

ENZIMAS

Enzimas

La velocidad de la vida

Juan Carlos Calvo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES

Rector
Mario E. Lozano

Vicerrector
Alejandro Villar



Bernal, 2016

Colección Nuevos enfoques en ciencia y tecnología
Dirigida por Diego Golombek

Calvo, Juan Carlos
Enzimas: la velocidad de la vida / Juan Carlos Calvo. - 1a ed. -
Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, 2016.
128 p.; 22 x 15 cm. - (Nuevos enfoques en ciencia y tecnología)

ISBN 978-987-558-376-4

1. Ciencia. 2. Bioquímica. 3. Química. I. Título.
CDD 572.7

© Juan Carlos Calvo, 2016
© Universidad Nacional de Quilmes, 2016

Universidad Nacional de Quilmes
Roque Sáenz Peña 352
(B1876BXD) Bernal, Provincia de Buenos Aires
República Argentina

editorial.unq.edu.ar
editorial@unq.edu.ar

ISBN: 978-987-558-376-4

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723
Impreso en Argentina

ÍNDICE

El autor	9
Prefacio	11
Introducción	13
Capítulo 1	
Los días pasan volando	15
Hagamos las cosas rápido	16
Capítulo 2	
Ahora... un poco de historia	23
Capítulo 3	
Características de las enzimas	27
¿Cómo pueden hacer esto las enzimas?	28
Capítulo 4	
Cinética enzimática	37
Capítulo 5	
Cálculo de las unidades enzimáticas	51
Capítulo 6	
Vitaminas y coenzimas	57
Coenzimas	60
Capítulo 7	
Regulación de la actividad enzimática	63
Otras formas de regulación	79

Capítulo 8	
Enzimas alostéricas	85
La cinética según Michaelis y Menten	88
Modelos de cinética alostérica.	89
Ecuaciones cinéticas para ambos modelos.	95
Cooperatividad cinética	98
 Capítulo 9	
Isoenzimas.	101
 Apéndice	
Cinética enzimática en la práctica	105
Cinética alostérica	121
Cálculo de la purificación enzimática	123
 Bibliografía	127

EL AUTOR

Juan Carlos Calvo es licenciado y doctor en Ciencias Químicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (Universidad de Buenos Aires). Doctorado en 1979, entre 1974 y 1979 ocupó los cargos de ayudante de 2^a, ayudante de 1^a y Jefe de trabajos prácticos en diferentes departamentos de Química de esa Facultad.

En 1979 comenzó como profesor adjunto para, en 2007, pasar a profesor titular del Departamento de Química biológica, donde en 2015 ganó el cargo de profesor titular plenario. En 1982 ingresó a la Carrera del Investigador científico del Conicet como adjunto y, en la actualidad, es Investigador principal en el Instituto de Biología y Medicina Experimental. Tiene 85 publicaciones en revistas internacionales y ha dirigido numerosas tesis doctorales.

Uno de sus principales campos de interés es la divulgación científica y ha participado de La Noche de los Museos 2015 (IBYME), Feria del Libro, Semana de la Ciencia (IBYME), Puertas Abiertas (IBYME), Semana de la Química (FCEYN-UBA) y en decenas de charlas en colegios secundarios, programas de radio y televisión. Como parte de su tarea de divulgación científica, ha escrito el libro *¿Qué porquería las hormonas!* (2011).

PREFACIO

La colección Nuevos enfoques en ciencia y tecnología pone en manos del público general conceptos o temas más o menos áridos o difíciles de comprender, porque en su mayoría tienen que ver con la actividad científica y con conocimientos que requieren de una dedicación especial para poder captarlos. Esto no convierte a los científicos en una “raza especial” sino en seres humanos –aunque algunos parezcan más organismos cibernéticos al estilo Sheldon Cooper del excelente programa *The Big Bang Theory*– que han decidido seguir el estudio de la materia, sus modificaciones, la relación entre seres vivientes, las correlaciones matemáticas que rigen sus actividades, es decir, las llamadas “ciencias duras”: química, biología, matemáticas, física, etcétera.

Dicho esto, este libro intenta llevar –de forma accesible, porque el conocimiento debe estar al alcance de todos– a los alumnos, docentes y al público en general la actividad de las enzimas, estos actores que se encuentran siempre donde hay acción. Son como los “dobles de cuerpo” de una película que mantienen al espectador aferrado a su asiento, mientras saltan de edificios en llamas, esquivan balas o se estrellan en autos que van a altísimas velocidades. Y en la célula, donde haya acción seguramente encontraremos una enzima.

Este texto va dirigido fundamentalmente a los alumnos de carreras científicas que tienen que atravesar por la química biológica y el estudio de las enzimas; con él obtendrán las herramientas esenciales para la comprensión de un tema tan importante como la cinética enzimática. Aunque no es un texto simple, he procurado explicar cada término de la manera más clara.

Dentro de la colección, este libro viene a ser una “mosca blanca” solo porque no está escrito por un docente de la Universidad Nacional de Quilmes. Por ello, agradezco a Diego Golombek, director de esta colección, por abrirme las puertas al alumnado de esta universidad y

por invitarme, cada tanto, a participar en alguna clase de la materia de Farmacología.

Vaya este libro dedicado a estos “dobles de cuerpo” que prestan el suyo para que la vida sea no solo más interesante sino, básicamente, posible.

INTRODUCCIÓN

Buceaba tranquilamente en las profundidades citoplasmáticas, luego de haber sobrevivido al torrente sanguíneo, y mientras ingresaba por un pasadizo en la membrana del hepatocito se me ocurrió acercarme a una formación más o menos globular que invitaba a la exploración. Me acerqué a esa superficie llena de protuberancias y me dirigí a lo que parecía ser una caverna. Inmediatamente sentí una fuerza que me atraía hacia su interior y me dejé llevar, porque reconocí que de nada serviría tratar de nadar en contra de esa corriente de atracción que me conducía a la oscuridad del sitio activo.

De pronto me detuve, tironeada por diversos puntos, y me orienté en el pequeño espacio que me retenía. A mi alrededor, por encima y por debajo, salientes como estalactitas y estalagmitas parecían querer tomar parte de mi estructura; luché por escapar a su influjo, tratando de evitar quedar adherida a alguna de ellas. Pero el esfuerzo fue inútil. Una energía indescriptible me retenía en el lugar al tiempo que me hacía sentir cada vez más débil, cuando a mi auxilio acudió otra molécula: ATP. Modificada mi estructura por el agregado de un fosfato, este me dio el empuje que necesitaba. Y recién entonces pude liberarme y salí nadando de esa caverna, retorné al citosol y continué mi camino hacia la mitocondria, que ocultaba un secreto interesante, para el que debía prepararme aún más. Había sobrevivido a la hexoquinasa en una experiencia energizante: entré como glucosa y salí como glucosa-6-fosfato. El recorrido hacia el ciclo de Krebs dentro de la mitocondria me impondría más cambios. Pero como otros miembros de mi familia, estaba dispuesta a aceptarlos.

CAPÍTULO 1

En este capítulo intentaré introducir el concepto de velocidad en el mantenimiento de la vida. Si bien la mayoría de las reacciones químicas que sustentan nuestra vida y la de cualquier otro organismo que conocemos en la Tierra, son espontáneas, la velocidad a la que ocurrirían de no estar catalizadas por las enzimas sería incompatible con nuestra existencia o la de cualquier otro individuo.

LOS DÍAS PASAN VOLANDO

Escena 1: la familia Díaz en avión.

Escena 2: la familia Díaz en avión.

Escena 3: la familia Díaz en avión.

Título de la obra de teatro: los Díaz pasan volando.

Frases como esta, referidas al paso del tiempo, y otras tales como “¡Qué hora de llegar!”, “¡Apurate que llegamos tarde!”, o la famosa atribuida a Napoleón Bonaparte “¡Vísteme despacio que estoy apurado!”, nos indican la importancia que la velocidad tiene en nuestras vidas.

Estamos inmersos en un mundo cuatridimensional: altura, anchura, profundidad y tiempo. La vida se nos pasa en una sucesión de días y nuestro organismo se rige por relojes internos más o menos sincronizados con la luz ambiente. Hormonas, neurotransmisores y hasta el sistema inmune responden a los cambios en la duración de nuestro ciclo luz-oscuridad. Nuestro carácter y la manera con que nos relacionamos entre nosotros dependen del tiempo –a veces también de la humedad, la lluvia, etcétera–. Pero este libro no trata sobre los ritmos, sino sobre la velocidad y su impacto en nuestro organismo.