



# BEB 85

## BOLETIN DE EDUCACION BIOQUIMICA

VOL.IV

NUM.3

SEPTIEMBRE 1985

### EDITORIAL

#### ¿HACIA DONDE VAMOS?

*La Bioquímica en la Ciudad de México, aunque se inició hace mucho tiempo partiendo de la labor de sembrador desarrollada por el español Juan Roca y continuada por sus seguidores, arrancó realmente en un plan productivo hace poco más de 25 años. Durante este tiempo, los grupos se han multiplicado y han alcanzado una solidez envidiable, especialmente en producción científica. Hay grupos que hacen investigación en bioquímica o en áreas afines a ella con alta calidad y repercusión internacional y reúnen toda una serie de criterios de calidad en cuanto a los grados académicos de los participantes, capacidad para generar conocimiento nuevo y difundirlo a nivel internacional con eficiencia, tanto en publicaciones como en participaciones en congresos y simposios; tienen la capacidad de formar personal académico de nivel doctoral tan bien preparado como el de casi cualquiera universidad del extranjero y también de promover, divulgar e impulsar sus propias actividades dentro del país, aumentando el tamaño de sus grupos.*

*Se ha logrado un trabajo serio y profesional, con pocos investigadores improductivos en los grupos que se han establecido, y podemos demostrar una alta producción al evaluar nuestro trabajo en términos del número de publicaciones, sobre todo en revistas internacionales. Aunque este criterio es evidentemente importante, sobre todo si puede ir acompañado de un número de citas importantes en el Citation Index, del reconocimiento por grupos de investigación en el extranjero o en el país además de una in-*

*teracción y una vida académica importantes, es necesario ser todavía más estrictos para establecer los criterios de calidad y aspirar a niveles cada vez más altos. Es necesario revisar tal vez nuestros viejos sistemas de hacer investigación en grupos pequeños y relativamente aislados. Todavía son pocos los problemas de mayor envergadura enfrentados por grupos, más que por investigadores aislados. Existe un número pequeño de investigadores para cada área y son numerosas aquellas en las cuales los grupos de trabajo que existen son pocos y reducidos. Es frecuente que nos enfrasquemos y mantengamos dentro de un mismo interés a través de años y años, sin pensar en llegar eventualmente con mayor o menor éxito a atacar las verdaderas fronteras del conocimiento. Tal vez hacia estos rumbos debiéramos dirigir, al menos parte de nuestros esfuerzos, con objeto de lograr perspectivas más amplias en nuestro trabajo.*

*Pero, por otro lado, hay dificultades para incidir en estas nuevas áreas del conocimiento o en sus fronteras, que se ofrecen enormes. En especial durante este año, los elementos salarios, presupuestos y en general los medios económicos necesarios para realizar nuestro trabajo se ven reducidos en forma alarmante; las mismas cifras absolutas del año anterior son en realidad la mitad del presupuesto para realizar ahora nuestras labores. Se han cerrado en forma drástica las posibilidades de recibir a investigadores jóvenes, no tanto por las plazas que faltan para ellos y sus posibles ayudantes, sino más bien en cuanto a la posibilidad de equipar los laboratorios o hasta de contar con ellos. A esto debemos sumarle lo que más que falta de facilidades, parece un bloqueo terrible que impide que obtengamos en forma ágil nuestros equipos, reactivos, materiales, refacciones, revistas, libros, etc. Aun en los lugares en donde se cuenta con un presupuesto más o menos aceptable, el investigador se enfrenta a esa enorme muralla burocrática interna y externa que impide el ejercicio ágil*

# COMITE EDITORIAL

**GUILLERMO ALVAREZ LLERA**  
Facultad de Medicina  
Universidad Nacional Autónoma de México

**ALFONSO CARABEZ TREJO**  
Instituto de Fisiología Celular  
Universidad Nacional Autónoma de México

**GUILLERMO CARVAJAL**  
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas  
Instituto Politécnico Nacional

**ALBERTO HAMABATA**  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados  
Instituto Politécnico Nacional

**JOSE ANTONIO HOLGUIN HUESO**  
Instituto Nacional de Cardiología  
"Dr. Ignacio Chávez"

**JESUS MANUEL LEON CAZARES**  
Instituto de Fisiología Celular  
Universidad Nacional Autónoma de México

**ENRIQUE PIÑA GARZA**  
Facultad de Medicina  
Universidad Nacional Autónoma de México

**SERGIO SANCHEZ ESQUIVEL**  
Instituto de Investigaciones Biomédicas  
Universidad Nacional Autónoma de México

**COORDINADOR EDITORIAL**  
**YOLANDA SALDAÑA DE DELGADILLO**  
Facultad de Medicina  
Universidad Nacional Autónoma de México

**CORRESPONSALES**  
Serafin Aguado (Morelia, Mich.), Ma. Dolores Alvarez Bruneliere (León, Gto.), Humberto Avila Rodriguez (Durango, Dgo.), Alberto Boveris (Buenos Aires, Argentina), Carlos Corredor (Cali, Colombia), Alfredo Delgado (Monterrey, N.L.), Manuel Escobar L. (Zacatecas, Zac), Jesús R. Garcilaso (Hermosillo, Son.), Ma. Cristina González de Mac Swiney (Mérida, Yuc.), Ma. Guadalupe Oliva Ruiz (Tampico, Tamps.), Ma. Guadalupe Puga (Querétaro, Qro.), Héctor Reyes Leal (Ciudad Juárez, Chih.), José Alberto Rivera Brechu (México, D.F.), Jesús M. Rodríguez (San Luis Potosí, S.L.P.), Alba Marina Valdez de García (Guatemala, Guatemala, C.A.), Manuel Vázquez T. (Santo Domingo, República Dominicana).



**FACULTAD DE MEDICINA, U.N.A.M.**

**DR. FERNANDO CANO VALLE**  
Director

**DR. ULISES AGUILAR BATURONI**  
Secretario General

**C.P. EDUARDO MUÑOZ GONZALEZ**  
Secretario Administrativo

# INDICE

**BEB 85 Vol. IV, Núm. 3 septiembre 1985**

## EDITORIAL

¿Hacia donde vamos? Antonio Peña Díaz.....65

## ARTICULOS

Análisis descriptivo de las primeras doce reuniones anuales, bianuales y nacionales de la Sociedad Mexicana de Bioquímica. Enrique Piña Garza.....67

Avances en el estudio de la regulación metabólica del glucógeno. Rafael Villalobos Molina, Rolando Hernández Muñoz y Jorge Suárez Munguía.....81

Condensación *in vitro* e *in vivo* del ácido desoxirribonucleico. Ma. Isabel Baeza R. y Carlos Wong R.....86

## OTRAS COMUNICACIONES

Propuestas para la designación del Dr. José Laguna García como profesor Emérito de la UNAM...94

## INDICES DE REVISTAS .....95

Instrucciones para los colaboradores del Boletín de Educación Bioquímica.....96



**CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA,**

**DR. HECTOR MAYAGOITIA DOMINGUEZ**  
Director General

**DR. GONZALO HALFFTER**  
Director Adjunto de Desarrollo Científico

**DONATIVO PCSACNA-430640**

**BOLETIN DE EDUCACION BIOQUIMICA (BEB) es una publicación trimestral editada por el Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. Registro en Trámite. Correspondencia: Y. Saldaña de Delgadillo. Departamento de Bioquímica. Facultad de Medicina UNAM. Apdo. Postal 70159. Delegación Coyoacán. 04510 México, D.F.**

*del presupuesto y la obtención rápida de los bienes de consumo*

*De esta manera, se plantean en especial en esta época de crisis dos obligaciones esenciales, una de ellas es que periódicamente revisemos nuestros objetivos y rumbos, con objeto de ofrecer una investigación cada vez más ambiciosa. Pero es necesario que, para que esta investigación se realice y podamos mejorarla, no desperdiciemos nuestro esfuerzo como sucede a menudo, en el diseño de sistemas para adquirir nuestros medios de trabajo. Estos deberían ser proporcionados por las estructuras administrativas, de manera que los investigadores contaran real-*

*mente con presupuestos suficientes y opciones reales y ágiles para obtener los medios para su trabajo. Aunque esto se menciona por todas partes, nunca será demasiado insistir en que, para que exista una investigación científica sólida en nuestro país, es muy importante que se conciba toda la estructura administrativa, llegando hasta las disposiciones y organizaciones aduanales como apoyo y no como mecanismos de control o en ocasiones de bloqueo para la investigación científica*

*Dr. Antonio Peña Díaz.  
Instituto de Fisiología Celular, U.N.A.M.*

El editorial al número anterior del BEB, con el título **Bioquímica y Sociedad**, fue una invitación a nuestros lectores para que nos enviaran artículos y datos en la interfaSe entre la bioquímica y la sociedad. El artículo que sigue, escrito a principio de 1980, se encuentra en dicho espacio.

## **ANALISIS DESCRIPTIVO DE LAS PRIMERAS DOCE REUNIONES ANUALES, BIANUALES Y NACIONALES DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE BIOQUIMICA**

Enrique Piña Garza, Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, UNAM. Apartado Postal 70159, 04510 México, D.F.

### **PROLOGO**

“No hay manera de que el universitario actúe auténticamente —y autenticidad quiere decir honestidad— si la Uni-

*El hombre que desee contemplar la verdad tiene que establecer la paz en su interior. Su espíritu ha de ser como el agua tranquila de un lago. No obstante, las actividades afectivas son indispensables al progreso de la inteligencia.*

*Alexis Carrel*

versidad se desentiende de las condiciones actuales de México y si no prevee los cambios que traerá el futuro” (1).

El trabajo que aquí se ofrece trata de servir de base para, junto con otros trabajos y esfuerzos, planear una actividad

académica de servicio a la colectividad, que por su propia naturaleza rebasa los límites de la Universidad: la bioquímica. El análisis de lo que es y lo que ha sido la bioquímica en México es parte del bagaje útil en la futura planeación.

Los orígenes de la bioquímica en el país, las condiciones para su desarrollo, los eventos académicos o políticos que la han limitado o favorecido, las instituciones que la han cobijado y prohijado y además lo que han sido los bioquímicos mexicanos en la vida científica, académica y social del país. Todo ello será de utilidad —tal como la Historia nos lo indica con frecuencia— para conocernos mejor como hombres, como bioquímicos y científicos en México, y en base a ello plantear las acciones concretas que nos permitan alcanzar las metas que el mismo grupo de bioquímicos, al interactuar con otros grupos sociales, determine como las adecuadas para nuestra sociedad mexicana en los albores del siglo XXI. En este trabajo se analiza una actividad grupal de los bioquímicos y en el prólogo se intenta dar un marco de referencia sobre los inicios de la bioquímica en México y sobre el papel de los bioquímicos en los orígenes y evolución de su profesión.

Entre los precursores más connotados de la bioquímica en México, previo a esta centuria, está Don Leopoldo Río de la Loza, uno de los ilustres Directores de la Escuela Nacional de Medicina. Así desde sus primeras etapas la bioquímica en nuestro país estuvo asociada a la Medicina. Según Fernández del Castillo (2) en 1903 aparece en los planes de estudio una materia con el nombre de Química Médica o Biológica explicada así: “la Química Médica estudia las alteraciones de estos líquidos y prepara convenientemente a los estudios médicos”. Del programa para el primer curso de Química Biológica, en 1905, copiamos lo siguiente: “Conceptos de Química Biológica, en su papel y valor en la Medicina. Estudio coordinado y encadenado a los cuerpos que existen en el organismo humano normal y patológico. Estudio químico de los tejidos, órganos y humores de la economía. Estudio de la respiración, de la digestión y de la secreción urinaria. Explicación de los fenómenos químicos que se verifican en el organismo”. Para 1912 se vuelve a llamar Química Médica y en los años de 1933 y 1934, gracias a una reforma acaudillada por el Dr. Ignacio Chávez, se hicieron en la Escuela de Medicina laboratorios dedicados a la investigación, otros dedicados a la enseñanza a cargo del químico español Juan Roca, y se funda el Departamento que en la actualidad ostenta el nombre de Bioquímica. Pero es hasta 1956-1957 cuando se cuenta, en las nuevas instalaciones de la Escuela de Medicina en la Ciudad Universitaria, con un grupo de profesionales de la bioquímica quienes “de tiempo completo” se dedican a la enseñanza y a la investigación. En aquel entonces se nombra jefe del Departamento al Dr. José Laguna García.

Paralelamente ocurre un desarrollo de los hospitales en

la Ciudad de México. Se considera al Hospital General de la Ciudad de México, fundado en 1905, como el precursor de los otros Hospitales que en la primera mitad de este siglo iniciaron sus actividades. El de Enfermedades de la Nutrición dirigido por el Dr. Salvador Zubirán, con profundas inquietudes en la bioquímica, donde inicia sus trabajos en el campo el Dr. José Laguna, ahí se establece en 1956 un gran Departamento de Bioquímica con un grupo dedicado a la investigación y docencia, cuyo primer jefe fue el Dr. Guillermo Soberón. El Instituto de Cardiología, creado por el Dr. Ignacio Chávez, que en la segunda mitad de la década de los cincuenta tuvo un edificio dedicado a la investigación básica, con un Departamento de Bioquímica con otro grupo importante dedicado a la investigación del área, encabezado por el Dr. Edmundo Calva Cuadrilla, al que sumó esfuerzos el Dr. Mario García Hernández. El Hospital Infantil, bajo la dirección del Dr. Gómez Mont, en el cual los doctores Jesús Kumate Rodríguez, Silvestre Frenk y Joaquín Cravioto Muñoz fueron dignos representantes de la bioquímica.

Parecen más bien esfuerzos individuales los de algunos egresados, alrededor de 1950, de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, para adquirir experiencia y dedicarse totalmente a la bioquímica, entre ellos destacan los doctores Jesús Guzmán García, Guillermo Massieu Helguera, Guillermo Carvajal Sandoval, Mario García Hernández y Carlos del Río Estrada.

Como una consecuencia de la evolución y maduración, surge en 1957 la Sociedad Mexicana de Bioquímica (SMiB). Los seis bioquímicos de los 3 hospitales mencionados en el párrafo anterior, junto con los cinco de “tiempo completo” de la Facultad de Medicina, (J. Laguna, J. Guzmán, Raúl Ondarza Vidaurreta y C. del Río en el Departamento de Bioquímica y Efraín Pardo Codina en el Departamento de Farmacología), fueron el núcleo base al cual se sumaron 4 individuos más: de la Universidad Nacional Autónoma de México, Barbarín Arreguín Lozano en el Instituto de Química y G. Massieu en el Instituto de Biología; G. Carvajal en la Escuela de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional y Edmundo Téllez-Girón en el Departamento de Bioquímica de la Escuela de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. También resulta interesante que en la época de su iniciación, de los 15 miembros fundadores de la SMB, todos participaban en la docencia, 13 en una Escuela de Medicina, de los cuales 10 en la Escuela Nacional de Medicina de la UNAM y 8 de los 15 tenían como título profesional el de Médico Cirujano. Tomando como conjunto podría decirse que fueron más bien de médicos las primeras voces mexicanas que buscan una participación de la química en la medicina. Lo cual además se antoja lógico. El desarrollo que en sí había adquirido la bioquímica propiciaba que su estudio condujera a un mejor ejercicio de la medicina. Se facilitaría la comprensión de “la normalidad” en compara-

ción con "la anormalidad"; se hacía posible vislumbrar como definición de anormalidad, la pérdida de la regulación a nivel molecular. Por otra parte, también el estudio de la bioquímica, facilitaría la comprensión del mecanismo de acción de los agentes terapéuticos con la intención de proporcionarlos para restablecer la regulación molecular alterada. La correcta interpretación de los resultados de los análisis de los laboratorios clínicos se facilitaría y alcanzaría su justo nivel de apoyo, gracias al estudio razonado de la bioquímica.

Con anterioridad, el Dr. José Laguna (3) ha mencionado la asociación entre la medicina y la investigación biomédica básica, incluida la bioquímica. Visto como una conclusión obvia, hubo un mutuo beneficio; el ejercicio de la medicina elevó su nivel científico al estudiar las ciencias básicas, contada aquí la bioquímica y la bioquímica, como actividad de un grupo humano, dio sus pasos iniciales amparada por el ejercicio de la medicina. Ejercicio no sólo aceptado sino demandado por la sociedad, mexicana en este caso.

Vale la pena destacar, aparte de los ya mencionados—desarrollo de la bioquímica como ciencia independiente, "masa crítica" de bioquímicos mexicanos coincidentes en el tiempo y en el espacio, amparo de la bioquímica en la medicina— otros factores influyentes en el desarrollo de las ciencias biomédicas básicas, inclusive la bioquímica. El desarrollo, a veces penoso pero siempre progresivo, de los grandes centros de enseñanza en el país, ha tenido una importante repercusión en el progreso de la bioquímica nacional. Hubo de disponerse de una enorme infraestructura (espacio, equipo, biblioteca especializada, bioterio, talleres, servicios, etc.) y de sueldos decorosos para una actividad exclusiva, todo ello respaldado por elevados recursos económicos. Situación imposible de darse en México durante su Revolución o en las primeras épocas en que ésta terminó. Nótese además que si se pretende apoyar el crecimiento de la bioquímica o de ciencias afines, en las Universidades de provincia, uno de los factores a considerar es el económico, la elevada inversión tanto en sueldos como en infraestructura.

El papel de los líderes, de los conductores de grupo, también es determinante y comprende muchos niveles. Desde el Presidente de la República hasta los jefes de los laboratorios. Así, el presidente López Mateos crea, por decreto, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; o sea, dedica una cantidad extra de recursos económicos del Estado para un centro donde se favorezca el desarrollo de la ciencia. La creación por decreto presidencial de este tipo de centros origina una transitoria desestabilización de otros sitios semejantes de trabajo, ya que bruscamente se amplía el mercado de trabajo sin haberse formado previamente los recursos humanos para satisfacerlos. A lo largo de los años sin duda el efecto es benéfico, pero para el futuro tal vez fuera

conveniente favorecer la formación de recursos humanos de acuerdo con las necesidades y después organizar la formación de centros de excelencia para la investigación y la docencia.

Otra participación importante del Presidente de la República, en unión con sus colaboradores, muy particularmente el director del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) es la definición de los recursos dedicados a la investigación. Los presupuestos crecientes de las Universidades y del CONACYT reflejan el interés de las máximas autoridades del país hacia la ciencia, pero los recursos reales, por desgracia, aún resultan insuficientes.

Los "planes" y más recientes "programas" nacionales de ciencia y tecnología del CONACYT han venido a convertirse en una lista de proyectos pero no se ven acciones coordinadas dentro de un plan magistral. Por otro lado el arribo de bioquímicos a altos puestos directivos en las instituciones educativas del país incuestionablemente ha favorecido el crecimiento de la bioquímica, estimulando a grupos o a áreas de la misma. Para nombrar sólo los ejemplos sobresalientes tenemos al Dr. Guillermo Massieu, al Dr. Guillermo Soberón y al Dr. José Laguna. No son los únicos casos y éstos parecen haberse multiplicado: Coordinadores de investigación en las universidades, directores de centros, institutos y escuelas, etc. Da la impresión de que casi cualquier bioquímico, como parte de su deuda social, ha de contribuir en la administración pública de los centros de educación superior del país.

Pero la obligación de convencer a la sociedad para invertir más recursos en la bioquímica no es privativa de los bioquímicos enrolados en la administración. Es una obligación de todos y cada uno de los bioquímicos convencidos de nuestra actividad. Nuestro ejemplo cotidiano deberá servir para atraer jóvenes ambiciosos hacia esta actividad y no dudemos que la mejor manera de garantizar una mayor inversión hacia la bioquímica es efectuar una buena investigación que coadyuve a la solución de problemas, de preferencia de interés para el país.

Las referencias que siguen incluyen trabajos sobre la historia de algunos aspectos de la bioquímica o de los bioquímicos:

Guillermo Soberón. Dedicatoria del libro *Ensayos Bioquímicos*; editor Guillermo Soberón. La Prensa Médica Mexicana. México, D.F. 1969.

José Laguna. *Principios y desarrollo de la Bioquímica en México*; editores Jaime Mora, Sergio Estrada-O. y Jaime Martuscelli. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 1974. p.p. 1-23.

Mario Castañeda. Una carrera de investigación biomédica, en *Los Perfiles de la Bioquímica en México*; editores Jaime Mora, Sergio Estrada-O y Jaime Martuscelli.

- Universidad Nacional de México. México, 1974. p.p. 515-527.
- Jaime Mora Celis. Semblanza del Dr. Guillermo Soberón, en Homenaje de la Sociedad Mexicana de Bioquímica al Dr. Guillermo Soberón Acevedo con motivo del XXV aniversario de su recepción profesional. Sociedad Mexicana de Bioquímica. México, 1974. p.p 15-23.
- Guillermo Soberón. Palabras pronunciadas en la ceremonia que organizó la Sociedad Mexicana de Bioquímica en su honor, en Homenaje de la Sociedad Mexicana de Bioquímica al Dr. Guillermo Soberón Acevedo con motivo del XXV aniversario de su recepción profesional. Sociedad Mexicana de Bioquímica. México, 1974. p.p. 27-32.
- Jorge Soria Díaz Infante. La enseñanza de la bioquímica en la carrera de medicina. *Rev. Fac. Med. Mex.* 18: 2 y 3; 1975.
- Guillermo Soberón. Prefacio, en *Temas Bioquímicos de Actualidad*; editores E. Piña, A. Peña, V. Chagoya de Sánchez y J. Martuscelli. Universidad Nacional Autónoma de México 1978. p.p. VII y VIII.
- José Laguna. Perspectiva de la Investigación Biomédica en México, en *Temas Bioquímicos de Actualidad*, editores E. Piña, A. Peña, V. Chagoya de Sánchez y J. Martuscelli. Universidad Nacional Autónoma de México. 1978. p.p. 1-5.
- Mario Castañeda y Silvia Galván. La carrera de investigación biomédica básica. El trabajo de parto, en *Temas Bioquímicos de Actualidad*; editores E. Piña, A. Peña, V. Chagoya de Sánchez y J. Martuscelli. Universidad Nacional Autónoma de México. 1978. p.p. 383-403.
- Yolanda Saldaña de Delgadillo. Historia de los Talleres de Actualización Bioquímica, en *Mensaje Bioquímico I*: editores Y. Saldaña de Delgadillo; G. Alvarez y E. Piña. Departamento de Bioquímica Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. 1978. p.p. 1-10.
- Francisco Fernández del Castillo. Breves notas sobre el Departamento de Bioquímica, en *Mensaje Bioquímico II*; editores Y. Saldaña de Delgadillo, F. Fernández Gavarrón y J.C. Díaz Zagoya. Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina. Universidad Nacional Autónoma de México. 1979. p.p. IX-XI.
- Enrique Piña. Apuntes para la historia de la bioquímica en México, en *Mensaje Bioquímico II*: editores Y. Saldaña de Delgadillo, F. Fernández Gavarrón y J.C. Díaz de Zagoya. Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina. Universidad Nacional Autónoma de México. 1979. p.p. XIII-XXV.
- Magdalena Carrillo Santín, Guillermo Alvarez LI., Federico Fernández Gavarrón, Enrique Piña G., Yolanda Saldaña de Delgadillo y Marta Zentella de Piña. Objetivos del Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina de la U.N.A.M., *Rev. Fac. Med. México*, 22:25-29, 1979.
- Jaime Martuscelli. Semblanza del Dr. Guillermo Soberón. *Ciencia y Desarrollo* 34: 21-25, 1980.
- Rafael Palacios. Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno. *Ciencia y Desarrollo* 34: 63-70, 1980.
- Raúl Carvajal y Larissa Lomnits. El desarrollo científico en México ¿es posible multiplicarlo con los mismos recursos? *Ciencia y Desarrollo* 37: 90-98, 1981.
- Jorge Cerbón. *Biochemistry in Mexico. Trends in Biochemical Sciences* 6: III y IV. 1981.
- Mario Castañeda, Jaime Martuscelli, Jaime Mora y José Negrete. Crisis de la identidad en la ciencia. *Deslinde*, tomo IV, número 65, U.N.A.M., 1975.
- Luis Cañedo y Luis Estrada. Compiladores de "La Ciencia en México". Fondo de Cultura Económica. México 1976.

## INTRODUCCION

La ciencia es una actividad creadora cuyo objetivo es la comprensión de la Naturaleza y cuyo producto es el conocimiento (4). La obtención de dicho producto representa la razón de ser de la vida profesional del investigador y como lo dicta la naturaleza social del hombre, la lógica y la costumbre, tratará jubilosamente de comunicar su inédito conocimiento a la mayor brevedad y al máximo número de individuos. Las comunicaciones científicas se orientan de ordinario hacia 2 canales complementarios: la publicación en una revista especializada y la información verbal en un congreso del tema que cultiva el investigador, donde su conocimiento pueda ser justamente comprendido y evaluado.

El inciso b del artículo segundo de los estatutos de la Sociedad Mexicana de Bioquímica, A.C. dice: "Conocer las actividades científicas de los miembros de la sociedad". La Sociedad Mexicana de Bioquímica (SMB) se fundó en 1957 por 15 investigadores interesados en la biología experimental. Desde 1962 (5) ha organizado reuniones periódicas, tipo congreso, en las cuales un buen número de sus miembros presenta a la comunidad el producto logrado en su actividad creadora.

En el presente trabajo se ofrece un análisis descriptivo de las reuniones, tipo congreso, de la SMB habidas desde

1962 hasta 1978. El análisis de dichas actividades es un camino para abordar el estudio del desarrollo de la bioquímica en el país. Como una muestra de la utilidad de este camino se ofrece una comparación entre los datos recogidos en la reunión de 1980 con las predicciones de dichos datos de acuerdo al análisis efectuado. Es clara la imposibilidad de adquirir un panorama completo de la bioquímica en México al efectuar el estudio, producto de la comunicación; tal aspiración podrá lograrse al sumar a este estudio otros sobre las publicaciones de los bioquímicos mexicanos y los índices de citación de tales publicaciones, a la manera del efectuado para el total de la investigación biomédica en México (6).

El material bibliográfico fundamental para el estudio lo integran los folletos preparados para cada reunión por la mesa directiva en turno de la SMB y en algunos casos de otras sociedades científicas mexicanas, así como un par de Memorias editadas por el presidente en funciones de la SMB al cumplirse 2 y 4 lustros de fundación de la sociedad (5 y 7). El trabajo se presenta en 4 partes. En la primera se anotan algunos antecedentes que se considera influyeron o influyen en la situación actual de la SMB; en la segunda parte se analizan las reuniones propiamente dichas; en la tercera parte se efectúan algunas comparaciones con las reuniones de sociedades científicas similares a

#### CUADRO 1

##### EVENTOS ASOCIADOS A LAS REUNIONES DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE BIOQUIMICA\*

Año	Evento
1903	Por primera vez aparece en los planes de estudio de la Escuela de Medicina una materia con el nombre de Química Médica o Biológica.
1903	Escuela de Medicina, cátedras de Química destinadas a futuros farmacéuticos.
1906	Profesor de ejercicios prácticos de Química Biológica con un sueldo de \$3.30 al día.
	Preparador de la cátedra de ejercicios prácticos de Análisis de Química Biológica con sueldo de \$2.20 al día.

\* Tomado de F. Fernández del Castillo (referencia 2).

#### CUADRO 2

##### INSTITUCIONES MEDICAS EN MEXICO

Institución	Inicio de actividades
Hospital General de la Ciudad de México	1905
Departamento de Salud Pública	1938
Secretaría de Asistencia Pública	1938
Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales	1939
Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública	1943
Ley del Seguro Social	1943
Hospital Infantil de México	1943
Instituto Nacional de Cardiología	1944
Instituto Nacional de Nutrición	1946
Unidad de Investigación, Centro Médico Nacional, IMSS	1967

las de bioquímica; en la última parte se ofrecen conclusiones y proposiciones basadas en los datos contenidos en las partes anteriores del escrito.

#### ANTECEDENTES

Se incluyen en los cuadros numerados del 1 al 5. El cuadro 1 informa sobre los intentos iniciales para ofrecer a los alumnos de la Universidad la Química Médica o Biológica como materia independiente, dentro de los planes de la entonces Escuela de Medicina. En el cuadro 2 aparecen las fechas de fundación de instituciones médicas en México, de acuerdo a Kumate y cols. (8), si bien para la fecha de inicio de actividades del Hospital General de la Ciudad de México se ha preferido la fecha señalada por Martínez Cortés (9). La estrecha relación en México entre los inicios de la investigación biomédica básica con la medicina y los hospitales (cuadros 1 y 2) la han destacado previamente Martínez Palomo y Aréchiga (6).

Los cuadros 3 y 4 se refieren a los centros educativos de la Ciudad de México de alguna manera relacionados con

#### CUADRO 3

##### FUNDACION DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS LIGADAS AL DESARROLLO DE LA BIOQUIMICA EN MEXICO

Año	Institución
1929	Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
1934	Departamento de Química Médica, Química Biológica, Bioquímica, Escuela Nacional de Medicina, UNAM.
1937	Instituto Politécnico Nacional, (IPN).
1938	Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, (IPN).
1945	Instituto de Investigaciones Biomédicas (nombre actual), UNAM.
1961	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, (CINVESTAV), IPN.
1965	División de Estudios de Posgrado, Facultad de Química, UNAM.
1974	Universidad Autónoma Metropolitana, (UAM).
1979	Centro de Investigación en Fisiología Celular, UNAM.
1979	Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno, UNAM.

#### CUADRO 4

##### CURSOS DE POSGRADO EN BIOQUIMICA Y AREAS AFINES

Fecha de aprobación	Sede	Graduados (hasta junio 1980)	
		Maestría aproximadamente	Doctorado
1959	Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN.		25
1961	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, CINVESTAV, IPN*		
	(total de las 4 áreas siguientes)	89	36
	1964 Bioquímica	47	23
	1971 Biología Molecular	11	5
	1973 Biología celular	25	6
	1977 Neurociencias	6	2
1969	Facultad de Química, UNAM	32	17
1973	Facultad de Medicina, UNAM	3	2
1974	Instituto de Investigaciones Biomédicas, (maestría), UNAM	8	—
1977	Instituto de Investigaciones Biomédicas, (doctorado), UNAM	—	1
TOTAL	(de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 15 graduados se incluyeron en Maestría y 10 en Doctorado)	147	66

\* hasta octubre 1980; comunicación personal M. García-Hernández, secretario académico del CINVESTAV, IPN.

la bioquímica, así como los cursos de posgrado que ofrecen. Los organismos del Estado equiparables al actual CONACYT se enlistan en el cuadro 5.

## ANÁLISIS DE LAS REUNIONES

De las reuniones de la SMB es factible recopilar información sobre: las reuniones en sí (sitio, duración, etc.), las comunicaciones enviadas, las conferencias y los simposia

CUADRO 5

ORGANISMOS DEL ESTADO PRECURSORES DEL CONACYT	
Año de fundación	Nombre
1935	Consejo Nacional de Educación Superior y de la Investigación Científica.
1942	Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica.
1950	Instituto Nacional de la Investigación Científica.
1961	Reformación del mismo.
1970	Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT)

CUADRO 6

REUNIONES ANUALES DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE BIOQUÍMICA\*  
(todas efectuadas en la Ciudad de México).

Año	Número progresivo de reunión	Sitio	Días de reunión
1962	1a	Facultad de Medicina, UNAM	1
1963	2a	Unidad de Congresos del Centro Médico Nacional, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).	1
1963	3a* *	Unidad de Congresos del Centro Médico Nacional, IMSS	1
1965	4a	Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados	1

\* Tomado de la referencia 5.

\*\* Celebrada con el Sexto Congreso Panamericano de Farmacia y Bioquímica.

y la participación de los ponentes, en particular los socios de la sociedad.

La lista de las reuniones aparecen en los cuadros 6, 7 y 8. Como se desprende de dichos cuadros las reuniones iniciales sucedieron en la Ciudad de México, pero desde 1968 se ha preferido la provincia. Las reuniones de 1963 y 1967 coincidieron con Congresos Panamericanos o Latinoame-

CUADRO 7

REUNIONES CONJUNTAS CON EL CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS FISIOLÓGICAS\*

Año	Número asignado al Congreso de Ciencias Fisiológicas	Sitio	Días de reunión	Número de sesiones
1966	IX	Veracruz, Ver.	3	7
1967	X**	México, D.F.	4	7
1968	XI	Oaxaca, Oax.	3	3
1969	XII	Querétaro, Qro.	4	5
1970	XIII	Morelia, Mich.	5	7

Sociedad Mexicana de Bioquímica. Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas. Sociedad Mexicana de Farmacología. Noveno Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. 19 a 21 de mayo de 1966. Instituto de Investigaciones Médico-biológicas, Universidad Veracruzana. Programa general y extracto de las comunicaciones. Veracruz, Ver., México, 1966.

Sociedad Mexicana de Bioquímica. Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas. Sociedad Mexicana de Farmacología. Sociedad de Fisiología. Walter B. Cannon. VIII Congreso de la Asociación Latinoamericana y X Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas 11-15 de agosto de 1967. Instituto Politécnico Nacional. Universidad Nacional Autónoma de México. Programa general y extractos de las comunicaciones. México, D.F., 1967.

\* Tomado de: Sociedad Mexicana de Bioquímica. Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas. Sociedad Mexicana de Farmacología. XI Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas, 15 a 17 de agosto de 1968. Oaxaca, Oax. Programa general, extractos de las comunicaciones. Facultad de Medicina de la Universidad "Benito Juárez." Oaxaca, Oax., México, 1968.

Sociedad Mexicana de Bioquímica. Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas. Asociación Mexicana de Farmacología. XII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. Programa general, extractos de las comunicaciones. 29 de octubre a 2 de noviembre de 1969. Querétaro, Qro., México, 1969.

Sociedad Mexicana de Bioquímica. Sociedad Mexicana de Farmacología. XIII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. 27 a 31 de agosto de 1970. Programa general, resúmenes de las comunicaciones. Escuela de Medicina, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich., México, 1970.

\*\* Celebrada con el VIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Fisiológicas.

CUADRO 8

REUNIONES BIANUALES DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE BIOQUÍMICA\*

Año	Número asignado a la reunión	Nombre de la reunión	Sitio	Días de reunión	Número de sesiones
1972	IX	Anual	Guanajuato, Gto	4	16
1974	X	Nacional	Mérida, Yuc.	5	19
1976	XI	Nacional	Mazatlán, Sin.	5	19
1978	XII	Nacional	San Luis Potosí, S.L.P.	5	26
1980	XIII	Nacional	Aguascalientes, Ags.	4*	23**

\* Tomado de: Sociedad Mexicana de Bioquímica, A.C. IX Reunión Anual. Noviembre 1-4, 1972. Hotel Real de Mina. Guanajuato, Gto. México, 1972.

Sociedad Mexicana de Bioquímica, A.C. X Reunión Nacional. Noviembre 17-21, 1974. Hotel Montejó Palace. Mérida, Yucatán, México 1974.

Sociedad Mexicana de Bioquímica, A.C. XI Reunión Nacional. Octubre 31-Noviembre 4, 1976. Hotel Playa Mazatlán. Mazatlán, Sinaloa, México 1976.

Sociedad Mexicana de Bioquímica. XII Reunión Nacional. Octubre 29-Noviembre 2, 1978. Escuela de Medicina U.A.S.L.P. San Luis Potosí. México, 1978.

Sociedad Mexicana de Bioquímica. XIII Reunión Nacional. Noviembre 18-22, 1980., Universidad Autónoma de Aguascalientes, Ags., México, 1980.

\*\* El número calculado de sesiones para 1980 fue de 28 de acuerdo con los datos de 1962 a 1978 donde se obtuvo una correlación lineal  $r = 0.93$ .

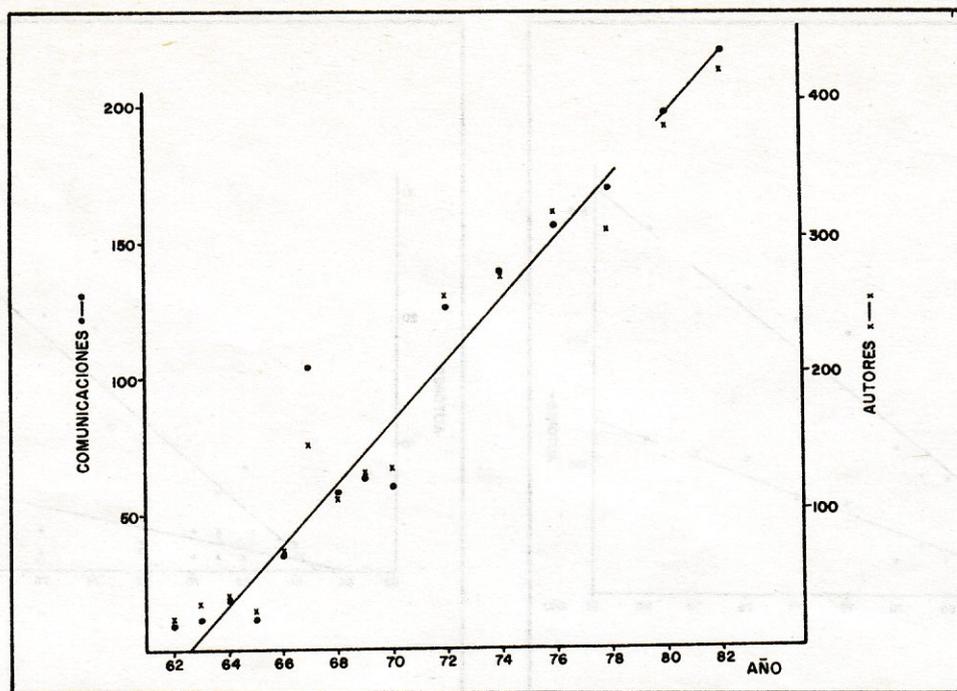


Figura 1. Correlación entre el número de comunicaciones y el número de autores de dichas comunicaciones, presentadas en las reuniones de la Sociedad Mexicana de Bioquímica. Valor de  $r$ ; para autores = 0.973; para comunicaciones = 0.978. Los valores para 1980 y 1982 fueron calculados en base a los datos previos.

ricanos y los datos recogidos de tales reuniones se disparan de la tendencia general mostrada en los congresos nacionales. Resulta curioso contrastar que a pesar de haberse efectuado 14 reuniones hasta 1980 inclusive, el número asignado para la reunión de 1980 fue el XIII.

En un congreso la actividad consumidora de más tiempo y la demandante de participación activa por el mayor número de participantes es el de las comunicaciones libres. El número de comunicaciones y de autores de tales comunicaciones, presentadas en las reuniones de la SMB, indica un aumento progresivo en función del tiempo, en ambos casos con coeficientes de correlación impresionantemente buenos (fig. 1). En base a los datos desde 1962 hasta 1978, se calculó para 1980 y 1982 el envío de 195 y 218 comunicaciones por 380 y 422 autores, respectivamente; los números reales para 1980 fueron 184 comunicaciones y 351 autores. Por el tipo de datos resultantes en la figura 1 se comparó el número de comunicaciones con el número de autores participantes en las reuniones de la SMB desde 1962 hasta 1978 (fig. 2), de donde resulta que cada comunicación es presentada por un promedio de 1.94 autores. El dato real obtenido para 1980 se ajusta a la perfección en la curva en la figura 2 a la cual se le han sobrepuesto los datos de reuniones similares a las de la SMB pero tenidas por la Sociedad Química de México y la Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas. El número de autores de una o dos comunicaciones a las reuniones de la SMB aparecen en la figura 3 y el número de autores de más de 2 comunicaciones, está en la figura 4; las cifras de 1980 y

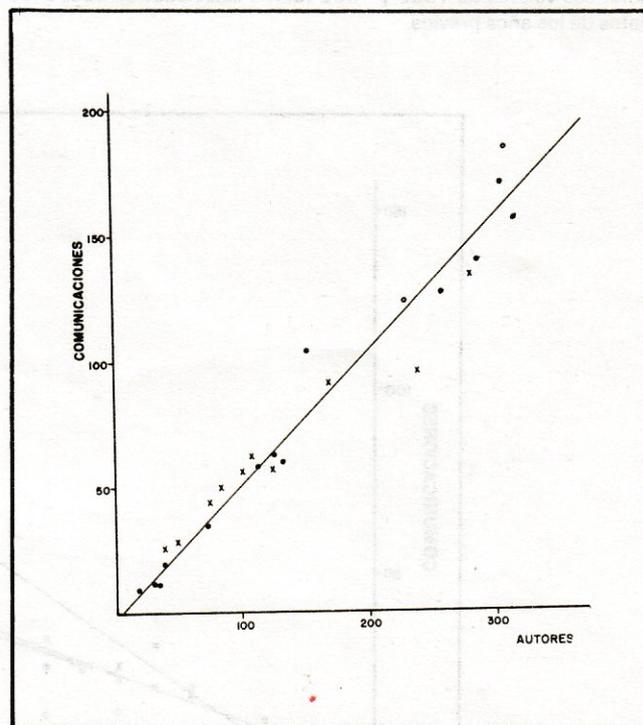


Figura 2. Correlación entre el número de comunicaciones y el número de autores de dichas comunicaciones, en las reuniones analizadas en este trabajo, pertenecientes a 3 sociedades científicas mexicanas: Sociedad Mexicana de Bioquímica (•) Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas (x) y Sociedad Química de México (o). Con los datos de la Sociedad Mexicana de Bioquímica se obtuvo un valor de  $r = 0.98$ .

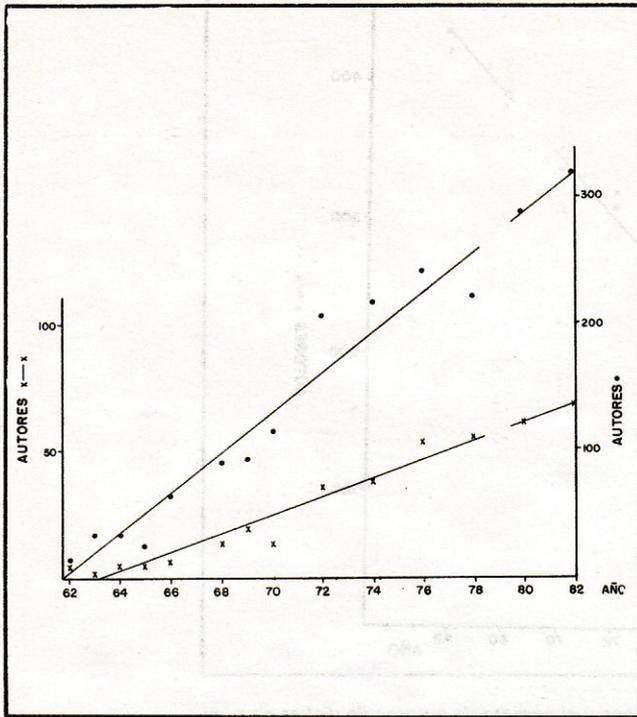


Figura 3. Número de autores que presentaron una (x) o dos (•) comunicaciones en las reuniones de la Sociedad Mexicana de Bioquímica. Se obtuvo un valor de  $r = 0.96$  para las dos rectas de la figura. Los valores de 1980 y 1982 fueron calculados en base a los datos de los años previos.

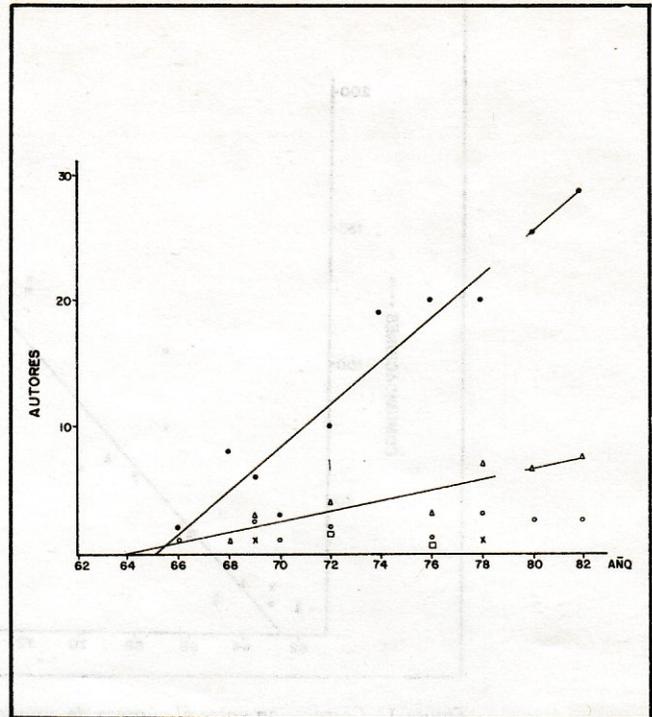


Figura 4. Número de autores que presentaron tres (•), cuatro ( $\Delta$ ), cinco (o), seis ( $\square$ ), o siete (x) comunicaciones en las reuniones de la Sociedad Mexicana de Bioquímica. Se obtuvieron los siguientes valores de  $r$ : para 3 comunicaciones = 0.92; para 4 comunicaciones = 0.79. Los valores de 1980 y 1982 fueron calculados en base a los datos de los años previos.

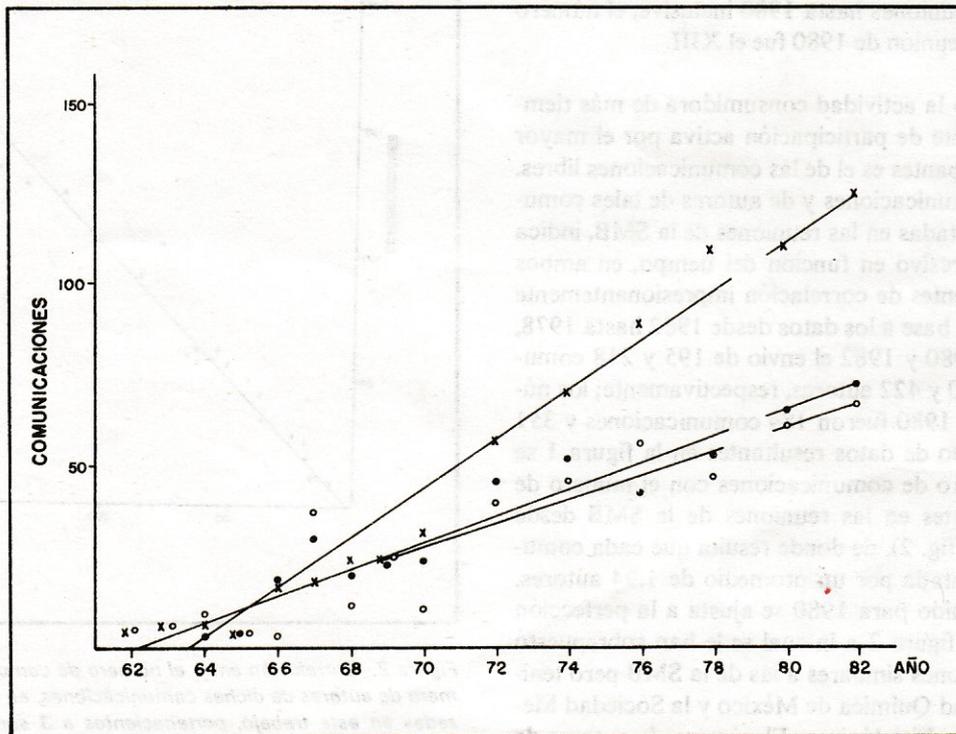


Figura 5. Procedencia de las comunicaciones presentadas en las reuniones de la Sociedad Mexicana de Bioquímica. De la Universidad Nacional Autónoma de México (x,  $r = 0.97$ ), del Instituto Politécnico Nacional (•,  $r = 0.94$ ) y del resto de las instituciones (o,  $r = 0.81$ ).

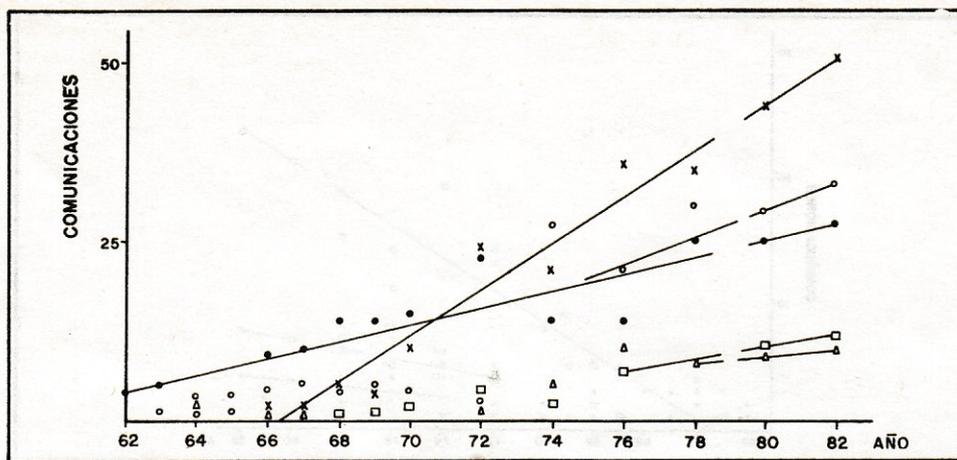


Figura 6. Adscripción en la Universidad Nacional Autónoma de México, de los investigadores laborando en dicho centro, que enviaron alguna comunicación a las reuniones de la Sociedad Mexicana de Bioquímica. Facultad de Medicina ( $\bullet$ ,  $r = 0.86$ ) Instituto de Investigaciones Biomédicas ( $\times$ ,  $r = 0.96$ ). Instituto de Biología ( $\circ$ ,  $r = 0.87$ ) Facultad de Química ( $\square$ ,  $r =$  ) otras dependencias ( $\Delta$ ,  $r = 0.85$ ).

1982 son calculadas en base a cada una de las curvas; los valores reales de 1980 fueron: autores de 1 comunicación 269, de 2, 52; de 3, 16; de 4, 9; de 5, 3; de 6, uno y de 16, uno.

Además del título y de los autores las comunicaciones incluyen el sitio de trabajo de todos sus autores, por lo mismo, cada comunicación fue tabulada en todos los sitios de trabajo anotados en la misma. De acuerdo con la adscripción de los autores las comunicaciones se agruparon en tres áreas (fig. 5); y dentro de cada área en varias dependencias (figs. 6-8). En todos los casos (figs. 5-8) los valores anotados para 1980 y 1982 fueron calculados. Las cifras reales de 1980 se incluyen en el cuadro 9. Algunos cambios bruscos en las tendencias marcadas en las figuras 6 a 8 requieren aclaraciones. El aumento notable de comu-

nicaciones al final de la década de los 60 en el Instituto de Investigaciones Biomédicas (fig. 6) coincidió con la incorporación a dicho Instituto de un grupo proveniente del Instituto de Enfermedades de la Nutrición. El Instituto de Biología aparece con 2 publicaciones en 1972 y sube a 27 en 1974 (fig. 6), el brinco coincide con la incorporación de un grupo de investigadores al Instituto, originario de la Facultad de Medicina, misma que en idéntico lapso envía un menor número de comunicaciones. A partir de 1979, con la creación del Centro de Investigación en Fisiología Celular (Cuadro 3) los investigadores en bioquímica del Instituto de Biología fueron incorporados al mencionado centro. Aunque es obvia la ausencia de correlación lineal en la curva obtenida con los datos de la Escuela de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (fig. 7), no se intentó calcular una curva que se adaptara a los datos ex-

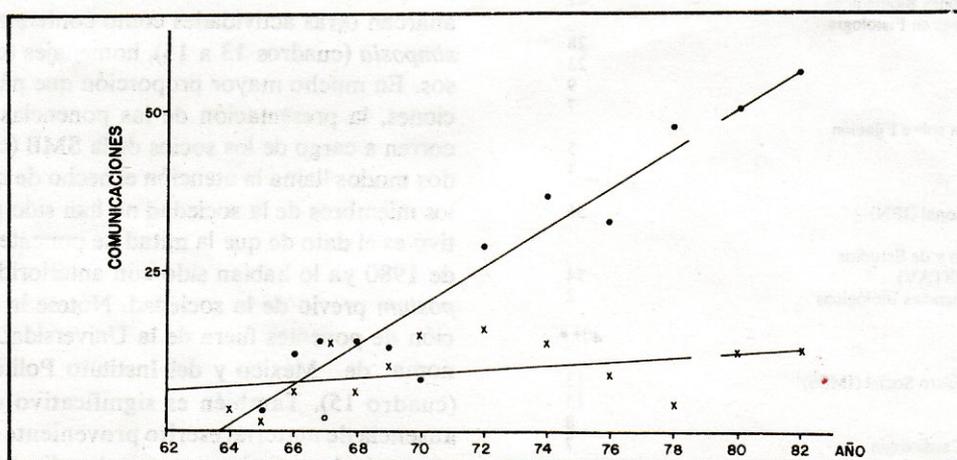


Figura 7. Adscripción en el Instituto Politécnico Nacional de los investigadores laborando en dicho centro que enviaron alguna comunicación a las reuniones de la Sociedad Mexicana de Bioquímica. Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV,  $\bullet$ ,  $r = 0.93$ ), Escuela Nacional de Ciencias Biológicas ( $\times$ ,  $r = 0.30$ ), otras dependencias ( $\circ$ ).

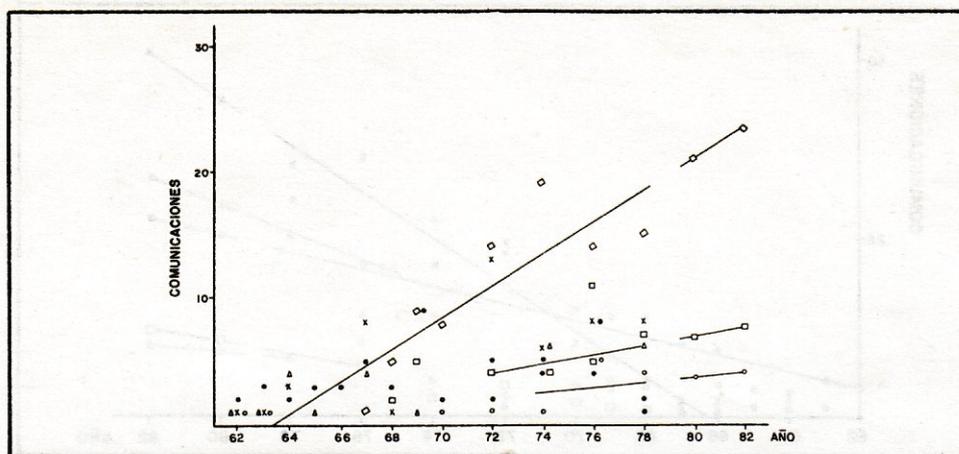


Figura 8. Procedencia de los autores, no pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México ni al Instituto Politécnico Nacional, que enviaron alguna comunicación a las reuniones de la Sociedad Mexicana de Bioquímica. Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez ( $\diamond$ ,  $r = 0.84$ ), Instituto Mexicano del Seguro Social ( $\square$ ,  $r = 0.83$ ), República Mexicana fuera del área metropolitana de la Ciudad de México ( $\circ$ ,  $r = 0.67$ ), Estados Unidos de Norteamérica, Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán ( $\bullet$ ), Varios ( $\Delta$ ).

perimentales. Existen dos casos, con regulares datos de correlación lineal, donde la predicción para 1980 claramente no coincide con los datos recopilados: para el Instituto Mexicano del Seguro Social se calculó un valor de 21 (fig. 8) y se obtuvo uno de 13 (cuadro 9) y para la provincia se

calculó uno de 4 (fig. 8) y se obtuvo 13 (cuadro 9). Hacemos votos para que en este último caso la discrepancia sea aún mayor para 1982.

Si bien la mesa directiva en turno de la SMB es la responsable de la mayor parte de la organización en las reuniones, muchos de los participantes no son socios de la SMB, como puede inferirse al comparar el número de autores a las comunicaciones (fig. 1) con el de socios (cuadros 10 y 11). Considérese además que no todos los socios envían comunicaciones a cada reunión, inclusive algunos de ellos nunca han enviado una comunicación a ninguna de las reuniones.

Aparte de las comunicaciones, las reuniones de la SMB abarcan otras actividades como conferencias (cuadro 12), *simposia* (cuadros 13 a 15), homenajes (cuadro 16) y cursos. En mucho mayor proporción que para las comunicaciones, la presentación de las ponencias en los *simposia* corren a cargo de los socios de la SMB (cuadro 14); de todos modos llama la atención el hecho de que la mayoría de los miembros de la sociedad no han sido ponentes. Ilustrativo es el dato de que la mitad de ponentes en los *simposia* de 1980 ya lo habían sido con anterioridad en algún *simposium* previo de la sociedad. Nótese la escasa participación de ponentes fuera de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Instituto Politécnico Nacional (cuadro 15). También es significativo el dato sobre la ausencia de material escrito proveniente de conferencias, *simposia*, homenajes y cursos, localizables en las memorias preparadas para cada reunión; la situación es contrastante con la abundancia de material escrito de cada comunicación y es en cierta forma lamentable debido al mayor esfuerzo individual que presupone la presentación de una ponencia en un *simposium* en comparación con

CUADRO 9

COMUNICACIONES A LA REUNION DE 1980 DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE BIOQUIMICA SEGUN LA ADSCRIPCION DE LOS AUTORES\*

Adscripción	Número de las comunicaciones
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	118
Instituto de Investigaciones Biomédicas	42
Centro de Investigaciones en Fisiología Celular	28
Facultad de Medicina	23
Facultad de Química	9
Facultad de Ciencias	7
Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno	5
Resto	4
Instituto Politécnico Nacional (IPN)	56
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV)	54
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas	2
Otras Instituciones	47**
Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)	13
Provincia	13
Estados Unidos	8
Instituto Nacional de Cardiología	7
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)	3
Resto	6

\* Tomado de: Sociedad Mexicana de Bioquímica XIII Reunión Nacional. 18-22 Noviembre 1980. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, Ags. México. 1980.

\*\* La suma de "otras instituciones" da 50, la diferencia se debe a que 3 comunicaciones del IMSS también se incluyeron en el rubro de Provincia.

CUADRO 10

MIEMBROS DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE BIOQUIMICA			
Año	Número de miembros regulares	Referencia	
		estudiantes	
1957	15	0	5
1967	53	0	5
1972	—	Reconocimiento	7
1977	112	150	7
1980	131	72*	(A, Peña, comunicación personal)

\* de posgrado

CUADRO 11

DISTRIBUCION POR ADSCRIPCION DE LOS SOCIOS DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE BIOQUIMICA 1976-1977 (ref. 7)	
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL	39
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	26
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas	13
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	40
Instituto de Investigaciones Biomédicas	12
Instituto de Biología	17
Facultad de Química	5
Facultad de Medicina	3
Resto	3
OTRAS	33
Instituto Mexicano del Seguro Social	12
Provincia	2
Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán"	5
Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez"	2
Varios	12

una comunicación. La situación extrema es de los cursos, de los cuales ni su título ni el nombre de los profesores participantes quedan incluidos en las memorias de los congresos.

Un renglón que merece estudio y análisis más detallado se refiere a la realización en congresos similares a las reuniones de la SMB y en fechas cercanas, de *simposia* con ti-

CUADRO 12

CONFERENCIAS HABIDAS EN LAS REUNIONES DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE BIOQUIMICA			
Año	Número de conferencias	Título (s) abreviado (s)	Ponente
1966	1	Antimetabolitos sobre funciones y metabolismo encefálicos.	Massieu
1968	2	Objetivos y motivaciones de la enseñanza de ciencias básicas en medicina	Calva
		Bases químicas de la antigenicidad	Sela
1969	1	Superficie anfipática en sistemas biológicos	Gitler
1970	1	Hábitos de excreción nitrogenada y evolución biológica	Soberón
1972	1	Regulación del metabolismo de aminoácidos en microorganismos	Mora
1974	0	—	—
1976	1	"Conferencia magistral"	Ruiz-Herrera
1978	0	—	—
1980	2	El congreso científico: una perspectiva antropológica	Lomnitz
		Análisis descriptivo de las reuniones de la SMB	Piña

CUADRO 13

SIMPOSIA		
Año	Temas	Ponencias
1967	— Estructura y función de membranas	6
	— Mecanismos y cinética enzimática	5
	— Isoenzimas	6
1968		
a	Ninguno	
1970		
1972	— Membranas y bioenergética	5
	— Enseñanza de las ciencias en Biología	4
1974	— Recursos humanos en la bioquímica en México	5
	— Mecanismos de reconocimiento y expresión inmunológica	5
	— Fenómenos de reconocimiento de macromoléculas informacionales	4
1976	— Estrategias para el desarrollo de las ciencias biomédicas en México	8
	— Fisiología de las enzimas en la célula viva	5
1978	— Componentes de superficie de amibas patógenas	4
	— La expresión genética	4
1980	— Simposio Homenaje al Dr. Ruy Pérez Tamayo	6
	— Análisis genético de la biosíntesis de la glutamina en <i>E. coli</i>	5
	— Transducciones energéticas	5

CUADRO 14

PARTICIPACION DE LOS PONENTES DE LOS SIMPOSIA (1962-1978) DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE BIOQUIMICA	
Número total de <i>simposia</i>	12
Ponencias	65
Autores	52
Miembros de la Sociedad Mexicana de Bioquímica	41
Invitados	11
Autores de la Sociedad Mexicana de Bioquímica	
en 4 ponencias	2
en 3 ponencias	5
en 2 ponencias	10
en 1 ponencia	24

2/3 partes de los socios de la Sociedad Mexicana de Bioquímica no ha participado como ponentes en los *simposia*.

CUADRO 15

ADSCRIPCION DE LOS PONENTES DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE BIOQUIMICA EN LOS SIMPOSIA (1962-1978)	
Sitio	Ponentes
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	22
Instituto de Investigaciones Biomédicas	10
Instituto de Biología	6
Facultad de Medicina	4
Resto	2
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL	19
Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados	14
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas	5
OTRAS	5
Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán"	2
Resto	3

ra, dado que la mayoría de ponentes viven en la Ciudad de México, las sociedades científicas prefieren las ciudades de tulos y ponentes semejantes. Esta actividad representa un esfuerzo adicional y una inversión extra del tiempo de los ponentes, así como un gasto para la Sociedad organizado-

CUADRO 16

HOMENAJES		
1974	Al Dr. Guillermo Soberón Participantes	Estrada-O Laguna Mora
1980	Al Dr. Ruy Pérez Tamayo Participantes	Carvajal Larralde Pérez Tamayo Rojkind Villa

provincia para efectuar sus Congresos y a los ponentes de los *simposia* se acostumbra invitarlos con gastos pagados. Una alternativa aspirante a solucionar el dilema, que cuando menos vale la pena pensar en ella, es la organización de una Federación de Sociedades Científicas Mexicanas del área biomédica y/o química, para efectuar un gran congreso nacional, anual, al cual concurrirían los miembros de las distintas sociedades, en donde todos podrían disfrutar de conferencias, *simposia*, homenajes, cursos y otras actividades organizadas por sociedades distintas a la cual se acostumbra asistir.

### REUNIONES DE OTRAS SOCIEDADES

El año de fundación de algunas sociedades científicas mexicanas de las cuales se hace un examen resumido de sus congresos, aparece en el cuadro 17. La más antigua de la lista, la Sociedad Química de México, además de sus Congresos, publica desde 1957 la Revista de la Sociedad Química de México. En el cuadro 18 se incluyen algunos datos del primero y de los 4 últimos Congresos de la Sociedad Química de México; los datos ahí incluidos sobre las comunicaciones y sus autores se añadieron a la figura 2 y coinciden con la curva obtenida con los datos de la SMB o sea, en promedio cada comunicación es presentada por casi 2 autores.

La Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas fue fundada el mismo año que la de Bioquímica e inició sus Congresos anuales desde 1958. En el lapso de 1966 a 1970 (cuadro 19) sesionó simultáneamente con la de Bioquímica y con la Asociación Mexicana de Farmacología; la de Bioquímica sesionó independientemente desde 1972. El dato sobresaliente del cuadro 19 es la falta de incremento en el número de comunicaciones y de autores que se registra desde 1976 a la fecha, tales datos dentro de la figura 2 también se adaptan a la curva obtenida con la información de las reuniones de la SMB.

Los datos de la Sociedad Mexicana de Inmunología revelan un grupo joven con vigoroso crecimiento (cuadro 20).

CUADRO 17

FUNDACION DE ALGUNAS SOCIEDADES CIENTIFICAS MEXICANAS	
AÑO	NOMBRE
1956	Sociedad Mexicana de Química
1957	Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas
1957	Sociedad Mexicana de Bioquímica
1959	Academia de la Investigación Científica
1976	Sociedad Mexicana de Inmunología

La información de la Asociación Mexicana de Microbiología (cuadro 21) arroja varias diferencias con los otros grupos: la falta de periodicidad en sus reuniones, la ausencia de uniformidad al dar nombre a las reuniones, las memorias preparadas no contienen los resúmenes de las co-

CUADRO 18

SOCIEDAD QUIMICA DE MEXICO					
Año	Número asignado al Congreso	Referencia	Sitio	Número de comunicaciones	Número de autores
1967	I	(a)	México, D.F.	—	—
1974	IX	(b)	Zacatecas, Zac.	123	232
1976	XI	(c)	Guanajuato, Gto.	173	312
1978	XIII	(a)	Tijuana, B.C.	308	583
1980	XV	(d)	Acapulco, Gro.	207	404

- (a) Rev. Soc. Quim. Mex. (1978) XIII Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada 23, 153-349. (ver resúmenes 63 y 64.)  
 (b) Rev. Soc. Quim. Mex. (1974) IX Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada 18, 83-167.  
 (c) Rev. Soc. Quim. Mex. (1976) XI Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada 20, 91-206.  
 (d) Rev. Soc. Quim. Mex. (1980) XV Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada 24, 190-296.

CUADRO 19

SOCIEDAD MEXICANA DE CIENCIAS FISIOLÓGICAS*							
Año	Número asignado al Congreso	Sitio	Número de comunicaciones		Número de autores		
			total	sin bio-química	Total	sin bio-química	
1958	I	México, D.F.	26		39		
1966	IX	Veracruz, Ver.	64	29	124	50	
1967	X	México, D.F.	199	95	392	240	
1968	XI	Oaxaca, Oax.	144	56	216	102	
1969	XII	Querétaro, Qro.	125	62	235	108	
1970	XIII	Morelia, Mich.	117	57	257	124	
1972	XV	S. Cristóbal las Casas, Chih.	81		180		
1974	XVII	Ixtapan de la Sal, México	91		169		
1976	XIX	Durango, Dgo.	133		282		
1978	XXI	Chihuahua, Chih.	120		234		
1980	XXIII	Querétaro, Qro.	122		245		

- \* Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas y Asociación Mexicana de Farmacología. XVII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. Programa general y resúmenes de las comunicaciones. 12 al 15 de junio de 1974. Toluca e Ixtapan de la Sal, Edo. de México 1974.  
 Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas. Asociación Mexicana de Farmacología, A.C. XIX Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. Programa general y resúmenes de las comunicaciones. 16 al 19 de agosto de 1976. Escuela de Medicina. Universidad Juárez de Durango. Durango, Dgo. México, 1976.  
 Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas. Asociación Mexicana de Farmacología, A.C. XX Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. Programa general y resúmenes de las comunicaciones. 13 al 16 de agosto de 1978. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Chihuahua, Chih., México 1978.  
 Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas. XXIII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. Programa general y resúmenes de las comunicaciones. 8 al 11 de junio de 1980. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Qro., México 1980.

**CUADRO 20**

SOCIEDAD MEXICANA DE INMUNOLOGIA*									
Año	Número de congreso	Sitio	Trabajos libres	Seminarios	Mesas redondas	Conferencias	Cursos	Socios titulares	Socios estudiantes
1976	1	Oaxtepec, Mor.	85	1	1	8	—	38	41
1978	2	Oaxtepec, Mor.	83	—	2	3	1	58	58
1979	3	La Paz, B.C.	113	—	4	—	—	75	46

\* Resumen efectuado por Concepción Agundis, (Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México) a partir de las memorias preparadas para cada congreso.

**CUADRO 21**

REUNIONES DE LA ASOCIACION MEXICANA DE MICROBIOLOGIA*				
Año	Nombre de reunión	Sitio	Comunicaciones	Autores "totales" **
1976	X Congreso Nacional	Monterrey, N. L.	181	441
1978	Reunión bianual	Toluca, Mex.	128	322
1980	VII Reunión de provincia	Oaxaca, Oax.	170	372
1981	XII Congreso Nacional	Mérida, Yuc.	—	—

\* Los datos se tomaron de: Programa X Congreso Nacional de Microbiología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L. México. 1976. Asociación Mexicana de Microbiología. Reunión bianual de Microbiología. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Méx. 1978. Programa VII Reunión de provincia. Asociación Mexicana de Microbiología y asociación Oaxaqueña de Microbiología y Química. Oaxaca, Oax., México 1980.

\*\* Se refiere al hecho de que se contaron los autores de cada trabajo y si un autor presentó más de un trabajo se contó como autor diferente en cada uno de sus trabajos.

municaciones sino sólo los títulos y al no haber índice de autores su recuento se complica. Finalmente los datos de comunicaciones y autores no coinciden con la curva obtenida en la figura 2.

En el cuadro 22 aparecen los datos de la reunión de bioenergética perteneciente a la SMB. De tener una evolución semejante a la SMB, su rama de bioenergética efectuará para el año 2000 una reunión semejante a la tenida por la de Bioquímica en 1980.

Por último el reto mayor a vencer en países como México, es el de crecer a una velocidad mayor que el de la población general. La figura 9 ofrece una comparación de los datos del crecimiento de la población general en comparación con el crecimiento de los socios de la Sociedad Mexicana de Bioquímica y del número de autores que participan en sus reuniones.

**CUADRO 22**

1a. REUNION DE LA RAMA DE BIOENERGETICA SOCIEDAD MEXICANA DE BIOQUIMICA, 1979	
29	trabajos
2	simposia con 8 ponencias
54	autores

\* Tomado de: Sociedad Mexicana de Bioquímica. 1a. Reunión de la rama de bioenergética. 2, 3 y 4 de diciembre de 1979. Hotel Hacienda San Miguel Regla, Huasca, Hgo., México. 1979.

## CONCLUSIONES Y PROPOSICIONES

Ambas habrán de ser limitadas puesto que sólo se ha analizado en este trabajo uno de los canales de comunicación de los científicos, sin explorar el otro canal, el de la publicación científica en revistas especializadas. A reserva de completar el estudio a continuación se establecen más bien interrogantes que conclusiones y proposiciones.

Aceptando que los autores de las comunicaciones en las reuniones de la SMB reflejan el número de bioquímicos activos en investigación, resulta que en la década de los 70 la población en México creció a un ritmo mayor que el total de bioquímicos, si bien la situación parece peor para otros grupos científicos del área biomédica. La proposición inmediata sería la de intentar un aumento en el número de bioquímicos y que de preferencia se vaya a trabajar a la provincia. Sin embargo antes de iniciar la tarea habrán de meditarse, evaluarse e idealmente resolverse varios aspectos.

¿Cuál es la necesidad real de bioquímicos en México? ¿Cuál es el mercado de trabajo, tanto en el área metropolitana como en la provincia? ¿Con qué enfoque se requieren? ¿Más pragmático? ¿Orientados hacia la solución de problemas en la industria? ¿Dedicados exclusivamente a la docencia? ¿Cuál es el objetivo al preparar bioquímicos? ¿Cuál es el objetivo de "el bioquímico"? entendida como

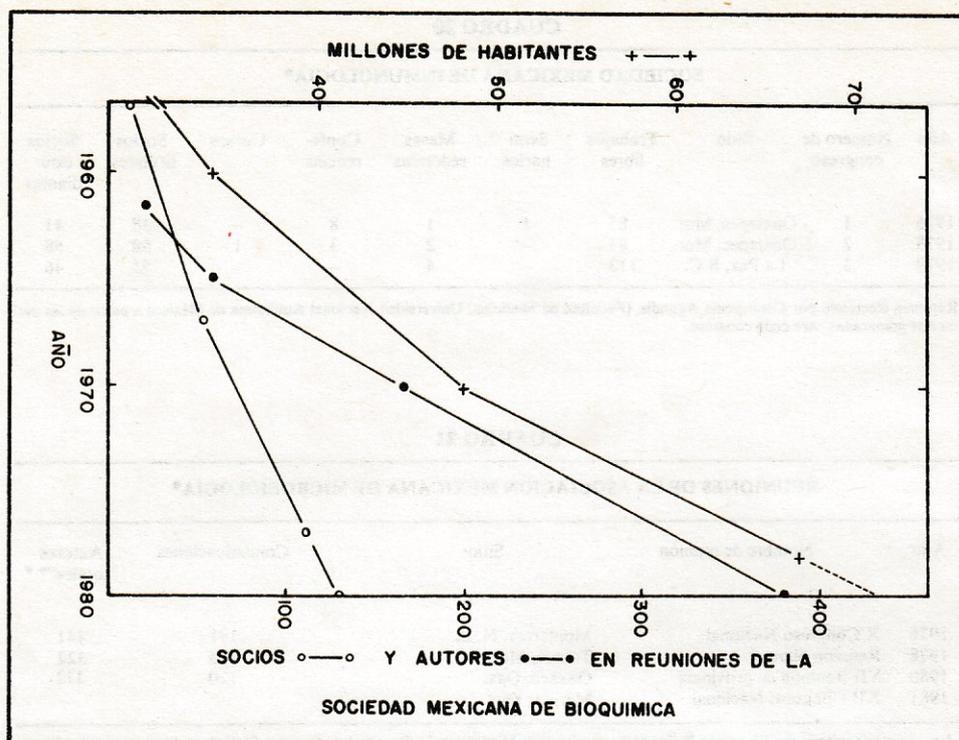


Figura 9. Incremento de la población general en la República Mexicana (datos tomados de la referencia 11), del número de socios de la Sociedad Mexicana de Bioquímica (datos del cuadro 10) y del número de autores de las comunicaciones en las reuniones de la misma sociedad entre 1957 y 1980 (datos de la figura 1).

profesión, así como puede hablarse del objetivo del sociólogo, del médico. ¿Son operantes nuestros sistemas de selección para canalizar jóvenes hacia la bioquímica? Si lo son. ¿Por qué crece más la población general que el número de bioquímicos? Si no lo son. ¿Hemos fallado? ¿En qué? En resumen: como grupo científico especializado, como sociedad. ¿Qué deberíamos hacer?

Es patente que ninguna de las preguntas previas puede contestarse con los datos contenidos en éste análisis. Se hace palmaria la ausencia de información para planear con precisión el desarrollo de la bioquímica en México y tratar de evitar el azar y los fracasos. Pero debe recordarse que la formación de un investigador lleva unos 10 años y la de un grupo científico requiere de 20 a 30 años (4).

Un aspecto completamente distinto lo ofrece la contradicción existente en la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Politécnico Nacional entre la presentación de comunicaciones en las reuniones y la formación de personal. En términos generales se acepta que un renglón decisivo en la formación de científicos es su trabajo experimental y la comunicación del mismo. Pero mientras la Universidad presenta casi el doble de comunicaciones que el Instituto Politécnico (fig. 5), este último graduado 2.4 veces más individuos de maestría y doctorado que la primera (cuadro 4). ¿Debemos continuar igual? ¿Cuál es una posible explicación? ¿Es más difícil obtener un grado académico en la Universidad? o por el contrario ¿se cuida

mucho más el envío y presentación de comunicaciones por la comunidad del Instituto Politécnico? o sea ¿En este último se envían comunicaciones con trabajos bien terminados, mientras en la Universidad no son tan estrictos? Al no haberse analizado planes de estudio, ni calidad científica de las comunicaciones enviadas a las reuniones, ni los trabajos publicados consecuentes a una comunicación, no es posible esbozar respuestas para las preguntas anotadas.

En conclusión, el análisis efectuado nos ha llevado a repetir un conjunto de preguntas y dudas, con la genuina intención de participar con mayor conocimiento y convicción en la preparación de las futuras generaciones de bioquímicos que coadyuven en la tarea de formar una sociedad mejor. Para terminar, unas palabras de Ignacio Chávez que quisiera pensar están siendo dichas por la Sociedad Mexicana de Bioquímica al alcanzar el dintel de sus bodas de plata: "Mi lección de los años... no está hecha de amargura ni de pesimismo sino de esperanza, de seguridad confiada de que llegará ese día. A nosotros nos toca comenzar hoy mismo por procurarlo, haciendo cada quién, con desinterés, con alegría, la tarea que le corresponde."

#### AGRADECIMIENTOS:

Se agradece la colaboración con los siguientes investigadores quienes aportaron información e inquietudes anotadas en este trabajo: Concepción Agundis, Angel Zarain,

Angel Arroyo, Guillermo Carvajal, Mario García Hernández, Antonio Peña y Martha Zentella.

## REFERENCIAS

1. Martínez Cortés, F. (1967). La Universidad y el Médico en el México de hoy. Revista de la Facultad de Medicina. México 10, 98-103.
2. Fernández del Castillo F. (1979). Breves notas sobre el departamento de bioquímica. En Mensaje Bioquímico II. Editores: Saldaña, Y., Fernández, G. F. y Díaz Z. J. C. Facultad de Medicina. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. IX-XI.
3. Laguna, G. J. (1974). Principios y desarrollo de la Bioquímica en México. En los Perfiles de la Bioquímica en México. Editores: Mora, J., Estrada-O, S. y Martuscelli, J. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 1-23.
4. Carvajal, G., Cordova, F., Erlij, D., González Mendoza, A., Halfter, G., Larralde, C., Montal, M., Pérez Tamayo, R., Sarukhan, J. y Tapia, R. (1975). Opinión del Comité de Ciencias Biológicas. Naturaleza. 6, 78-86.
5. Ordanza, R.N. (1967) Memoria de la Sociedad Mexicana de Bioquímica 1957-1967, México.
6. Martínez Palomo, A. y Aréchica, H. (1979). La investigación biomédica en México. I. La investigación básica. Gac. Med. Mex. 115, 65-70.
7. Martuscelli, J. (1977). Memoria de la Sociedad Mexicana de Bioquímica (1957-1977). México.
8. Kumate, J., Cañedo, L. y Pedrota, O. (1977). La salud de los mexicanos y la medicina en México. El Colegio Nacional. México. pp. 333-336.
9. Martínez Cortés, F. (1971). El Hospital General en el centro de los grandes problemas de México. Editorial Bay Gráficas, S. de R.L. México.
10. Guevara Rojas, A. (1972). Problemas Actuales de Ciencias Fisiológicas. A. Introducción; en Monografías de la Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas. Simposia celebrados en el XV Aniversario de la Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas, San Cristóbal de las Casas, Chis., México, p. 9-21.
11. González Carbajal, E.: El diagnóstico de la salud en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina. Departamento de Medicina Social, Medicina Preventiva y Salud Pública, México. 1978.

# AVANCES EN EL ESTUDIO DE LA REGULACION METABOLICA DEL GLUCOGENO

Rafael Villalobos Molina, Rolando Hernández Muñoz y Jorge Suárez Munguía. Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina y Departamento de Bioenergética, Instituto de Fisiología Celular. U.N.A.M.

El glucógeno es un polímero altamente ramificado de unidades de D-glucosa con uniones de tipo glucosídico  $\alpha$ -1,4 y  $\alpha$ -1,6 (fig. 1).

Como resultado de su alto peso molecular (el cual varía entre  $5 \times 10^6$  a  $5 \times 10^8$  daltons) existe en forma de gránulos citoplásmicos, a pesar de su gran contenido de grupos hidroxilo, que no ejercen una presión osmótica significativa y contienen las enzimas que catalizan las reacciones de síntesis y degradación de la macromolécula.

El glucógeno es fácilmente degradado a glucosa cuando los requerimientos metabólicos del individuo así lo indican; esta degradación se efectúa en una mayor medida por fosforólisis y en menor grado por hidrólisis. De tal manera, es evidente que la fosforólisis mantiene la energía química del enlace glucosídico, mientras que en el caso de la hidrólisis, esta energía se disipa (fig. 1).

En la mayoría de los tejidos, incluyendo el músculo, el glucógeno sirve como un combustible glucolítico que pro-

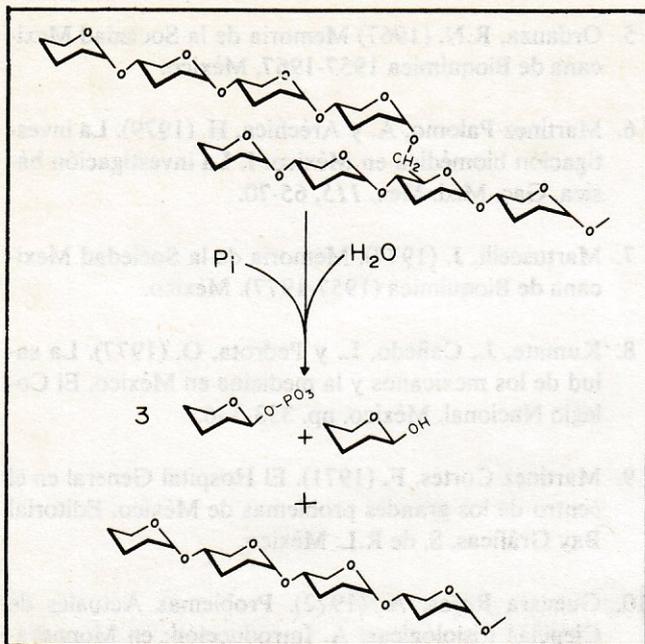


Figura 1. Degradación del glucógeno por fosforólisis y por hidrólisis. Los grupos -OH de las moléculas de glucosa se han omitido para mayor claridad.

porciona energía cuando el aporte sanguíneo de glucosa no satisface las demandas energéticas. En el hígado, el glucógeno es la forma de almacenamiento del monosacárido y libera glucosa en beneficio de otros tejidos, como es el caso del cerebro y el eritrocito en condiciones de ayuno; esto coincide con el hecho de que el hígado consume de preferencia a los ácidos grasos como fuente de energía (1).

En un intervalo entre dos períodos de alimentación, como ocurre en el ayuno nocturno, la glucemia se mantiene dentro de límites normales, debido al equilibrio entre la síntesis y degradación del glucógeno hepático. Los cambios que se generan en estos procesos se encuentran fuertemente regulados a través de mecanismos homeostáticos, entre los cuales se cuenta la participación hormonal, que aseguran la disponibilidad de glucosa sanguínea en la medida que ésta es requerida.

El propósito de esta revisión es describir con cierto detalle algunos factores involucrados en estos mecanismos de control.

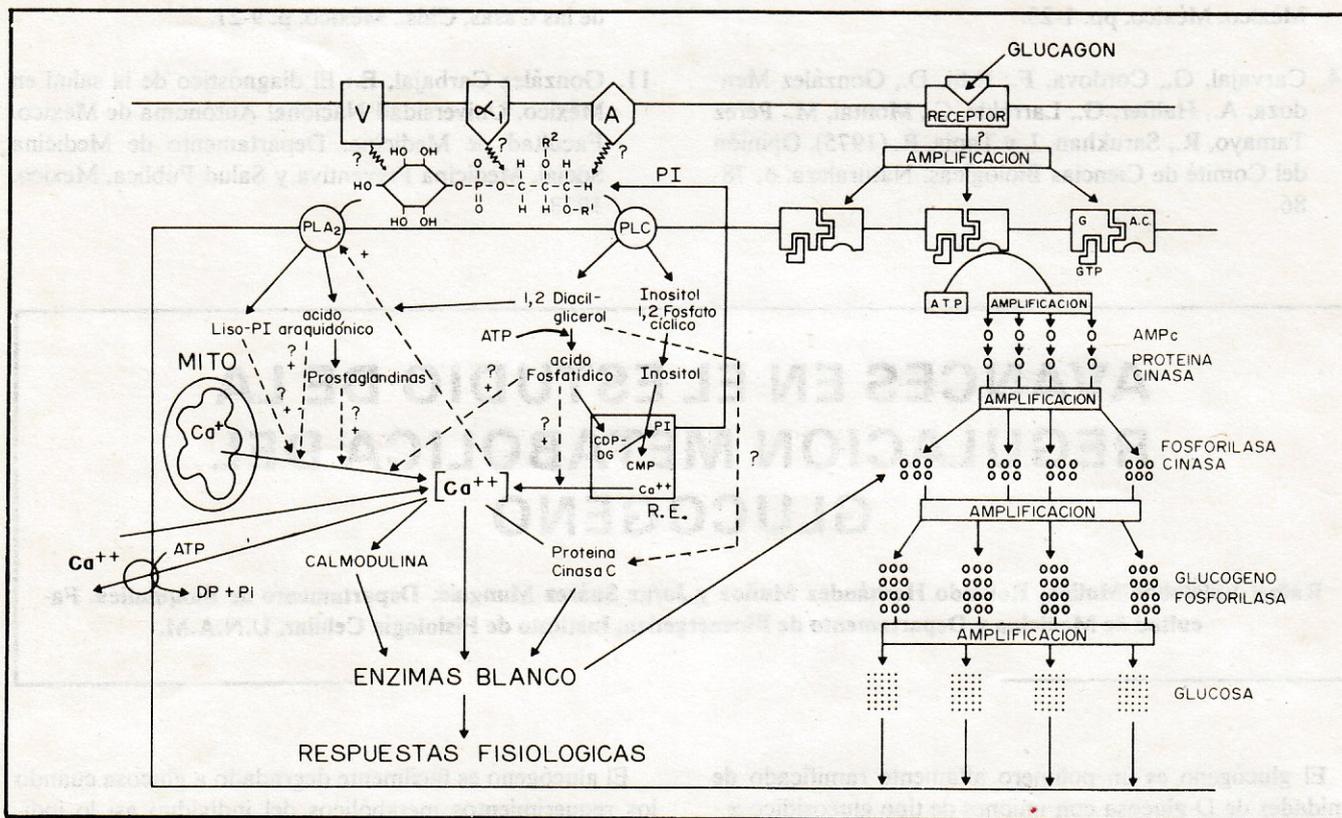


Figura 2. Modelos para las transducción de la señal extracelular en el hepatocito. En el caso de la glucogénesis estimulada por glucagon a través de la generación de AMPc, note el sistema de cascada de reacciones que dan como resultado la liberación de glucosa hacia la sangre, G = proteína acopladora; A.C. = adenilato ciclasa.

En el caso de la glucogénesis estimulada por hormonas a través de movimientos de calcio y de fosfatidil inositol, obsérvense las posibles interrelaciones entre el recambio de PI y los cambios de la homeostasis intracelular de calcio para llevar a cabo el efecto metabólico. V = receptor de vasopresina,  $\alpha$  = receptor de alfa adrenérgico; A = receptor de angiotensina II; PI = fosfatidil inositol; PLA<sup>2</sup> = fosfolipasa A<sup>2</sup>; PLC = fosfolipasa C; MITO = mitocondria; R.E. = retículo endoplásmico; CDP-DG = CDP-diacilglicérido; CMP = citidina monofosfato; (adaptado de 3, 4 y 5).

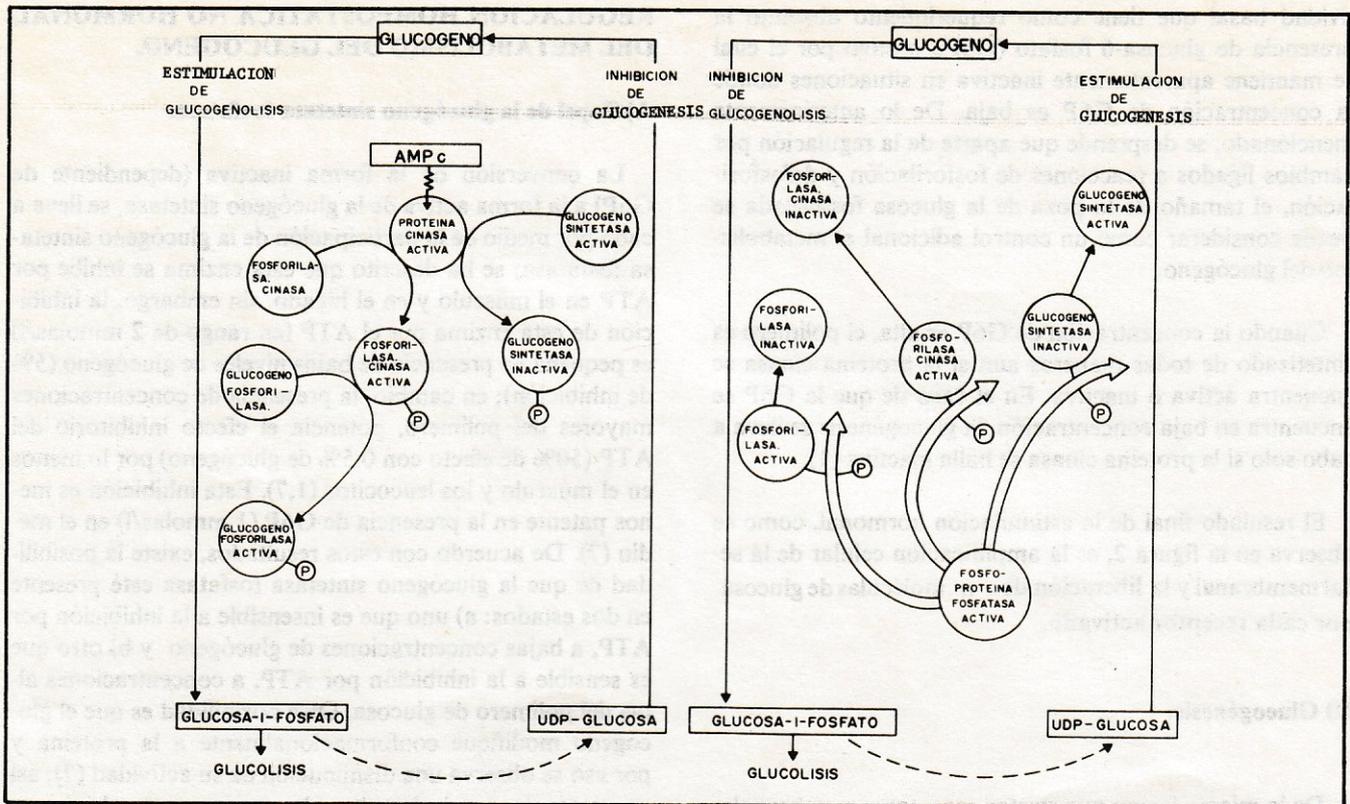


Figura 3. Regulación de la glucogenólisis y la glucogénesis por reacciones de fosforilación - defosforilación. Esquema que representa la activación, por fosforilación de las enzimas participantes en la degradación del glucógeno, cuando aumenta la concentración de AMPc intracelular. Al mismo tiempo, la enzima encargada de la síntesis del glucógeno se ve inactivada también por fosforilación. Cuando disminuyen los niveles de AMPc, se activa la fosfoproteína fosfatasa, enzima responsable de eliminación de los grupos fosfato, inactivando de esta manera las enzimas que participan en la degradación del glucógeno y activando a la glucógeno sintetasa, (adaptado de 4.)

## PARTICIPACION HORMONAL EN LA REGULACION DEL METABOLISMO DEL GLUCOGENO HEPATICO.

### I) Glucogenólisis

Las células responden metabólicamente a la interacción de hormonas específicas con receptores membranales de naturaleza proteica. En el hepatocito se ha descrito la existencia de receptores a varios tipos de hormonas cuyo número varía considerablemente (2,3). El establecimiento del complejo hormona-receptor genera dos tipos de señal intracelular conocidos a la fecha, dependiendo del tipo de receptor activado (fig. 2): 1) La formación de AMP cíclico (AMPc) a través del sistema de la adenilato ciclasa y 2) aumento en la concentración de  $Ca^{2+}$  libre asociado a un incremento en la tasa de recambio del fosfatidil-inositol (PI), que constituye un fosfolípido de membrana. La presencia de estos mensajeros intracelulares trae consigo la modificación alostérica de algunas proteínas: la proteína cinasa, que funge como la subunidad reguladora que se une al AMPc para ser activada por éste; la calmodulina que se activa al formar un complejo con el calcio, así como la proteína cinasa C, la cual requiere la presencia de calcio, fosfatidilserina y diacilglicerol, este último quizá deri-

vado de la degradación del PI (3-5). La activación de estas proteínas lleva a cabo la modificación covalente de enzimas que existen en dos formas interconvertibles: glucógeno fosforilasa cinasa, glucógeno sintetasa cinasa e inhibidor de la fosfoproteína fosfatasa (4); proteínas que se activan al ser modificadas por fosforilación a través de la participación de cinasas específicas y que se inactivan al ser defosforiladas por la acción de fosfatasas (fig. 3).

Estas mismas modificaciones son las que conducen a la conversión de la forma inactiva de la glucógeno fosforilasa (dependiente de AMP) a la forma activa (a); ésta última es la que lleva a cabo la mayor parte de la degradación del glucógeno.

Simultáneo a la fosforilación de las proteínas mencionadas, se efectúa la de la glucógeno sintetasa, proteína que también existe en dos formas interconvertibles, solo que en este caso, la presencia del fosfato inhibe la actividad de la enzima, lo cual indica que la forma fosforilada de esta enzima favorece, en conjunto, la degradación de la macromolécula.

En adición a esta forma de control sobre la sintetasa, se conoce que la forma inactiva de esta enzima posee una ac-

tividad basal que tiene como requerimiento absoluto la presencia de glucosa-6 fosfato (G6P), motivo por el cual se mantiene aparentemente inactiva en situaciones donde la concentración de G6P es baja. De lo anteriormente mencionado, se desprende que aparte de la regulación por cambios ligados a reacciones de fosforilación y defosforilación, el tamaño de la poza de la glucosa fosforilada se puede considerar como un control adicional al metabolismo del glucógeno.

Cuando la concentración de G6P es alta, el polímero es sintetizado de todas maneras aun si la proteína cinasa se encuentra activa o inactiva. En el caso de que la G6P se encuentra en baja concentración, la glucogénesis se lleva a cabo solo si la proteína cinasa se halla inactiva (1).

El resultado final de la estimulación hormonal, como se observa en la figura 2, es la amplificación celular de la señal membranal y la liberación de  $n$  moléculas de glucosa por cada receptor activado.

## II) Glucogénesis.

De la misma forma que existen receptores membranales para las hormonas que estimulan el catabolismo del glucógeno, se encuentran receptores para hormonas como la insulina que favorecen su síntesis. Esta hormona promueve la defosforilación de varias proteínas, entre ellas la glucógeno sintetasa (fig. 3), proteína cuya forma activa es la correspondiente a la no fosforilada (6); estos datos están basados en la capacidad de la insulina de abatir los niveles de AMPc y de antagonizar diferentes acciones a nivel celular de esta molécula. Al estar disminuido el AMPc, se activa la fosfoproteína fosfatasa que defosforila también a las cinasas.

Otro punto de regulación a nivel hormonal, cuyo estudio ha cobrado reciente impulso, se encuentra circunscrito al estado lipídico de la membrana, del cual se desprende la fluidez de ésta. Se ha reportado (5) que el ambiente fosfolipídico puede regular la actividad de enzimas unidas a la membrana como es el caso de la adenilato ciclasa. En este contexto, el grado de metilación de los fosfolípidos modifica los sistemas enzimáticos al cambiar el estado de fluidez de dicha membrana y permite un mayor acoplamiento entre la proteína receptora y su mecanismo efector. A su vez, las metilaciones se ven estimuladas cuando interactúa la hormona con su receptor, independientemente de la participación de la adenilato ciclasa.

Este hallazgo propone un sistema de autorregulación, donde el complejo hormona-receptor incrementa la afinidad de la proteína receptora por su hormona específica a consecuencia de cambios en el índice de metilación de la membrana.

## REGULACION HOMEOSTATICA NO HORMONAL DEL METABOLISMO DEL GLUCOGENO.

### A) Papel de la glucógeno sintetasa fosfatasa.

La conversión de la forma inactiva (dependiente de G6P) a la forma activa de la glucógeno sintetasa, se lleva a cabo por medio de la participación de la glucógeno sintetasa fosfatasa; se ha descrito que esta enzima se inhibe por ATP en el músculo y en el hígado, sin embargo, la inhibición de esta enzima por el ATP (en rango de 2 mmolas/l) es pequeña en presencia de bajos niveles de glucógeno (5% de inhibición); en cambio, la presencia de concentraciones mayores del polímero, potencia el efecto inhibitorio del ATP (50% de efecto con 0.5% de glucógeno) por lo menos en el músculo y los leucocitos (1,7). Esta inhibición es menos patente en la presencia de G6P (1 mmolas/l) en el medio (7). De acuerdo con estos resultados, existe la posibilidad de que la glucógeno sintetasa fosfatasa esté presente en dos estados: a) uno que es insensible a la inhibición por ATP, a bajas concentraciones de glucógeno y b) otro que es sensible a la inhibición por ATP, a concentraciones altas del polímero de glucosa. Otra posibilidad es que el glucógeno modifique conformacionalmente a la proteína y por eso se observa una disminución de su actividad (7); así en presencia de niveles altos de glucógeno, la glucógeno sintetasa (por lo menos la del músculo) permanecerá en

### B) Papel de la glucosa y sustratos gluconeogénicos.

En experimentos realizados con hepatocitos aislados de ratas ayunadas o alimentadas, se ha postulado la existencia de dos sistemas diferentes para la síntesis de glucógeno (8). En el primero, la síntesis de glucógeno y de glucosa se efectúan simultáneamente y el glucógeno se deriva de precursores gluconeogénicos. En este caso, los requerimientos para una gluconeogénesis eficiente son la presencia de glucosa (10 mmolas/l) y un suministro de sustratos gluconeogénicos (glicerol, fructosa) así como aminoácidos (preferentemente la glutamina) a una concentración de 10 mmolas/l.

El segundo sistema involucra la participación de la glucosa en altas concentraciones (30-40 mmolas/l) y ésta es aceptada más que producida en este sistema y por tanto, existe un proceso de glucogénesis y una glucólisis neta con la consecuente producción de lactato y otros productos (8).

El mecanismo por el cual la concentración de glucosa controla indirectamente la activación de la glucógeno sintetasa en hígado, se debe a que las concentraciones altas del monosacárido estimulan a la glucógeno fosforilasa fosfatasa. Dicha enzima es la encargada de inactivar a la fosforilasa  $\alpha$  y ésta última representa un factor inhibitorio en la actividad de la glucógeno sintetasa fosfatasa (1). Por

este mecanismo, al aumentar la glucemia, la fosforilasa *a* se convierte a su forma inactiva (*b*) y se libera la inhibición que ésta ejerce sobre la glucógeno sintetasa fosfatasa. El incremento en la actividad de la fosfatasa permite la activación de la glucógeno sintetasa y la consecuente estimulación de la síntesis del glucógeno.

### C) Efecto del ayuno en el metabolismo del glucógeno.

Los efectos de diferentes períodos de ayuno sobre la actividad de la sintetasa y la fosforilasa del glucógeno, han sido estudiados ampliamente (1,9,10). En hígados obtenidos de ratas sometidas a períodos de ayuno mayores de 12 horas (cuyo contenido de glucógeno es de 0.5% o menos), se demuestra una gran actividad de la glucógeno sintetasa en su forma activa. Esta activación se observa aun en presencia de la forma *a* de la fosforilasa, lo cual sugiere que la inhibición de la glucógeno sintetasa fosforilasa, ejercida por la fosforilasa *a*, es parcialmente disminuida cuando la concentración de glucógeno es baja, tal como se mencionó en el apartado anterior (1,9,10).

La administración de glucosa por vía intragástrica promueve una glucogénesis neta (10). Este proceso es acompañado por una síntesis y degradación simultánea del polímero, que resulta en rápido recambio del glucógeno. Este punto se demuestra cuando se administra glucosa radiactiva por la misma vía; la marca de la glucosa no incrementa significativamente en la molécula del glucógeno, lo cual indica un gran recambio (10). La existencia de este sistema impide la depleción total del glucógeno hepático y muscular, hecho que regula su síntesis, ya que se requiere para ésta una semilla pre-existente del polímero de glucosa.

### CONCLUSIONES

El avance de los estudios bioquímicos de cada uno de los pasos enzimáticos que forman parte de una vía metabólica, conlleva la necesidad de conocer con mayor detalle los mecanismos de la regulación metabólica. La integración del conocimiento de los procesos reguladores que han sido descritos aunados a los que aún se encuentran en estudio, podrá permitirnos el precisar los puntos de control de cada vía metabólica y sus conexiones con otras vías del metabolismo. El resultado de esta integración se traducirá en una mejor comprensión del complejo sistema que conocemos como metabolismo intermedio.

Con base en estas consideraciones, el objetivo de esta revisión ha sido ejemplificar el avance del estudio en la regulación metabólica en una vía que se ha considerado completamente dilucidada, como es el caso de la síntesis y degradación del glucógeno. Esta vía, que afecta en un momento dado todo el metabolismo del organismo, puesto que constituye la provisión del combustible celular por excelencia (glucosa), posee una regulación mucho más compleja de lo que se había creído con anterioridad y por lo tanto, sigue constituyendo un amplio panorama de investigación en el área del estudio del metabolismo intermedio.

### REFERENCIAS

1. Hers, H. G. (1976). The control of glycogen metabolism in the liver. *Ann. Rev. Biochem.* 45: 167-189.
2. García Sáinz, J. A., Corvera, S., Villalobos, R. y Huerta, J. (1982). Modulación adrenérgica del metabolismo hepático. *BEB*, 1 (1): 1-8.
3. Taylor, W. M., Reinhart, P. H. y Bygrave, F. L. (1983). On the role of calcium in the mechanism of action of adrenergic agonist in the rat liver. *Pharmac. Ther.* 21: 125-141.
4. Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Roff, M., Robert, K. y Watson, J.D. (1983). en *Molecular biology of the cell*. Garzland Pub. Inc. New York.
5. Williamson, J.R., Cooper, R.H. y Hoek, J.B. (1981). Role of calcium in the hormonal regulation of liver metabolism. *Biochim. Biophys. Acta* 639: 243-395.
6. Avruch, J., Alexander, M. C., Palmer, J. L., Pierce, M. W., Nemehoff, R. A., Blackshear, P. J., Tipper, J. P. y Witters, L. A. (1982). Role of insulin-stimulated protein phosphorylation in insulin action. *Fed. Proc.* 41, (10): 2629-2633.
7. Wang, P. y Bantle, G. (1974). The combined effect of glycogen and ATP on the-D to I conversion of glycogen synthetase. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* 57 (1): 148-153.
8. Katz, J., Golden, S. y Wals, P. A. (1979). Glycogen synthesis by rat hepatocytes. *Biochem. J.* 180: 389-402.
9. Remesar, X., y Alemany, M. (1980). Changes induced in liver and muscle glycogen enzymes by 24-hours fasting in the rat. *Horm. Metab. Res.* 12: 19-22.
10. Goldstein, D. E., y Curnow, R. T. (1978). Effect of starvation on hepatic glycogen metabolism and glucose homeostasis. *Metabolism.* 27: 315-323.

# CONDENSACION *IN VITRO* E *IN VIVO* DEL ACIDO DESOXIRRIBONUCLEICO\*

Ma. Isabel Baeza R.\*\* y Carlos Wong R. Departamento de Bioquímica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, Carpio y Plan de Ayala, Col. Santo Tomás, 11340 México, D.F.

## INTRODUCCION

El ácido desoxirribonucleico (DNA), es un polímero lineal, extraordinariamente largo, con millones de nucleótidos y altamente empaquetado en todos los organismos. En esta forma empaquetada o condensada el DNA tiene una organización específica, debido a su interacción con proteínas y con poliaminas; en los eucariontes las histonas son las principales proteínas responsables de la compactación del DNA. En los procariontes participan proteínas no histonas, poliaminas y moléculas de ácido ribonucleico (RNA). En los virus es posible que estén implicadas en la condensación, algunas proteínas del interior de la cápside viral y poliaminas como la putrescina, la espermidina y la espermina.

## LA CONDENSACION DEL DNA EN LOS EUCARIONTES

En estos organismos el DNA interacciona con las histonas y con proteínas no histonas, condensándose en un complejo que contiene aproximadamente 60% de proteínas, 35% de DNA y 5% de RNA, llamado cromatina.

Las histonas son proteínas relativamente pequeñas, con una alta proporción de aminoácidos con carga positiva como la arginina y la lisina, que interaccionan con las cargas negativas del DNA por atracciones electrostáticas. Se clasifican en 2 grupos. En el primer grupo se encuentran las histonas H2A, H2B, H3 y H4, con las cuales se enrolla el DNA formando parte de una estructura llamada nucleosoma. La secuencia de aminoácidos de estas proteínas se ha conservado en una forma notable en prácticamente todos los eucariontes. Por ejemplo sólo hay diferencia en 2 aminoácidos entre la H4 del chicharo y de la vaca. Lo cual sugiere que la importancia de las histonas se ha mantenido en los diferentes eucariontes, e implica a todos sus aminoácidos. Al segundo grupo pertenecen las histonas H1 proteínas que presentan mayor variación en la secuencia de aminoácidos que las del grupo anterior y que también se asocian con el DNA.

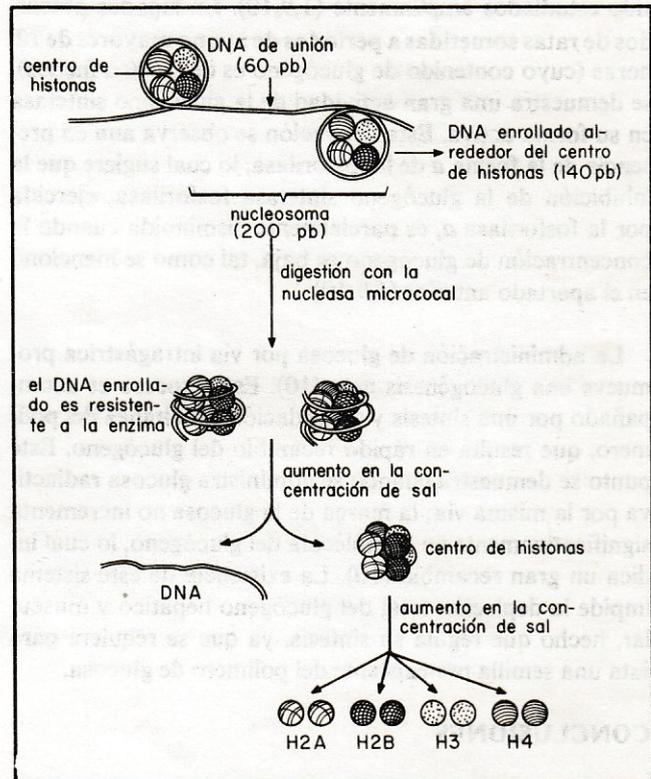


Figura 1. Composición y estructura del nucleosoma. Se presentan 2 nucleosomas. Cada uno está constituido por un centro con 8 histonas en donde se enrolla 2 veces un segmento de DNA de 140 pb, y por un segmento de DNA de 60 pb el cual es susceptible a la nucleasa micrococcal.

Las histonas del primer grupo interaccionan con el DNA formando la parte esférica del nucleosoma, 2 moléculas de cada tipo de éstas histonas las H2A, H2B, H3 y H4, forman el centro del mismo. Un segmento de DNA de un tamaño de 145 pares de bases (pb), se enrolla 2 veces alrededor de este centro de 8 proteínas (fig. 1). Una esfera del nucleosoma está separada de otra, por un segmento de DNA que varía de 20 a 120 pb según la especie, al cual se le llama DNA de unión. Por lo tanto un nucleosoma completo consta de una región esférica con DNA enrollado sobre las histonas y de un DNA de unión, que en total representa aproximadamente 200 pb. Como el perímetro es 3 veces el diámetro, entonces las 2 vueltas que da el DNA en el nucleosoma lo condensan aproximadamente

\* Este trabajo forma parte de los Proyectos de COSN ET-SEP Núm. 187/84. D.G.I. del I.P.N. 831131 y R. J. Zevada 22/85

\*\* En año sabbático en el Departamento de Genética y Biología Molecular del CINV ESTAV del I.P.N. Apdo. Postal 14-740, 07000. México, D.F.

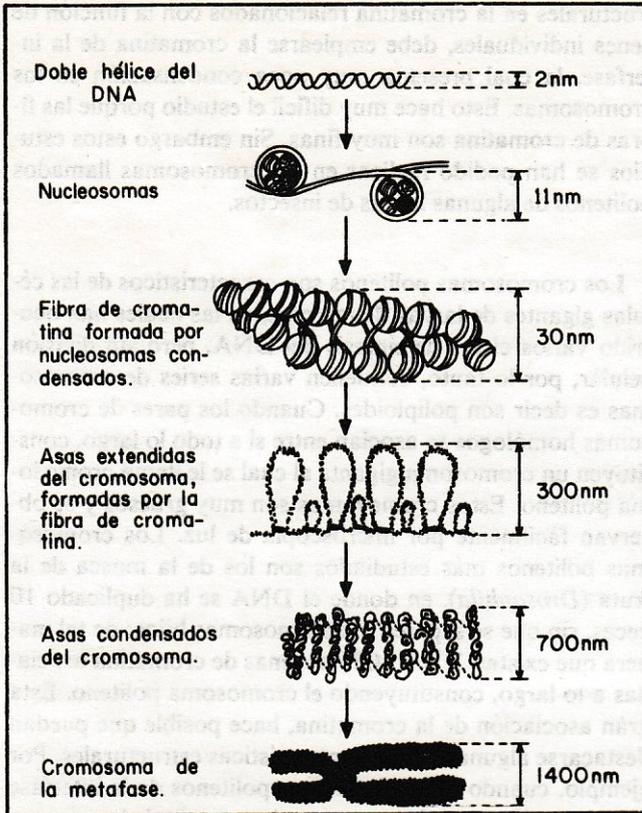


Figura 2. Condensación del DNA en los eucariontes. El DNA se enrolla en los nucleosomas, los cuales al condensarse constituyen las fibras de cromatina. Estas fibras se doblan formando las asas del cromosoma y posteriormente presentan 2 etapas más de condensación, integrando el cromosoma de la metafase, durante la mitosis.

6 veces. El conjunto de nucleosomas que forman la cromatina, da una imagen al microscopio electrónico parecida a un collar de cuentas (1).

El DNA enrollado en el nucleosoma es resistente a la acción hidrolítica de enzimas como la nucleasa de *Estafilococcus aureus* (nucleasa micrococcal), una enzima de origen bacteriano. En cambio el DNA de unión es susceptible a la hidrólisis enzimática (fig. 1). Esta enzima microbiana se ha utilizado ampliamente en el estudio de la cromatina.

El nucleosoma es la unidad estructural de la cromatina y representa la etapa inicial del empacamiento del DNA. Los nucleosomas se empacan a su vez en estructuras fibrosas de 30 nm de diámetro, conocidas como fibras de cromatina (fig. 2). Una secuencia de nucleosomas que mida longitudinalmente 5 cm, se condensa en una estructura de aproximadamente 1.2 mm de estas fibras. No se conoce con precisión como se ordenan los nucleosomas en las fibras de cromatina. Es posible que las histonas H1 sean responsables de este empacamiento, ya que una molécula H1 se asocia a 2 nucleosomas. Las fibras de cromatina se doblan posteriormente en grandes asas, lo cual condensa aún más al DNA (2). Es posible que estas asas se

formen y sean mantenidas, por proteínas no histonas que se unen en forma específica a 2 regiones de la fibra de cromatina (fig. 2). Durante la interfase y la mitosis, estas asas presentan 2 etapas más de condensación, en una forma que aún no se conoce y que da origen al cromosoma de la metafase, el cual representa la etapa de mayor condensación del DNA en los eucariontes (fig. 3).

Estas diferentes etapas de condensación del DNA, pueden explicar que en las células como el hepatocito humano, el DNA que mide 2.30 metros de longitud en la forma totalmente extendida, y que contiene aproximadamente  $3 \times 10^9$  nucleótidos, pueda empacarse en un núcleo de  $5 \mu\text{m}$  de diámetro. La célula haploide contiene 23 cromosomas, cada uno con un DNA que tiene en promedio 5 cm de longitud. La condensación de este DNA en las fibras de cromatina reduce su tamaño a 1 mm. Su doblamiento posterior en las asas lo disminuye a  $1 \mu\text{m}$ . La condensación final de estas asas permite que el total del DNA pueda alojarse en el núcleo de  $5 \mu\text{m}$  de diámetro. En general en las células de eucariontes el empacamiento del DNA es más

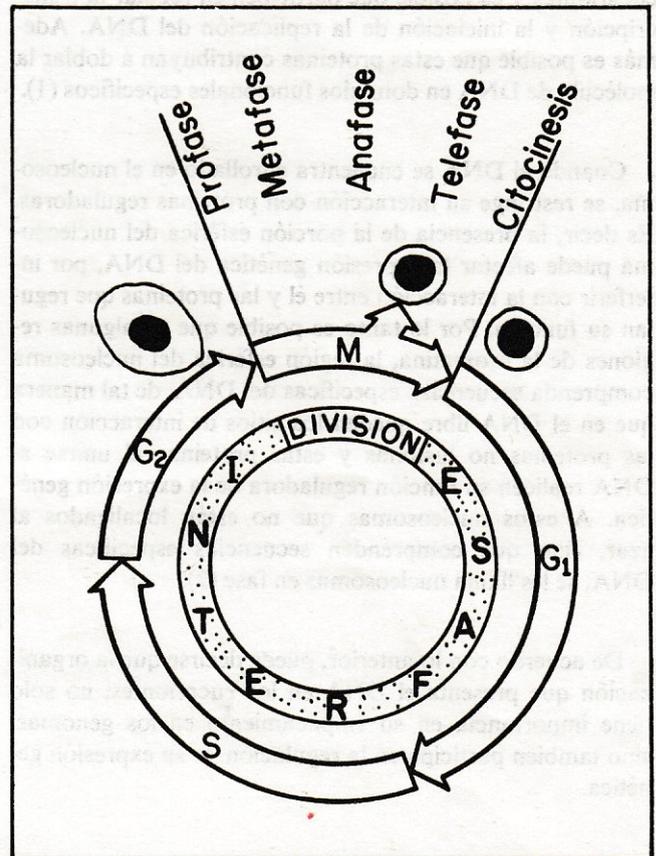


Figura 3. El ciclo celular de un eucarionte. La fase G<sub>1</sub> se caracteriza por un aumento de la biosíntesis en general. La fase S empieza con el inicio de la síntesis del DNA. La fase M empieza con la mitosis y termina con la citocinesis. Las fases G<sub>1</sub>, S y G<sub>2</sub> comprenden la interfase celular en donde la cromatina está muy poco condensada en los cromosomas. Durante la metafase y la anafase, la cromatina tiene su más alta condensación en los cromosomas.

complejo, debido a que tiene mayor cantidad de DNA que los procariontes (1).

Además de las histonas, se unen al DNA otras proteínas a las que se les llama no histonas. Estas proteínas participan tanto en la condensación del DNA, como en la regulación de su expresión genética. Una proteína de este tipo fue aislada primero en bacterias y es la proteína represora del operón de la lactosa. Esta proteína se une a una secuencia específica de 21 pb del DNA llamada promotor y su unión impide que el DNA se transcriba a RNA, por lo tanto se impide la síntesis de las proteínas que se requieren para utilizar la lactosa como fuente de carbono. En presencia de un metabolito de la lactosa la proteína reguladora sufre un cambio de conformación y por ello se desprende del DNA, permitiéndose la transcripción y la traducción de los genes estructurales del operón bacteriano, que da origen finalmente a las enzimas que permiten la utilización de la lactosa.

Las proteínas no histonas también se han descrito en eucariontes y es posible que participen en regular la transcripción y la iniciación de la replicación del DNA. Además es posible que estas proteínas contribuyan a doblar la molécula de DNA en dominios funcionales específicos (1).

Cuando el DNA se encuentra enrollado en el nucleosoma, se restringe su interacción con proteínas reguladoras. Es decir, la presencia de la porción esférica del nucleosoma puede afectar la expresión genética del DNA, por interferir con la interacción entre él y las proteínas que regulan su función. Por lo tanto es posible que en algunas regiones de la cromatina, la región esférica del nucleosoma comprenda secuencias específicas del DNA, de tal manera que en el DNA libre queden los sitios de interacción con las proteínas no histonas y estas proteínas al unirse al DNA realicen su función reguladora de la expresión genética. A estos nucleosomas que no están localizados al azar, sino que comprenden secuencias específicas del DNA, se les llama nucleosomas en fase (2).

De acuerdo con lo anterior, puede decirse que la organización que presenta el DNA en los eucariontes, no sólo tiene importancia en su empaquetamiento en los genomas, sino también participa en la regulación de su expresión genética.

El nivel más alto de empaquetamiento del DNA se manifiesta en los cromosomas de la metafase, los cuales se observan claramente al microscopio de luz. En estos cromosomas cuando se tiñen con métodos citológicos se presenta un patrón de bandas características. Este patrón no se ha podido relacionar con la organización, ni con la función de los genes individuales. Para estudiar cambios es-

tructurales en la cromatina relacionados con la función de genes individuales, debe emplearse la cromatina de la interfase, la cual presenta muy poca condensación en los cromosomas. Esto hace muy difícil el estudio porque las fibras de cromatina son muy finas. Sin embargo estos estudios se han podido realizar en los cromosomas llamados politenos de algunas larvas de insectos.

Los cromosomas politenos son característicos de las células gigantes de larvas de insectos, en las cuales han ocurrido varios ciclos de síntesis del DNA, pero sin división celular, por lo tanto, contienen varias series de cromosomas es decir son poliploides. Cuando los pares de cromosomas homólogos se asocian entre sí a todo lo largo, constituyen un cromosoma gigante al cual se le llama cromosoma politeno. Estos cromosomas son muy gruesos y se observan fácilmente por microscopía de luz. Los cromosomas politenos más estudiados son los de la mosca de la fruta (*Drosophila*), en donde el DNA se ha duplicado 10 veces, sin que se separen los cromosomas hijos; de tal manera que existan  $2^{10} = 1\ 024$  cadenas de cromatina asociadas a lo largo, constituyendo el cromosoma politeno. Esta gran asociación de la cromatina, hace posible que puedan destacarse algunas de sus características estructurales. Por ejemplo, cuando los cromosomas politenos de la interfase celular se tiñen, se observa por microscopía de luz una serie de bandas oscuras que se alternan con bandas claras. Se cree que cada banda representa una serie de 1 024 asas de la cromatina y que estas asas aún no están superenrolladas. La secuencia de bandas constituye el mapa del cromosoma politeno.

En los cromosomas del genoma de *Drosophila*, se ha registrado un total de 5 000 bandas y por diferentes estudios se ha encontrado que la *Drosophila* hace aproximadamente 5 000 proteínas esenciales. Estos estudios establecen la posibilidad de que una banda del cromosoma politeno, represente un gene estructural. Por análisis de moscas mutantes que presentan alteraciones en sus cromosomas, se han podido localizar genes específicos en los cromosomas politenos; por ejemplo 50 genes se han mapeado en una región de un cromosoma que contiene un patrón de 50 bandas. De acuerdo con esto puede establecerse una correspondencia entre una asa de la cromatina, con la secuencia de bases que codifica para una proteína, es decir, con un gene. Al dividir el genoma de *Drosophila* en 5 000 partes, se encuentra que cada gene debería de tener aproximadamente 20 000 pb, lo cual es mucho mayor que los 1 200 pb requeridos para codificar la mayoría de las proteínas de la mosca (1). Esto sugiere que en los genomas existe DNA que codifica para la síntesis de proteínas y DNA que no codifica, el cual puede desempeñar un papel estructural en la organización de dominios estructurales, que forman las asas de la cromatina. Estas asas parecen ser la unidad estructural y funcional de los cromosomas de eucariontes.

## LA CONDENSACION DEL DNA EN PROCARIONTES. CONDENSACION DEL DNA EN VIRUS.

El cromosoma de *E. coli* consiste de una simple molécula de DNA circular, que contiene aproximadamente  $3 \times 10^6$  pares de bases y que codifica para 2 500 cadenas polipeptídicas. Este DNA mide, en la forma totalmente extendida, 1.4 mm y se condensa en el interior de una bacteria que mide en total 0.001 mm de longitud por 0.0007 mm de ancho.

El DNA en los procariontes se asocia con proteínas no histonas, con poliaminas y con RNA, formando una estructura altamente condensada que contiene 50 ó más asas superenrolladas. Estas asas recuerdan las asas de la cromatina de los eucariontes. En el centro del cromosoma bacteriano se encuentra RNA, el cual contribuye a mantener su forma condensada (3). El estado superenrollado de las asas parece ser necesario para la transcripción posterior del DNA (4). Incluso una enzima bacteriana, la DNA girasa, participa en el superenrollamiento del DNA empleando la energía de la hidrólisis del ATP.

En los procariontes nuevamente encontramos que la condensación del DNA, no sólo es importante para empaquetar este polímero extraordinariamente largo en las células, sino que también participa en la regulación de su funcionamiento biológico.

El empaquetamiento del DNA en los virus es un proceso muy complejo, como ejemplo, se comentará en una forma muy simplificada, el del bacteriófago lambda. En este proceso participan varias proteínas virales, 2 de ellas llamadas Nu1 y A, se unen al DNA lineal y catenado del fago (fig. 4). A continuación este DNA se fija por un sitio cercano a uno de sus 2 extremos a la precabeza, ésta es una envoltura proteínica, en su formación participan por lo menos 10 proteínas virales y 2 bacterianas. El DNA en presencia de la proteína F1 empieza a introducirse a la precabeza, condensándose en su interior, al mismo tiempo el tamaño de la precabeza se expande en un 20% y se fija en su exterior la proteína D. Cuando se ha empacado la mayor parte del DNA, la proteína A corta los 2 extremos del DNA haciéndolos cohesivos, al terminar el empaquetamiento el DNA se encuentra alojado en la precabeza. Finalmente la cabeza conteniendo el DNA empacado, se asocia con las proteínas W y FII que la estabilizan y hacen que se una espontáneamente a la cola proteínica, la cual se ha ensamblado por separado. Así queda integrado totalmente el fago.

El empaquetamiento del DNA en la cabeza viral produce una gran condensación del polinucleótido y requiere de ATP y de las poliaminas espermidina y putrescina. Por ejemplo, virus que miden en promedio 10 nm, contienen un DNA que en la forma totalmente extendida mide

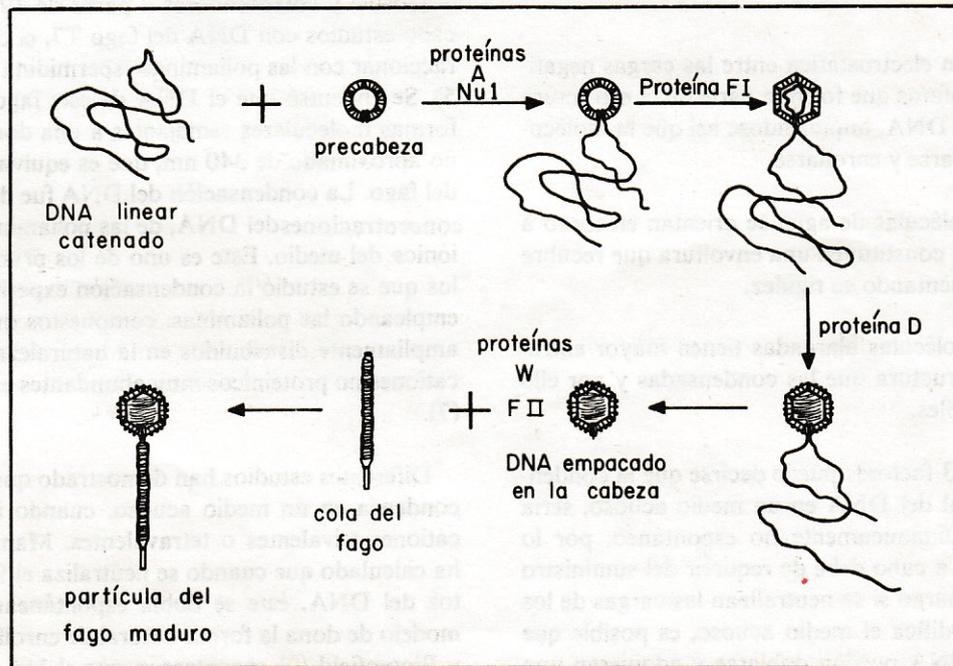


Figura 4. Empaquetamiento del DNA en el bacteriófago lambda. Las proteínas Nu1 y A se unen al DNA del fago. El DNA se une por un sitio cercano a uno de sus extremos a la precabeza, después en presencia de la proteína F1 empieza a introducirse en ella. A continuación se fija la proteína D en el exterior de la precabeza. Las proteínas W y FII estabilizan la cabeza y permiten su asociación espontánea a la cola proteínica, quedando totalmente ensamblado el fago.

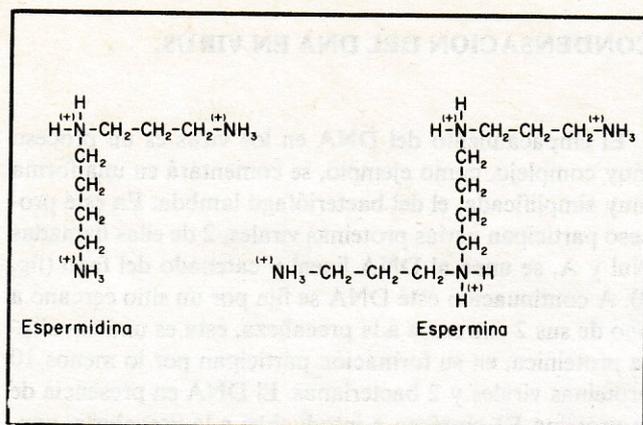


Figura 5. Fórmulas de las poliaminas espermidina y espermina. La espermidina se encuentra en procariontes y en eucariontes. La espermina se encuentra fundamentalmente en eucariontes.

50 000 nm; por lo tanto este DNA se condensa 5 000 veces en la cápside viral.

### CONDENSACION IN VITRO DEL DNA.

Cuando las moléculas de DNA se aíslan de los genomas y se purifican, liberándolas de proteínas y de poliaminas, adquieren una forma molecular alargada y rígida en un medio acuoso. Esta forma es debida fundamentalmente a 3 factores:

- 1) A la repulsión electrostática entre las cargas negativas de los fosfatos que forman parte de la estructura covalente del DNA, impidiéndose así que la molécula pueda doblarse y enrollarse.
- 2) A que las moléculas de agua se orientan en torno a los fosfatos y constituyen una envoltura que recubre al DNA, aumentando su rigidez.
- 3) A que las moléculas alargadas tienen mayor entropía en su estructura que las condensadas y por ello son más estables.

En base a estos 3 factores puede decirse que la condensación experimental del DNA en un medio acuoso, sería un proceso termodinámicamente no espontáneo, por lo tanto para llevarse a cabo debe de requerir del suministro de energía. Sin embargo si se neutralizan las cargas de los fosfatos y/o se modifica el medio acuoso, es posible que las moléculas de DNA puedan doblarse y adquieran una forma molecular condensada, con un suministro menor de energía y aun sin él. Estas posibilidades se han demostrado en varios trabajos.

El DNA se enrolla alrededor de las histonas purificadas,

proteínas que por su alta densidad de cargas positivas interactúan electrostáticamente con el DNA, formando nucleosomas *in vitro* (1). El DNA puede ser de eucariontes o de procariontes, en ambos casos se condensa en una forma análoga a la natural de los eucariontes.

En otros estudios, el DNA se ha condensado experimentalmente en formas moleculares muy diferentes a los nucleosomas. Estas formas se parecen a donas, a esferas o a cilindros y se ha obtenido al modificar el medio acuoso de las soluciones del DNA o al neutralizar sus cargas con cationes orgánicos no proteínicos o con cationes inorgánicos. De estos trabajos citaremos los siguientes:

Edvokimov y colaboradores en 1972 (5) modificaron el medio acuoso de soluciones de DNA aislado de las bacterias *Escherichia coli* y *Bacillus subtilis*, agregando un polímero neutro como el polietilenglicol. Este polímero compite con el DNA por el agua, la cual hace que disminuya la cantidad de agua que recubre al DNA y que contribuye a su rigidez. Además adicionaron iones  $\text{Mg}^{2+}$  como contraiones que neutralizan las cargas de los fosfatos del DNA. En estas condiciones el DNA de ambos microorganismos se condensó dando formas moleculares semejantes a una dona, con un tamaño promedio de 75 nm determinado por microscopía electrónica. Al disminuir las concentraciones del polietilenglicol, el DNA se condensó en una forma molecular menos compacta, formando esferas con un diámetro promedio de 170 nm.

Gosule y colaboradores a partir de 1976 (6) llevaron a cabo estudios con DNA del fago T7, el cual hicieron interactuar con las poliaminas espermidina y espermina (fig. 5). Se encontró que el DNA de este fago se condensó en formas moleculares semejantes a una dona, con un tamaño aproximado de 340 nm, que es equivalente a la cabeza del fago. La condensación del DNA fue dependiente de las concentraciones del DNA, de las poliaminas y de la fuerza iónica del medio. Este es uno de los primeros trabajos en los que se estudió la condensación experimental del DNA empleando las poliaminas, compuestos que se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza y que son policationes no proteínicos muy abundantes en los organismos (7).

Diferentes estudios han demostrado que el DNA sólo se condensa en un medio acuoso, cuando interactúa con cationes trivalentes o tetravalentes. Maning en 1980 (8), ha calculado que cuando se neutraliza el 90% de los fosfatos del DNA, éste se dobla espontáneamente, siendo el modelo de dona la forma natural de enrollamiento. Wilson y Bloomfield (9) encontraron que el  $\text{Na}^+$  puede neutralizar el 76% de las cargas de los fosfatos del DNA, el  $\text{Mg}^{2+}$  el 88%, la espermidina<sup>3+</sup> y los iones  $\text{Co}^{3+}$  y  $\text{Cr}^{3+}$  el 92%. De acuerdo con esto, los cationes mono y divalentes no condensan al DNA en un medio acuoso, por que no llegan a neutralizar las cargas del 90% de sus fosfatos.

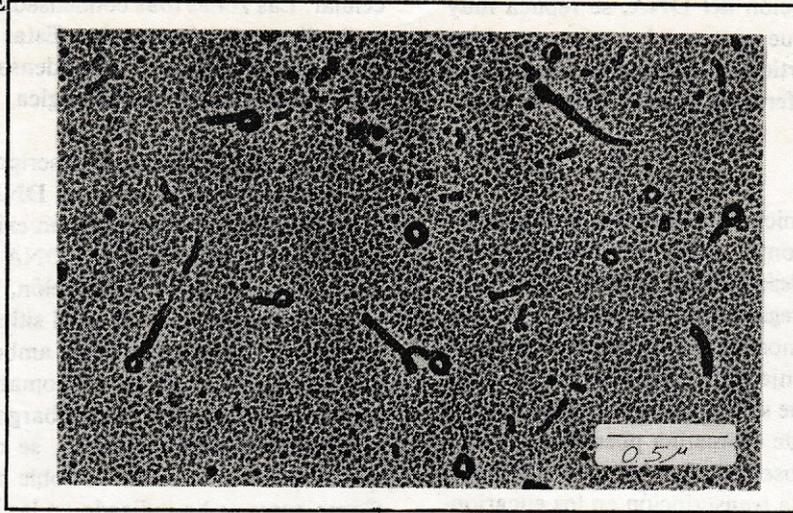


Figura 6. Microfotografía del DNA de pBR322 condensado con espermidina. Se observan formas cilíndricas y formas parecidas a donas. (57 000X)

Los cationes orgánicos no proteínicos y los cationes inorgánicos trivalentes ocasionan la condensación del DNA *in vitro* en formas parecidas a donas lo cual sugiere que esta compactación del DNA es un proceso fisicoquímico inespecífico y podría también sugerir un camino para facilitar la condensación *in vivo* del DNA. Cabe señalar que estas formas parecidas a donas se han encontrado por microscopía electrónica en el DNA localizado en el interior de las cápsides del fago lambda, del fago T4 y del virus herpes simple. Es decir, la forma de dona es el arreglo natural del DNA en estos virus (10).

Es posible que la condensación del DNA por cationes orgánicos no proteínicos sea la más importante y eficiente *in vivo*, porque son los cationes orgánicos, fundamentalmente las poliaminas, los que se encuentran en los seres vivos. Además la síntesis de poliaminas en la célula, es una vía que está sujeta a regulación metabólica, es decir, su concentración intracelular es modulada; lo cual a su vez sugiere, que podría participar en regular la condensación del DNA en los genomas.

La condensación experimental del DNA por las poliaminas, apoya la participación de estos policationes en la condensación *in vivo* del DNA. Gosule y Schelman (6), comentan que las poliaminas pueden ser necesarias para que la condensación del DNA, sea un evento termodinámicamente favorable, durante el empacamiento *in vivo* del DNA en las cápsides virales.

Muchas son las funciones que se atribuyen a las poliaminas, sin embargo su papel metabólico aún no se aclara completamente. Un hecho importante es que su concentración aumenta en los tejidos en crecimiento, antes de que aumente la concentración de DNA, de RNA y de proteínas y se mantiene a niveles superiores a los basales (7).

Tomando en cuenta estos datos y además su participación en la condensación *in vitro* del DNA y su interacción con proteínas, es posible que las poliaminas tengan algún papel en el empacamiento del DNA en los nucleosomas y en su organización posterior hasta llegar al cromosoma de la metafase. Esta posibilidad es interesante y hasta el momento se ha estudiado muy poco.

En nuestro laboratorio obtuvimos formas moleculares condensadas del DNA del plásmido pBR322 (fig. 6), del virus SV40 y del timo de ternera por su interacción con las poliaminas espermidina y espermina. Nos interesa estudiar estas formas moleculares, tanto como un modelo experimental que permita entender algunos aspectos de la condensación *in vivo* del DNA, como un modelo para estudiar si el DNA condensado puede tener expresión o actividad biológica. Para abordar el primer aspecto se estableció un método enzimático, basado en las propiedades catalíticas de la DNasa I páncreas, además para caracterizar la posible actividad biológica de las formas moleculares condensadas obtenidas se inició el estudio para evaluar su capacidad de transcripción *in vitro* y de transformación genética en bacterias.

## DISCUSION.

Es posible que la condensación del DNA *in vivo*, sea importante tanto en el empacamiento de esta macromolécula en los genomas, como por su participación en la regulación de la expresión genética del DNA.

En los eucariontes superiores se pueden distinguir 2 clases de cromatina: la cromatina condensada o heterocromatina y la cromatina menos condensada o eucromatina. La primera permanece condensada durante la interfase y

es inactiva en la transcripción del DNA, se replica muy lentamente y es probable que contenga los genes que no se expresan en una célula particular. Aún no se conocen las bases bioquímicas de la diferencia entre la heterocromatina y la eucromatina.

Por microscopía electrónica se conoce que la activación de los genes en los eucariontes ocurre en 2 etapas: en la primera la cromatina se descondensa y en la segunda la transcripción se activa en regiones específicas de la cromatina. Las regiones del cromosoma en donde ocurren estos eventos se observan esponjadas y son precisamente las asas de la cromatina las que se descondensan. Esto sugiere nuevamente que las asas de cromatina pueden ser la unidad funcional de los cromosomas. También por microscopía se ha encontrado que la transcripción en los eucariontes ocurre con el DNA enrollado en los nucleosomas. No se conoce a nivel molecular cómo se lleva a cabo este proceso. Solamente en los embriones de algunos insectos se ha observado que los nucleosomas se disocian durante la transcripción.

En lo que se refiere a la duplicación, la estructura de la cromatina se recupera rápidamente una vez que pasa la orquilla de duplicación. Las histonas viejas permanecen en los nucleosomas de una sola de las cadenas hijas del DNA, en tanto que las histonas nuevas se unen a la otra cadena del DNA. Los orígenes de la duplicación se encuentran uno en cada asa de la cromatina y varios orígenes se activan simultáneamente durante la fase S del ciclo

celular. Las zonas más condensadas de la heterocromatina se duplican muy lentamente. Estas observaciones sugieren cómo puede participar la condensación del DNA en la regulación de su actividad biológica.

En los procariontes la transcripción del DNA se regula por proteínas que al unirse al DNA reprimen o activan a genes específicos. Pero también existe otro tipo de control basado en la estructura del DNA (4). Tanto en la transcripción como en la duplicación, la doble hélice se abre aproximadamente 10 pb en el sitio en que se une la RNA polimerasa, enzima que inicia ambos procesos. Esto causa una tensión en la asa de la cromatina que no es favorable termodinámicamente; sin embargo si en el asa existe un super-enrollamiento negativo, se disipa la tensión inicial que se produce al abrir la doble hélice del DNA (fig. 7). Como antes se ha indicado en las bacterias existe una enzima, la DNA girasa, la cual genera continuamente el super-enrollamiento negativo en las asas de la cromatina, empleando la energía de la hidrólisis del ATP. De esta manera se favorece termodinámicamente la unión de la polimerasa y se activan la transcripción y la duplicación del DNA. Es posible que un enrollamiento de este tipo se imparta también en las asas de la cromatina de los eucariontes, cuando su estructura se descondensa en los procesos de duplicación y de transcripción y que contribuya de una manera semejante a estimular ambos procesos (1). Es importante destacar que aun cuando la cromatina se descondensa se conserva un super-enrollamiento en el DNA, el cual parece ser necesario para permitir su duplicación y transcripción.

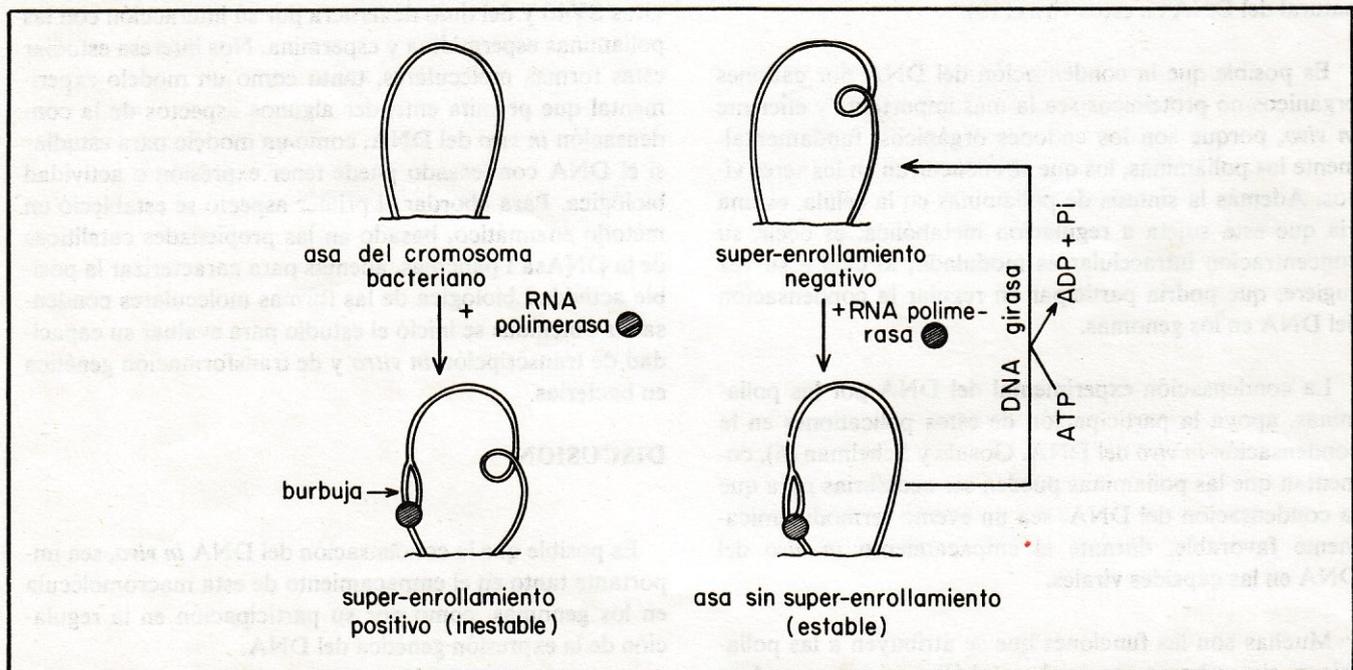


Figura 7. Mecanismo que puede regular la replicación y la transcripción del DNA. Los extremos del asa del cromosoma se encuentran fijos y al abrirse la doble hélice en el sitio de unión de la RNA polimerasa, se producirá el enrollamiento que da inestabilidad a la estructura. Cuando existe un enrollamiento previo, dado por la DNA girasa, se disipa la tensión y la estructura es estable, llevándose a cabo la replicación o la transcripción genética.

Son muchos los datos que se conocen sobre la condensación del DNA en los genomas naturales y cada vez se conoce más sobre su posible participación en la regulación de la expresión genética del DNA. Sin embargo todavía falta entender varias etapas de esta condensación, sobre todo en eucariontes. La forma en que el empacamiento del DNA regula su expresión genética, es quizá uno de los campos que más información puede revelar en el futuro.

Entre los aspectos que podrían estudiarse se encuentra la participación de las poliaminas en la condensación *in vivo* del DNA. Esta posible participación se basa en los siguientes datos:

- 1) En diferentes estudios *in vitro* se ha observado la condensación del DNA en eucariontes o de procariontes en presencia de poliaminas, espermidina y espermina (5,6 y 8-10).
- 2) En la amplia distribución de las poliaminas en todos los organismos de la escala filogenética(7).
- 3) En los diferentes datos que indican que las poliaminas estimulan la duplicación, la transcripción y la traducción de la información genética, tanto en procariontes como en eucariontes (7-11). Fundamentalmente porque contribuyen a mantener las conformaciones tridimensionales adecuadas tanto en el DNA como en los diferentes RNA, porque estimulan actividades enzimáticas implicadas en estos procesos.
- 4) En la observación de Krasnow y Cozzarelli (12), quienes encuentran que la duplicación del fago  $\phi$  X174 ocurre en condiciones en las cuales se inducen agregados moleculares del DNA por la espermidina. Lo cual sugiere que el DNA condensado puede ser activo biológicamente.

En general se conoce poco sobre la participación de las poliaminas en la condensación del DNA en procariontes y mucho menos sobre la participación en la condensación del DNA en los cromosomas de los eucariontes. Se conoce básicamente la importancia de las poliaminas en el empacamiento del DNA en los virus. Consideramos que este tipo de estudios contribuirán a establecer algunos aspectos de la condensación del DNA y de cómo puede expresarse el DNA *in vivo* en donde se encuentra altamente condensado.

Una de las conclusiones de esta revisión es que la condensación *in vitro* del DNA por las poliaminas, representa un modelo experimental relativamente sencillo que pueda contribuir a comprender algunos aspectos de la compactación *in vivo* del DNA y de su expresión genética en los genomas celulares.

## AGRADECIMIENTOS.

Agradecemos al Biólogo Pedro Chávez O. del Laboratorio del Dr. Patricio Gariglio V., del Departamento de Genética y Biología Molecular del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV del IPN), la obtención de las fotografías al microscopio electrónico.

Los resultados experimentales que presentan los autores de esta revisión, se obtuvieron en el Laboratorio de la Dra. Cecilia Montañez O., del Departamento de Genética y Biología Molecular del CINVESTAV del IPN.

## REFERENCIAS

1. Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. y Watson, J. D. (1983). *Molecular Biology of the Cell*. Garland Pub. Inc. New York and London pp. 385-481.
2. Igo-Kemenes, T., Hörz, W. y Zachau, H. G. (1982). *Chromatin*. *Annu. Rev. Biochem.* 51: 89-122.
3. Flink, I. y Pettijhon, D.E. (1975). Polyamines stabilize DNA folds. *Nature* 253: 62-64.
4. Smith, G. R. (1981). DNA supercolling: another level for regulating gene expression. *Cell*, 24: 599-604.
5. Edvokimov, Y. M., Platonov, A. L., Tikhonenko, A. S. y Varshavsky, Y. M. (1972). A compact form of double-stranded DNA in solution. *FEBS Lett.*, 23: 180-184.
6. Gosule, L.C. y Schellman, J.A. (1976). Compact form of DNA induced by spermidine. *Nature*, 259:333-335.
7. Tabor, C.W. y Tabor, H. (1984). Polyamines. *Ann. Rev. Biochem.* 53:749-790.
8. Maning, G.S. (1980). Thermodynamic stability theory for DNA doughnut shapes induced by charge neutralization. *Biopolymers*, 19: 37-59.
9. Wilson, R. W. y Bloomfield, V.A. (1979). Counterion Induced condensation of deoxyribonucleic acid. A light-scattering study. *Biochemistry*, 18: 2192-2196.
10. Marx, K.A. y Ruben, G.C. (1983). Evidence for hydrated spermidine-calf thymus DNA toruses organized by circumferential DNA wrapping. *Nucleic Acids. Res.* 11: 1840-1854.
11. Kurland, C.G. (1982). Translational accuracy *in vitro*. *Cell*, 28: 201-203.
12. Krasnow, M.A. y Cozzarelli, N.F. (1982). Catenation DNA rings by topoisomerases. Mechanism of control by spermidine. *J. Biol. Chem.* 257: 2687-2693.

**PROPUESTA PARA LA DESIGNACION DEL  
DR. JOSE LAGUNA GARCIA  
COMO PROFESOR EMERITO DE LA UNAM.**

*Por considerarlo de interés para nuestros lectores y de elemental justicia para quien allanó el camino, el BEB transcribe la opinión fundada que emitió la Comisión Dictaminadora de Ciencias Básicas, de la Facultad de Medicina, de la Universidad Nacional Autónoma de México, en relación con la propuesta como candidato al grado de Profesor Emérito, en la persona del Dr. José Laguna García.*

Habiéndonos reunido los integrantes de la Comisión Dictaminadora de Ciencias Básicas, el día 7 de agosto de 1985, en el Salón de las Comisiones de la Facultad de Medicina, procedimos a analizar los méritos académicos del Dr. José Laguna García. Se acordó apoyar por unanimidad la propuesta de que el Dr. Laguna reciba el grado de Profesor Emérito de la Facultad de Medicina en base los siguientes hechos:

1.- La labor docente del Dr. Laguna ha trascendido las barreras de la Facultad, de la Universidad y del País. En su primera etapa, como bioquímico, reestructuró el programa de la materia en la Facultad, organizó nuevas actividades prácticas acordes con el avance en los conocimientos de la bioquímica, estructuró el nuevo Departamento de Bioquímica de la Facultad, escribió el que se considera libro clásico de la materia en el idioma español (traducido al portugués), obtuvo cuantiosos donativos del extranjero para la compra de equipo y formación de personal, estableció la investigación en el Departamento y organizó los cursos de Maestría y Doctorado de Bioquímica, primero en la Facultad de Medicina y después en la Facultad de Química de nuestra máxima casa de estudios.

Pero no se trata de una lista de actividades colaterales desempeñadas por un profesor interesado. Se trata de un conjunto de acciones desarrolladas tenazmente por un maestro con conocimientos, con metas, con ideales y profundamente convencido de su labor. De no ser así, con dificultad hubiera contagiado su entusiasmo y entrega, con el ejemplo cotidiano, a colaboradores y alumnos, para haber transformado el departamento que recibió, y en un lapso de menos de 13 años como Jefe del Departamento de Bioquímica, dar lugar a un grupo y a un establecimiento considerado modelo de la docencia, tanto de pregrado como de posgrado en la Facultad de Medicina.

La segunda etapa de su vida como docente, queda enmarcada en su actividad como Director de la Facultad de Medicina. Sus inquietudes de maestro convertido en director lo llevan a buscar nuevos rumbos para la enseñanza de la medicina en la facultad. Así después de un prolongado estudio, de un sinnúmero de consultas y reuniones con expertos en docencia y en medicina, de análisis sobre la formación de los médicos en México y sobre el tipo de médico requerido para nuestro país, a la cabeza de su grupo de trabajo establece desde las bases conceptuales hasta los detalles operativos del "Plan de estudios experimental de medicina general (Plan A-36)". Más tarde, este conjunto de inquietudes contrastadas con el ejercicio de la medicina familiar en la República Mexicana, lo llevaría a establecer las bases para los primeros cursos de posgrado en México sobre "Medicina familiar o medicina integral".

Durante su gestión como Director el Dr. Laguna fue Presidente de la Asociación Mexicana de Facultades y Escuelas de Medicina y con este carácter, en conjunto con ANUIES promovió la creación de un Programa Nacional de Capacitación en Di-

dáctica a profesores de las Escuelas de Medicina, Enfermería y Odontología.

Intervino en la promoción de la creación del Centro Latinoamericano de Tecnología para la Salud.

Desarrolló la innovación a los métodos de evaluación de los conocimientos adquiridos por los estudiantes de medicina, particularmente el Examen Profesional Objetivo.

2.- En el campo de la investigación se distingue por sus esfuerzos en el campo básico y en el campo social. Sus trabajos sobre glucocorticoides y sobre colesterol dejaron huella en el desarrollo de la investigación bioquímica en México.

Pero sobre todo el Dr. Laguna fue capaz de crear un ambiente propicio para el desempeño sostenido de la investigación bioquímica efectuada en México y que ha llegado a foros internacionales. Los investigadores mexicanos que fueron convencidos por el Dr. Laguna para dedicar su vida a la bioquímica son la mayoría de los que forman el grupo maduro y activo en el país. Los investigadores que abrevaron el ambiente y el espíritu creado por el Dr. Laguna en los departamentos donde fue jefe, se han dispersado por todo México, por Centro y Sud América, por Europa y por Estados Unidos. El maestro es recordado con gusto en las reuniones internacionales donde coinciden sus alumnos.

En el campo social sus contribuciones a la enseñanza de la medicina en el pregrado (Plan A-36) y en el posgrado (Maestría en medicina familiar), así como sus estudios sobre los Servicios de Salud en México constituyen referencias obligadas para la toma de decisiones de pedagogos y técnicos en la planeación de los servicios de salud de los mexicanos.

3.- El interés de servicio, la habilidad en el trabajo y la privilegiada capacidad intelectual del Dr. Laguna lo han llevado a ocupar puestos administrativos de importancia. En el ambiente universitario destacan el de la Jefatura del Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina, la Jefatura en los cursos de posgrado de la misma materia en la Facultad de Medicina y en la de Química, la Dirección de la Facultad de Medicina y la Dirección en el Centro Universitario de Tecnología Educativa para la Salud. En todos ellos se comportó como el maestro al servicio de sus alumnos.

La importancia intrínseca y la trascendencia social del Plan A-36 y de las bases para el posgrado en medicina familiar proyectaron al Dr. Laguna, por méritos propios, hacia la vida política del País.

Así ha sido titular de la Subsecretaría de Planeación de la SSA en el régimen anterior y de las Subsecretarías de Asistencia y de la Investigación y Desarrollo, de la actual Secretaría de Salud. Es importante dejar constancia de que en las reuniones de trabajo de la mencionada Secretaría, se le identificó como el maestro Laguna, más que como el Subsecretario Laguna; impulsando incluso en este ámbito la formación de recursos humanos, en especial el de salud pública, así como las investigaciones sobre insumos para la salud, tendientes a reducir la dependencia tecnológica de México frente al extranjero.

Sus nombramientos como asesor de la Organización Panamericana de la Salud y como Secretario del Consejo de Salubridad General de la Presidencia de la República hablan en favor del reconocimiento de expertos integrantes de grupos nacionales e internacionales, los que están dispuestos a confiar en el criterio y la opinión de quien se inició como investigador en ciencias básicas y se ha convertido en una autoridad en salud pública.

4.- El impacto social de la actividad del Dr. Laguna, ha sido en todas y cada una de sus facetas, la del maestro que deja huella, que transforma. Como bioquímico supo convencer a multitud de seguidores, fue socio fundador de la Sociedad Mexicana de Bioquímica y sin lugar a dudas fue la piedra angular sobre la que se asentó el desarrollo de la bioquímica en México.

Como maestro de posgrado en ciencias básicas de la Facultad de Medicina fue el modelo a seguir, no sólo por sus compañeros y alumnos, sino también por los empeñados en trabajar áreas diferentes de la bioquímica: las fechas en que se aprobaron en la Facultad de Medicina los cursos de las maestrías y doctorados de ciencias básicas distintas a la bioquímica, le otorgan a ésta el título de primogénita.

Como Director de la Facultad de Medicina fue el maestro que origina un nuevo plan de estudios que convence, que inquieta, sobre el cual se continúa trabajando. Aparecen defensores del plan más "lagunistas" que Laguna y otros que lo condenan sin conocerlo. Pero lo importante es que el Dr. Laguna establece, no sólo el deseo de enseñar la medicina, sino el de buscar la mejor manera de enseñar la medicina a los médicos que México demanda.

Como la autoridad que proporcionó las bases para el establecimiento de las maestrías en medicina familiar, Laguna, el maestro, provoca un impacto tan profundo en el ejercicio de la medi-

cina Mexicana que aún no se puede evaluar. Baste un ejemplo: en el Instituto Mexicano del Seguro Social se tiende a formar más personal en medicina familiar que en todas las demás especialidades juntas.

Por último, como servidor público, Laguna, el maestro persuade y convence precisamente por su calidad como maestro.

5.- En conclusión, el Dr. José Laguna García cumple con creces en nuestra opinión, los requisitos estipulados en el Artículo 82, Título IV, del Estatuto General de la Universidad Nacional Autónoma de México y en el Artículo 33, Título IV del Estatuto del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México para ser designado Profesor Emérito de la Facultad de Medicina de la propia Universidad Nacional Autónoma de México.

Atentamente.

"Por mi raza hablará el espíritu"  
Cd. Universitaria, D.F. a 8 de Agosto de 1985  
La Comisión Dictaminadora

Dr. Enrique Piña Garza (Presidente); Dr. Rodolfo Rodríguez Carranza; Dr. Librado Ortiz Ortiz; Dr. Alfonso Cárabez Trejo; Dr. Manuel Granados Navarrete (Secretario).

## INDICES DE REVISTAS

VOLUME 13 NUMBER 3 JULY 1985

# Biochemical Education



13<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOCHEMISTRY  
25-30 August 1985  
Amsterdam, The Netherlands

Established 1845  
**SCIENTIFIC AMERICAN**  
September 1985 Volume 253 Number 3

### ARTICLES

- 26 **STOPPING THE PRODUCTION OF FISSILE MATERIALS FOR WEAPONS**, by Frank von Hippel, David H. Albright and Barbara G. Levi It is a verifiable way to limit the arms race.
- 34 **HELIOSEISMOLOGY**, by John W. Leibacher, Robert W. Noyes, Juri Toomre and Roger K. Ulrich Oscillations of the sun, observed on the surface, can yield clues to the solar interior.
- 44 **OLIGOSACCHARINS**, by Peter Albersheim and Alan G. Darrill A new kind of plant hormone has been identified: cell-wall fragments that act as regulatory molecules.
- 84 **THE COMPARTMENTAL ORGANIZATION OF THE GOLGI APPARATUS**, by James E. Rothman The organelle that processes proteins has three functionally specialized divisions.
- 96 **BIMETALLIC CATALYSTS**, by John H. Sinfelt Chemical reaction rates are controlled by varying the composition of tiny clusters of metal atoms.
- 106 **A WEB-BUILDING JUMPING SPIDER**, by Robert R. Jackson Some spiders jump and others build webs. A species that does both gets the jump on other spiders.
- 114 **SLIPS OF THE TONGUE**, by Michael T. Motley How do they happen? What do they mean? To study such questions, slips are induced in the laboratory.
- 122 **YELLOW RAIN**, by Thomas D. Seeley, Joan W. Nowicke, Matthew Meselson, Jeanne Guillemin and Pongthep Akkratnanakul An alleged chemical-warfare agent is honeybee feces.

Editorial .....	97
Molecular Physiology and Pathology of $\alpha_1$ -Antitrypsin D R BOSWELL and I CBATHURST .....	98
The Remarkable Amylases. F FRIEDBERG .....	105
Seminar Experience in an Undergraduate Biochemistry Curriculum. G F LATA .....	108
IVth PAABS Congress in Buenos Aires 6 November 1984. M. SAFFRAN .....	110
Biochemical Education in Taiwanese Universities. F VELLA .....	111
Molecular Biology Teaching in Hebei, People's Republic of China. DING FANG .....	112
A Research Project-Format for Biochemistry Practical Classes for Medical Students — its Philosophy and Design. M P THOMPSON .....	114
Fatty Acid Oxidation — A CAL Program. C BULLOCK .....	116
Angiokeratoma Corpus Diffusum: A Problem-solving Game in Human Biochemical Genetics. M CARROLL .....	117
The Teaching of Medical English in Japanese Medical Schools — A New Approach. V M DARLEY-USMAR, H HAMAGUCHI, S SAWAGUCHI and K F ANAN .....	119
The Gap-filling Technique in Biochemistry. J M ARGILÉS and P RICH .....	122
Thermodynamic Prediction of Steady-State Reaction Direction. W A LINDNER and J M BRAND .....	123
The Estimation of the Apparent Standard Free Energy Change $\Delta G_{pH}$ of a Biochemical Reaction from the Standard Free Energy of Formation and Apparent Free Energy of Ionization of the Participating Molecules and its Application to the Reactions of the Purine Metabolism. B K VAN KREEL .....	125
Glutamate Dehydrogenase: A Reappraisal. K L MANCHESTER Diagnosis of Linear Competitive Inhibition. K T DOUGLAS and A AL-TIMARI .....	131
Estimation of Amniotic Fluid Phospholipids in Assessing Fetal Lung Maturity. B H RAGATZ and G MODRAK .....	134
The Molar Volume of a Solute. H A AKERS and V E TUCKLER .....	136

# INSTRUCCIONES PARA LOS COLABORADORES DEL BOLETIN DE EDUCACION BIOQUIMICA

*El BEB es una revista dedicada a la divulgación de temas interesantes y relevantes en el campo de la bioquímica y en áreas afines. Está dirigido a profesores y estudiantes no especializados, por lo que se sugiere que la presentación de los trabajos se ajuste a sus lectores y sea simple explícita y didáctica. Serán bienvenidas las contribuciones en forma de artículos de revisión y otras comunicaciones. Solicitamos a los autores se ajusten a los siguientes lineamientos para facilitar la labor editorial.*

## I. ARTICULOS DE REVISION

- 1) *El manuscrito no debe exceder de 12 cuartillas escritas a máquina a doble espacio (27 renglones por cuartilla y 70 golpes por renglón.)*
- 2) *Se aceptarán como máximo 6 figuras o tablas. La limitación en el número de figuras, tablas y referencias obliga a los autores a que seleccionen aquellas realmente importantes e informativas. Numere las figuras con números arábigos y las tablas con números romanos. Adicione las leyendas y pies de figuras en una hoja aparte. Considere que las figuras y tablas serán reducidas de tamaño, aproximadamente a 1/2 o 1/4 de la hoja carta, las letras o números más pequeños, una vez hecha la reducción no deben ser menores a los 2 mm.*
- 3) *Sugerimos un máximo de 10 referencias tanto específicas como lecturas recomendadas. Cada referencia debe contener: nombre(s) del autor(es), año entre paréntesis, título del artículo, nombre de la revista, volumen a cursiva y el número de la primera y última páginas. Ejemplos:*
  - a) *Miller, C.O. (1982). Cytokinin Modification of Mitochondrial Function. Plan Physiol, 69, 1274-1277.*
  - b) *Larkins, B.A., Pearlmutter, N.L. y Hurkman, W.J. (1979). The mechanism of zein synthesis*

*and deposition in protein bodies of maize endosperm. En The Plant Seed. Development, Preservation, and Germination, Editores: Rubenstein, I., Phillips, R.L., Green, C.E. y Genenbach, B.G. Academic Press. New York. pp. 49-55.*

- 4) *Evite hasta donde sea posible los pies de páginas. Las abreviaturas poco comunes utilizadas en el texto deberán, enlistarse en la primera página.*

## II. OTRAS COMUNICACIONES

- 1) *El tema de las otras comunicaciones puede ser muy variado; desde resúmenes de artículos interesantes, relevantes o significativos, información de tipo general, bolsa de trabajo, etc.*
- 2) *El contenido deberá ser desarrollado en forma resumida y de una manera muy explícita.*
- 3) *El manuscrito debe ser de una o cuatro cuartillas de longitud, escritas en máquina a doble espacio (27 renglones por cuartilla y 70 golpes por línea).*
- 4) *Se aceptarán un máximo de dos referencias incluidas entre paréntesis en el texto. En casos en que se juzgue necesario se podrá incluir una figura o tabla.*

*Los manuscritos serán leídos por dos revisores, uno de ellos familiarizado con el tema y el otro ajeno al mismo. Las correcciones y sugerencias se comunicarán al primer autor.*

*Envíe el original y dos copias de los manuscritos a la Dra. Yolanda Saldaña de Delgadillo. Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Apdo. Postal 70-159, Delegación Coyoacán, 04510 México, D.F., o al Dr. Alberto Hamabata, Departamento de Bioquímica, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Apdo. Postal 14-740, 07000 México, D.F. o bien a través del corresponsal BEB.*