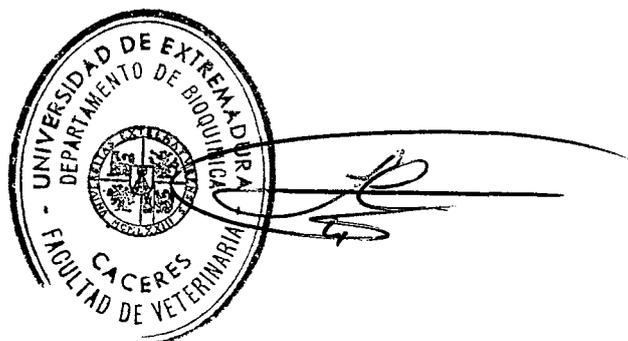




PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico 2010-2011

Denominación	ENZIMOLOGÍA		Código	101812
Créditos (T+P)	(4 + 2)			
Titulación	BIOQUÍMICA			
Centro	FACULTAD DE VETERINARIA			
Curso	4º	Temporalidad	1 ^{er} CUATRIMESTRE	
Carácter	TRONCAL			
Descriptorios (BOE)	Mecanismos de las reacciones enzimáticas. Cinética enzimática. Activación e inhibición enzimática: efectos alostéricos y cooperativos. Métodos experimentales y tecnología de enzimas. Análisis enzimático			
Profesor/es	Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
	María Luisa Campo Guinea	13	mlcampo@unex.es	
Área de conocimiento	Bioquímica y Biología Molecular			
Departamento	Bioquímica y Biología Molecular y Genética			
Profesor coordinador (si hay más de uno)				





- Comprender las bases moleculares de la actuación de las enzimas como catalizadores biológicos.
 - Entender los principios en los que se basan las relaciones estructura-función en la actuación de las enzimas
 - Comprender la cinética de las reacciones enzimáticas.
 - Aprender a deducir ecuaciones cinéticas que describan el comportamiento de cualquier reacción catalizada por enzimas.
 - Conocer los mecanismo moleculares de regulación de la actividad enzimática
 - Conocer las técnicas básicas utilizadas en enzimología y los aspectos prácticos que de ambas se derivan.
 - Desarrollar habilidades para la búsqueda de información, la comunicación y el trabajo en equipo.
 - Desarrollar la capacidad crítica en el análisis de datos y en la interpretación de resultados.
- Aplicar las técnicas experimentales básicas de las que hace uso la enzimología.
- Resaltar la importancia de una buena planificación temporal y de los medios disponibles, a la hora de hacer eficaz el trabajo en el laboratorio.
 - Evitar las actitudes pasivas fomentando la necesidad de resolver los pequeños, pero a veces para los alumnos "insalvables problemas" que se van encontrando a lo largo del desarrollo de la práctica.
 - Destacar la trascendencia de que, al no ser un trabajo puntual sino continuo, los resultados de un día dependen del trabajo del día anterior.
 - Hacer de la perseverancia un valor fundamental en la experimentación bioquímica. Los protocolos experimentales no deben ser recetas de cocina, sino orientaciones metodológicas que es preciso adaptar a cada problema particular.
 - Recalcar la necesidad de llevar al día un buen cuaderno de laboratorio, pieza clave para la interpretación de los resultados y la extrapolación de las conclusiones. Más importante que los datos en sí, es poder analizarlos a la luz de las circunstancias particulares que rodean cada experimento.

La enzimología o estudio de las enzimas constituye el punto de encuentro de los dos "lenguajes" de la vida, el de los ácidos nucleicos y el de las proteínas. De las enzimas dependen las actividades metabólicas y su ritmo, lo que subraya la importancia capital de la cinética enzimática. Su regulación depende de un delicado equilibrio entre activadores e inhibidores, que condicionan las reacciones y su velocidad. El medio entorno influye sobre el anclaje de substratos y reguladores a las enzimas, lo que en definitiva modifica la complementariedad espacial, en la que en último término radica todo el proceso de lectura del mensaje genético, su traducción en proteínas y su acción metabólica.



En el programa que aquí se presenta se ha intentado que las distintas facetas de la Enzimología se desarrollen de manera equilibrada. No obstante, se ha creído conveniente poner un especial énfasis en los apartados dedicados a la cinética enzimática, los cuales se han desarrollado con especial minuciosidad. La razón fundamental es que son precisamente éstos los aspectos más propios, únicos y diferenciales de la enzimología. Si bien la mayoría de las áreas de la Bioquímica hacen uso, en mayor o menor grado de las enzimas, el estudio de la velocidad de los procesos bioquímicos es patrimonio exclusivo de la enzimología. Por el contrario, otras facetas de las enzimas, como las relacionadas con aspectos estructurales y mecanísticos, pueden también ser abordados desde otras parcelas de la Bioquímica, como el metabolismo o la Bioquímica Estructural. Además, por lo general el estudio de la cinética es uno de los de mayor dificultad, desde el punto de vista de los alumnos; y es que no es fácil conseguir el nivel de conocimientos adecuado, pues el tratamiento que se da a estos temas, o bien es muy superficial (como el encontrado en todos los libros de texto de Bioquímica general), o sumamente especializado y en gran medida inaccesible para los alumnos.

Como en todos los casos, un punto esencial a la hora de elaborar este programa ha sido el del colectivo de alumnos al que va dirigido. Se trata de un colectivo que se caracteriza por dos aspectos. En primer lugar y en general, por su elevado grado de motivación. No olvidemos que la asignatura está ubicada en una licenciatura de segundo ciclo, altamente especializada, de muy reciente implantación y en modo alguno masificada. Todos estos factores confluyen para favorecer las ganas de aprender por parte de los alumnos, que se muestran receptivos y abiertos a este tipo de cuestiones. En segundo lugar, se trata de un grupo con procedencia y conocimientos heterogéneos. Mientras que los estudiantes provenientes de Químicas o Farmacia están más familiarizados con la catálisis química, aunque no deja de sorprenderles descubrir la diversidad y eficacia de la catálisis enzimática, los que poseen una formación más biológica o médica conocen la fineza de los mecanismos de reacción y su regulación fisiológica, pero a priori les asusta la aspereza y sequedad del desarrollo matemático necesario para estos estudios. De ahí que en el programa haya sido necesario conjugar ambos aspectos.

Por último, este planteamiento ha hecho necesario adoptar algunos compromisos, en el sentido de ceñirnos a lo que realmente es posible explicar en un solo cuatrimestre, a razón de tres horas semanales y a lo que verdaderamente tiene interés y utilidad para los alumnos de cursos superiores de esta licenciatura. De cualquier manera, la presente propuesta se basa en la premisa de que: *la memorización siempre termina en fracaso*. Por eso, tan importante como proporcionar un bagaje de conocimientos adecuados para el desarrollo de la profesión, es la evaluación crítica de los hechos frente a las teorías dogmáticas y que sostenga que la comprensión de los principios subyacentes es más valiosa que la acumulación de información o la adquisición de habilidades técnicas. Es por ello que esta asignatura pretende proporcionar los conocimientos, pero sobre todo la base necesaria para que la Enzimología aporte todo su despliegue de posibilidades en el futuro profesional de los bioquímicos.



ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA DE CLASES TEÓRICAS

Teniendo en cuenta que el programa no puede ser estrictamente la exposición ordenada, más o menos detallada, de enunciados de los conocimientos de la materia, ya que la adquisición de algunas capacidades y actitudes y habilidades necesarias no pueden ser explicitados en el mismo, y que tampoco se puede planificar para una sola materia, de espaldas a las demás, el programa de clases teóricas se ha dividido en 11 temas, repartidos en tres unidades o bloques temáticos. El primer bloque (Temas 1-3) tiene carácter introductorio y su finalidad es doble. Por una parte pretende presentar una panorámica de lo que va a acontecer en el resto del programa y por otra intenta sentar las bases necesarias que permitan la comprensión de los temas ulteriores. El segundo bloque (Temas 4-8) se centra en los aspectos puramente cinéticos, en tanto que proporcionan información sobre los mecanismos de reacción. Por último, el tercero de los bloques (Temas 9-11) contempla la actuación de las enzimas desde el punto de vista de las relaciones entre la estructura y función de estas proteínas con actividad catalítica.

En concordancia con este planteamiento y para no alargar innecesariamente el programa con temas que luego en la práctica nunca pueden llegar a impartirse, se han omitido algunos aspectos, que a lo mejor en otras circunstancias pudieran también tener cabida en una asignatura de enzimología. En concreto no es raro que se dedique algún tema a la estructura y purificación de proteínas. En nuestro caso me ha parecido innecesario teniendo en cuenta primero, que 7 de los 10 temas con los que cuenta el programa de la asignatura: Estructura de Macromoléculas, están dedicados fundamentalmente a la estructura de las proteínas, sus métodos de estudio, plegamiento y estabilidad. Por otra parte, el programa de prácticas de enzimología contempla también el aislamiento y purificación de una enzima.

Un segundo aspecto que podría haberse incluido se refiere a las aplicaciones clínicas e industriales de las enzimas. El motivo por el que se ha decidido no incluirlos obedece a un razonamiento similar, ya que la totalidad del programa dedicado a la Bioquímica Industrial, a lo largo de 16 temas, se ocupa ampliamente de estos aspectos. De la misma forma la Bioquímica Clínica y Patología Molecular recoge más que suficientemente la necesidad y aplicaciones de las enzimas en las cuestiones de índole clínica.

Lo que a la postre se ha pretendido con esta organización es dar cuenta de los aspectos más significativos de la enzimología, poniendo en perspectiva los avances más actuales. Simultáneamente se ha procurado seguir una progresión desde las propiedades de las enzimas aisladas hasta su comportamiento en sistemas cada vez más complejos como los que impone el entorno celular.

CONTENIDO DE LOS TEMAS:

1. Catalizadores biológicos





- Concepto de enzima, perspectiva histórica. Conceptos y términos relacionados
- Naturaleza química de las enzimas
- Características de la catálisis enzimática
 - Especificidad
 - Grados de especificidad
 - Centro activo
 - Modelo de la llave-cerradura
 - Modelo del ajuste inducido
 - Eficiencia catalítica
 - Factores responsables
 - Regulación
- Diseño de nuevas enzimas

2.- Nomenclatura y clasificación de las enzimas

- Nomenclatura
- Clasificación general
- Oxidorreductasas
- Transferasas
- Hidrolasas
- Liasas
- Isomerasas
- Ligasas
- Isoenzimas
- Sistemas multienzimáticos

3.- Coenzimas

- Características comunes
- Propiedades generales de los grupos prostéticos
- Propiedades generales de los cosubstratos
- Relación con las vitaminas
- Tipos
 - Coenzimas de óxido-reducción
 - Otras coenzimas

4.- Cinética química:

- Reacciones elementales
- Velocidad de reacción, ecuaciones de velocidad
- Determinación experimental del orden de reacción
- Teoría del estado de transición:
 - Obtención de la ecuación de velocidad
 - Evaluación de la velocidad de descomposición del estado activado
 - Significado y aplicaciones
 - Postulado de Hammond
- Perfil energético de las reacciones enzimáticas
- Utilización de la energía de unión enzima-sustrato en la catálisis
- El efecto túnel

5.- Cinética de las reacciones enzimáticas:



- Curva de avance de una reacción enzimática
- Modelos cinéticos de Henri-Michaelis-Menten (equilibrio rápido) y de Briggs-Haldane (estado estacionario)
- Significado de las constantes cinéticas K_m y V_{max}
- Significado de la constante catalítica K_{cat}/K_m
- Perfección catalítica de las enzimas
- Poder catalítico de las enzimas
- Reversibilidad de las reacciones enzimáticas
- Relación de Haldane
- Forma integrada de la ecuación de Michaelis-Menten
- Determinaciones gráficas de K_m y V_{max}
 - Representación de dobles recíprocos (Lineweaver-Burk)
 - Representación de Hanes-Woolf
 - Representación de Eadie-Hofstee
 - Representación de Scatchard
 - Ecuación experimental de Hill
 - Representación de Cornish-Bowden
 - Representación de Dixon

6.- Modificación de la actividad enzimática: inhibición y activación

- Inhibición de la catálisis enzimática
- Tipos e importancia de los inhibidores enzimáticos
- Inhibiciones reversibles puras:
 - Competitiva: Ecuación de velocidad; efecto del rango de concentración sobre el grado de inhibición; análisis gráfico: representación de dobles recíprocos; representaciones secundarias; representación de Dixon.
 - No competitiva: distinción experimental entre inhibición no competitiva e irreversible; ecuación de velocidad; análisis gráfico: representación de dobles recíprocos; representaciones secundarias; representación de Dixon.
 - Acompetitiva: ecuación de velocidad; análisis gráfico: representación de dobles recíprocos; representaciones secundarias; representación de Dixon.
- Efecto de los inhibidores contaminantes en la representación de v_o frente a $[E]$
- Inhibiciones reversibles parciales:
 - Inhibición competitiva parcial: ecuación de velocidad; diferencia experimental con la inhibición competitiva pura; representaciones gráficas
 - Inhibición no competitiva parcial: ecuación de velocidad; representaciones gráficas.
 - Inhibición mixta: ecuación de velocidad; representaciones gráficas.
- Inhibición por eliminación de sustrato.
- Inhibición por exceso de sustrato.
- Inhibición por producto.
- Inhibición irreversible. Tipos. Sustratos suicidas
- Activación enzimática

7.- Modificación de la actividad enzimática: efectos del pH y la



temperatura

- Efecto del pH:
 - pH y estabilidad enzimática
 - Ionización de residuos esenciales
 - Influencia del pH sobre los parámetros cinéticos
 - Determinación del pK de aminoácidos del centro activo
 - Efectos de la temperatura, polaridad del disolvente y fuerza iónica
- Efecto de la temperatura
 - Diagramas de Arrhenius
 - Estabilidad térmica de las enzimas

8.- Cinética de las reacciones enzimáticas bisustrato:

- Clasificación de los mecanismos de reacción
- Tratamientos matemáticos y análisis gráficos:
 - Mecanismo secuencial ordenado
 - Mecanismo secuencial al azar
 - Mecanismo de Theorell-Chance
 - Mecanismo de doble desplazamiento (ping-pong)
- Métodos para determinar los mecanismo de las reacciones bisustrato:
 - Utilización de inhibidores
 - Intercambio isotópico

9.- Regulación de la actividad enzimática: alosterismo

- Tipos de regulación enzimática
- Modificación de la concentración enzimática
- Modificación de la actividad enzimática
 - Control por retroalimentación negativa
 - Enzimas alostéricas
- Cooperatividad y alosterismo
- Efectos homo y heterotrópicos
- Pruebas experimentales
- Modelo de Adair
- Modelo de Monod-Wyman y Changeux
- Modelo de Kosland, Nemethy y Filmer
- Determinación experimental de modelos cinéticos
- Enzimas histeréticas

10.-.Regulación de la actividad enzimática: modificaciones covalentes de las enzimas

- Importancia biológica
- Conceptos de modificación covalente, segundo mensajero y activación en cascada
- Tipos de modificación covalente
- Fosforilación de proteínas. Cinasas
- Proteín fosfatasas.
- Interrelaciones entre sistemas cinasa-fosfatasa
- ADP-ribosilación
- Adenililación
- Activaciones proteolíticas



**11.-Aspectos prácticos de la cinética enzimática:**

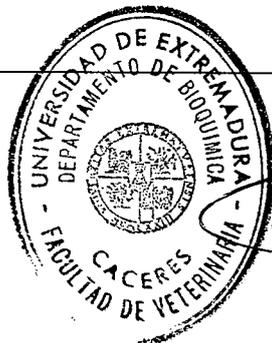
- Métodos de medida de la actividad enzimática:
 - Espectrofotometría
 - Espectrofluorimetría
 - Ensayos acoplados
 - Procedimientos radiactivos
- Métodos de medida de las constantes de velocidad:
 - Cinética del estado pre-estacionario
 - Métodos de mezcla rápida
 - Fotólisis por flash
 - Métodos de relajación

Organización del programa de prácticas**1.- Extracción de proteínas a partir de corazón de vaca y purificación parcial de la lactato deshidrogenasa.**

- 1.1. Homogenización del tejido.
- 1.2. Centrifugación diferencial.
- 1.3. Precipitación de las proteínas del sobrenadante con sulfato amónico.
- 1.4. Desalado mediante diálisis.
- 1.5. Purificación de la lactato DH mediante cromatografía de afinidad en Cibacron Blue 3G-A.
- 1.6. Determinación de la concentración de proteínas y actividad lactato DH en las muestras recogidas a lo largo de todo el proceso.
- 1.7. Elaboración de la tabla de purificación, incluyendo actividad específica, factor de purificación y rendimiento de cada etapa.

2.- Determinación de los parámetros cinéticos de la lactato deshidrogenasa

- 2.1. Determinación de la actividad lactato DH a varias concentraciones de sustrato y en presencia de varias concentraciones del inhibidor oxamato.
- 2.2. Representación de Michaelis-Menten.
- 2.3. Representación de dobles recíprocos.
- 2.4. Representación de Eadie-Hofstee.
- 2.5. Representación de Cornish-Bowden.
- 2.6. Cálculo del tipo de inhibición y de las constantes cinéticas K_m , V_{max} y K_i .
- 2.7. Cálculo de la concentración total de enzima.
- 2.8. Determinación de la energía de activación de la lactato DH.



En cumplimiento del acuerdo de junta de Gobierno del 12 de mayo de 1999, los alumnos de la Universidad de Extremadura tienen derecho a ser evaluados por su rendimiento académico, de forma objetiva y justa, en todas las materias de las que están matriculados.

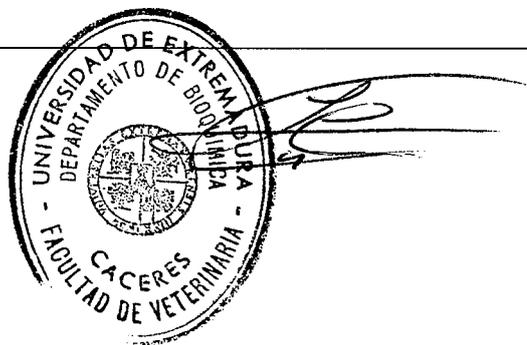
Previamente a la evaluación, los responsables de la disciplina harán públicos por escrito, al menos con dos semanas de antelación a la fecha de examen o prueba de evaluación, los criterios generales que serán utilizados al respecto, manteniéndose dichos criterios en todas las convocatorias del curso académico.

En la asignatura de enzimología la evaluación final será el resultado de las pruebas teóricas, de la asistencia y participación en las clases prácticas y teóricas, de la resolución de los problemas que a lo largo del curso se vayan planteando y de la exposición oral de un tema propuesto por el profesor.

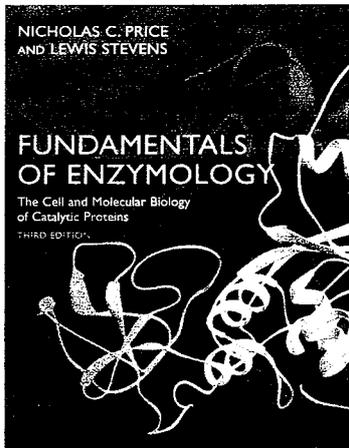
Como prueba teórica se llevará a cabo un examen final en cada una de las convocatorias oficiales. Este examen se puntuará de 0 a 10 puntos y constará de una serie de cuestiones cortas en las que se valorará el grado de comprensión y asimilación, así como la capacidad crítica, de expresión, raciocinio y la solidez de los razonamientos, con respecto al temario impartido en la asignatura. La superación de este examen presupone la obtención de al menos 5 puntos, una vez contabilizadas las puntuaciones correspondientes a cada una de las cuestiones. No obstante, no se superará el examen si más del 25% de las cuestiones no se contestan, o si su calificación es de 0 puntos.

La evaluación de las prácticas será continuada y en ella se tendrán en cuenta el grado de participación e interés demostrados por los alumnos y la elaboración de un cuaderno de prácticas en el que se refleje trabajo realizado.

La asistencia y sobre todo la participación en las clases teóricas tendrán siempre una influencia positiva (nunca negativa) sobre la calificación final de la asignatura.



- Libros de texto de contenido general



PRICE, NICHOLAS C. y STEVENS, LEWIS. *Fundamentals of Enzymology: The Cell and Molecular Biology of Catalytic Proteins*. 3rd Ed. Oxford University Press. New York 2000.

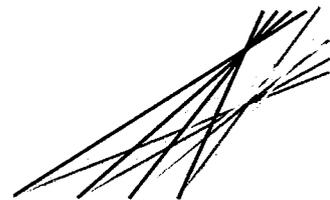
Es la segunda re-impresión de la tercera edición de este clásico que se publicó por primera vez en 1982. Si un libro es la mejor forma de acceder al núcleo de una materia, este libro es un buen ejemplo de ello. En él se corrige el desequilibrio que en otros muchos textos se establece entre el comportamiento de las enzimas aisladas y el comportamiento en su entorno natural. Recoge también los avances más significativos que la Enzimología ha experimentado durante los últimos años. Fundamentalmente derivada de la aplicación de la tecnología del DNA recombinante a la producción de enzimas y de los análisis de la estructura y función de las enzimas, utilizando técnicas de mutagénesis dirigida. Recoge asimismo las técnicas de purificación y análisis de enzimas y su aplicación a la identificación de los dominios catalíticos de las proteínas multienzimáticas y en el conocimiento de la organización de enzimas en el seno de las membranas, así como la aplicación de enzimas purificadas en los análisis clínicos. Sin embargo los aspectos de la cinética enzimática no se desarrollan lo suficientemente, hasta el punto que los mismos autores consideran que el conocimiento cinético no es una parte indispensable del aprendizaje bioquímico. Aunque como la mayoría de estos textos requiere un conocimiento previo de al menos un curso general de bioquímica, resulta bastante asequible para los estudiantes de bioquímica, con el único inconveniente de que por el momento sólo se encuentra en lengua inglesa.

CORNISH-BOWDEN, ATHEL. *Fundamentals of Enzyme Kinetics*. 1st Ed. Revised. Portland Press. London 1999.

En este libro se proporcionan las bases para comprender el estudio de la cinética enzimática tanto en el ámbito de los estudiantes de segundo ciclo como de los que necesitan hacer uso de las herramientas cinéticas en su investigación. Más que dar un tratamiento enciclopédico a cada tema de cinética, en el libro se describen los principios que permiten después a los estudiantes profundizar más en la dirección que les interesa, lo que lo convierte en una buena referencia para los estudiantes de Bioquímica. Al final de cada tema incluye una extensa colección de problemas y cuestiones de carácter cinético, extraídos en su mayoría de trabajos

Fundamentals of Enzyme Kinetics

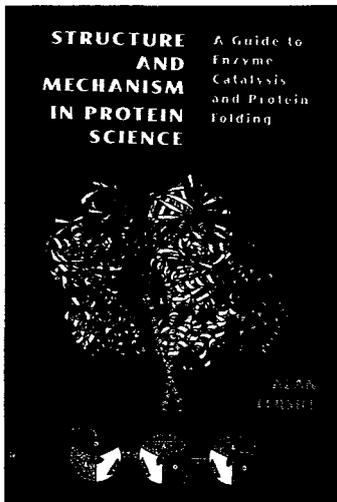
Revised edition
by Athel Cornish-Bowden



PORTLAND PRESS



publicados, cuya referencia se incluye. Este simple detalle resulta muy positivo pues se convierte en un acicate para que los alumnos accedan a las fuentes originales de la bibliografía. Como la mayoría de los textos en esta área, sólo se encuentra en inglés.



FERSHT, ALAN. *Structure and Mechanism in Protein Science: A Guide to Enzyme Catalysis and Protein Folding*. W.H. Freeman and Company. New York 1999.

Este libro es la nueva versión, o mejor dicho la expansión, del titulado *Enzyme Structure and Mechanism*, cuya segunda edición se publicó en 1985. El contenido es ahora más general y muestra la unidad de conceptos en plegamiento y catálisis. Su énfasis se centra en la estructura y el mecanismo. Los aspectos cinéticos son más colaterales y su lectura resulta a veces farragosa. Más que proporcionar una visión general de los temas, ilustra los conceptos fundamentales a través del estudio en profundidad de ejemplos representativos. Un aspecto sumamente positivo es el método que sigue, basado en discutir los principios básicos, haciendo un especial hincapié en los procesos físicos y químicos que están detrás de ellos, con el fin de desarrollar una cierta intuición para el manejo de las fórmulas, la cinética y la termodinámica elemental. Incluye varios capítulos nuevos, todos basados en el impacto de la ingeniería de proteínas en el plegamiento de las mismas y en la catálisis. Es un libro muy completo, aunque quizás resulte algo inaccesible para los estudiantes. Aunque esta versión también se encuentra en inglés, existe una versión en castellano publicada en 1980 por la editorial Reverté; sin embargo está algo desfasada pues corresponde a la primera edición inglesa de 1977.

NÚÑEZ DE CASTRO, IGNACIO. *Enzimología*. Ediciones Pirámide. Madrid 2001.

La publicación por fin de un texto de Enzimología en castellano ha venido a cubrir una necesidad largamente demandada, en especial por los estudiantes. El libro está concebido y resulta muy útil como manual de estudio para la enseñanza de la Enzimología a los alumnos de las diferentes titulaciones de las ciencias de la vida donde se imparte cursos avanzados de bioquímica. En él se recogen los tópicos clásicos de la energética y de la cinética enzimática y su regulación, tanto por cambios conformacionales de la estructura de la proteína como por los que suponen una modificación covalente. Contiene también capítulos sobre temas más recientes, como son la introducción al análisis de control de flujo, el análisis enzimático y el estudio de ribozimas, abzymas y enzimas artificiales. La enorme capacidad didáctica y experiencia de su autor se plasman en un texto claro, sencillo y a la vez riguroso.



ENZIMOLOGÍA

IGNACIO
NÚÑEZ DE CASTRO

PIRÁMIDE



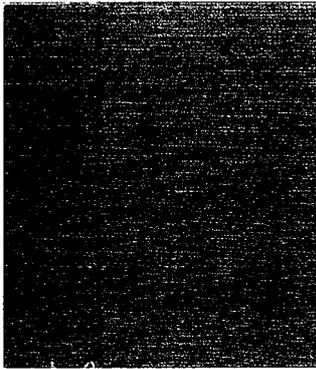
[Handwritten signature]

Pensando siempre en el alumno, realiza un desarrollo lógico y gradual de los temas, analizando paso a paso el desarrollo matemático de las ecuaciones cinéticas, lo que facilita la comprensión de las ecuaciones cinéticas que describen el comportamiento de las enzimas.



KORNBERG, ARTHUR. *For the Love of Enzymes*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts 1991.

No se trata propiamente de un libro de texto, sino más bien de una autobiografía escrita por el que quizás sea uno de los mejores bioquímicos de nuestro tiempo. Es un libro cuya lectura es fiel reflejo de la pasión que el autor demuestra por el campo de la Enzimología y en ese sentido, en mi opinión, resulta un buen referente para los alumnos que se adentran por primera vez en estos temas. En el libro se describen los sucesivos problemas a los que Kornberg tiene que ir enfrentándose, los retos que le suponen y la satisfacción que su resolución le proporciona. También nos acerca a las estrategias que son necesarias para llevar a cabo un trabajo científico de gran significado; todo ello en el contexto de resolver uno de los mayores problemas bioquímicos del siglo XX. Es pues un libro estimulante e informativo que puede contribuir a la educación científica de los alumnos.



SEGEL, IRWIN H. *Enzyme kinetics: behaviour and analysis of rapid equilibrium and steady state enzyme systems*. John Wiley & Sons, New York 1993.

Junto con la versión anterior de 1975, son sin duda dos clásicos de la cinética enzimática. Bajo la premisa de que un exhaustivo análisis cinético es una parte esencial de la caracterización de una enzima, llevan a cabo un estudio con gran profundidad de casi todos los temas relacionados con esta disciplina. Son libros muy extensos porque según el autor su intención es la de enseñar enzimología, no solo presentar una serie de ecuaciones. Y ciertamente el objetivo se logra con creces. En mi opinión son los mejores de su clase, pues gracias a su estupenda didáctica consiguen introducirse casi sin esfuerzo en temas sumamente complicados. Sin embargo pueden resultar demasiado teóricos, al no presentar más detalladamente ejemplos concretos de enzimas representativas de los procesos descritos. Igualmente, la versión de 1975 omitía algunos aspectos hoy habituales como la cinética del estado pre-estacionario, aspecto plenamente corregido en la nueva versión. Estos libros junto con el primero del autor: *Biochemical calculations* o *Cálculos de Bioquímica* en la versión española constituyen un sólido soporte en el que poder basar la enseñanza de la cinética enzimática.

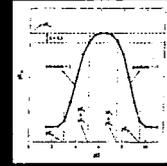
DE ARRIAGA, M^a DOLORES, ER, JOAQUÍN, BUSTO, FÉLIX y CÁRDENAS, EDUARDO. *Manual de Ejercicios de Cinética Enzimática*. Ed. Universidad de León 1998.





Fruto de más de una década de docencia de sus autores en Enzimología, este es un libro de ejercicios y problemas. En él junto a una presentación concisa de los conceptos y la deducción de las ecuaciones cinéticas y sus representaciones, se incluyen ejemplos numéricos tomados de trabajos de investigación, lo que permite que se elaboren los datos hasta llegar a conclusiones válidas, mediante su interpretación. Con ello consigue que se aprenda a realizar el análisis gráfico de los resultados, previo a su análisis estadístico.

MANUAL DE EJERCICIOS
DE CINÉTICA ENZIMÁTICA



Dr. José María Vázquez
Dr. José María Vázquez
Dr. José María Vázquez

UNIVERSIDAD DE LEÓN

	Horario	Lugar
Lunes		
Martes	12-14	Edificio de Bioquímica, Despacho 13
Miércoles	12-14	Edificio de Bioquímica, Despacho 13
Jueves	12-14	Edificio de Bioquímica, Despacho 13
Viernes		



[Handwritten signature]