



Memoria del 45º Taller de Actualización Bioquímica, Facultad de Medicina; UNAM

## Historia del Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México

History of Biochemistry Department in the Facultad de Medicina of Universidad Nacional Autónoma de México

Saldaña Balmori, Yolanda <sup>1\*</sup>

1. Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, UNAM

\*Correspondencia. Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán, Ciudad de México, CP. 04510 Tel. +52(55) 5623-2174, balmori@bq.unam.mx

### Resumen

El Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, nació a mediados del siglo pasado. Sus fundadores fueron una media docena de entusiastas profesores que encabezados por el Dr. José Laguna, de tal suerte que en unos 15 años ya todos tenían su línea de trabajo y sus discípulos. Actualmente, algunos de ellos son investigadores reconocidos en su especialidad. En el Departamento de Bioquímica se atienden actualmente cerca de 3,000 estudiantes anualmente; dos terceras partes durante el primer año de sus estudios al cursar la materia de Bioquímica y Biología Molecular y el resto son los estudiantes que están inscritos en el segundo año de la carrera cursando la materia de Inmunología. El área correspondiente a la difusión de la cultura en la disciplina ha sido muy prolífica ya que desde hace más de 40 años se inició un programa de apoyo al resto de profesores de Bioquímica del País, con el Taller de Actualización Bioquímica (TAB), asumiendo el liderazgo de los temas de vanguardia en Bioquímica, bajo el cobijo de la Universidad Nacional Autónoma de México. Después de esta actividad, que reúne al año entre una y dos centenas de profesores durante varios días de trabajo, han venido otras, como es la publicación del contenido de los trabajos del Taller en la publicación anual "Mensaje Bioquímico"; además la publicación de la "Revista de Educación Bioquímica" que aparece trimestralmente y está orientada a la difusión de temas de actualidad en la

### Abstract

The Biochemistry Department in the Facultad de Medicina of Universidad Nacional Autónoma de México, was born in the middle of the last century, its founders were a half-dozen enthusiasts teachers led by Dr. José Laguna, they were able to choose to their continuation, so that in about 15 years had his line of work and his disciples, some of them currently are recognized researchers within their specialty. In the Biochemistry Department about 3,000 students are registered annually; two-thirds during the first year of their studies to pursue the field of Biochemistry and the rest are students who are enrolled in the second year the course of Immunology. The area corresponding to culture diffusion in the discipline has been very prolific since more than 40 years began to help to the teachers of biochemistry to all the country with a biochemistry workshop named as Taller de Actualización Bioquímica (TAB), assuming the leadership by the Universidad Nacional Autónoma de México. After this activity between one and two hundred teachers by several days of work each year, besides others activities, such as the publication of the contents of the workshop in the book of "Mensaje Bioquímico", also the publication of the "Revista de Educación Bioquímica", this journal appears four times a year and is aimed at the diffusion of hot topics in the discipline, coupled with the production of different materials and with the support by the computer to help students and teachers.

disciplina. Sumado a la producción de diversos materiales didácticos y con el apoyo que ofrecen las nuevas tecnologías de la información, el Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina refrenda su compromiso con la formación de nuestros estudiantes y profesores.

*Palabras clave:* Formación de investigadores, liderazgo en Bioquímica, apoyo a profesores, compromiso académico.

*Key words:* Researchers training, biochemistry leaderships, support teachers, academic commitment.

## Antecedentes

El Rector de la Universidad Nacional de México Genaro Fernández MacGregor (de marzo de 1945 a febrero de 1946) presentó el 25 de julio de 1945 ante el Gobierno de la Nación un documento, en el que mencionaba que ante el crecimiento en la matrícula estudiantil, en ese entonces la población universitaria era de aproximadamente de 30,000 estudiantes, su gran planta académica, de las funciones y de las entidades que la componían, era inminente que la Universidad dispusiera de instalaciones que le permitieran cumplir adecuadamente con sus funciones. Seis meses después, el Presidente de la República Manuel Ávila Camacho propuso al Congreso de la Unión una Ley sobre la Fundación y Construcción de la Ciudad Universitaria, la cual fue aprobada en abril de 1946.

El Dr. Salvador Zubirán Anchondo que fue Rector de marzo de 1946 a abril de 1948; prácticamente durante todo su rectorado luchó por conseguir fondos para la edificación y así, en marzo de 1948, se iniciaron las obras preliminares con un aporte inicial de cinco millones de pesos aportados por el Presidente de la República Miguel Alemán y tres millones de pesos como resultado del aporte nacional ante la convocatoria que hiciera el Rector Zubirán. Después de muchas vicisitudes, el 5 de junio de 1950 se puso la primera piedra en la Torre de Ciencias que ahora es la Torre de Humanidades II [1].

Fue durante el rectorado de Luis Garrido Díaz (junio de 1948 a febrero de 1953) cuando el Presidente Alemán entregó las instalaciones de la Universidad el 20 de noviembre de 1952, pero fue hasta marzo de 1954 en que el Presidente de la República Adolfo Ruiz Cortines y el Rector de la Universidad Nabor Carrillo Flores (febrero de 1953 a febrero de 1961) firmaron el acta de inauguración de los cursos en Ciudad Universitaria en las Escuelas Profesionales de Medicina, Filosofía y Leyes.

## La química biológica en la Antigua Escuela de Medicina

En 1926 el Dr. Juan Roca Olivé fue nombrado jefe de los trabajos de Química Fisiológica por el Dr. Fernando Ocaranza que era el director de la Escuela de Medicina. Posteriormente en 1933 lo nombró jefe del Laboratorio de Investigación en Química Médica y, al ser designado como director de la Escuela en 1934, el Dr. Ignacio Chávez, lo nombró “Profesor de Prácticas de Química de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas” y finalmente adquirió el nombramiento de Jefe del Departamento de Química Biológica, cargo que ocupó durante 12 años. Además, el Dr. Roca participó muy activamente en el desarrollo de la bioquímica en diversas instituciones, ya que también inició la materia en la Escuela Nacional de Odontología, participó en la fundación de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas y finalmente fue el jefe del Departamento de Bioquímica en el Instituto de Biología de la UNAM hasta su jubilación en 1960 [2]. Entre muchísimos alumnos a los que el Dr. Roca dio clase en las diferentes instituciones en las que participó, logró despertar el gusto por la bioquímica a los que entonces eran jóvenes estudiantes: Guillermo Carvajal, Félix Córdoba, Carlos del Río, Jesús Guzmán, José Laguna, Raúl Ondarza y Guillermo Soberón, siempre contando con el respeto de ellos y algunos lo llamaban con cariño “mi Maestro Roca” [3]. La importancia de estos alumnos en el desarrollo de la Bioquímica en la Escuela de Medicina sería crucial, como se ilustrará a continuación.

## El Departamento de Bioquímica de la Escuela de Medicina en Ciudad Universitaria

El Dr. José Laguna García (1921-2011) (Figura 1), se tituló como médico, tuvo un entrenamiento en gastroenterología con una beca del Instituto Nacional de Investigación Científica (INIC), -antecesor del CONACYT-, se formó en el Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales y en el Laboratorio de Química del Instituto Nacional de Cardiología donde obtuvo una educación básica en bioquímica. Viajó

becado a Boston en 1947, donde obtuvo una formación más completa en bioquímica, química orgánica, fisiología y fisicoquímica. A su regreso, estuvo en la Escuela de Ciencias Químicas y trabajó con el Dr. Francisco Giral; posteriormente volvió al extranjero, a la Universidad de Aberdeen y al Instituto de Nutrición Animal Rowett en Aberdeen, Escocia; donde se especializó en Bioquímica. A su regreso en 1954, el Dr. Salvador Zubirán lo nombra jefe del Laboratorio de Bioquímica y Estudios Metabólicos del Hospital de Enfermedades de la Nutrición, además fue jefe del Laboratorio de Bioquímica del Instituto Behring y de la División de Investigación Biológica de la Industria Químico-Farmacéutica.



Figura 1. El Dr. José Laguna García en 1970.

En marzo de 1956 se realizó el cambio de la Antigua Escuela de Medicina en la plaza de Santo Domingo a Ciudad Universitaria y en 1957, cuando era el director Dr. Raoul Fournier Villada, se designó al Dr. José Laguna García como el jefe del Departamento de Bioquímica, cargo en el que persistió hasta 1970 que pasó a ser director de la Facultad de Medicina. Durante todo ese tiempo, su colaborador más cercano fue el Dr. Jesús Guzmán García ya que junto con él organizaba cursos, contrataba profesores, decidía líneas de investigación, organizaba la administración, elegía qué investigador debiera formar a los estudiantes que estaban participando en investigación y un sinfín de cosas más.

La personalidad del Dr. Laguna era verdaderamente arrolladora, era un líder innato, nunca pasó inadvertido, todo aquel que le conoció guarda algún recuerdo de él. Los que fuimos sus alumnos, tenemos en la memoria una gran colección de anécdotas; manejaba una ironía muy fina con la cual en algunas veces hería y en otras, hacía sentir bien.

Para los que estábamos en el Departamento de Bioquímica, -que en realidad no éramos muchos-, fue una época muy rica, tanto en desarrollo académico como de relaciones humanas, éramos como una familia; si alguien salía para una estancia al extranjero había una despedida y cuando volvía teníamos una reunión de bienvenida, ocasionalmente en la casa del Dr. Laguna o de alguno de los profesores, y se convivía muy amigablemente.

En septiembre de 1957 un grupo de 15 investigadores, muchos de ellos recién formados en el extranjero, -entre ellos el Dr. Laguna- decidieron constituir la Sociedad Mexicana de Bioquímica (SMB); organismo cuyos objetivos eran: asociar a un grupo de investigadores en química biológica, conocer las actividades científicas de los miembros de esta Sociedad, consolidar la investigación, discutir planes de enseñanza, mantener un acervo bibliográfico, contribuir en la formación de nuevos investigadores y la publicación de sus trabajos. Ese grupo de investigadores, laboraban en diferentes instituciones (Figura 2): Barbarín Arreguín Lozano, Edmundo Calva Cuadrilla, Guillermo Carvajal Sandoval, Joaquín Cravioto Muñoz, Silvestre Frenk Freund, Carlos del Río Estrada, Mario García Hernández, Jesús Guzmán García, Jesús Kumate Rodríguez, José Laguna García (ya mencionado), Guillermo Massieu Helguera, Raúl Ondarza Vidaurreta, Efraín Pardo Codina, Guillermo Soberón Acevedo y Edmundo Téllez Girón quien no estuvo presente en la toma de la fotografía de fundación pero que él, desde San Luis Potosí cumplió al igual que todos los demás, con los objetivos de la Sociedad ya que acabaron siendo los formadores de decenas de investigadores. Los doctores Calva y Soberón en fechas cercanas a 1952-1956 habían estado en la Universidad de Wisconsin como alumnos de posgrado del Dr. Phillip P. Cohen.

Gracias al apoyo otorgado por varios años de la Fundaciones Rockefeller y Kellogg's, (ambas de Estados Unidos), el Dr. Laguna, equipó los laboratorios del Departamento y "diseñó un programa de estudios actualizado con nuevas prácticas de laboratorio, sustituyó a los médicos aficionados a dar clase por los mejores bioquímicos del país" [4]. Organizó cursos de licenciatura, implantó los exámenes de selección múltiple, organizó junto con el Dr. Soberón del Hospital de Enfermedades de la Nutrición y con el Dr. José Herrán de la Facultad de Química, los programas de Maestría y Doctorado, -los que tuvieron como sede oficial a la Facultad de Química- becó a estudiantes de posgrado, logró que las investigaciones que se realizaban en el Departamento fueran publicadas en revistas internacionales.



**Figura 2. Fundación en 1957 de la Sociedad Mexicana de Bioquímica.** *Primera fila:* Mario García Hernández, Guillermo Massieu Helguera, Guillermo Soberón Acevedo, Guillermo Carvajal Sandoval, Edmundo Calva Cuadrilla, Barbarán Arreguín Lozano y Joaquín Cravioto Muñoz. *Segunda fila:* Jesús Guzmán García, Carlos del Río Estrada, Raúl Ondarza Vidaurreta, José Laguna García, Silvestre Frenk Freund, Efraín Pardo Codina y Jesús Kumate Rodríguez.

En pocas palabras, organizó y consolidó el grupo de bioquímicos que en su momento fue el más fuerte de la UNAM. En 1960 publicó su libro de “Bioquímica” que, junto con otro publicado en Chile por Hermann Niemeyer, fueron los primeros libros de Bioquímica escritos en español. En ediciones posteriores contó con la colaboración en varias ediciones del Dr. Enrique Piña y en las últimas versiones, además de ellos dos, participaron los doctores Federico Martínez Montes, Juan Pablo Pardo Vázquez y Héctor Riveros Rosas.

El espacio que ocupó el Departamento de Bioquímica en la flamante Escuela de Medicina fue hasta 1980, todo el tercer piso del edificio “A” con salones de clase, laboratorios de enseñanza y laboratorios de investigación; entre sus profesores estaban el Químico Biólogo José Suárez Isla y el Dr. Gilberto Breña Villaseñor que habían sido profesores de Química Médica en la administración del Dr. Juan Roca Olivé, continuaron siendo profesores de Bioquímica cuando la materia recibió este nombre y la impartieron en Ciudad Universitaria, el Maestro Suárez Isla se jubiló en 1969 y el Dr. Breña en 1993. Otros profesores que colaboraron en docencia fueron los doctores Guillermo Carvajal Sandoval, Carlos Gitler Rechtman y Graciela Delhumeau (como encargada del laboratorio de prácticas), también eran profesores de la materia el Dr. Guillermo Massieu Helguera que estaba en el Instituto de Biología de la UNAM y el Dr. Guillermo Soberón que -como ya se mencionó- era del Hospital de Enfermedades de la Nutrición. Además, en los laboratorios de investigación del Departamento estaban Félix Córdoba Alva, Jesús Guzmán García, Carlos del Río Estrada y Raúl Ondarza Vidaurreta, que fueron

contratados para realizar investigación y ejercer la docencia [5].

### Los primeros colaboradores del Doctor Laguna en el Departamento de Bioquímica

Como se menciona arriba, los investigadores que contribuyeron en 1957 con el Dr. Laguna fueron - además del Dr. Guzmán- los doctores Córdoba, del Río y Ondarza.

#### *El Dr. Félix Córdoba*

Se incorporó a la Bioquímica en la Facultad de Medicina en 1957 cuando después de haber realizado algunos estudios en inmunología en Estados Unidos, fue invitado por el doctor Laguna al igual que a otros, a ser profesor de tiempo completo para dedicarse a la docencia de la materia y a la investigación en ciencia básica. Esto fue un caso insólito debido a que, en ese tiempo, la investigación se realizaba en hospitales como el de Cardiología o en Institutos como el de Enfermedades Tropicales y la docencia se impartía por profesores de asignatura. Fue así como, en esa época, con el grupo de profesores de Química Médica encabezados por el Dr. Laguna se constituyó el Departamento de Bioquímica, en ese entonces el campo de investigación del doctor Córdoba era estudiar el efecto de anticuerpos contra enzimas. En 1965 estaban en su laboratorio Sergio Estrada Orihuela y su estudiante Alfonso Cárabez Trejo; Concepción González López, Pablo Rivera Hidalgo; hacia 1968 llegó Concepción Agundis Mata y en 1971 se incorporaron Erika Abney Soto, Jesús Calderón Tinoco, María Eugenia García Salazar y Octavio Robinsón Navarro. Después de que había recibido una formación en el extranjero al estar en un grupo de investigación, de haber llevado cursos y tener tiempo realizando investigación en México, la única manera de adquirir el grado de doctor fue estudiándolo en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del IPN. En 1973 el Dr. Córdoba publicó el libro “Fundamentos de Inmunología e Inmunquímica” en la Serie de Biología del Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico que fue editado por la Organización de Estados Americanos (OEA). El Dr. Córdoba (Figura 3), como casi todos los fundadores del Departamento, pasado un tiempo, fue invitado a desempeñar otras funciones dentro de la academia, así en 1983 fue director del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur y posteriormente desde 1996 hasta su muerte estuvo al frente del Instituto Tecnológico de Oaxaca [6].

*El Dr. Jesús Guzmán García*

Estudió la carrera de Químico Bacteriólogo y Parasitólogo en la ENCB del IPN, se graduó de la Maestría en Ciencias en la Universidad de Wisconsin en 1952 y finalmente obtuvo su Doctorado en 1964 en su *alma mater* la ENCB. Desde 1957 trabajó hombro con hombro con el Dr. Laguna en el recién instalado Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina, en Ciudad Universitaria; en la organización de la materia de Bioquímica (la que estaba a la altura de las mejores del mundo). Antes de esas fechas, la materia se enseñaba “como a cada profesor se le ocurría”, ya que eran programas individuales y no había comunicación entre los maestros. Por tal motivo, colaboró estrechamente con el Dr. Laguna en el diseño de un programa para la materia; así como un manual de prácticas de laboratorio. Adicionalmente, establecieron y mantuvieron la aplicación de los exámenes departamentales y un sinnúmero de actividades académicas que permitieron que el Departamento de Bioquímica fuera el mejor de la Universidad. El Dr. Guzmán tenía una memoria extraordinaria, sabía qué materias deberíamos cursar cada uno de los estudiantes de posgrado, y sabía las calificaciones que íbamos obteniendo cada uno. Cuando teníamos alguna duda y nos acercábamos a preguntarle decía: “No estoy muy seguro, pero...” y su disertación que duraba varios minutos, en los cuales no sólo nos aclaraba la duda, sino que nos ampliaba el horizonte.



**Figura. 3.** Los doctores Félix Córdoba Alva y Jesús Guzmán García hacia los años de 1970.

Al igual que a los otros pioneros, el Dr. Guzmán (Figura 3) fue designado en 1974, por el entonces Rector Guillermo Soberón para ser el primer director de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Cuautitlán-Izcalli (ENEP-C), -que en 1980 pasó a ser Facultad (FES-C). Fue director de Investigación en la Secretaría de Salud y Asistencia (SSA) de 1986 a 1988 y fue Director Adjunto de Desarrollo Científico del

CONACYT. Posteriormente fue jefe de la División de Estudios de Posgrado en la Facultad de Química de la UNAM. Murió en 19 de mayo de 2013.

*El Dr. Carlos del Río*

Se tituló como Químico Bacteriólogo y Parasitólogo en el IPN en 1945, su maestría y doctorado los obtuvo en la Universidad de Cornell en Ithaca, Nueva York de 1949 a 1953; su ingreso al Departamento de Bioquímica -al igual que el Dr. Guzmán- fue el 1º de marzo de 1957. Fue miembro del Comité Organizador del “Simposio Internacional de Enzimas” ideado por la Sociedad Mexicana de Bioquímica con un fuerte apoyo del Instituto de Ciencias Weizmann de Israel, el cual se realizó en noviembre de 1966 en las instalaciones del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del IPN (más tarde identificado como CINVESTAV). El Dr. del Río propuso y presentó en ese evento, el diseño de *Ollin* que representa en la pictografía náhuatl a la actividad y al movimiento, y que recuerda al ácido desoxirribonucleico, esta figura se adoptó como el símbolo de la SMB. Esta fue una reunión muy concurrida, vinieron investigadores de varios países del mundo, entre ellos dos Premios Nobel; Sir Hans Krebs (que junto con Lipmann recibió el premio en 1953), Edward Tatum (que al lado de George Beadle fue Premio Nobel en 1958) y quien en 1970 lo recibiría el argentino Luis F Leloir. En aquel entonces yo era una jovencita entusiasmada con todo lo que olía a ciencia y a científicos, de modo que, logré “colarme” en la fotografía que ha sido un ícono de la reunión y en ella, estar al lado de Sir Hans Krebs [7] (Figura 4) (Anexo 1). Posteriormente el Dr. del Río fue llamado a ser Jefe del Departamento de Microbiología en la Facultad de Química de la UNAM y finalmente, investigador del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.

*El Dr. Raúl Ondarza*

Estudió la carrera de Biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM, su formación en investigación la inició cuando todavía era estudiante de licenciatura ya que se incorporó al Instituto de Biología que estaba en la Casa del Lago en Chapultepec, su examen profesional fue en 1951. Un poco más adelante, estuvo realizando estudios en la Universidad de Glasgow en Escocia en los años 1953 y 1954 y Bioquímica Genética en la Universidad de Nueva York en Brooklyn en los años 1959 y 1960; su título de Dr. en Biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM está fechado en 1963. A partir de 1955 inició su colaboración con el Dr. Laguna en el Instituto Behring y más tarde como profesor asociado en la cátedra de

Bioquímica en la Antigua Escuela de Medicina. Desde 1958 es Profesor Titular de tiempo completo en la Facultad de Medicina, además de haberlo sido en su escuela de formación, la Facultad de Ciencias. En el campo de la difusión científica es autor de varios libros entre otros: "Introducción a la Biología Moderna" publicado en 1964 y "Biología Moderna" en 1968, de este último libro ha tenido múltiples ediciones, la 11ª se publicó en 2006. Además, ha sido director del Centro de Investigaciones Ecológicas (CIES) en San Cristóbal de las Casas, Chiapas y director del Centro de Investigación Sobre Enfermedades Infecciosas (CISEI) del Instituto Nacional de Salud Pública en Cuernavaca, Morelos.

### La primera generación de discípulos

La primera generación de estudiantes que culminaron su formación en el Departamento y que en su tiempo se convirtieron en profesores e investigadores fueron los doctores Victoria Chagoya Hazas, Sergio Estrada Orihuela, Antonio Peña Díaz, Enrique Piña Garza, Armando Gómez Puyou y Marietta Tuena Sangri, al mismo tiempo que realizaban sus estudios de Doctorado en la Facultad de Química de la UNAM (Figura 5).

En aquel tiempo no había "urgencia por titularse", ya que lo importante -según nos lo decía el Dr. Laguna- era que adquiriéramos conocimientos, y para ello, además de los cursos a los que estábamos inscritos, teníamos seminarios departamentales todos los sábados y durante un buen tiempo teníamos la obligación de interrumpir nuestro trabajo en el laboratorio, para asistir al salón donde el Dr. Laguna impartía la clase a los estudiantes de licenciatura.

Como ya mencioné arriba, los cursos de Maestría y Doctorado estaban alojados en la Facultad de Química de la UNAM y no en la de Medicina, así el primer doctor en Bioquímica de nuestro grupo fue Enrique Piña que se graduó en 1969; unos meses antes, lo había logrado uno de sus compañeros el Dr. Jaime Mora Celis que era discípulo del Dr. Guillermo Soberón.

Poco a poco se fue creando una masa crítica, al pasar de los años, los investigadores nuevos encontraron el nicho adecuado, así:

#### *Victoria Chagoya Hazas*

Después de estudiar la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo, en la antigua Escuela de Química ubicada en Tacuba se tituló en 1953. Su interés por la investigación la condujo a hablar con el

Dr. Laguna en el Instituto Behring, quien la aceptó como colaboradora y emigró con él hacia el Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina. Tuvo dos estancias de investigación en el extranjero; una en 1958-1959 en el Departamento de Química Fisiológica de la Universidad de Wisconsin y otra en 1962-1963 en el Departamento de Microbiología de la Universidad de San Luis Missouri; obteniendo el grado de Doctora en 1971 en la Facultad de Química de la UNAM.

Su labor como profesora de Bioquímica en la Facultad de Medicina la desempeño desde su regreso de Estados Unidos hasta 1973 en que junto con los doctores Armando Gómez Puyou, Antonio Peña Díaz, Marietta Tuena Sangri y Enrique Piña, decidieron emigrar al Departamento de Biología Experimental del Instituto de Biología, que con el paso del tiempo se convertiría en el actual Instituto de Fisiología Celular (IFC). Su línea de investigación está relacionada con los mecanismos de hepatotoxicidad en cirrosis experimental y su tratamiento, razón por la cual ha recibido múltiples reconocimientos.

#### *Sergio Estrada Orihuela*

Ingresó al Departamento invitado por su compañero Armando Gómez Puyou y -al igual que él- estuvo trabajando con mitocondrias. Su formación básica es la de Médico Cirujano; y posteriormente obtuvo el Doctorado en Bioquímica por la Facultad de Química de la UNAM. Tuvo una estancia posdoctoral en Bioquímica y Biofísica Molecular en la Universidad de Wisconsin y fue profesor de Bioquímica en la Facultad de Medicina de la UNAM hasta mediados de los años 70, fecha en la que emigró al CINVESTAV con sus alumnos Alfonso Cárabez Trejo y Mauricio Montal.

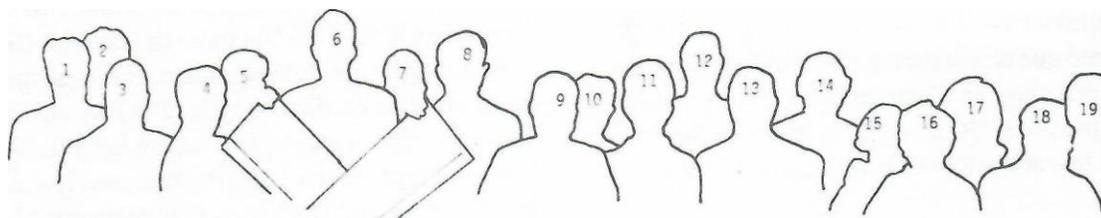
Posteriormente fue Director de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud en la Universidad Autónoma Metropolitana campus Iztapalapa. Su desarrollo posterior ha sido en el campo la innovación tecnológica en distintas instituciones de educación superior.

#### *Antonio Peña Díaz*

Ingresó al Departamento de Bioquímica, pretendiendo encontrar un tema para su tesis profesional. El Dr. Laguna lo integró al naciente equipo de jóvenes investigadores y lo orientó para realizar su tesis acerca de un estudio del efecto de los glucocorticoides en células cultivadas de riñón de conejo, tema con el que se tituló como médico en 1960. Viajó en dos ocasiones a estancias de

investigación en Nueva York en el laboratorio del Dr. Abraham White autor del libro “Principios de Bioquímica”, que a muchos nos apoyó en la docencia. Permaneció en el Departamento de Bioquímica como profesor e investigador hasta que emigró en 1973 al Departamento de Biología Experimental del Instituto de Biología de la UNAM, y en 1975 obtuvo su doctorado en Bioquímica por la Facultad de Química de la UNAM.

A pesar de estar enfocado a realizar investigación en un instituto, continuó con su función docente dentro de la Bioquímica por varios años más. Encabezado por él y con la colaboración de los doctores Ángel Arroyo Begovich, Armando Gómez Puyou y Ricardo Tapia Ibarguengoitia, la Editorial Limusa publicó la primera edición de su libro “Bioquímica” en 1979.



**Figura 4.** Algunos de los asistentes al simposio internacional “Aspectos Enzimáticos de la Regulación Metabólica”. Los números indicados en las siluetas corresponden sólo a la parte central de la fotografía panorámica. 1. Guillermo Soberón 2. Jorge Soria, 3. ?, 4. Cristina González, 5. Edmundo Chávez, 6. Antonio Peña, 7. Adolfo Rosado, 8. Carlos del Río, 9. Barbarín Arreguín, 10. Mauricio Montal, 11. Yolanda Saldaña, 12. Alfonso Cárabez, 13. Sir Hans Krebs, 14. Alexander Hollander, 15. Rebeca Tarrab, 16. Guillermo Massieu, 17. Dora Freites, 18. Phillip P. Cohen.



**Figura 5. En uno de los laboratorios en 1969.** Dr. Antonio Peña Díaz, Pablo Álvarez Grau, Aurora Brunner Liebshard, Ennio Reyes (colombiano), Dora Freites Hurtado (venezolana), Dra. Marietta Tuena Sangri, Alfonso Cárabez Trejo y Dr. Armando Gómez Puyou.

#### *Enrique Piña Garza*

Aun siendo estudiante de la carrera de Medicina en 1957 comenzó a trabajar con el Dr. Laguna en la División de Investigación Biológica dependiente de la Secretaría de Salud. Poco tiempo después fue designado ayudante de profesor para realizar trabajo de laboratorio en el Departamento de Bioquímica al mismo tiempo que lo hizo Armando Gómez Puyou, siendo ellos los primeros estudiantes con los que se inició la formación en investigación científica en el Departamento. Al término de la carrera, pasó a ser profesor titular de la materia. Viajó a Nueva York y realizó su trabajo de tesis doctoral con el Premio Nobel Eduard L. Tatum para regresar a doctorarse en la Facultad de Química de la UNAM en 1969 (Figura 6).



**Figura 6. Examen doctoral de Enrique Piña Garza.** El jurado de este examen fueron los Doctores Guillermo Massieu, Guillermo Soberón, José Laguna, Manuel Madrazo Garamendi, Félix Córdoba y Jesús Guzmán.

Cuando el Dr. Laguna dejó el Departamento en 1971 para ser Director de la Facultad, el Doctor Piña asumió la Jefatura del Departamento; cargo que ocupó en tres o cuatro ocasiones. Generalmente las interrupciones se debieron a los viajes que realizó al extranjero, ya que ha estado en el *Institut für Diabetesforschung* in Munich, Alemania y en Los Ángeles, California con los Doctores Gordon Sato, Anthony Andreoly y Otto Weiland. Como Jefe de Departamento, estimuló la formación de profesores y la difusión de la ciencia ya que estando en el cargo fue cuando se inició el Taller de Actualización Bioquímica, la edición del “Mensaje Bioquímico” y más tarde la edición del “Boletín de Educación Bioquímica” (1982) llamado actualmente Revista de Educación Bioquímica. Es Profesor Emérito por la Facultad de Medicina desde 1998 y Premio Universidad Nacional de Docencia en Ciencias Naturales. Es coautor del libro de “Bioquímica de Laguna” desde la tercera edición, además de que ha desempeñado múltiples cargos dentro de la Universidad y en el Sistema de Salud. Puede decirse que el Dr. Piña, ha sido el más fiel seguidor de los ideales que en educación tuvo el Dr. Laguna.

#### *Armando Gómez Puyou*

Inició la carrera de médico cirujano en la Escuela de Medicina de la UNAM en 1957. Después de cursar la materia de Bioquímica y por invitación del Dr. Laguna se incorporó al Departamento como ayudante de profesor. Al terminar la carrera pasó a ser profesor titular de la materia, actividad que desarrolló durante un periodo de 13 años; época en la que además realizó junto con su esposa la doctora Marietta Tuena, un importante trabajo de investigación en el campo de la fosforilación oxidativa, siendo en este grupo donde se aislaron las primeras mitocondrias puras en el país. Obtuvo el grado de Doctor en Bioquímica por la Facultad de Química en 1974, pero ya desde 1973 junto con un grupo de compañeros de investigación emigraron al Departamento de Biología Experimental del Instituto de Biología de la UNAM, posteriormente ese Departamento se convirtió en Centro de Investigaciones en Fisiología Celular y finalmente se transformó en el Instituto de Fisiología Celular (IFC). El Dr. Puyou, -como todos le llamábamos- recibió el nombramiento de Investigador Emérito del Instituto en 1994 y ya casi para terminar el año de 2013 encontró la muerte, hecho que fue muy sentido por la comunidad académica ya que en sus 56 años de vida universitaria logró ser muy apreciado y reconocido por compañeros y alumnos (Figura 7).



**Figura 7. Dr. Armando Gómez Puyou, trabajando en su laboratorio.**

#### *Marietta Tuena Sangri*

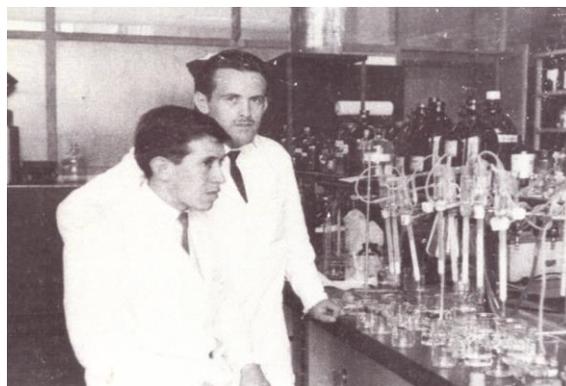
Se incorporó al Departamento en 1960. Ella fue alumna de investigación del Dr. Guillermo Massieu que en ese entonces era investigador en el Instituto de Biología y profesor de Bioquímica en nuestra Facultad, quien posteriormente fue llamado para ser Director del Instituto Politécnico Nacional y del CINVESTAV. La Dra. Tuena estudió la carrera de Medicina y su Doctorado en Bioquímica en la Facultad de Química. Ha sido profesora de Bioquímica en la Facultad de Medicina y del posgrado en la Facultad de Química de la UNAM. En 1989 recibió junto con su esposo el Dr. Armando Gómez Puyou el Premio Universidad Nacional en el área de Investigación en Ciencias Naturales. En 1973 junto con un grupo de investigadores que emigraron de nuestro Departamento de Bioquímica y del Instituto de Biología se reunieron para formar un centro en el que hubiese una integración científica y una productividad mayor, lo que dio lugar con el tiempo al actual Instituto de Fisiología Celular, del cual fue nombrada Investigadora Emérita en 1995. Siempre se ha dedicado a la investigación en el campo de la fosforilación oxidativa que es modificada por cationes monovalentes, así como en la estructura y función membranal.

#### **La continuación del proceso formativo**

Las siguientes generaciones de inscritos al Doctorado pertenecientes al Departamento de Bioquímica fueron: Carlos de Céspedes (de Costa Rica) Concepción González López (que había tenido una estancia en la Universidad de Wisconsin); Alberto Hamabata Nishimuta, Jaime Martínez Medellín y Pablo Rivera Hidalgo. De otras instituciones: Ángel Arroyo Begovich, Aurora Brunner Liebshard, Gustavo Flores López-Portillo, Herminia Pasantes

Ordoñez, Ricardo Tapia Ibarguengoitia y Rebeca Tarrab Zafrani, hasta donde yo me acuerdo.

En 1961 llegó al Departamento Juan C. Díaz Zagoya para incorporarse al grupo del Dr. Guzmán y trabajar con el tema con el que la mayoría nos iniciamos; el metabolismo del colesterol y la diosgenina. En 1963 Jorge Soria Díaz Infante y Edmundo Chávez Cosío (Figura 8) fueron los encargados de la preparación de reactivos para las prácticas de enseñanza mientras que yo me incorporé en enero de 1964. Durante todo ese año los cuatro llevamos los cursos de requisitos para presentar el examen de admisión al Doctorado el cual fue en enero del siguiente año. Los participantes de la generación de 1965 fuimos los cuatro arriba mencionados del Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina, sumados a: Luis Cañedo Dorantes, Alberto Huberman Wajzman, Jaime Martuscelli Quintana y José Solís Walkerman del Instituto Nacional de Nutrición; Monique Landesmann asistió sólo a algunos cursos.



**Figura 8. Jorge Soria Díaz-Infante y Edmundo Chávez Cosío en el laboratorio de prácticas en 1965.**

En los siguientes años se inscribieron: Erika Abney Soto, Patricia del Arenal Mena, Jesús Calderón Tinoco, Alfonso Cárabez Trejo, Héctor Javier Delgadillo Gutiérrez, Edgardo Escamilla Marván, Leonor Fernández Rivera-Río, Dora Freites Hurtado (de Venezuela), Carlos Gómez Lojero, Ana María López Colomé, Carlos Ortiz y Méndez, Rafael Palacios de la Lama, Graciela Meza Ruiz, Miguel Pérez de la Mora, Sergio Sánchez Esquivel, Rocío Salceda Sacanelles, Arcelia de la Roz Peña, Samuel Zinker Ruzal y posiblemente algunos más que no tengo en la mente ya que de los años siguientes no tengo información.

## Los Jefes de Departamento

La organización de las actividades académicas de la Facultad de Medicina está dividida por Departamentos. El Departamento de Bioquímica contó desde su fundación en 1957 y hasta 1970 como jefe al Dr. José Laguna. Cuando pasó a ser Director de la Facultad de Medicina, su sucesor fue el Dr. Enrique Piña, que en una primera ocasión estuvo en el cargo hasta 1974, más adelante lo fue de 1977 a 1983 y una vez más, al ser Secretario de la Facultad fue el encargado de esta actividad. En 1974 el Dr. Jesús Guzmán ocupó la Jefatura del Departamento por unos cuantos meses, después fue llamado para ser Director de la recién formada Escuela Nacional de Estudios Superiores en Cuautitlán y es así que nuestro compañero Jorge Soria Díaz-Infante estuvo al frente del Departamento desde finales de 1974 hasta 1977. El Dr. Juan Cuauhtémoc Díaz Zagoya lo ha sido en dos ocasiones, la primera cubriendo un interinato y la segunda con designación hecha por el director de la Facultad de 1984 a 1991. De 1992 a 1996 lo fue el Dr. Jaime Mas Oliva; de 2003 a 2005 la Dra. Ana María López Colomé; el siguiente jefe del Departamento fue el Dr. Edgar Zenteno Galindo durante los años 2005 a 2013 y finalmente en 2013 fue nombrado nuestro actual jefe, el Dr. Juan Pablo Pardo Vázquez (Figura 9).



Figura 9. El Jefe actual del Departamento de Bioquímica, el Dr. Juan Pablo Pardo Vázquez.

## Los tres pilares de la Universidad: Investigación, Docencia y Difusión de la cultura

A través del tiempo, el Departamento de Bioquímica ha cumplido a cabalidad con los tres principios que rigen a nuestra Universidad: investigación, docencia y difusión de la cultura.

## Investigación

Las primeras publicaciones internacionales del grupo formado por los doctores Laguna y Guzmán y sus alumnos de primera generación se publicaron en 1962 (Piña E, Hamabata A y Laguna J. en *Biochem. Biophys. Res. Comm*; Laguna J, Gómez Puyou A, Peña A y Guzmán García J. en *Atherosclerosis*). A partir de ahí, la creatividad aumentó, el grupo creció, la productividad fue mayor y se incorporaron nuevos estudiantes.

En el Departamento, los laboratorios tenían un jefe, así en el del Dr. Félix Córdoba trabajaban Sergio Estrada Orihuela, Concepción González, Pablo Rivera y como estudiante Alfonso Cárabez; en el siguiente laboratorio, donde trabajaban experimentalmente el Dr. Laguna y el Dr. Guzmán estamos adscritos Juan C. Díaz Zagoya, Carlos Gómez Lojero, Carlos Ortiz, Samuel Zinker, la que suscribe y más adelante Carmen Giral y Carmen Soler; en otro laboratorio estaban los Drs. Armando Gómez Puyou, Antonio Peña, Marietta Tuena, su ayudante Susana Vidrio y posteriormente se incorporó Francisca Sandoval; en el laboratorio del Dr. Carlos del Rio se hacían experimentos en el campo de la microbiología; en el laboratorio del Dr. Ondarza estaba Jaime Martínez Medellín que se fue a estudiar el doctorado en La Jolla, California; y en el último laboratorio estábamos junto con los Drs. Enrique Piña, Aurora Brunner, Victoria Chagoya, Alberto Hamabata y yo que a finales de 1967 me cambié del laboratorio del Dr. Guzmán al del Dr. Piña para trabajar en su proyecto relacionado con la inositol sintetasa. En 1965 y 1966 respectivamente, ingresaron al Departamento Arcelia de la Roz y Guillermo Álvarez Llera para incorporarse al grupo de trabajo del Dr. Guzmán; Concepción Agundis Mata se incorporó al laboratorio del Dr. Córdoba y al laboratorio del Dr. Raúl Ondarza se integraron Erika Abney Soto, María Eugenia García Salazar y al año siguiente lo hicieron Héctor Javier Delgadillo, Edgardo Escamilla y Ana María López Colomé.

El grupo de investigadores se consolidó, aumentaron las publicaciones, algunos de los investigadores realizaron estancias en el extranjero, los que habían sido estudiantes ya estaban en capacidad de encabezar un proyecto; entre otros, Edmundo Chávez y Edgardo Escamilla. Hacia 1972 y 1973 hubo muchos problemas en la Universidad, el Dr. Laguna ya estaba en la Dirección de la Facultad y el Rector era el Dr. Soberón. A instancias de los investigadores jóvenes, ante el argumento de que era mejor que los investigadores estuvieran en un Instituto, elaboraron un proyecto que culminó con el apoyo del Rector y 8 de los 11 investigadores del

Departamento de Bioquímica emigraron, como ya se mencionó arriba, al Departamento de Biología Experimental del Instituto de Biología de la misma UNAM. En el Departamento sólo quedaron tres investigadores: los doctores Guzmán -que en 1974 se fue a Cuautitlán- Fernández Gavarrón y Díaz Zagoya, pero al cabo de un tiempo el Dr. Piña regresó al Departamento e inició la reconstrucción, con la contratación de nuevos profesores, entre otros: Mario Calcagno Montans, Leonor Fernández Rivera-Río, Cristina Fernández, Alfredo Saavedra, Marco Antonio Juárez Oropeza, Federico Martínez Montes, Guillermo Mendoza, Juan Pablo Pardo, Juan Luis Rendón Gómez y Édgar Zenteno Galindo.

Actualmente, se tienen varias líneas de trabajo en las que los diferentes investigadores y sus equipos laboran regularmente:

1. Bioquímica y biología molecular de músculo y cerebro con el trabajo de investigación de los doctores Alicia Ortega Aguilar y Ángel Zarain Herzberg.
2. Estructura y función de las proteínas, donde participan los doctores y sus equipos de trabajo: Patricia del Arrenal Mena, Ismael Bustos Jaimes, Mario Calcagno Montans, Daniel Alejandro Fernández Velasco, Georgina Garza Ramos, Leticia Haydeé Ramírez Silva, Gloria Hernández Alcántara, Juan Luis Rendón, Alejandro Sosa Peinado y Martín González Andrade.
3. Receptores y transducción de señales con la actividad de investigación de las doctoras Martha Robles Flores y María Eugenia Torres Márquez.
4. Metabolismo, campo en el que investigan los doctores Erika Chavira Suárez, Juan C. Díaz Zagoya, Óscar Flores Herrera, Marco Antonio Juárez Oropeza, Federico Martínez Montes, Raúl Ondarza Vidaurreta, Juan Pablo Pardo Vázquez, Enrique Piña Garza, Irma Romero Álvarez, Héctor Riveros Rosas, Patricia Torres Durán, Felipe Vadillo Ortega y María Magdalena Vilchis Landeros.
5. Superficie celular y respuesta inmune con el trabajo de los doctores María Concepción Agundis Mata, Raúl Chávez Sánchez, Jorge Guevara, Ma. Carmen Jiménez Martínez, Ricardo Lascrain Ledezma, Edgar Zenteno Galindo y Juan Carlos Zenteno Ruiz.
6. Medicina regenerativa con la investigación de los investigadores Yonathan Omar Garfias Becerra y Lenin David Ochoa de la Paz
7. Investigación educativa con el trabajo de la doctora Yolanda Saldaña Balmori, que suscribe este documento.

La plantilla del Departamento está constituida actualmente por 41 Investigadores y Profesores de Carrera, 22 técnicos académicos y 92 profesores de asignatura, algunos de ellos con muchos años de servicio y otros recién ingresados (Anexo 2).

#### *Docencia*

En 1969 el Dr. Laguna creó la Sección de Enseñanza -lo equivalente a las actuales Coordinación de Enseñanza y Coordinación de Evaluación- en la que participamos Guillermo Álvarez Llera, Yolanda Saldaña Balmori y Magdalena Carrillo, recién ingresada al Departamento. En este grupo de trabajo nos ocupamos por cerca de 10 años de la elaboración de programas escolares, organización de profesores, elaboración de material didáctico con el formato de unidades de auto-enseñanza, elaboración de exámenes departamentales y extraordinarios; estos últimos en esa época, se realizaba uno al mes. Más tarde, cuando tanto Magdalena Carrillo como yo tuvimos otras actividades dentro del Departamento, Guillermo Álvarez Llera asumió el cargo de Coordinador de Enseñanza (Figura 10a).

En 1972 llegaron al Departamento como instructores 17 estudiantes de la licenciatura, algunos de ellos han persistido en la Facultad, otros, ya sea que realizan investigación en otros centros del País y en el extranjero, ejercen la medicina o bien ya están retirados: Ángela Cabeza, Carlos Campillo Serrano, Eduardo Castellanos, Carlos Chávez Villavicencio, Teresa Cortés, Vicente Díaz Sánchez, Josué Garza, Gustavo González Bonilla, Roberto García Loaiza, Silvia Jiménez, Magdalena Labranderos, Orlando Martín, Sara Morales López, Rocío Orozco, Dolores Ortiz de la Huerta, Jorge Pruneda y Ana Cecilia Rodríguez; algunos de ellos fueron partícipes de las unidades de auto-enseñanza que se produjeron.

Es muy importante mencionar que cuando la mayoría de los investigadores emigraron hacia otros sitios en 1974 y los años siguientes, la docencia fue lo que sostuvo al Departamento. Los participantes del grupo de la Sección de Enseñanza y un grupo de profesores, fuimos conscientes de la significancia que tenía en nuestro ejercicio docente una formación adecuada y apoyados por las diferentes dependencias

de la UNAM creadas en esas fechas, cada una de ellas con sus propias técnicas: Centro de Didáctica, Comisión de Nuevos Métodos de Enseñanza, Centro de Investigación y Servicios Educativos (CISE), Centro Universitario de Tecnología Educativa para la Salud (CEUTES), además del Centro Latinoamericano de Tecnología Educativa para la Salud (CLATES), “contribuyeron a estimular la conciencia de los profesores acerca del compromiso que teníamos como formadores de los futuros profesionistas y con reuniones de trabajo, conferencias talleres se fue abriendo un panorama acerca de lo que el profesor debía, quería y podía hacer en relación a su práctica docente” [8].

De 1973 a 1977 en el Departamento, diversos grupos de profesores y con la participación de ayudantes de laboratorio, nos dedicamos a producir material didáctico con la técnica de auto-enseñanza y así se elaboraron 10 unidades: “Hipoglucemia” J. Soria Díaz-Infante, V. Díaz Sánchez y R. García Loaiza; “Agua y electrolitos” G. Cinco Espinoza, S. Jiménez Thomas, C. Chávez Villavicencio y J. Garza Flores; “Energía” Enrique Piña Garza, R. Orozco Topete, C. Saldate Alonso y Eduardo Piña Garza; “Genética” M. Carrillo, G. González Bonilla, J. Pruneda y E. Castellanos; “Hipoglucemia. Química y metabolismo de los carbohidratos” J. Soria Díaz infante, V. Díaz Sánchez y R. García Loaiza; “Integración y regulación del metabolismo para la producción de energía” G. Álvarez Llera, M. Carrillo Santín y Y. Saldaña Balmori; “La nutrición” G. Álvarez Llera y S. Morales López; “Metabolismo de los lípidos. Obesidad” Y. Saldaña Balmori, S. Morales López y S. Jiménez Thomas; “Oxidaciones biológicas y bioenergética” G. Álvarez Llera y J. Garza Flores y “Regulación hormonal del metabolismo” G. Álvarez Llera, M. Carrillo Santín y Y. Saldaña Balmori.

A través del tiempo ha habido una gran entrada y salida de profesores e investigadores, a la par de que el Departamento ha crecido. Debido a esta dinámica compleja, la Coordinación de Enseñanza tiene el compromiso de organizar el curso año con año, de distribuir a los profesores, de revisar y actualizar las prácticas, de realizar las evaluaciones institucionales las que recientemente realizan los estudiantes ante computadoras. Ha estado encabezado por diferentes profesores, todos ellos muy comprometidos: después del tiempo que funcionó la Sección de Enseñanza de 1969 a 1975, el primero fue el doctor Guillermo Álvarez Llera (Figura 10a), le siguió la Maestra Magdalena Carrillo Santín, el Dr. Federico Fernández Gavarrón quien estuvo al frente de la Coordinación de 1979 a 1981, fecha en que es designado el Dr. Gilberto Breña Villaseñor, después vinieron la M. en C. Aída

Hernández Tobías, el Ing. Gabriel Carrillo Santín. En 1988 asume la jefatura la M. en C. Alicia Cea Bonilla (Figura 10b), quien se hizo cargo durante 25 años de la coordinación de Enseñanza del Departamento y desde 2013 a la fecha lo es la M. en C. Deyamira Matus Mares.

En 1985 el Consejo Técnico de la Facultad acordó que la materia se llamara “Bioquímica e Inmunología”, por tal razón los profesores tuvimos que formarnos en el campo de la nueva materia de nuestro programa; desde 1994 la Inmunología, -que sigue perteneciendo al Departamento de Bioquímica- se enseña como materia aparte en el segundo año de la carrera y un grupo de profesores expertos en esa disciplina se incorporaron a nuestro grupo. El Dr. Raúl Chávez Sánchez quedó como Coordinador de Enseñanza de esa materia.

Actualmente hay dos Coordinaciones de Enseñanza en el Departamento, una es la Coordinación de Bioquímica que desde 2013 está a cargo de la M. en C. Deyamira Matus Mares (Figura 10c), también se cuenta con las Coordinaciones de Prácticas y la de Evaluación atendidas las dos últimas por la Dra. Rebeca Milán Chávez (Figura 10d); la otra Coordinación es la de Inmunología que está desde sus inicios atendida por el Dr. Raúl Chávez Sánchez (Figura 10e) y la Coordinación de Evaluación de Inmunología está a cargo del estudiante de Doctorado en Educación M. C. Jesús Marvin Rivera Jiménez (Figura 10f).

En la materia de Bioquímica se atienden entre 1,500 a 1,800 estudiantes al año, los que últimamente están distribuidos entre 45 y 50 grupos, mientras que en Inmunología que desde sus inicios había sido una materia semestral, hace dos años se convirtió en anual y se atienden aproximadamente de 800 a 1,000 estudiantes.

En el Departamento se ha gestado la escritura de libros de texto para la materia, así como ya se ha mencionado antes: en 1960 el Dr. Laguna publicó la primera edición de su libro “Bioquímica”, contando a la fecha con siete ediciones, en cada una de ellas con la incorporación de nuevos autores; se han ido adicionando y actualizando los contenidos. En 1979 el Dr. Antonio Peña y colaboradores publicaron su libro “Bioquímica” en la Editorial Limusa y se suma a ellos el libro “Bioquímica, un enfoque básico aplicado a las ciencias de la vida” escrito en 2007 por los doctores Juan C. Díaz Zagoya y Marco Antonio Juárez Oropeza publicado por la Editorial McGraw Hill.



**Figura 10. La docencia en el Departamento de Bioquímica.** Dos de los Coordinadores de Enseñanza en el área de Bioquímica, fueron: a) M.C. Guillermo Álvarez Llera y b) la M. en C. Alicia del Sagrado Corazón Cea Bonilla. Actualmente, la Coordinadora de Enseñanza es c) la M. en C. Deyamira Matus Mares mientras que la de Evaluación es d) la Dra. Rebeca E. Milán Chávez. Por otro lado, en el caso de la asignatura de Inmunología, el Coordinador de Enseñanza es e) el Dr. Raúl Chávez Sánchez mientras que el Coordinador de Evaluación es f) el M. en C. Jesús Marvin Rivera Jiménez.

### *Difusión de la cultura bioquímica*

En este giro el Departamento ha sido muy prolífico, se han proyectado, las actividades y el material gestado en nuestro grupo ha llegado a muchas universidades del País y a muchos países de habla hispana, primero fue el libro escrito por el Dr. Laguna y sus sucesivas ediciones aunado a los siguientes conceptos:

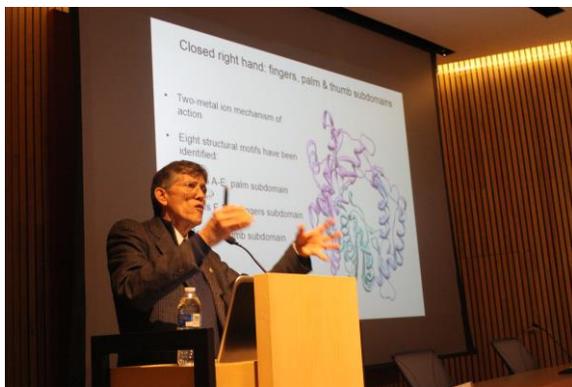
#### - *Taller de Actualización Bioquímica (TAB)*

La idea del Taller de Actualización Bioquímica (TAB) surgió en 1973, cuando en una ocasión platicando con el Dr. Enrique Piña que era el Jefe del Departamento, los que entonces formábamos la Sección de Enseñanza: Guillermo Álvarez Llera, Magdalena Carrillo Santín y Yolanda Saldaña -que firma este documento- se mencionó que estábamos

teniendo problemas acerca de la enseñanza y el aprendizaje de la materia debido al aumento en la matrícula de estudiantes al primer año la carrera -que pasó de 1,000 alumnos a aproximadamente 5,000- y como consecuencia, se tuvo que incrementar la contratación de profesores que no habían seguido todo el proceso de formación con el que participamos los discípulos del Dr. Laguna. El Dr. Álvarez propuso que se diera una serie de pláticas y finalmente se concretó que fuese un ciclo de conferencias con duración de una semana, para que expertos en algunos de los temas nos ofrecieran a los profesores, y sobre todo a los nuevos, la oportunidad de refrescar el conocimiento. Por otro lado, como en la Facultad de Química de la UNAM y la ENCB del IPN estaban en una situación semejante, se habló de invitar a sus profesores.

Como yo no tenía muchos años de haber llegado al Departamento proveniente de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, se me ocurrió la idea de proponer invitar a los profesores de Bioquímica de San Luis y el Dr. Piña me dijo que sí podíamos hacerlo, siempre y cuando yo me comprometiera a invitar a los profesores de Bioquímica del País. El reto era descomunal, pero no imposible y así con 6 meses de organización, empecé por informarme dónde había universidades con escuelas profesionales del área biológica en la República, escribimos cartas a los rectores para que pasaran la invitación a los profesores indicados a través de los directores de escuelas profesionales. Finalmente se llegaron las fechas de la reunión en marzo de 1974, la cual fue un éxito rotundo ya que asistieron 64 profesores, 22 de ellos eran profesores que representaban a 13 universidades del interior del País, así como profesores de Bioquímica de nuestro Departamento y de diferentes instituciones de la ciudad.

Después de 5 días de trabajo intenso, ya que se revisaban tres temas por día, cada uno de dos y media hora y ya próximos a la clausura, un grupo de profesores del norte (Monterrey, Torreón, Saltillo, Hermosillo) insistieron enfáticamente en que no se retirarían hasta que nos comprometiéramos a llamarlos al año siguiente; la reunión se había pensado como una actividad única, pero debido a esa petición y al apoyo fuerte de profesores e instituciones que durante varios años nos recibieron en sus espacios universitarios y el interés de los participantes, el aumento en la asistencia se ha podido realizar ininterrumpidamente desde 1974 hasta la fecha, lo que ha permitido que miles de profesores y alumnos de pre- y posgrado refuercen o adquieran su conocimiento en algunos temas de frontera en el área de la bioquímica y disciplinas afines.



**Figura 11. El Taller de Actualización Bioquímica (TAB).** Desde sus inicios, el TAB ha cumplido con la labor de acercar a profesores, alumnos de pre- y posgrado, así como a todos los entusiastas de las Ciencias de la Vida, el conocimiento de frontera en Bioquímica, Biología Molecular y áreas afines. En la imagen de arriba se muestra al Dr. Antonio Lazcano Araujo (miembro del Colegio Nacional y Profesor Emérito de la Facultad de Ciencias, UNAM) durante su participación en el XLII Taller de Actualización Bioquímica. Abajo una vista de la población asistente al mismo.

#### - Mensaje Bioquímico

El Mensaje Bioquímico tuvo una etapa de gestación de varios años, ya que en el primer año del TAB junto con la programación, entregamos una lista que contenía la cita bibliográfica que cada ponente eligió como la más representativa de su trabajo. En los dos años siguientes, se entregó una copia ininteligible de un artículo científico en inglés, en el cuarto año les pedimos a los ponentes un escrito que diera luz a lo que iría a ser su presentación y en quinto año (1978) se les pidió que con varios meses de anticipación entregaran un capítulo de lo que sería su presentación. Se realizó el trabajo editorial y reunidos todos los temas quedó constituido el primer Mensaje Bioquímico, el cual se entregó -al igual que en los años sucesivos- al inicio de las actividades, con la intención de que se usara como material de trabajo durante la semana. Una parte del Prólogo del primer Mensaje Bioquímico (Saldaña, Álvarez Llera y Piña, Eds.) dice:

“Esta obra contiene los trabajos que se presentarán en el V Taller de Actualización Bioquímica, con sede en la Universidad Autónoma de Coahuila, así como una pequeña historia de los 4 talleres anteriores. Se trata de un documento de trabajo que se llevó a cabo debido a la excelente colaboración de todos y cada uno de los ponentes en el taller, a quienes manifestamos nuestra cordial gratitud. Se pretende que sea útil, tanto para su consulta durante el taller, como por varios años, en la preparación que alumnos y profesores debemos de realizar al participar en clase, en los temas aquí tocados. Los temas seleccionados son tan diversos como la Bioquímica actual; el punto de unión entre todos los asistentes al taller, ponentes y oyentes activos; es nuestra participación en la enseñanza de la Bioquímica (a nivel nacional) y nuestro genuino interés por mejorar el acto docente, así como de facilitar el aprendizaje a nuestros alumnos” [9] (Cuadro 1).

#### - Boletín de Educación Bioquímica y Revista de Educación Bioquímica

En el VIII Taller de Actualización Bioquímica que se realizó en Oaxtepec, Morelos (Figura 12 y 13); se concretó la inquietud que en ocasiones anteriores se había planteado, acerca de que los asistentes al TAB necesitaban una comunicación más frecuente que la acostumbrada reunión anual.

El Dr. Piña, jefe del Departamento en ese entonces, aceptó este nuevo compromiso y organizó el Comité Editorial del Boletín de Educación Bioquímica (BEB) en el que estuvieron presentes profesores de Bioquímica del Instituto Politécnico Nacional, del Instituto Nacional de Cardiología, del Instituto Nacional de la Nutrición; y de la UNAM los Institutos de Investigaciones Biomédicas, Fisiología Celular y el Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina (Figuras 12 y 13). En unos cuantos meses de trabajo intenso se consolidó el grupo de editores.



**Figura 12. En el VIII Taller de Actualización Bioquímica en Oaxtepec, Morelos (1984).** Doctores Carlos Alcocer Cuarón, Enrique Piña Garza, Armando Bejarano (ex -Gobernador de Morelos) y José Laguna.



Figura 13. Una de las sesiones de trabajo del VIII Taller de Actualización Bioquímica en 1984.

En marzo de 1982 apareció el Número 1 del Volumen I (BEB82). El Comité Editorial desde sus inicios, ha contado con profesores de Bioquímica -o ciencias afines de diferentes centros educativos, siendo beneficiado desde sus inicios por el Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina, en donde el entonces jefe y Editor Fundador

Dr. Piña, consiguió con las autoridades de la Facultad el apoyo necesario para que se pudiera cumplir con el compromiso establecido. Esta actitud -afortunadamente, ha sido secundada por todos los jefes que el Departamento ha tenido. En 2002 el Comité Editorial tomó la decisión de cambiar el nombre por el de “Revista de Educación Bioquímica (REB)”. Es un orgullo que una publicación que empezó hace 36 años, y a pesar de dificultades por falta de material para publicar, tardanza en las revisiones, problemas económicos, etc., trimestralmente se haya publicado, (primero en papel, luego en papel y en línea y finalmente sólo en línea), en donde en cada número se presentan artículos de revisión, algunas veces artículos originales de nuestros investigadores, la sección de los crucigramas didácticos (CRUCIBIOQ) que desde septiembre de 1999 he publicado, los problemas bioquímicos con los que ocasionalmente contamos, han contribuido para que se siga cumpliendo con su función de difundir la ciencia en nuestro medio.

Cuadro 1. Relación de los Talleres de Actualización Bioquímica (TAB) realizados.

AÑO	NÚM. DE TALLER	NÚM. DE MENSAJE BIOQUÍMICO	ORGANIZADORES Y EDITORES
1974	I		E. Piña Garza, R. Tapia Ibarquengoitia, Y. Saldaña Balmori, M. Carrillo Santín y G. Álvarez Llera.
1975	II		J. Soria Díaz Infante, Y. Saldaña de Delgadillo, F. Fernández Gavarrón, M. Carrillo Santín y G. Álvarez Llera.
1976	III		J.C. Díaz Zagoya y O. Robinson.
1977	IV		E. Piña Garza, Y. Saldaña Balmori, G. Álvarez Llera, M. Carrillo Santín y F. Fernández Gavarrón.
1978	V	I	Y. Saldaña de Delgadillo, G. Álvarez Llera y E. Piña Garza.
1979	VI	II	Y. Saldaña de Delgadillo, F. Fernández Gavarrón y J. C. Díaz Zagoya.
1980	VII	III	Y. Saldaña de Delgadillo, J. C. Díaz Zagoya y J. Guzmán García.
1981	VIII	IV	Y. Saldaña de Delgadillo, A. Hamabata Nishimuta y J. Guzmán García.
1982	IX	V	Y. Saldaña de Delgadillo, S. Morales López, A. Brunner Liebshard.
1983	X	VI	Y. Saldaña de Delgadillo, F. Sandoval Zapata y A. Hamabata Nishimuta.
1984	XI	VII	Y. Saldaña de Delgadillo, G. Álvarez Llera y M. Zentella de Piña.
1985	XII	VIII	G. Álvarez Llera, Y. Saldaña de Delgadillo, S. Jiménez Thomas, A. Hernández Tobías y E. Escamilla Marván.
1986	XIII	IX	S. Jiménez Thomas, Y. Saldaña de Delgadillo y A. Cárbaz Trejo.
1987	XVI	X	L. Fernández Rivera-Rio, Y. Saldaña de Delgadillo, S. Jiménez Thomas y S. Morales López.
1988	XV	XI	M. A. Vázquez Alcántara, J. Ponce Frausto y M. E. Salinas y Mejía.
1989	XVI	XII	M.E. Salinas y Mejía, M.A. Vázquez Alcántara, Jorge Ponce Frausto, F. Fernández Gavarrón y J. C. Díaz Zagoya.
		XIII	S. López Quintero, M. E. Salinas y Mejía, M. A. Vázquez Alcántara, F. Fernández Gavarrón y J. C. Díaz Zagoya.
1990	XVII	XIV	G. Carrillo Santín, S. E. López Quintero, M. E. Salinas y Mejía, G. Maldonado Mercado y J. C. Díaz Zagoya.
1991	XVIII	XV	G. Carrillo Santín, J. C. Díaz Zagoya, S. López Quintero, F. Martínez Montes y M. E. Salinas y Mejía.
1992	XIX	XVI	Y. Saldaña de Delgadillo, J. M. León Cazares, A. Huberman y A. Hamabata Nishimuta.
1993	XX	XVII	Y. Saldaña de Delgadillo, S. Morales López y P. del Arenal Mena.
1994	XXI	XVIII	S. Morales López, F. Martínez Montes y A. Saavedra Molina.
1995	XXII	XIX	F. Martínez Montes, S. Morales López, M. E. Jiménez Cataño y V. Saavedra Alanís.
1996	XXIII	XX	M. A. Juárez Oropeza, S. Morales López y F. Martínez Montes.
1997	XXIV	XXI	J. P. Pardo Vázquez, M. A. Juárez Oropeza, S. Morales López, F. Martínez Montes.
1998	XXV	XXII	J. P. Pardo Vázquez, M. A. Juárez Oropeza, S. Morales López, F. Martínez Montes.

1999	XXVI	XXIII	F. Martínez Montes, M. A. Juárez Oropeza, J. P. Pardo Vázquez y S. Morales López.
2000	XXVII	XXIV	F. Martínez Montes, M. A. Juárez Oropeza, S. Morales López y J. P. Pardo Vázquez.
2001	XXVIII	XXV	M. A. Juárez Oropeza, J. P. Pardo Vázquez, I. P. del Arenal Mena, A. Cea Bonilla y E. Piña Garza
2002	XXIX	XXVI	A. Cea Bonilla, I. P. del Arenal Mena, H. Riveros Rosas y E. Vázquez Contreras
2003	XXX	XXVII	O. Flores Herrera, H. Riveros Rosas, A. Sosa Peinado y E. Vázquez Contreras
2004	XXXI	XXVIII	O. Flores Herrera, H. Riveros Rosas, A. Sosa Peinado y E. Vázquez Contreras
2005	XXXII	XXIX	O. Flores Herrera, H. Riveros Rosas, A. Sosa Peinado y E. Vázquez Contreras
2006	XXXIII	XXX	O. Flores Herrera, I. Velázquez López E. Rendón Huerta y J. Oria Hernández,
2007	XXXIV	XXXI	J. Oria Hernández, E. Rendón Huerta, H. Reyes Vivas, I. Romero Álvarez e I. Velázquez López
2008	XXXV	XXXII	I. Bustos Jaimes, C. Castañeda Patlán, J. Oria Hernández, E. Rendón Huerta, H. Reyes Vivas, e I. Romero Álvarez
2009	XXXVI	XXXIII	I. Bustos Jaimes, C. Castañeda Patlán, E. Rendón Huerta, H. Reyes Vivas, e I. Romero Álvarez
2010	XXXVII	XXXIV	G. Álvarez Fernández, I. Bustos Jaimes, C. Castañeda Patlán, J. Guevara Fonseca y I. Romero Álvarez y H. Vázquez Meza
2011	XXXVIII	XXXV	G. Álvarez Fernández, I. Bustos Jaimes, C. Castañeda Patlán, J. Guevara Fonseca y H. Vázquez Meza
2012	XXXIX	XXXVI	J. Guevara Fonseca D. Matuz Mares y H. Vázquez Meza
2013	XL	XXXVII	A. Butanda Ochoa, E. Rendón Huerta, J. Guevara Fonseca, A. Guevara Flores, D. Matuz Mares y H. Vázquez Meza
2014	XLI	XXXVIII	A. Butanda Ochoa, A. Guevara Flores, D. Matuz Mares, R. Lara Lemus y P. V. Torres Durán
2015	XLII	XXXIX	A. Butanda Ochoa, M. González Andrade, A. Guevara Flores, R. Lara Lemus, D. Matuz Mares, E. Molina y P. V. Torres Durán
2016	XLIII	XL	C. Cárdenas Monroy, M. González Andrade, A. Guevara Flores, R. Lara Lemus, D. Matuz Mares, E. Molina y P. V. Torres Durán
2017	XLIV	XLI	C. Cárdenas Monroy, M. González Andrade, R. Lara Lemus, J. de J. Martínez González. E. Molina y P. V. Torres Durán
2018	XLV	XLII	C. Cárdenas Monroy, M. González Andrade, G. Hernández Alcántara, J. de J. Martínez González y L. H. Ramírez Silva (Figura 14)



**Figura 14.** El Comité Organizador del XLV Taller de Actualización Bioquímica y Comité editorial del Mensaje Bioquímico Vol. XLII. De izquierda a derecha los doctores: Christian Cárdenas Monroy, Leticia Haydeé Ramírez Silva, Martín González Andrade, Gloria Hernández Alcántara y José de Jesús Martínez González.

- *Programas para la enseñanza de la bioquímica asistidos por computadora*

El Departamento de Bioquímica fue uno de los primeros que inició la enseñanza asistida por computadora. Este trabajo iniciado hacia 1992 por la M. en C. Leonor Fernández Rivera-Río quien desarrolló múltiples programas con esta técnica, entre otros: “pH”, “Los aminoácidos”, “Los carbohidratos”, “Digestión y transporte de los carbohidratos”, “Glucólisis y glucogenólisis”, “El Ciclo de Krebs”, “Metabolismo de los lípidos”; y una práctica de laboratorio seco “Lipoperoxidación”, en donde los

estudiantes en línea realizaban el experimento y hacían los cálculos con sus resultados [10].

- *Bioquímica y Biología Molecular en Línea. Primer libro electrónico de la materia.*

En 2003-2004 el Dr. Edgar Vázquez Contreras publicó en coedición del Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina y el Instituto de Química, ambos de la UNAM, este libro que contiene la información de los libros clásicos de la materia, pero por su formato electrónico permite establecer enlaces entre los diferentes temas. Este formato facilita al lector comprender y visualizar las relaciones que existen entre una parte del texto y navegar dentro del libro, por medio de hipervínculos.

- *Programa Interactivo de Integración Médica*

El autor responsable de este programa es el Dr. Federico Martínez Montes, mismo que contó en 2003 con la colaboración de la Dra. Rebeca Milán Chávez y la M. en C. Ma. Teresa Espinoza, Eduardo Montalvo Arenas, la Q. F. B. Eugenia Flores Robles, y los Biólogos Noemí Meraz Cruz, Ivonne Romero Martínez y Marco Tulio Carrasco; para diseñar este programa computacional que tiene como objetivo principal generar instrumentos que permitan a los estudiantes la integración de conocimientos

adquiridos en materias básicas, con los adquiridos en sus materias clínicas. El material está diseñado para ser utilizado por alumnos y como apoyo didáctico para los profesores; ofrece acceso a simuladores computacionales que favorecen el aprendizaje. Se elaboraron dos etapas, una con los fundamentos de Bioquímica (PIIM\_v1.iso; <http://biosensor.facmed.unam.mx/PIIM1/>) y la segunda Integración Metabólica (PIIM\_v2.iso; <http://biosensor.facmed.unam.mx/PIIM2/>) (Figura 15).



**Figura 15. Programa Interactivo de Integración Médica.** Se muestra diversos menús de algunas secciones de simulaciones.

#### - *Bioquímica Interactiva*

En 2008 un grupo de profesores y estudiantes encabezado por la M. en C. Celia Virginia Sánchez Meza y el Dr. Luis Rosales León con la colaboración del Dr. Guillermo Álvarez Llera, del M. en C. Carlos David Suárez Pascal, de los Ingenieros en Computación Alejandro Mata Sánchez y Fabián Fernández Saldívar y los estudiantes Karla Ávila Lizarraga y Salvador Domínguez Díaz,; iniciaron la producción de material didáctico con el desarrollo de aplicaciones de realidad virtual para la visualización de biomoléculas. La Maestra Celia Virginia ha producido diversos materiales de este tipo especialmente orientados a facilitar el aprendizaje en Bioquímica e Inmunología [11].

#### Agradecimientos

Al Dr. José Laguna García que en 1964 me aceptó como participante del grupo que él estaba construyendo, al Dr. Jesús Guzmán García porque a mí como a muchos, nos estimuló a crecer y al Dr. Enrique Piña Garza por la confianza que como Jefe de Departamento siempre tuvo en mí, lo que me permitió participar en la consolidación del área de la difusión de la Bioquímica.

#### Referencias

1. [www.fundacionunam.org.mx/donde-paso/sabes-como-se-construyo-ciudad-universitaria/](http://www.fundacionunam.org.mx/donde-paso/sabes-como-se-construyo-ciudad-universitaria/)
2. Castañeda L. G. (2002) *Anales Médicos*. **47(4)**, 232-239.
3. Zentella D. A. (1997) *Boletín de Educación Bioquímica*. **16**, 28-32.
4. Piña E. (2011) *Gaceta de la Facultad de Medicina UNAM*. **650**, 19-22.
5. Martínez F. (1998) *Mensaje bioquímico XXII* 303-314.
6. Calderón Salinas J. V. (2007) *Revista de Educación Bioquímica*. **26**, 31-39.
7. Ondarza R. N. (Editor) (1997) *Semblanzas. los fundadores de la Sociedad Mexicana de Bioquímica*. p 168.
8. Saldaña Balmori Y. (1997) *Boletín de Educación Bioquímica*. **16**, 12-16.
9. Saldaña de D.Y, Álvarez Ll. G. y Piña G. E. (1978) *Mensaje Bioquímico I*, VII-VIII
10. Martínez F (1998) *Mensaje Bioquímico XXII*, 303-314.
11. <http://biosensor.facmed.unam.mx/bioquimica-interactiva/>



**DRA. YOLANDA SALDAÑA  
BALMORI**

Nació el 5 de marzo de 1938 en Tula, Tamaulipas, estudió la carrera de Químico Farmacobiólogo en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Es Doctora en Química (Bioquímica) por la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. Profesor Asociado "C" de tiempo completo en el Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina de la UNAM con una antigüedad de 53 años.

Organizadora responsable de los primeros 15 Talleres de Actualización Bioquímica, Editora de los primeros 12 volúmenes de Mensaje Bioquímico, Coordinadora Editorial de los primeros 11 años del Boletín de Educación Bioquímica que actualmente se

llama Revista de Educación Bioquímica y es editora fundadora en funciones de la misma con 36 años de ejercicio.

En el campo de la docencia ha impartido 88 cursos anuales o semestrales en la licenciatura en el Departamento de Bioquímica atendiendo aproximadamente a 4,500 estudiantes, ha sido profesora del posgrado en las Facultades de Medicina y Odontología de la UNAM. Se ha desarrollado tanto en el campo de la investigación básica como en la educativa, en la primera trabajó en el metabolismo del colesterol y la purificación de una enzima (1964-1969) y posteriormente en la acción de algunos antiinflamatorios no esteroides sobre el daño ocasionado por los radicales libres debido al consumo de etanol (1988-2004); en investigación educativa es líder del proyecto de la evaluación del aprendizaje de los estudiantes de Bioquímica en la Facultad con base en los resultados de las evaluaciones institucionales.

Ha publicado 18 artículos internacionales con

comité editorial, 85 artículos en revistas científicas nacionales, 32 artículos de difusión científica, ha impartido 30 conferencias en diferentes foros científicos, presentado su trabajo en 55 congresos internacionales y en 87 nacionales, además de haber publicado 8 capítulos en libros de la especialidad. Ha dirigido tesis en licenciatura y es tutora calificada por la UNAM desde 1990. Tiene publicados 74 crucigramas científicos en la sección CRUCIBIOQ de la Revista de Educación Bioquímica de publicación trimestral. Ha recibido múltiples reconocimientos, entre otros el Premio Sor Juan Inés de la Cruz en 2012 otorgado por la UNAM, el Gobierno de Tamaulipas en 2005 le otorgó la Medalla al Mérito Luis García de Arellano, reconocimiento que se da al mejor tamaulipeco del año, ese mismo año se instituyó en Tula, Tamaulipas, su tierra natal, la “Medalla Yolanda Saldaña Balmori” que se entrega anualmente a los profesores de cualquier nivel que ese año cumplan 40 años de servicio, además ha recibido aproximadamente 10 reconocimientos de instituciones nacionales y extranjeras.

Anexo 1. Carátula del trabajo expuesto por el Dr. Hans Krebs, durante el "International Symposium Enzymatic Aspects of Metabolic Regulation".

### Role of the Redox State of Nicotinamide Adenine Dinucleotides in the Regulation of Metabolic Processes<sup>1,2</sup>

H. A. KREBS, *Medical Research Council Unit for Research in Cell Metabolism, Department of Biochemistry, University of Oxford, Oxford, England*

#### SUMMARY

The concentrations of the oxidized and reduced substrates of the lactate,  $\beta$ -hydroxybutyrate, and glutamate dehydrogenase systems were measured in rat liver that had been freeze-clamped as soon as possible after death. The substrates of these dehydrogenases are in near equilibrium with free NAD and NADH<sub>2</sub>, and the ratio of the concentrations of the free dinucleotides can therefore be calculated from the measured concentrations of the substrates and the equilibrium constants. The lactate dehydrogenase system reflects the NAD/NADH<sub>2</sub> ratio in the cytoplasm, whereas the  $\beta$ -hydroxybutyrate dehydrogenase and the glutamate dehydrogenase systems reflect this ratio in the mitochondrial cristae and matrix, respectively. The mean NAD/NADH<sub>2</sub> ratio, at pH 7.0, of rat liver cytoplasm was calculated to be 725 in well-fed rats, 528 in starved rats, and 208 in alloxan diabetic rats. The NAD/NADH<sub>2</sub> ratios for the mitochondrial matrix and cristae gave virtually identical values in the same metabolic state. This indicates that

$\beta$ -hydroxybutyrate and glutamate dehydrogenases share a common pool of dinucleotide. The mean NAD/NADH<sub>2</sub> ratio within the mitochondria of well-fed rat liver was about 8. It fell to about 5 in starvation and rose to about 10 in alloxan diabetes. The NAD/NADH<sub>2</sub> ratios of cytoplasm and mitochondria are thus greatly different and do not necessarily move in parallel when the metabolic state of the liver changes. The bearing of these findings on various problems, including the following, is discussed: the number of NAD-NADH<sub>2</sub> pools in liver cells; the applicability of the method used to tissues other than rat liver; the physiological significance of the differences of the redox states of mitochondria and cytoplasm; aspects of the regulation of the redox state in cell compartments; and the relations between the redox state of cell compartments and ketosis. Provisional data on the redox state of the NADP couple in rat liver are given. —*Nat Cancer Inst Monogr* 27: 331-343, 1967.

<sup>1</sup> Presented at the International Symposium on Enzymatic Aspects of Metabolic Regulation, Mexico City, Mexico, November 28 to December 1, 1966.

<sup>2</sup> For a full account see (1).

**Anexo 2. Algunos rostros del actual Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina, UNAM.** De izquierda a derecha, *Fila a:* Concepción Agundis Mata, Óscar Flores Herrera, María Isabel Velázquez López, Irene Patricia del Arenal Mena, Héctor Vázquez Meza, Federico Martínez Montes, Patricia Victoria Torres Durán, María Teresa Espinoza García. *Fila b:* Óscar Iván Luqueño Bocardo, Marco Antonio Juárez Oropeza, María Magdalena Vilchis Landeros, Alicia Ortega Aguilar, María del Rocío Álvarez Medina, Erika Gómez Chang. *Fila c:* Irma Romero Álvarez, Enrique Moreno, Jorge Guevara Fonseca, Alberto Guevara Flores, Gloria Hernández Alcántara, Ángel Alfonso Zarain Herzberg. *Fila d:* Ismael Bustos Jaimes, Mario L. Calcagno Montans, Laura Iliana Álvarez Añorve, Georgina Garza Ramos, Alejandro Fernández Velazco, Gabriela Rodríguez Rodríguez. *Fila e:* Alejandro Sosa Peinado, Cristina Castañeda Patlán, Leticia Haydeé Ramírez Silva, Martín González Andrade, Lenin David Ochoa de la Paz, Yolanda Saldaña Balmori. *Fila f:* Juan Luis Rendón Gómez, Sofía Nayeli Olvera Sánchez, Ricardo Lascurain Ledezma, Mercedes Esparza Perusquía, Martha Robles Flores, Juan C. Diaz Zagoya. *Fila g:* Édgar Zenteno Galindo, María del Carmen Jiménez Martínez, Felipe Vadillo Ortega, Yonathan Omar Gárfias Becerra, Mohamed Alí Pereyra Morales, Eda Patricia Tenorio Zumárraga. *Fila h:* Héctor Riveros Rosas, José de Jesús Martínez González, María Eugenia Torres Vázquez, Martha Zentella y Enrique Piña Garza. El Jefe de Departamento, Juan Pablo Pardo Vázquez se muestra en la Figura 9 y las Coordinadores de Enseñanza de Bioquímica, Deyamira Matus Mares y Rebeca E. Milán Chávez así como los Coordinadores de Enseñanza de Inmunología, Raúl Chávez Sánchez y Jesús Marvin Rivera Jiménez; se muestran en la Figura 10.

