) Teoria	32	Espanyol	segon quadrimestre	tarda