



CBYS027817

AVANCE Y PERSPECTIVA

núm. 28 Otoño 1986

México
ISSN 0185 - 1411

- Genes y mutantes
- Caos en los sistemas determinísticos





**Centro de Investigación
y de Estudios Avanzados**

Maestría en BIOLOGÍA VEGETAL

- Ingeniería Genética
- Fisiología Vegetal
- Ciencia y Tecnología de Alimentos
- Almacenamiento de Granos y Semillas
- Ecología Microbiana

Examen de admisión:

8 y 9 de enero de 1987

Inscripción inicial a la Maestría:

segunda quincena de enero.

Iniciación de cursos:

2 de marzo de 1987

Periodo lectivo primer semestre:

marzo a julio; segundo semestre,
septiembre a enero

Requisitos de admisión

- Estudios de Licenciatura completos en las áreas biológicas, así como de química, agronomía o áreas afines.
- Promedio mínimo de 8.0 en los estudios profesionales.
- Aprobación del examen de admisión (biología, química, fisicoquímica, matemáticas, inglés)
- Documentación solicitada completa.

Para mayor información dirigirse a:

Coordinador Académico
CINVESTAV-IPN Unidad Irapuato
Apartado Postal 629
36500 Irapuato, Gto. Tel. (462) 718 60 — 718 25



Fidel Hernández et al
Las mutantes en el
desarrollo de la
Genética: Del estudio
del chicharo a la
identificación de
moléculas

pág. 3

Esther Orozco et al
Identificación de una
adhesina de
E. histolytica
utilizando anticuerpos
monoclonales y mutantes
deficientes en adhesión,
en el Departamento de
Genética y Biología
Molecular del Cinvestav

pág. 13

Matemáticas aplicadas
a la Biología

pág. 21



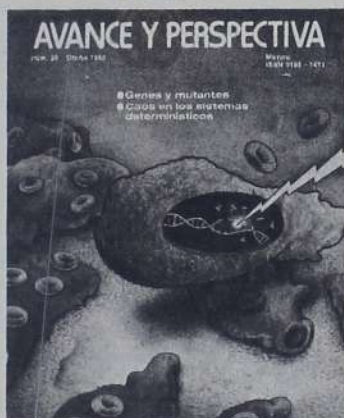
noticias del centro



pág. 26

bibl. Area Biologica

sumario



Portada: Una ameba ha sido modificada en su ADN por su agente externo, lo cual la imposibilita para adherir eritrocitos y la vuelve no patógena.

Relación de proyectos que
el Centro mantiene
vigentes y cuentan con
financiamiento adicional
externo
septiembre-noviembre
1986

pág. 30



libros

Alicia García Bergua
Tres libros sobre
primates



pág. 40



espacio abierto

Javier Pérez de Cuéllar



Por una
ciencia para
el desarrollo

pág. 44

Centro de Investigación
y de Estudios Avanzados del IPN
Cinvestav

Dr. Héctor O. Nava Jaimes, Director

Editor: Dr. Enrique Campesino Romeo

Editor asistente: Carlos Chimal

Fotografía: Agustín Estrada

Certificado de licitud 1728 y certificado de licitud de contenido 1001, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Reserva de título No. 705-82 de la Comisión General de Derechos de autor. *Avance y Perspectiva*, publicación cuatrimestral editada por la Secretaría Académica del CINVESTAV, Av. I.P.N. No. 2508, esq. Calz. Ticomán. Apartado Postal 14-740, 07000 México, D.F. Los artículos firmados son responsabilidad del autor.

Tipografía: Letras, S.A. Tlatetlpa 17, Coyoacán.

Operadora: Mary Ramírez.

Formación: Sres. Enrique Fernández, Arturo Macías y José Garcés.

Negativos, impresión y encuadernación: Litoarte, S.A. Ferrocarriil de Cuernavaca 683, Col. Ampliación Granada.



correspondencia

Señor editor:

He visitado con mucha emoción el Centro, en especial el Departamento de Ingeniería Eléctrica, observando un formidable progreso. En su 25 aniversario, mis felicitaciones por el enorme aporte al desarrollo científico y técnico del país.

M. en C. Mauricio Vega
Coral Springs, Florida, EUA.

Señor editor:

Conocemos *Avance y Perspectiva* y la consideramos un elemento de gran utilidad para investigadores y alumnos de este instituto. Esperamos seguir contando con ella.

Agradezco su atención.
Atte. "La técnica al servicio de la Patria"
Dr. José Enrique Villa Rivera
Jefe de la División de Investigación Científica
Dirección de Graduados e Investigación
Instituto Politécnico Nacional.



Señor editor:

Con alegría recibimos su revista *Avance y Perspectiva* ya que nos hemos dado cuenta de que tanto alumnos como maestros la consultan frecuentemente. Contar con ella implica acrecentar nuestro acervo cultural y significa un elemento más para elevar en nivel académico de la institución.

Sin otro particular y no dudando seguir contando con esta fuente de información, le deseo éxito. Reciba un cordial saludo.

Atentamente
Ing. Jorge Luis Alba Aldaz
Director del Centro de Bachillerato Tecnológico 124
Cd. Madera, Chihuahua
C.P. 31940

Señor editor:

Quisiera hacer notar que mi artículo "Acerca de la enseñanza del Cálculo", publicado en el número 27 de *Avance y Perspectiva*, se originó a partir de una charla dentro del IV Congreso Interamericano de enseñanza de las matemáticas, que se celebró el año pasado en nuestro país.

Sin más por el momento, agradezco su atención.

Dr. Juan José Rivaud
Departamento de Matemáticas

Señor editor:

En el número 26 de *Avance y Perspectiva* se publicaron unas reseñas de dos libros del DIE. Desafortunadamente, los créditos no corresponden a la realidad, por lo que mucho agradeceremos se sirva aclarar a los lectores que las autoras de *La escuela, lugar del trabajo docente*, *Descripciones y debates* son Elsie Rockwell y Ruth Mercado. Asimismo, en *Sistemas de Numeración*, las autoras son Irma Fuenlabrada, Martha Davila y Cristina Espinosa.

Agradecemos de antemano la atención que se sirva prestarnos.

Atentamente
Marta Hernández R.
Sección de Publicaciones
Departamento de Investigaciones Educativas.



**La Dirección de Publicaciones
del Instituto Politécnico Nacional**
ofrece al personal y estudiantes del Centro
descuentos del 50% en publicaciones
y 30% en librería.

**La presentación
de la identificación
del Cinvestav
es suficiente.**

**Fidel Hernández,
Mario Alberto Rodríguez,
Benito Estrada y
Esther Orozco**

tificar a las moléculas que intervienen en el metabolismo de ciertas proteínas, azúcares y lípidos; y para estudiar actividades biológicas como la regulación de la expresión génica, la movilidad celular, la adhesión y la fagocitosis, entre otras.

Entre las herramientas que se utilizan en el análisis genético de las funciones biológicas, se encuentra el aislamiento de organismos que presentan

Las mutantes en el desarrollo de la Genética: Del estudio del chícharo a la identificación de moléculas

Cuando el científico se enfrenta a un problema biológico, puede abordarlo con diferentes enfoques: Entre éstos, se pueden mencionar: a) El enfoque bioquímico, que consiste esencialmente en aislar los componentes moleculares de una célula en el tubo de ensaye para posteriormente estudiar sus propiedades. b) El enfoque estructural contempla el estudio de la forma y disposición de los componentes de la célula. La microscopía, en sus diferentes modalidades, es una herramienta valiosa en este tipo de estudios. c) El enfoque genético consiste en utilizar las características fenotípicas y genotípicas de las células para estudiar las moléculas que participan en funciones celulares, así como la regulación de su expresión. Con este último enfoque es posible realizar estudios in vivo. Sin duda alguna, el abordar los problemas científicos utilizando varios enfoques y diferentes metodologías es la estrategia que proporciona mejores probabilidades de éxito.

Con la participación de la bioquímica, la microscopía y la biología molecular, la genética ha logrado llegar hasta el conocimiento de las moléculas que forman los genes, al estudio de sus alteraciones (mutaciones) y de los mecanismos que participan en su expresión, así como al establecimiento de las técnicas para modificarlos deliberadamente (ingeniería genética). El enfoque genético se aplica en diferentes niveles de complejidad: el molecular, el celular y el de organismos multicelulares; aunque es en los microorganismos en donde se han realizado los avances más espectaculares.

En particular, la tecnología del ADN recombinante (ingeniería genética) se aplica actualmente en los microorganismos para aumentar la producción de compuestos, tales como enzimas, insecticidas de origen biológico, proteína unicelular, etc; para iden-

alteraciones en dichas funciones (mutantes). Los organismos mutantes constituyen controles genéticos negativos altamente específicos para detectar en la estirpe original (cepa silvestre) los factores que participan en la función estudiada y que están ausentes o modificados en las mutantes.

Nuestro grupo de investigación está dedicado al estudio de los factores moleculares que participan en la patogenicidad de protozoarios parásitos, particularmente de *Entamoeba histolytica*. Para abordar el análisis de los factores de virulencia de este parásito hemos utilizado un enfoque genético, que contempla como uno de sus aspectos importantes el aislamiento de mutantes en diferentes propiedades biológicas, relacionadas con la virulencia amibiana. La parte genética de esta estrategia se discutirá al final de este artículo y los resultados experimentales, obtenidos con ella, se describirán en el siguiente artículo.

A continuación se revisarán algunos de los hechos históricos más importantes que permitieron establecer algunos conceptos de la genética que se aplican en el aislamiento de mutantes, las cuales, a su vez, han sido muy útiles en la construcción de mapas cromosómicos, la definición de rutas metabólicas y el aislamiento de moléculas específicas que participan en una función dada. Debido a restricciones de espacio no se comentará el trabajo de varios genetistas importantes y remitimos al lector interesado a los libros de Keller (1983), Stent (1970), Hsu (1979) y Walliker (1983). (Véase la bibliografía al final de este artículo.)

I. Gregorio Mendel: los albores de la genética

El estudio de la genética moderna comenzó prácticamente con Gregorio Mendel, monje austriaco que tuvo una excelente preparación en física y matemáticas, y que fue recomendado al abad

Fidel Hernández, Mario Alberto Rodríguez y Benito Estrada, alumnos de doctorado; Esther Orozco, profesora titular e investigadora del Departamento de Genética y Biología Molecular.

Knopp del monasterio de Altburnn, Austria (hoy Brno, Checoslovaquia), como un ingenioso estudiante de los fenómenos de la naturaleza. Bajo estas circunstancias, Mendel fue acogido en el monasterio con la esperanza de que hiciera observaciones relativas al cultivo de vegetales, una de las actividades que realizaban los monjes del lugar. Para este análisis, Mendel eligió un modelo experimental: el chícharo (*Pisum sativum*), que le proporcionó una serie de ventajas:

a) El tiempo necesario para la reproducción del chícharo es relativamente corto (anual), lo que permitió a Mendel estudiar varias generaciones, y modificar en cada una de ellas ciertas características de los progenitores para observar su transmisión a la descendencia.

b) Por otra parte, el cultivo del chícharo es sencillo y barato y el número de individuos que se producen en cada generación es grande, por lo que Mendel pudo comparar sus resultados experimentales con los que el predecía, evitando errores debidos al azar.

c) Además, en el chícharo, la estructura de la flor favorece el proceso de autofecundación, lo que promueve, a su vez, la existencia de líneas genéticas puras, las cuales fueron la base para que Mendel iniciara una investigación bien controlada. Un resultado del proceso de autofecundación es que, cuando sucede el poco probable evento de la mutación espontánea, esto es, un cambio en un gene, se favorece su transmisión a la descendencia, dando como resultado una línea pura que difiere de la original en una sola característica.

Mendel usó para sus estudios líneas puras, que

difierían entre sí en uno o dos caracteres; esto redujo su problema al estudio de pocas características fácilmente apreciables en cada generación, lo que le evitó complicaciones al hacer sus observaciones y le permitió encauzar sus esfuerzos al análisis de un gran número de individuos.

d) La estructura floral del chícharo permite además la manipulación de la fecundación. El experimentador puede cortar los estambres de la flor antes de que madure, y fecundarla posteriormente con el polen de otra flor. De este modo es posible diseñar cruza, utilizando progenitores que posean características apropiadas para el análisis de la transmisión de éstas a su descendencia.

Con tales herramientas, Mendel hizo varias cruza, usando razas puras como primeros individuos experimentales (generación P). Los descendientes en la primera generación (generación F_1) los cruzó entre sí, y analizó la herencia en la segunda generación (generación F_2) (Figura 1).

En base a los resultados de sus observaciones, Mendel propuso que los caracteres se transmitían por medio de "partículas" (genes) y que cada individuo poseía un par de ellas (genes alelos), una de las cuales era aportada por el padre y otra por la madre. Estas partículas determinarían el fenotipo del individuo dependiendo de cuál de las dos se expresara en forma "dominante". Además, al analizar la herencia de un carácter, Mendel observó que las proporciones fenotípicas en la segunda generación (F_2) eran de 3:1. Esto es 3/4 de los descendientes presentaban el fenotipo del carácter dominante y 1/4 presentaba el fenotipo del carácter recesivo (Figura 1). Cuando Mendel analizó simultáneamente la herencia de dos caracte-

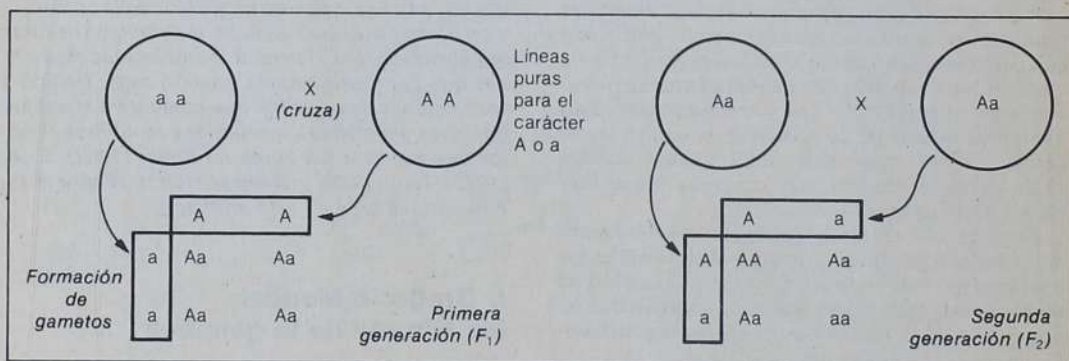


Figura 1. Herencia de un solo gen. En cruza con organismos de líneas puras para el carácter AA (dominante) y aa (recesivo), todos los descendientes (generación F_1) presentarán genotipo Aa y fenotipo A — (alelo dominante). Al cruzar entre sí a dos

individuos de la generación F_1 , los descendientes (generación F_2) presentarán las siguientes características: Los organismos tendrán fenotipo dominante (Aa) y uno fenotipo recesivo (aa).

res, observó que estos se segregaban independientemente, dando lugar a una descendencia con una proporción fenotípica 9:3:3:1 (Mendel, 1865).

El trabajo de Mendel no tuvo impacto en su tiempo, debido a que fue publicado en una revista de poca circulación y a que los científicos que conocieron su trabajo en 1865 no comprendieron su importancia. Por estos motivos los resultados de Mendel quedaron en el olvido durante 35 años.

Al rededor del año de 1900, varios científicos redescubrieron los principios propuestos por Mendel. Carl Correns encontró, en experimentos de cruza de líneas de maíz, que la proporción de aparición de los fenotipos que él estudió, era similar a la propuesta por Mendel, a quien cita en su trabajo. En ese mismo año Hugo de Vries y Erick von Tschermak publicaron, independientemente, sus observaciones de cruza en vegetales con resultados, conclusiones y citas análogas a las de Correns y Mendel.

II. Localización de los genes en los cromosomas

Durante el primer período de estudio de la genética el "gene" careció de significado material; era abstracto e indivisible. Sin embargo, al principio del siglo los citólogos observaron que durante la división celular, unas partículas pequeñas, los cromosomas, se repartían en forma exacta entre las células hijas. Este fue uno de los primeros datos que sugirieron que los genes estaban en los cromosomas. Esta línea de pensamiento se encuentra representada en el trabajo de W. S. Sutton "The chromosomes in heredity" (Sutton, 1903). Con base en estas observaciones, Sutton no sólo propuso que los genes estaban en los cromosomas, sino, además, que su repartición durante la meiosis era uno de los factores que generaba variabilidad en los organismos, ya que las combinaciones posibles de juegos cromosómicos por célula son muy grandes (Figura 2). Esta importante hipótesis de trabajo fue conocida como la teoría Sutton-Bovery.

El siguiente paso en el estudio de la herencia, fue conocer la disposición de los genes en los cromosomas y sus interrelaciones. En esta formidable tarea participó en forma destacada el grupo formado por T. H. Morgan y sus estudiantes, Bridges y Sturtevant, quienes usaron como modelo de estudio a la mosca de la fruta, *Drosophila*, la cual

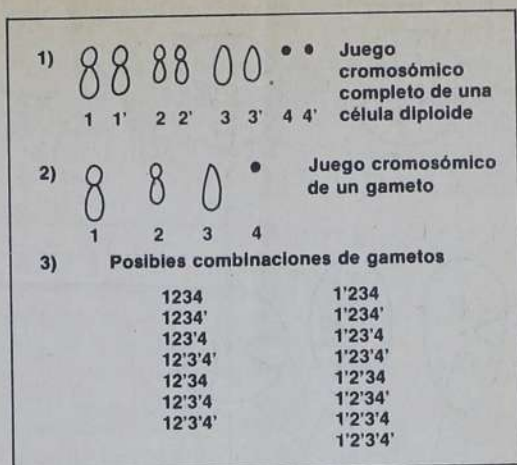


Figura 2. Combinaciones cromosómicas durante la gametogénesis. Durante la gametogénesis ocurre la segregación al azar de los diferentes cromosomas, por lo que existe un gran número de combinaciones que pueden darse para un gameto. Por ejemplo, si una célula diploide contiene cuatro juegos de cromosomas (1,1'; 2,2'; 3,3'; y 4,4') habrá 16 diferentes combinaciones posibles.

tiene únicamente 4 pares de cromosomas (Figura 3), y es posible aislar de ella mutantes con fenotipos fácilmente distinguibles. Por otra parte, una mosca alcanza la madurez reproductiva en sólo dos semanas, produciendo gran número de descendientes.

Morgan cultivó moscas durante varias generaciones y en uno de sus cultivos apareció una mutante espontánea, un macho con ojos blancos, en contraste con los ojos rojo brillante de las moscas comunes aisladas de la naturaleza (tipo silvestre). Por experimentos de cruza, la mutación para el fenotipo "ojo blanco" se localizó en un cromosoma del único par desigual (heteromórfico) de este organismo, que además determina el sexo del individuo (Morgan, 1910; Bridges, 1925) (Figura 3). Después de localizar la mutación "ojo blanco" fue posible identificar cuál era el cromosoma sexual que un individuo recibe de sus padres, ya que el gen responsable de la expresión del fenotipo "ojo blanco" (W) va "ligado" al cromosoma X (X^W). Cuando un macho recibe un cromosoma X^W , el par sexual se forma con el cromosoma Y, que es más pequeño y no tiene la información genética adecuada para contrarrestar el efecto del gen W en el cromosoma X^W este individuo será un macho de ojos blancos. En contraste, una hembra necesita recibir dos cromosomas X^W para poseer ojos blancos. Esto significa que en la hembra, el carácter W es recesivo.

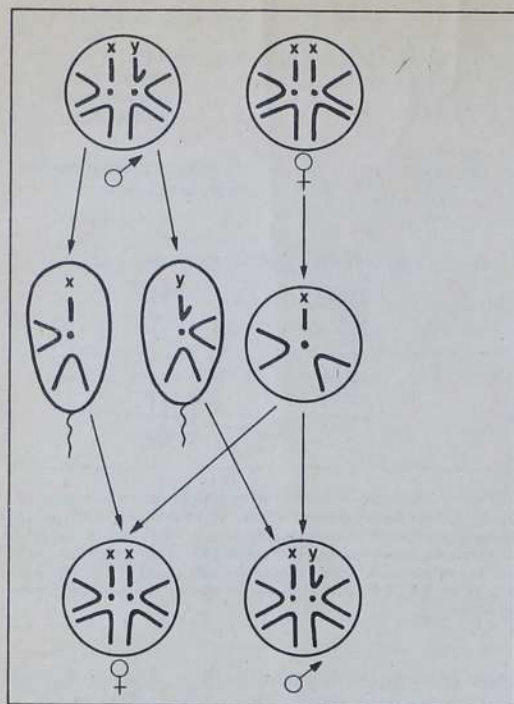


Figura 3. Determinación cromosómica del sexo. El sexo de la descendencia está determinado por la presencia del cromosoma X (1) o Y (J) en el espermatozoide, ya que todos los óvulos portan el cromosoma X (1).

A partir de los trabajos de Sutton y Boveri, se sabía que los cromosomas se repartían en los gametos, formando "equipos" en los que estaba representado un cromosoma de cada par. Morgan observó que algunos fenotipos casi siempre se heredaban juntos y para explicarlo propuso que los genes responsables de estos fenotipos se encontraban en el mismo cromosoma. Sin embargo, en experimentos de cruza, Morgan encontró que, en algunos casos, poco frecuentes, tales genes se recombinaban, lo que daba lugar a que los fenotipos que originalmente aparecían juntos, aparecieran en nuevas combinaciones (Figura 4). Morgan propuso que los cromosomas homólogos intercambiaban material genético durante el proceso de meiosis, cuando estas estructuras se alinean una junto a la otra formando tétradas. En base a esta hipótesis, Sturtevant estableció en 1913 que la posibilidad de que dos genes presentes en un mismo cromosoma se hereden independientemente, es proporcional a la distancia que los separa; mientras más alejados estén dos lugares (loci) en un cromosoma, las probabilidades de recombi-

nación son más altas, debido al fenómeno de intercambio de fragmentos cromosómicos (Sturtevant 1913) (Figura 4). Sturtevant encontró, además, que la distancia entre dos genes en un cromosoma, se podía calcular a partir del porcentaje de organismos recombinantes, obtenido en la descendencia de cruza entre organismos con marcadores genéticos conocidos. Este fue el principio de los mapas genéticos, con los cuales fue posible agrupar linealmente a ciertos genes, formando grupos de ligamiento, cada uno de los cuales corresponde físicamente con un cromosoma.

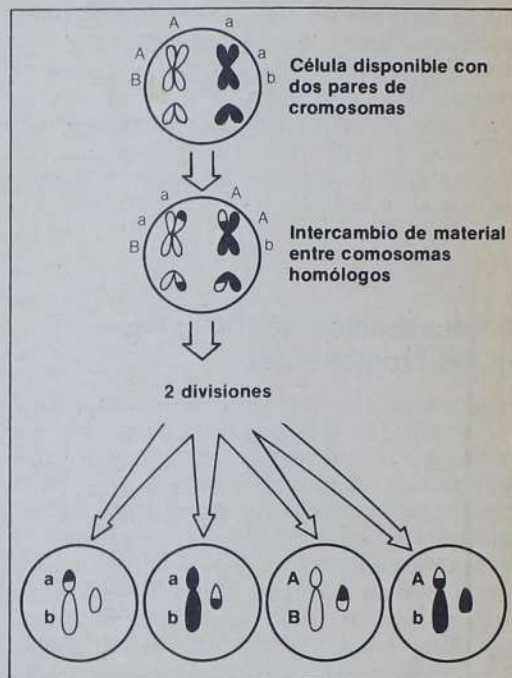


Figura 4. La meiosis. En el proceso de meiosis, a partir de una célula diploide se originan cuatro células haploides que se convertirán en gametos (óvulo o espermatozoide). Durante la meiosis ocurre el fenómeno de recombinación de material entre cromosomas homólogos (crossing-over), lo que da como resultado la recombinación de dos caracteres contiguos, que generalmente se heredan como un "grupo de ligamiento" (a, b o A, B) originando nuevas combinaciones (a, B o A, b).

III. Un avance más: aislamiento de mutantes inducidas

La herramienta básica del genetista son las líneas puras que difieren entre sí por una o unas cuantas características, pero hasta 1925, obtener

una mutante a partir de una línea pura era un hallazgo poco probable y casual. En 1927, H. J. Müller dio nuevo impulso al avance de la genética al encontrar la forma de inducir mutaciones en *Drosophila* usando rayos X. Con esto se abrió la posibilidad para aislar un alto número de mutantes, las cuales podían ser seleccionadas eligiendo un fenotipo de su interés. Müller también dio por primera vez la voz de alerta respecto al uso indiscriminado de las radiaciones ionizantes, que pueden producir daño en el genoma de los gametos, afectando a la descendencia, o modificar a las células somáticas produciendo cáncer (Müller, 1927). Actualmente, para la inducción de mutantes se utilizan agentes físicos y químicos, llamados mutágenos, que pueden ser, además de los rayos X, la luz ultravioleta y varias sustancias químicas como el etil metano sulfonato, las acridinas y la nitroso guanidina; al interactuar con el genoma lo modifican azarosamente.

IV. La selección: el reto del genetista

En términos generales, cuando el genetista quiere aislar una mutante en una función biológica dada, debe llevar a cabo dos etapas experimentales:

a) Una etapa inespecífica, que implica la inducción de mutaciones por medio de agentes mutagénicos, la cual se expuso en la sección anterior. Esta etapa no es controlable en relación a los genes que se quieren alterar. b) Una etapa específica, que se realiza para seleccionar de entre las mutantes producidas al azar, por efecto del mutágeno, aquellas que poseen el fenotipo de interés.

Esta última etapa, en la que se requiere diseñar un método de selección que permita obtener células con alteraciones en la función elegida, constituye un reto intelectual para el genetista, dado que el número de mutantes que se buscan es muy pequeño. Por lo tanto, el método de selección debe tener características tales que permita eliminar al mayor número de células que no posean el fenotipo deseado, para que sólo queden las mutantes que se buscan.

El diseño de métodos de selección de mutantes se basa generalmente en diferentes criterios. A continuación mencionamos algunos de los más utilizados:

a) Si la mutación provoca un cambio que se pueda detectar a simple vista o con ayuda del microscopio de luz, las mutantes pueden seleccionarse

por su morfología, color o distribución de algún componente.

b) Si la mutación provoca un cambio que hace que las células requieran algún compuesto especial para su crecimiento, y que, además, afecte a la cepa silvestre, las mutantes se pueden seleccionar utilizando un medio de cultivo, al cual se le añadió dicho compuesto.

c) Si la mutación produce resistencia a una droga a la que la cepa silvestre es sensible, las mutantes se pueden seleccionar añadiendo al medio de cultivo la droga en concentraciones letales para la cepa silvestre.

d) Hay mutaciones que provocan la incapacidad de la célula para metabolizar un compuesto necesario para su sobrevivencia. Las mutantes que poseen esta deficiencia se conocen como auxotróficas y pueden ser seleccionadas en un medio de cultivo con requerimientos mínimos, en donde sólo las células silvestres puedan dividirse y las mutantes, aun cuando permanezcan viables, sean incapaces de dividirse. Si a este medio se le añade algún tipo de droga que actúe en forma letal sobre las células que se están dividiendo, entonces sólo sobrevivirán las células incapaces de crecer, esto es, las mutantes (Figura 5).

e) Existen funciones esenciales en una célula que sí se alteran; son letales. Este hecho, en primera instancia, dificulta el tratar de obtener mutaciones en los genes que codifican para este tipo de funciones. Sin embargo, se pueden obtener mutantes condicionales letales. Es decir, células que en ciertas condiciones del medio ambiente puedan desarrollarse normalmente, pero al cambiarlas por otras que son restrictivas (como temperatura, pH, osmolaridad, luz, etc.), la función en estudio se altera.

Es importante hacer notar que las mutaciones pueden afectar directa o indirectamente a las funciones biológicas.

Aprovechando los métodos de inducción de mutantes se han desarrollado varios trabajos, entre los que destacan los de G. W. Beadle y E. L. Tatum (1941), quienes trabajaron con el hongo *Neurospora*, del cual seleccionaron organismos deficientes en la producción o en el aprovechamiento de ciertos metabolitos. Para ello utilizaron medios de cultivo que permitieran la selección de las mutantes buscadas de entre una población de hongos tratada con rayos X. Estos investigadores trabajaron según la hipótesis que propone que para que la célula pueda utilizar un compuesto dado en su metabolismo, son necesarias varias enzimas que actúan en secuencia, teniendo en

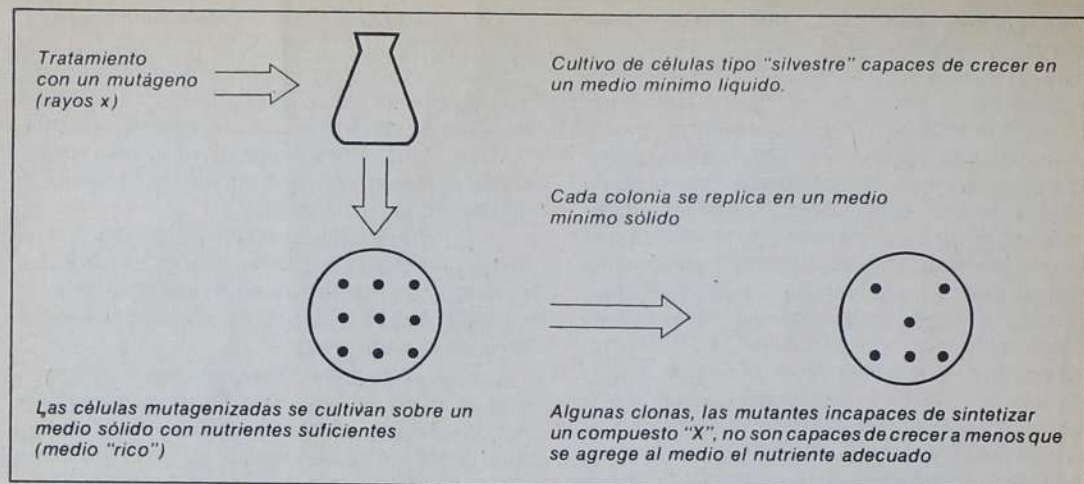


Figura 5. Selección de mutantes nutricionales.

cuenta que cada una usa como sustrato los productos de la reacción anterior, como en una línea de montaje (Figura 6). Con este modelo, llamado la hipótesis de:

1 gen $\longrightarrow$ 1 enzima

Gene	I	II	III	IV	V
Enzima	1	2	3	4	5
Producto	A $\longrightarrow$ B $\longrightarrow$ C $\longrightarrow$ D $\longrightarrow$ E $\longrightarrow$ F				

Figura 6. Las vías metabólicas que transforman un sustrato (A), en un producto final (F), siguen frecuentemente una ruta en la que el sustrato se transforma en varios productos intermedios (B, C, D y E) antes de que se produzca el compuesto final (F). Cada uno de los productos intermedios, a su vez, son el sustrato de una enzima (1 a 5) que los transforma en el siguiente producto. Cada una de estas enzimas está codificada por un gene (I a V).

se pueden hacer predicciones sobre lo que ocurriría si la célula sufriera una mutación en un gen que participe en esta ruta. Supongamos una ruta metabólica que parte del compuesto A para dar el compuesto F (Figura 6). El proceso requiere de cinco pasos, en los que se obtienen secuencialmente los productos B, C, D, E y F, mediante la función de las enzimas 1, 2, 3, 4 y 5, las cuales son, a su vez, codificadas por los genes I al V. Si se produjera una mutación en el gene II, que codifica para la producción de la enzima 2, los compuestos C, D, E

y F no se formarían aunque estén presentes las enzimas 3, 4 y 5, debido a la carencia del compuesto C (Figura 6). Este compuesto, normalmente producido por la enzima 2, es el sustrato necesario para que la enzima 3 catalice la formación del compuesto D y, por lo tanto, del resto de los compuestos. Por otro lado, si esta célula mutante se crece en un medio de cultivo enriquecido con el compuesto C, la producción de los compuestos D, E y F se reanuda (Figuras 5 y 6). De este modo, aislando varias mutantes deficientes en la producción del compuesto final F, y determinando cuál es el intermediario que no se produce en ellas, es posible relacionar a cada una de las mutantes con un defecto en una de las enzimas; y por lo tanto, con la ausencia de un producto de la ruta metabólica. Esta elegante estrategia ha sido aplicada tanto en procariotes como en eucariotes para estudiar no sólo vías metabólicas, sino otros procesos biológicos (Beadle y Tatum 1941, Suzuki 1981).

V. Un concepto físico para los genes

Avery, McLeod y McCarty, en 1944, realizaron experimentos con una cepa no capsulada y no virulenta de *Streptococcus pneumoniae* (neumococo). Esta cepa se incubó con ácido desoxirribonucleico (ADN) purificado de otra cepa de *S. pneumoniae*, la cual era capsulada y virulenta. El resultado fue que la cepa no virulenta se "transformó" en virulenta y además fue capaz de sintetizar

la cápsula. La conclusión de estos experimentos fue que los genes responsables de la expresión de la virulencia y de la construcción de la cápsula están formados por el ADN.

Watson y Crick, en 1953, resumiendo los hallazgos de diversos investigadores que estudiaron por métodos físicos y químicos al ADN, propusieron el modelo de la conocida estructura de la doble hélice (Watson y Crick 1953) (Figura 7). A partir de este modelo fue posible deducir, entre otras cosas, que la secuencia de bases en el ADN es la "cinta" en la que se encuentra grabada la información genética. Por lo tanto, cualquier cambio que sufra la secuencia de bases del ADN (mutación) dará co-

mo resultado una variación de la información genética (Figura 7).

Los cambios en la estructura del ADN se pueden clasificar, en forma simple, según el tipo de modificación que presente en su secuencia de bases en:

- a) Delecciones. cuando se pierde una o más bases en la secuencia del ADN.
- b) Inserciones. Cuando se aumenta una o más bases en la secuencia del ADN.
- c) Sustituciones. Cuando las bases son eliminadas y su lugar es ocupado por otras en un número equivalente, de tal manera que no se modifica la longitud de la cadena de ADN (Figura 7).

En algunos casos las mutaciones dan como resultado la eliminación de un producto génico. Las mutantes con estas características son útiles para la identificación de tal producto. Pero en otras ocasiones, las mutaciones sólo modifican la estructura de las proteínas, lo que frecuentemente da como resultado alteración en la función. Estas proteínas alteradas sirven para conocer cuáles son los dominios protéicos que participan en la función.

VI. La orquesta génica

Por otra parte, existen grupos de genes organizados en líneas, que poseen entre todos la información necesaria para realizar una función. En estos grupos hay dos tipos de genes:

- a) Los que codifican para la síntesis de proteínas (genes estructurales), y
- b) los que tienen como función regular la expresión de los genes estructurales (genes reguladores). Estos genes están en la unidad génica funcional y no producen proteínas, pero su función es indispensable para que los genes estructurales se expresen (Figura 8).

Esta unidad génica es conocida como operón y fue encontrada por primera vez por F. Jacob y J. Monod en el Instituto Pasteur, en 1946, al estudiar la regulación de la inducción de las enzimas que participan en el aprovechamiento de la lactosa, en el sistema experimental favorito de los biólogos moleculares, la bacteria *Escherichia coli* (Jacob y Monod 1961) (Figura 8).

VII: El tetrálogo de las mutantes

Un problema al que se enfrenta el genetista en el aislamiento de mutantes es la aparición de células

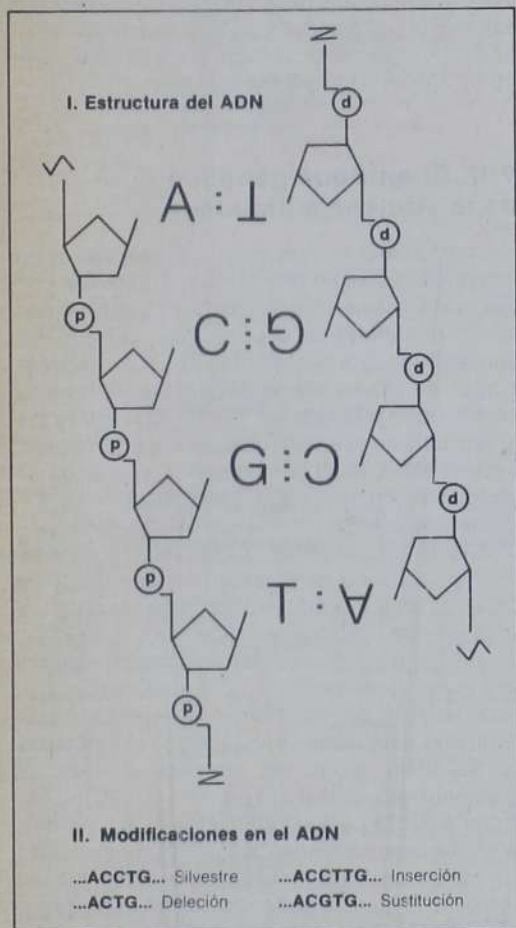


Figura 7. Estructura y tipos de mutaciones del ADN. (I) La secuencia de las bases adenina (A), citosina (C), guanina (G) y timina (T) es la "cinta" en donde está escrita la información genética. (II). Los cambios en la secuencia de bases modifican la información genética y son el origen de las mutaciones.

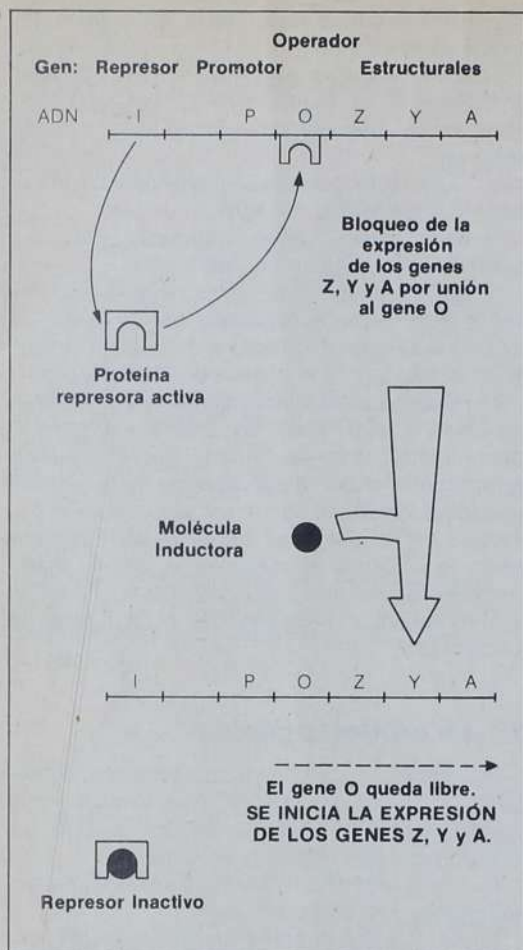


Figura 8. Modelo del operón. Los genes estructurales Z, Y, A, codifican para las enzimas necesarias a fin de aprovechar la Lactosa. Estas enzimas no se producen a menos que esté presente el sustrato, la Lactosa, cuya unión con la proteína represora, codificada por el gen I, libera al sitio operador (O) permitiendo el inicio de la expresión de los genes estructurales que codifican para galactosidasa (Z), permeasa (Y) y transacetilasa (A).

que presentan el fenotipo "mutante", sin haber sufrido cambios en la estructura del ADN. La expresión de este fenotipo puede ser la consecuencia de una adaptación fisiológica de las células a las condiciones selectivas del medio. Por lo tanto, el fenotipo no es heredado a la descendencia. Para eliminar este problema, en 1973 Thompson recopiló varios criterios, obtenidos del trabajo realizado en diferentes sistemas experimentales, cuya aplicación puede ayudar a decidir si una línea celular es mutante o adaptada. En forma breve, estos criterios son:

a) La velocidad y frecuencia de aparición de mutantes es del orden de 10^{-7} , es análoga en procariotes y eucariotes y aumenta consistentemente con el uso de agentes mutagénicos.

b) El fenotipo mutante debe ser estable en la descendencia de los organismos originalmente aislados y debe mantenerse, aun cuando no se aplique una presión selectiva en el medio ambiente.

c) En el caso ideal es posible aislar un producto génico (proteína) modificado en la mutante con respecto al tipo silvestre y, con base en esta modificación, explicar el fenotipo del mutante (Thompson 1973).

d) Es posible localizar la mutación responsable del fenotipo en una región específica del genoma, esto es, la mutación puede ser "mapeada" en un grupo de ligamiento, el cual, en lo general, debe comportarse en forma mendeliana.

VIII. El enfoque genético de la virulencia amibiana

Como mencionamos anteriormente, en nuestro laboratorio se sigue una estrategia genética para estudiar las moléculas que participan en la virulencia de *E. histolytica*, el protozoo parásito responsable de la amibiasis humana. La estrategia contempla el aislamiento de mutantes deficientes en diferentes propiedades de virulencia. Estas mutantes constituyen controles genéticos altamente específicos que, al compararse con la cepa silvestre, pueden dar lugar a la identificación de moléculas de interés.

Para el análisis genético de cualquier organismo es necesario partir de una línea pura, y las cepas amibianas tradicionales utilizadas en investigación son heterogéneas (Orozco y col, 1985a). En 1981, a partir de una de estas cepas, aislamos una línea genéticamente pura, que conservó la característica de ser altamente virulenta. Posteriormente, esta clona se mutagenizó con etil metano sulfonato, y de ella se aislaron mutantes resistentes a emetina. (Orozco y col, 1985b), una droga utilizada para el tratamiento de la amibiasis, la cual actúa inhibiendo la síntesis de proteínas. La resistencia de los trofozoitos a la emetina se usó como un "marcador genético" que permitió seguir experimentalmente a las amibas.

Posteriormente, a partir de una clona resistente a emetina y altamente virulenta, se seleccionaron mutantes deficientes en fagocitosis, partiendo de la hipótesis de que la fagocitosis correlaciona di-

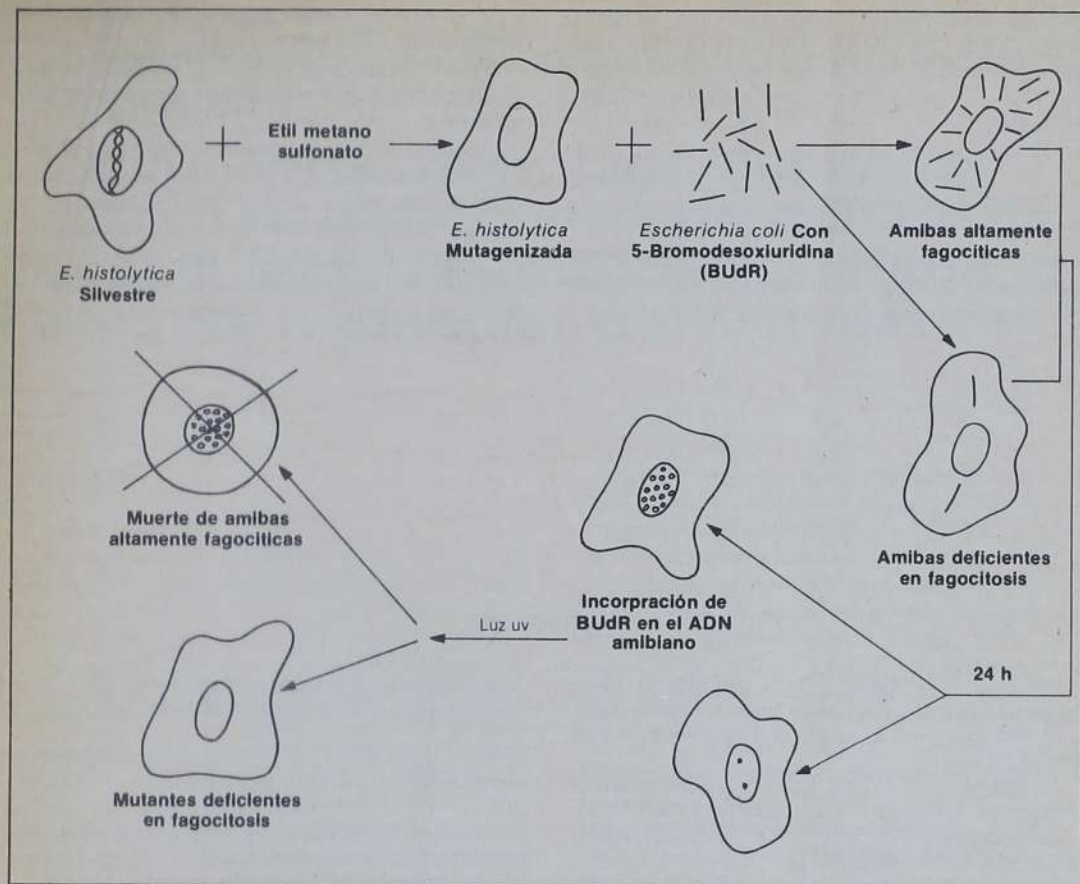


Figura 9. Selección de mutantes de *E. histolytica* deficientes en fagocitosis. La selección de mutantes deficientes en fagocitosis se basó en el "envenenamiento" de los trofozoitos altamente

fagocíticos con bacterias que acarrean 5- Bromo desoxiuridina, un análogo de la timina, que hace sensible al ADN a la irradiación con luz ultravioleta (uv).

rectamente con la virulencia amibiana (Trissl y col, 1978). El protocolo de selección de mutantes deficientes en fagocitosis se basó en el envenenamiento de las amebas altamente fagocíticas con bacterias crecidas en medio enriquecido con 5-bromo desoxiuridina (BUdR), un análogo de la timina. La irradiación de las células con luz ultravioleta, provoca el rompimiento del ADN en los sitios en los que se incorpora la BUdR. Por lo tanto, las amebas altamente fagocíticas que incorporaron extensamente la BUdR proveniente de las bacterias, murieron y únicamente sobrevivieron las amebas que fagocitaron pocas bacterias (Figura 9).

Todas las mutantes deficientes en fagocitosis (Figura 9), que se han obtenido por este protocolo, fueron también deficientes tanto en su capacidad para producir daño en animales de experimenta-

ción, como en su habilidad para destruir monocapas celulares en cultivo. Estos datos indican que efectivamente, hay una estrecha relación entre la fagocitosis y la virulencia *in vivo* e *in vitro*. Por otra parte, entre la serie de mutantes aisladas, se encontraron algunas que fueron deficientes para adherirse a la célula blanco (Adh-). Otras estuvieron afectadas en los factores que confieren capacidad a los extractos amibianos para destruir monocapas celulares (Tox-), mientras que otro grupo no presentó alteraciones en ninguna de estas dos características (Rodríguez y Orozco, 1986). Así, partiendo de líneas genéticamente puras, se lograron aislar líneas de *E. histolytica* afectadas en diferentes pasos del mecanismo de agresión del parásito.

Las mutantes deficientes en adhesión, fagocito-

sis y virulencia han sido una herramienta biológica muy valiosa que nos ha permitido localizar una adhesina amibiana de peso molecular aproximado de 112 kD (véase la segunda parte de este artículo).

Otros aspectos de la biología de *E. histolytica* que sería interesante conocer y para lo cual las mutantes deficientes en virulencia serían de utilidad, son:

a) El número mínimo y la organización de los genes que participan en la expresión de los fenómenos relacionados con la virulencia amibiana.

b) Cómo se heredan las características de virulencia en *E. histolytica*.

c) Cuáles son las moléculas que participan en la virulencia de *E. histolytica* y cómo esta regula su expresión.

Por otra parte, una vez identificadas las proteínas que participan en la virulencia amibiana, y determinada su capacidad inmunogénica y protectora, será posible el desarrollo de métodos preventivos y de diagnóstico. Este será un logro fundamental, que requiere de la participación de todos los grupos de investigación en el campo. 

Bibliografía

Avery, O. T. McLeod, C. M. y McCarty, M. 1944. Studies on the chemical nature of the substance inducing transformation of pneumococcal types. J. Exp. Med. 79: 1937.

Beadle, G. W. y Tatum, E. L. 1941. Genetic control of biochemical reactions in *Neurospora*. PNAS. 27: 499.

Bridges, C. B. 1925. Sex in relation to chromosomes and genes. Amer. Natur. 59: 127.

Hsu, T. C. 1979. Human and mammalian cytogenetics. An historical perspective. Springer—Verlag, N.Y. 1986 pp.

Keller, E. F. 1983. A feeling for the organism. The life and work of Barbara McClintock. W. H. Freeman and Co. 235 pp.

Mendel, G. 1865. 1950. Experiments in plant—hybridization. Genetics 35 (Suppl.): 1.

Morgan, T. H. 1910. Sex limited inheritance in *Drosophila*. Science 32: 120.

Müller, H. J. 1927. Artificial transmutation of the gene. Science 66: 34.

Orozco, E. Guarneros, G. Martínez-Palomo A. y Sánchez, T. 1983. *Entamoeba histolytica*: Phagocytosis as a virulence factor. J. Exp. Med. 158: 1511.

Orozco, E. Suárez, M. E. y Sánchez, T. 1985a. Different adhesion, phagocytosis and virulence in clones from *Entamoeba histolytica*, strain HM1: IMSS. Int. J. Parasitol. 15: 655.

Orozco, E. Hernández, F. C. y Rodríguez, M. A. 1985b. Isolation and characterization of *Entamoeba histolytica* mutants resistant to emetine. Molec. Biochem. Parasitol. 15: 49.

Rodríguez, M. A. y Orozco, E. 1986. Isolation and

characterization of phagocytosis and virulence—deficient mutants of *Entamoeba histolytica*. J. Infect. Dis. 154: 27.

Stent, G. S. Calendar, S. 1978. Molecular genetics. An introductory narrative. W. H. Freeman and Co. 773 pp.

Sturtevant, A. H. 1913. The linear arrangement of six sex linked factors in *Drosophila*, as shown by their mode of association. J. Exp. Zool. 14: 43.

Sutton, W. S. 1903. The chromosomes in heredity. Biol. Bull. 4: 231.

Susuki, D. T. Griffiths, A. J. F. y Lewontin, R. C. 1981. An introduction to genetic analysis. W. H. Freeman and Co.

Thompson, L. H. y Baker, R. 1973. Isolation of mutants of cultured mammalian cells. En Prescott, D. M. (ed.) Methods in cell biology. v. VI. p. 209.

Trissl, D. Martínez—Palomo, A. De la Torre, M. De la Hoz, R. y Pérez de Suárez, E. 1978. Surface properties of *Entamoeba histolytica*: Increased rates of human erythrocytes phagocytosis in pathogenic strains. J. Exp. Med. 148: 1137.

Walliker, D. 1983. The contribution of genetics to the study of parasitic protozoa. Research Studies Press Ltd. J. Wiley and Sons Inc. 218 pp.

Watson, J. D. and Crick, F. H. 1953. Molecular structure of nucleic acids. Nature 171:(4356): 737.

La mayor parte de las referencias históricas mencionadas fueron recopiladas en:

Peters, J. A. (ed.). 1959. Classic papers in genetics. Prentice—Hall Inc. 282 pp.

Identificación de una adhesina de *Entamoeba histolytica* utilizando anticuerpos monoclonales y mutantes deficientes en adhesión, en el Departamento de Genética y Biología Molecular del Cinvestav*

Resumen

En este trabajo se estudió el mecanismo de adhesión de *Entamoeba histolytica* a la célula blanco y la importancia de la adhesión específica de los trofozoitos en la citopatogenicidad de este parásito. El uso de anticuerpos monoclonales, capaces de inhibir la adhesión de los trofozoitos a eritrocitos humanos, y mutantes de *E. histolytica* deficientes en adhesión, permitió la identificación de una proteína de 112 Kd en la superficie de los trofozoitos, la cual participa en el contacto específico de éstos, con eritrocitos humanos y con células epiteliales en cultivo. Hemos propuesto llamarle a esta adhesina amibiana, *adhemiba*. Los anticuerpos monoclonales inhibidores de la adhesión, inhibieron también la eritrofagocitosis y el efecto citopático de los trofozoitos sobre células epiteliales en cultivo. Estos resultados aportan evidencia directa de que la adhesión de la amiba a la célula blanco es el primer paso en el mecanismo de agresión de este parásito. Por lo tanto, bloqueando la adhesión de los trofozoitos, se inhibe la virulencia.

Introducción

La adhesión de los microorganismos a las células epiteliales es un evento crucial en la colonización e invasión tisular (1, 2). Por lo tanto, la

identificación de las moléculas que participan en este evento es de gran importancia en el conocimiento de la relación huésped-parásito y en el diseño de métodos de prevención y diagnóstico de las enfermedades infecciosas. Una estrategia para identificar componentes de membrana involucrados en la adhesión de microorganismos patógenos a las células blanco, ha sido el uso de anticuerpos monoclonales y policlonales, los cuales al unirse a las moléculas de la superficie celular involucradas en la adhesión, la inhiben (3, 4). Por otra parte, mutantes deficientes en adhesión, aisladas de microorganismos virulentos, han sido también una herramienta muy útil para localizar e identificar las adhesinas del parásito y los receptores para éstas en la célula blanco; así como para estudiar el papel que estas moléculas juegan en la citopatogenicidad. Por ejemplo, usando mutantes bacterianas deficientes en adhesión se han identificado determinantes antigénicos que median la adherencia de las bacterias a los epitelios (5, 6).

La adhesión de *Entamoeba histolytica* a las células epiteliales es un paso fundamental en la colonización del intestino por este parásito y por tanto, en el establecimiento de una amibiasis (7, 8). Estudios *in vitro* han demostrado que al bloquear la adherencia de los trofozoitos amibianos a la célula blanco, por medio de carbohidratos, se inhibe el efecto citopático (9, 10). Recientemente hemos reportado el aislamiento de clones de *E. histolytica* deficientes en adhesión. Estas clones fueron aisladas en forma directa (11, 12) o por mutagénesis química (13, 14) a partir de la cepa HM1:IMSS, altamente virulenta. Todas las mutantes deficientes en adhesión fueron deficientes en fagocitosis y en virulencia medida *in vitro* e *in vivo*.

* Rossana Arroyo, Guillermina García Rivera y Mario Alberto Rodríguez, alumnos de doctorado, y Esther Orozco, profesora-investigadora.

En este trabajo reportamos la identificación de una adhesina amibiana, involucrada en la adhesión de los trofozoítos a eritrocitos humanos y a células epiteliales. Los anticuerpos monoclonales obtenidos en este trabajo reconocieron una proteína de peso molecular aproximado de 112 Kd, la cual puede corresponder a 1 o más péptidos. Los anticuerpos monoclonales Adh-1 y Adh-2, contra esta adhesina, no reconocieron la superficie de las mutantes e inhibieron, además, la fagocitosis y la virulencia *in vitro* de los trofozoítos amibianos.

Materiales y métodos

Cultivo de *E. histolytica*. Los trofozoítos de las clonas C-98, C-919, C-923 (14) deficientes en adhesión y los de las clonas silvestres A y C-9 (12, 13) se cultivaron axénicamente en el medio BI-S-33, descrito por Diamond y col (15).

Origen y fenotipos de las clonas deficientes en adhesión. La estrategia para aislar las clonas deficientes en adhesión, utilizadas en este trabajo, se basó en la selección de mutantes independientes, las cuales fueron deficientes en fagocitosis (12, 14), asumiendo que algunas de éstas podrían ser deficientes en su capacidad para adherir glóbulos rojos (14). Las mutantes deficientes en adhesión se seleccionaron a partir de la clona C-9, resistente a emetina, la cual fue a su vez obtenida de la clona A. Esta última fue seleccionada direc-

tamente de la cepa HM1:IMSS, por clonación en agar semisólido (Figura 1). El 33% de las mutantes deficientes en fagocitosis resultaron deficientes en adhesión (14). Las clonas C-98, C-919 y C-923, usadas en este trabajo, son deficientes en adhesión, fagocitosis y virulencia *in vivo* e *in vitro*.

Producción de hibridomas. Ratones BALB/c fueron inoculados intraperitonealmente con 2×10^5 trofozoítos vivos de la cepa silvestre en un volumen de 0.5 ml de solución salina amortiguada con fosfatos (PBS) pH 7.2. Los ratones fueron retados dos veces más con intervalos de 6 semanas. Cuatro días después de la última inyección, se removieron los bazo inmunes y se disociaron en una suspensión de células aisladas. Las células de bazo inmune se fusionaron con células de mieloma de la línea P3-X63-Ag8, de acuerdo a la metodología previamente descrita (16). Después de la fusión, las células se dividieron en alícuotas que se sembraron en placas de cultivo de 96 pozos (Linbro). El medio de cultivo de la siembra se suplementó con hipoxantina—aminopterina—timidina para seleccionar los híbridos (17). Las células híbridas se mantuvieron en medio de Eagle modificado por Dulbecco y suplementado con 10 a 20% de suero fetal de bovino (Microlab, Méx.). Los sobrenadantes de las células híbridas se ensayaron para el reconocimiento de antígenos amibianos y se titularon por la técnica de ELISA (18).

Microscopía de inmunofluorescencia indirecta. Para determinar si los anticuerpos monoclonales obtenidos en este trabajo reconocían la superficie de los trofozoítos, se realizaron ensayos de inmunofluorescencia indirecta utilizando trofozoítos vivos y fijados con formaldehído. Trofozoítos fijados o vivos se incubaron a 4°C por 10 min con los sobrenadantes de los hibridomas productores de anticuerpos anti-*E. histolytica*. Posteriormente se lavaron con PBS y se incubaron 15 min a 4°C con un segundo anticuerpo, cabra anti-ratón, acoplado a isotiocianato de fluoresceína (19). Los trofozoítos se lavaron y la unión del anticuerpo monoclonal a su superficie se detectó en un microscopio Polyvar. Los experimentos de incubación de trofozoítos fijados se llevaron a cabo también a 37°C.

Adhesión y fagocitosis de eritrocitos humanos. Los experimentos de adhesión de glóbulos rojos se realizaron de acuerdo a la metodología previamente descrita (11, 12). La eritrofagocitosis se midió en dos formas: a) contando directamente el número de eritrocitos ingeridos en 100 amibas (20) y b) midiendo la cantidad de hemoglobina incorporada en 5×10^5 trofozoítos. La hemoglobi-

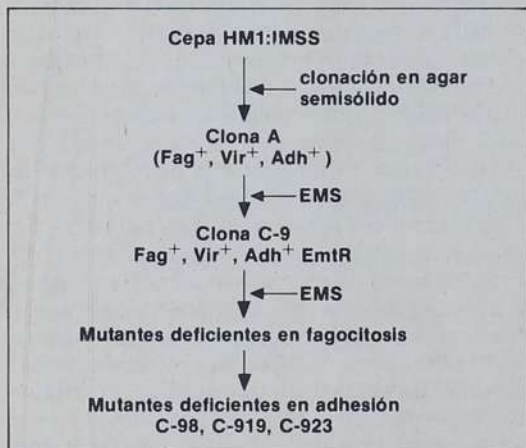


Figura 1. Origen y fenotipo de las clonas deficientes en adhesión.

Fag: Fagocitosis, Vir: Virulencia medida *in vivo*, Adh: Adhesión, EmtR: Resistencia a emetina, EMS: Etil metano sulfonato (300 µg/ml, 24 h).

na se midió por absorbancia a 460 nm en un espectrofotómetro Beckman, después de lisar los trofozoítos con Tritón X 100 al 4%.

Efecto citopático de los trofozoítos vivos sobre células en cultivo. La capacidad de los trofozoítos vivos para destruir monocapas de células epiteliales en cultivo se midió utilizando la metodología previamente descrita (21, 22). Los datos obtenidos de monocapas que no estuvieron en contacto con los trofozoítos se tomaron como 0% de destrucción y los obtenidos de monocapas celulares que estuvieron en contacto con trofozoítos de la cepa silvestre se tomaron como 100% de destrucción.

Experimentos de inhibición. Para evaluar el efecto inhibitor de los anticuerpos monoclonales sobre la adhesión, la fagocitosis y la citopatogenicidad de los trofozoítos, éstos fueron preincubados 20 min a 0°C con 6 a 30 µg del anticuerpo (título 1:10000, 6 µl = 100 µg proteína) y los experimentos se realizaron en el medio de amibas sin suero y en presencia del anticuerpo.

Electroforesis en gel e inmunotransferencia. Los trofozoítos se lavaron dos veces con solución salina (NaCl 0.87%), y se rompieron por congelación y descongelación en presencia de 5 mM de p-hidroxy-mercuribenzoato (Sigma Chemical). Después, se les agregó 2% de deoxicolato de sodio y las proteínas se precipitaron con acetona. La concentración de proteínas se midió por la técnica de Lowry (23). Las muestras se sometieron a electroforesis en una dimensión en presencia de SDS, de acuerdo a la técnica descrita por Laemmli (24).

Los geles se incubaron por 90 min en la solución de transferencia de proteínas (Tris 25 mM, glicina 192 mM, y 20% de metanol, pH 8.3) y se electrotransferieron a papel de nitrocelulosa (25). El papel de nitrocelulosa se incubó por 3 a 12 h en Tween al 0.5% en PBS para bloquear los sitios que quedaron sin proteínas; posteriormente, el papel se incubó por 2 h con los anticuerpos monoclonales. Los anticuerpos se obtuvieron a partir de líqui-

do de cultivo de los hibridomas, o bien, de ascitis de ratón inoculado intraperitonealmente con los hibridomas productores de los anticuerpos; el título de los anticuerpos se ajustó a 1:620. El papel de nitrocelulosa se incubó por 2 h con un segundo anticuerpo cabra anti-ratón purificado por columna de afinidad y marcado con peroxidasa (26). Después de cada paso de incubación el papel de nitrocelulosa se lavó varias veces y la peroxidasa se reveló con 4-cloro-1 naftol (Sigma Chem.). Posteriormente el papel se lavó exhaustivamente con agua destilada y se fotografió para identificar la posición exacta de la proteína amibiana que reaccionó con el anticuerpo. El peso molecular de esta proteína se calculó en relación a marcadores de peso molecular conocidos.

Radioyodinación de las proteínas de superficie. Los trofozoítos vivos de la clona A se sometieron a radiomarcaje de las proteínas de superficie, utilizando ¹²⁵I, y la técnica de marcaje que involucra el uso de lactoperoxidasa (27).

Resultados

Producción de anticuerpos monoclonales contra una adhesina de *E. histolytica*. Después de la fusión de células de bazo de ratón inmune con células de la línea Ag-8, los hibridomas productores de anticuerpos monoclonales contra *E. histolytica* se seleccionaron por la técnica de ELISA. La eficiencia de obtención de hibridomas productores de anticuerpos contra *E. histolytica* fue de 6.34%. Los anticuerpos dirigidos contra la superficie de los trofozoítos se detectaron por las técnicas de inmunofluorescencia indirecta y de formación de casquete. El 64% de los anticuerpos anti-amiba reconocieron la superficie de los trofozoítos. Para elegir, de entre estos últimos, a los anticuerpos dirigidos contra proteínas de superficie involucradas en el contacto específico entre los trofozoítos y la célula blanco, se realizaron

TABLA I

Caracterización de los anticuerpos monoclonales contra *Entamoeba histolytica*

Anticuerpo Monoclonal	Isotipo	IFI ¹	Formación de Casquete	ELISA	Reconocimiento de las mutantes		
					C-98	C919	C923
Adh-1	IgG	+	+	+	±	—	—
Adh-2	IgG	+	+	+	—	±	—
Mab-3	IgG	+	+	+	—	—	—
Mab-24	IgM	—	—	+	+	+	+

¹ Inmunofluorescencia indirecta con trofozoítos vivos o fijados con formaldehído.

nuevamente ensayos de inmunofluorescencia, pero ahora comparando las mutantes deficientes en adhesión con la cepa silvestre. Tres anticuerpos, Adh-1, Adh-2 y MAb-3 (IgGs), reconocieron a los trofozoitos de la clona A, cepa HM1:IMSS, (cepa silvestre), pero no reaccionaron con las clonas C-98, C-919, y C-923, cepa HM1:IMSS, (deficientes en adhesión) (Tabla I). Cuando los anticuerpos Adh-1, Adh-2, y MAb-3 se incubaron con los trofozoitos vivos y se hicieron reaccionar con el segundo anticuerpo acoplado a fluoresceína, se observó la formación de casquete. Otro anticuerpo monoclonal, el 24 (IgM), reconoció a las cuatro clonas por la técnica de ELISA, pero no tiñó la superficie de los trofozoitos. Los anticuerpos monoclonales MAb-3 y 24, se utilizaron en todos los experimentos como controles. Los anticuerpos utilizados en los ensayos de inhibición, se titularon por la técnica de ELISA, se ajustaron a un título de 1:10000 y su efecto sobre la adhesión, fagocitosis y efecto citopático se probó de acuerdo a la metodología descrita anteriormente.

Inhibición de la adhesión de los trofozoitos a eritrocitos humanos por los anticuerpos monoclonales. Con el objeto de definir si los anticuerpos monoclonales obtenidos en este trabajo interferían en el proceso de adhesión de los trofozoitos a eritrocitos humanos, se realizaron ensayos de adhesión en presencia de diferentes concentraciones de los anticuerpos. Después de 10 min de incubación, a 0°C, de los trofozoitos con los eritrocitos, se obtuvo un promedio de 17 ± 2 eritrocitos

adheridos por trofozoitos. Este valor correspondió a 100% de adhesión. En la Fig. 2 se muestra que 6 μ l (título 1:10000, 100 μ g proteína) del anticuerpo Adh-2 inhibieron la adhesión en 62%; 12 μ l, la inhibieron en 52%; y 18 y 24 μ l en más del 60%. La inhibición mostrada por el anticuerpo Adh-1, fue menor; 6 μ l la inhibieron sólo en 5%, aunque la inhibición alcanzó 50% cuando se utilizaron 18 μ l (Figura 2). Los anticuerpos MAb-3 (IgG) y 24 (IgM), no mostraron ningún efecto sobre la adhesión. Por otra parte, cuando los trofozoitos de la clona C-923, deficiente en adhesión, se incubaron con los anticuerpos Adh-1 y Adh-2, la ya de por sí baja adhesión de esta clona no se vio afectada (Tabla II). Por otra parte, en los ensayos de inmunofluorescencia, los anticuerpos Adh-1 y Adh-2 no reconocieron a la clona mutante (Fig. 3, I), mientras que tiñeron fuertemente a los trofozoitos de la cepa silvestre (Figura 3, I).

TABLA II

Inhibición de la adhesión de *E. histolytica* a eritrocitos humanos por los anticuerpos ADH-1 y ADH-2

Clona	Tiempo (min)	μ l anticuerpo ¹ (Adh-1 o Adh-2)	Eficiencia de adhesión %
A	5	0	48 $\pm$ 5
A	5	18	26 $\pm$ 4
A	10	0	100 ²
A	10	18	40 $\pm$ 6
C-923	5	0	20 $\pm$ 5
C-923	5	18	18 $\pm$ 6
C-923	10	0	28 $\pm$ 5
C-923	10	18	26 $\pm$ 6

¹ Título de los anticuerpos Adh-1 y Adh-2 1:10,000 6 μ l=100 mg proteína.
² 100% de adhesión corresponde a un promedio de 17 ± 2 eritrocitos por trofozoito.

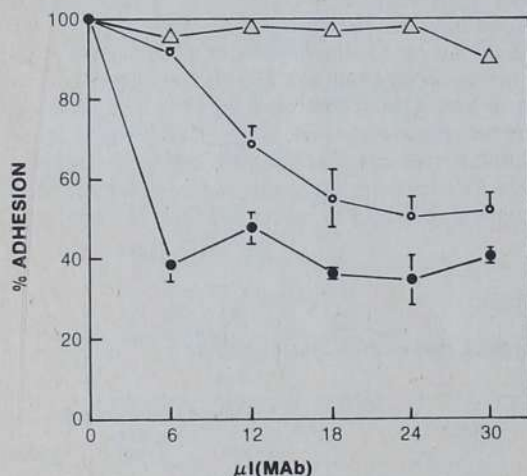


Figura 2. Inhibición de la adhesión de los trofozoitos a eritrocitos humanos por los anticuerpos monoclonales (MAb) Adh-1 o—o, Adh-2 ■—■ y MAb-3 Δ—Δ. Título 1:10,000 6 μ l = 100 μ g proteína.

Efecto de los anticuerpos monoclonales sobre la fagocitosis y el efecto citopático de los trofozoitos sobre células en cultivo. Es generalmente aceptado que la adhesión de los trofozoitos a la célula blanco es uno de los primeros eventos en el mecanismo de agresión de la ameba, cuyas dos manifestaciones principales son la fagocitosis y la destrucción celular (efecto citopático). Por lo tanto, si la adhesión a la célula blanco se bloquea, es lógico suponer que otras propiedades de los trofozoitos, relacionadas con su virulencia, aparecerán inhibidas como un efecto secundario del bloqueo de la adhesión.

En la Tabla III se presentan los resultados de los experimentos de inhibición producida por los anticuerpos monoclonales Adh-1 y Adh-2 sobre la fagocitosis y el efecto citopático de los trofozoitos. Cuando se utilizaron 18 μ l del anticuerpo en la mezcla de ensayo (0.5 ml) ambos anticuerpos in-

hibieron la fagocitosis en un 40% aproximadamente. En experimentos en los que se utilizaron 6 μ l del anticuerpo Adh-2, el efecto inhibitorio de éste fue también de 40%. Sin embargo, el anticuerpo Adh-1 sólo inhibió la fagocitosis cuando se utilizaron 18 μ l. Los anticuerpos monoclonales MAb-3 y 24, no tuvieron efecto sobre la fagocitosis a ninguna de las concentraciones probadas (desde 6 hasta 30 μ l). En ensayos de fagocitosis realizados a tiempos más largos, no se observó inhibición. Esto se puede explicar porque, probablemente, a tiempos más largos de incubación a 37°C, el anticuerpo es endocitado por los trofozoítos, o bien, es eliminado por medio de la formación de casquetes.

La inhibición producida por los anticuerpos Adh-1 y Adh-2 sobre el efecto citopático de los trofozoítos sobre células MDCK, se midió, al igual que en el caso de la adhesión y la fagocitosis, después de preincubar los trofozoítos durante 20 min con diferentes concentraciones del anticuerpo, como se describió en la sección de Materiales y Métodos. Solamente cuando 1 X 10⁵ trofozoítos se incubaron con 18 μ l del anticuerpo, (mezcla de incubación 0.5 ml), se observó el 40% de inhibición del efecto citopático de los trofozoítos sobre las células en cultivo (Tabla III). La explicación de

TABLA III

Efecto de los anticuerpos ADH-1 y ADH-2 sobre la fagocitosis y el efecto citopático de *E. histolytica*

μ l Anticuerpo ¹		EFICIENCIA	
Adh-1	Adh-2	Fagocitosis ²	Efecto citopático ³
		%	%
—	—	100	100
6	—	95	95
18	—	60	54
—	6	60	95
—	18	60	54

¹ 6 μ l anticuerpo = 100 μ g de proteína Título 1:10,000.

² 100% de fagocitosis = 17±3 eritrocitos por ameba.

³ 100% de efecto citopático = destrucción total de la monocapa de células de la línea MDCK.

estos resultados es que, al igual que en los experimentos de fagocitosis a tiempos largos, los anticuerpos son probablemente eliminados por medio de endocitosis o formación de casquete.

Identificación de la proteína reconocida por anticuerpos monoclonales inhibidores de la adhesión. En los experimentos de inmunotransferencia, los anticuerpos monoclonales Adh-1 y Adh-2 reconocieron, en las proteínas totales de la cepa silvestre, una banda de peso molecular relativo de 112 Kd (Figura 3, II). Esta banda no fue detectada en las proteínas de la clona C-923, defi-

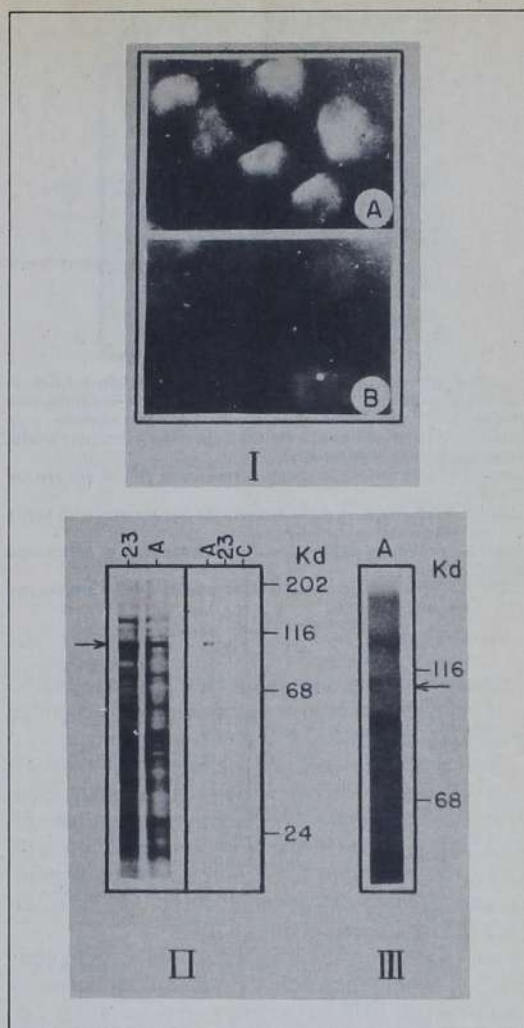


Figura 3. Identificación de Adhemib 1.

- I. Inmunofluorescencia de trofozoítos de las clonas A (A) y C-923 (B) utilizando el anticuerpo Adh-2.
- II. Electroforesis e inmunotransferencia de las proteínas de las clonas A (A) y C-923 (23). La inmunotransferencia (panel izquierdo), se reveló con el anticuerpo Adh-2.
- III. Autorradiografía de las proteínas de la clona A, marcadas con ¹²⁵I.

ciente en adhesión (Figura 3, II). Con el fin de tener más evidencias de que esta proteína se encontraba en la superficie de los trofozoítos, el sobrenadante de los hibridomas productores de los anticuerpos Adh-1 y Adh-2 se puso en contacto con trofozoítos vivos a 0°C o fijados con formaldehído, para inmunoabsorber el anticuerpo en la proteína de superficie que éste reconoce. La Fig. 4

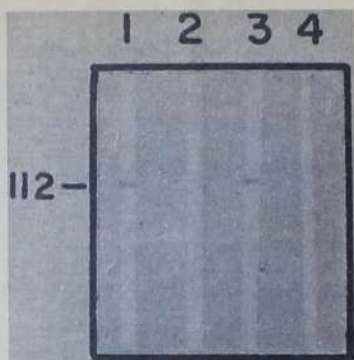


Figura 4. Inmunoadsorción de los anticuerpos Adh-1 y Adh-2. Los anticuerpos monoclonales Adh-1 y Adh-2 se inmunoadsorbieron con trofozoitos vivos o fijados con formaldehído, y se pusieron en contacto con proteínas de la clona A inmutotransferidas a papel de nitrocelulosa.

Carril 1. Proteínas de la clona A reveladas con el anticuerpo Adh-1.

Carril 2. Proteínas de la clona A reveladas con el anticuerpo Adh-1 inmunoadsorbido.

Carril 3. Proteínas de la clona A reveladas con el anticuerpo Adh-2.

Carril 4. Proteínas de la clona A reveladas con el anticuerpo Adh-2 inmunoadsorbido.

muestra que los sobrenadantes inmunoadsorbidos no reconocieron la banda de 112 Kd en las proteínas totales de la cepa silvestre.

Por otra parte, utilizando la técnica de marcaje de proteínas de superficie con ^{125}I por medio de la reacción catalizada por lactoperoxidasa, se detectó la presencia de una proteína de membrana de peso molecular de 112 Kd, que muy probablemente corresponda a la reconocida por los anticuerpos monoclonales (Figura 3, III).

En conclusión, los resultados anteriores indican que los anticuerpos Adh-1 y Adh-2 reconocen una proteína que está involucrada en la adhesión y en la virulencia de *E. histolytica*. Esta proteína tiene un peso molecular de 112 Kd.

Discusión

La estrategia utilizada en este trabajo para identificar las moléculas que participan en la adhesión de los trofozoitos a la célula blanco comprendió el uso de anticuerpos monoclonales y de mutantes deficientes en adhesión. Esta estrategia nos permitió encontrar una adhesina amibiana a la cual hemos propuesto llamar *Adhemiba*. Esta molécula está en la superficie de los trofozoitos como se ha demostrado por los experimentos de inmunofluorescencia indirecta, formación de casquete e inmunoadsorción del anticuerpo con trofo-

zoitos vivos (a 0°C, para evitar la endocitosis) y fijados con formaldehído.

Nuestros últimos resultados demuestran que la proteína de 112 Kd, está en realidad compuesta de varios polipéptidos (datos no mostrados). Por otra parte, en este trabajo también aportamos nuevas evidencias de que al bloquear específicamente la adhesión, se inhibe la patogenicidad *in vitro* de la amiba. El efecto de los anticuerpos Adh-1 y Adh-2 sobre las propiedades de virulencia de la amiba es específico, ya que otros anticuerpos como el MAbs-3, contra la superficie amibiana, y el 24, contra antígenos citoplásmicos, no tuvieron ningún efecto.

Los anticuerpos monoclonales Adh-1 y Adh-2 se obtuvieron en forma independiente, después de varios pasos de selección. Ambos anticuerpos reconocieron la misma banda en los experimentos de inmutotransferencia. Sin embargo, la inhibición de las propiedades de virulencia fue mayor cuando se utilizó el anticuerpo Adh-2 que cuando se utilizó el Adh-1, por lo que, si los dos anticuerpos están dirigidos contra la misma proteína, ellos reconocen diferente epítipo, o bien, tienen constantes de afinidad diferentes.

Los anticuerpos monoclonales Adh-1 y Adh-2 inhibieron en los trofozoitos la adhesión y la fagocitosis de eritrocitos humanos y el efecto citopático sobre células epiteliales de riñón de perro. Además de esto, no reconocieron, o lo hicieron muy débilmente, a las mutantes deficientes en adhesión. Estas mutantes fueron seleccionadas por su incapacidad para ingerir bacterias (14) y son deficientes en adhesión y fagocitosis de eritrocitos humanos, en efecto citopático sobre células epiteliales en cultivo y en su virulencia *in vivo*, medida esta última como la capacidad de los trofozoitos para producir abscesos hepáticos en hamsters (14). Si ponemos juntos todos estos datos, podrían ser interpretados, en primer lugar, como una indicación de que en *E. histolytica* existe una molécula por medio de la cual los trofozoitos interactúan con diferentes tipos celulares, como cierta clase de bacterias, eritrocitos humanos y cierto tipo de células epiteliales. En segundo lugar, de los datos presentados en este artículo se sugiere fuertemente que esta molécula es *Adhemiba* I. Si la *Adhemiba* I tuviera características de lectina, estos resultados se explicarían proponiendo que ésta hace contacto con carbohidratos específicos en la célula blanco, y que diferentes tipos celulares pudieran tener estos carbohidratos. Sin embargo, nuestros datos no descartan la posibilidad de que existan otras moléculas en la superficie de los

trofozoitos que tengan características de adhesinas.

Estudios previos han identificado dos actividades de lectina en *E. histolytica* (9,28) y reportes posteriores mostraron que la inhibición de estas actividades resulta en la inhibición de la patogenicidad *in vitro* de este parásito (10,29). El estudio de estas actividades ha sido de gran importancia en el conocimiento de los factores de virulencia de *E. histolytica*. Sin embargo, la identificación de moléculas por medio de carbohidratos presenta la desventaja de que varias proteínas de la superficie celular pueden reaccionar con el mismo carbohidrato, aunque sean diferentes y lleven a cabo distintas funciones. Por lo tanto, el uso de reactivos altamente específicos, como son los anticuerpos monoclonales, es importante en la identificación de moléculas involucradas en funciones biológicas. De gran interés será definir si Adhemibin I es una glicoproteína que reacciona con carbohidratos relacionados con las actividades de lectina previamente descritas. Recientemente se reportó la obtención de anticuerpos monoclonales que inhiben la actividad de lectina de los trofozoitos y la adhesión de éstos a células de ovario de hámster chino (CHO) (30). En el futuro, será interesante determinar si los anticuerpos monoclonales producidos por el grupo del Dr. Ravdin (30) reconocen la misma proteína reportada en este trabajo. 

Agradecimientos

Este trabajo fue subvencionado por la Organización Mundial de la Salud, CONACYT y COSNET-SEIT-SEP.

Agradecemos la asistencia secretarial de la Sra. Yolanda Avila Vázquez.

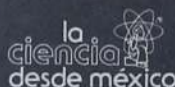
Referencias

- Gibbons, R. J. (1977). Adherence of bacteria to host tissue. In: Microbiology (Schlessinger, D., ed.), pp. 395-406, American Society for Microbiology, Washington, D.C.
- Beachey, E. H. (1981) Bacterial adherence: Adhesin-receptor interactions mediating the attachment of bacteria to mucosal surfaces. J. Infect. Dis. 143, 325-345.
- Knudsen, K. A., Horwitz A. F. y Buck, C. I. A. (1985). A monoclonal antibody identifies a glycoprotein complex involved in cell-sustratum adhesion. Exp. Cell. Res. 157, 218-226.
- Goodman, S. L., Vollmers, P. y Birchmeier, W. (1985). Control cell locomotion: Perturbation with an antibody directed against specific glycoproteins. Cell 41, 1029-1038.
- Odumeru, J. A., Wiseman, G. M., y Ronald, A. R. (1984). Virulence factors of *Haemophilus ducreyi*. Infect. Immun. 43, 607-611.
- Maurelli, A. T., Blackmon, B. y Curtiss III R., (1984). Temperature-dependent expression of virulence genes in *Shigella* species. Infect. Immun. 43, 195-201.
- Orozco, E., Martínez-Palomo, A., y Guarneros, G. (1980). Virulencia y propiedades de superficie de varias cepas axénicas de *Entamoeba histolytica*. Arch. Invest. Méd. (Méx.) 11 (Supl. 1), 153-162.
- Ravdin, J. I., Croft, B. Y. y Guerrant, R. L. (1980). Cytopathogenic mechanisms of *Entamoeba histolytica*. J. Exp. Méd. 152, 377-390.
- Ravdin, J. I. y Guerrant, R. L. (1981) Role of Adherence in pathogenic mechanisms of *Entamoeba histolytica*. Study with mammalian tissue culture cells and human erythrocytes. J. Clin. Invest. 68, 1305-1313.
- Orozco, E., Martínez-Palomo, A., González-Robles, A., Guarneros, G., y Mora-Galindo, J. (1982). Las interacciones lectina-receptor median la adhesión de *E. histolytica* a células epiteliales. Relación de la adhesión con la virulencia de las cepas. Arch. Invest. Méd. (Méx.) 13 (Supl. 3), 159-167.
- García-Rivera, G., Sánchez, T., Orozco, E. y Guarneros, G. (1982). Aislamiento de clones de *E. histolytica* deficientes en adhesión a eritrocitos humanos. Arch. Invest. Méd. (Méx.) 13 Supl. (3), 129-136.
- Orozco, E., Guarneros, G., Martínez-Palomo, A., y Sánchez, T. (1983). *Entamoeba histolytica*: Phagocytosis as virulence factor. J. Exp. Méd. 158, 1511-1521.
- Orozco, E., Hernández, F. C., y Rodríguez, M. A. (1985). Isolation and characterization of *Entamoeba histolytica* mutants resistant to emetine. Molec. Biochem. Parasitol. 15, 49-59.
- Rodríguez, M. A., y Orozco, E. (1986). Isolation and characterization of phagocytosis and virulence-deficient mutants of *Entamoeba histolytica*. J. Infect. Dis. 154:27-32.
- Diamond, L. S., Harlow, R., y Cunnick, C. C. (1978). A new medium for the axenic cultivation of *Entamoeba histolytica* and other *Entamoeba*. Trans. R. Soc. Trop. Méd. Hyg. 72, 431-432.
- Köhler, G., y Milstein, C. (1975). Continuous cultures of fused cells secreting antibody of predefined specificity. Nature 256, 495-497.
- Littlefield, J. W. (1964). Selection of hybrid from matings of fibroblasts *in vitro* and their presumed recombinants. Science 145, 709-710.
- Engvall, E., y Perlman, P., (1971). Enzyme-linked

- inmunosorbent assay (ELISA) quantitative assay for immunoglobulin G. *Immunochem.* 8, 871-876.
19. Goding, J. W. (1976). Conjugation of antibodies with fluorochromes: modifications to the standard methods. *J. Immunol. Meth.* 13, 215-226.
 20. Trissl, D., Martínez-Palomo, A., de la Torre, M., de la Hoz, R., y Pérez-Suárez, E. (1978). Surface properties of *Entamoeba histolytica*: Increased rates of human erythrocytes in pathogenic strains. *J. Exp. Med.* 148, 1137-1145.
 21. Orozco, E., Martínez-Palomo, A., López-Revilla, R. (1978). Un modelo *in vitro* para el estudio cuantitativo de la virulencia de *E. histolytica*. *Arch. Invest. Med. (Méx.)* 9 (Supl. 1), 257-260.
 22. Bracha, R., Mirelman, D. (1984). Virulence of *Entamoeba histolytica* trophozoites. Effects of bacteria, microaerobic conditions, and metronidazole. *J. Exp. Med.* 160, 353-368.
 23. Lowry, O. H., Rosenbraugh, H. J. Farr, A. L. Randall, R. J. (1951). Protein measurement with the Folin-phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193, 265-275.
 24. Laemmli, U. K. (1970). Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T₄. *Nature* 227, 680-685.
 25. Towbin, H., Staehelin, T. y Bordon, J. (1979). Elec-

trophoretic transfer of proteins from polyacrylamide gels to nitrocellulose sheets: procedure and some applications. *Proc. Nat. Acad. Sci., U. S. A.* 76, 4350-4354.

26. Avrameas, S. y Ternynck, T. (1971). Peroxidase labelled antibody and Fab conjugates with enhanced intracellular penetration. *Immunochem.* 8, 1175-1179.
27. Marchalonis, J. J., y Cane, R. E. (1971). Enzymatic iodination A. Prove for accessible proteins of normal neoplastic lymphocytes. *Bioch. J.* 124: 921-927.
28. Kobiler, D. Mirelman, D. (1980). Lectin activity in *Entamoeba histolytica* trophozoites. *Infect. Immun.* 29, 221-225.
29. Ravdin, J. I., Murphy, C. F., Salata, R. A., Guerrant, R. L. and Hewlett, E. L. (1985). N-Acetyl-D-galactosamine-inhibitable adherence lectin of *Entamoeba histolytica*. I. Partial purification and relation to amoebic Virulence *in vitro*. *J. Infect. Dis.* 151, 804-815.
30. Ravdin J. I., Petri W. A., Murphy Ch., y Smith R. D. (1986). Production of those monoclonal antibodies which inhibit *in vitro* Adherence in *Entamoeba histolytica* trophozoites. *Infect. Immunity* 53: 1-5.



Las revoluciones de la ciencia descritas con sencillez por científicos mexicanos

Juan Luis Cifuentes Lemus, Pilar Torres-García y Marcela Frias M.

12. EL OCÉANO Y SUS RECURSOS

II. Las ciencias del mar: oceanografía geológica y oceanografía química

Eliezer Braun

13. UN MOVIMIENTO EN ZIGZAG

Leopoldo García Colín, Marcos Mazari y Marcos Moshinsky et al.

14. NIELS BOHR: CIENTÍFICO, FILÓSOFO HUMANISTA

Marco Arturo Moreno Corral

15. ODISEA 1874 Ó EL PRIMER VIAJE INTERNACIONAL DE CIENTÍFICOS MEXICANOS

Luis Felipe del Castillo

16. EL FENÓMENO MÁGICO DE LA ÓSMOSIS

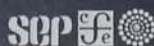
Juan Luis Cifuentes Lemus, Pilar Torres-García y Marcela Frias M.

17. EL OCÉANO Y SUS RECURSOS

III. Las ciencias del mar: oceanografía física, matemáticas e ingeniería

Eliezer Braun

18. UNA FACETA DESCONOCIDA DE EINSTEIN



Sistemas de numeración

Autoras: Irma Fuenlabrada, Martha Dávila y Cristina Espinosa

Sistemas de numeración es un cuaderno de trabajo para profesores de educación básica que reúne la experiencia de investigación en didáctica de la matemática, recabada por el grupo del Laboratorio de Psicomatemática, al llevar a la práctica este tema con niños de 1º y 2º grados de la escuela primaria; posteriormente, este trabajo se discutió y analizó con un grupo de profesores.

Propone una visión histórica de las diferentes características de los sistemas de numeración; enseña a desarrollar actividades que destacan las leyes de construcción de los sistemas de base y posición, un ejemplo de los cuales es el sistema en el que habitualmente se escriben los números.

A lo largo del trabajo se ponen de manifiesto los beneficios que reporta el aprendizaje de la matemática: atender al principio de variabilidad perceptual (uso de diferentes materiales) y al de variabilidad matemática (variar los elementos no inherentes al concepto permaneciendo constantes cada vez los elementos que hacen al concepto mismo), así como la discusión en equipos, espacio en el que se argumenta la validez de las estrategias empleadas a fin de confrontarlas posteriormente con el resto del grupo.

Estos libros e informes de investigación se pueden adquirir en el Departamento de Investigaciones Educativas ubicado en: José María Velasco No. 101 Col. San José Insurgentes México 19, D.F. Apartado Postal 19-197

Matemáticas aplicadas a la Biología

En el número anterior, mencionamos algunas de las teorías empleadas en la construcción de modelos matemáticos aplicados a fenómenos biológicos. En casi todas ellas el concepto de medida juega un papel muy importante, por lo que nos extendemos, pues su comprensión es fundamental para seguir las ideas expuestas por el Dr. Wiesław Szlenk en el artículo intitulado "Caos en los sistemas determinísticos" que sigue a esta introducción.

Consideremos el intervalo $[0,1]$. En nuestras clases de matemáticas nos han dicho que la longitud de los subintervalos (a,b) , $[a,b]$, $[a,b)$ y $(a,b]$, donde $0 \leq a \leq b \leq 1$, es $b-a$, y que la longitud del intervalo (a,a) es cero.

A cada intervalo I contenido en $[0,1]$ le asignamos un número real no negativo bien definido: su longitud, que denotaremos por $l(I)$.

Si tenemos dos intervalos ajenos, por ejemplo $(1/8, 1/4)$ y $(1/2, 3/4)$, nos gustaría asignar a su unión $(1/8, 1/4) \cup (1/2, 3/4)$ un valor numérico. Propongo asociarle la suma de las longitudes de los intervalos que la componen; en este caso obtenemos que la longitud de $(1/8, 1/4) \cup (1/2, 3/4)$ es igual a $l((1/8, 1/4)) + l((1/2, 3/4)) = \frac{1}{8} + \frac{1}{4} = \frac{3}{8}$.

Tenemos así una colección grande de subconjuntos de $[0,1]$, a los que les podemos asignar una longitud. Como el conjunto vacío $\emptyset$ está contenido en cualquier subconjunto de $[0,1]$, $l(\emptyset)$ debe ser igual a 0.

Sea $\mathcal{C}$ la familia de todos los subconjuntos de $[0,1]$ a los que, hasta este momento, les podemos medir su longitud. Es una familia no vacía y nos gustaría que se cumpliera:

- Si un subconjunto puede medirse, entonces su complemento puede medirse, y
- Si tenemos una colección finita o numerable de subconjuntos que pueden medirse, entonces su unión puede medirse.

Estos deseos están inspirados en el comportamiento de los intervalos. Observemos que el complemento de un intervalo es un intervalo o la unión de dos intervalos ajenos.

Sea $\mathcal{F}$ la mínima colección de subconjuntos de $[0,1]$ que contiene a la colección $\mathcal{C}$ y satisface I) y II). Esta nueva colección contiene subconjuntos muy complicados; supongamos que, de alguna manera, podemos medir la longitud de todos sus elementos.

Si $A \in \mathcal{F}$, entonces su longitud es $l(A)$. De hecho, hemos construido una función l , "la longitud," que va de $\mathcal{F}$ a los números reales.

En general, si tenemos n intervalos ajenos entonces la longitud de su unión es la suma de las longitudes de los n intervalos que la componen.

Consideremos la siguiente colección infinita de intervalos ajenos contenidos en $(0,1)$: $\{(\frac{1}{2^{n+1}}, \frac{1}{2^n})\}$

$$n=1,2,\dots = \{(\frac{1}{4}, \frac{1}{2}), (\frac{1}{8}, \frac{1}{4}), (\frac{1}{16}, \frac{1}{8}), \dots\}$$

Nos gustaría asignarle un número a su unión que nos dijera cuál es su longitud. En el caso de una colección finita le asociamos la suma de las longitudes, ¿por qué ahora no le asignamos el número $\sum_{n=1}^{\infty} l((\frac{1}{2^{n+1}}, \frac{1}{2^n}))$?

(Justifique la última igualdad.)

En general, si tenemos una colección numerable $\{I_n\}$ de intervalos ajenos contenidos en $[0,1]$, entonces $l(\bigcup_{n=1}^{\infty} I_n) = \sum_{n=1}^{\infty} l(I_n)$. Este valor es un número real, pues $\bigcup_{n=1}^{\infty} I_n \subset X$ y debería cumplirse (y se cumple)

que $l(\bigcup_{n=1}^{\infty} I_n) \leq l(X) = 1$.

Observemos que si dos intervalos tienen intersección no vacía, entonces la unión de éstos es un intervalo. Si tenemos una colección de n intervalos, entonces los unimos de tal forma que su unión sea un intervalo o bien una colección de, a lo más, n intervalos ajenos. Después calculamos su longitud usando las reglas propuestas. En el caso de que tengamos una colección numerable hacemos algo parecido.

¿Qué propiedades esperamos que tenga? Que cumpla:

$$I') l(A) \geq 0 \text{ } \forall A \in \mathcal{F}, l(\emptyset) = 0$$

$$II') l(\bigcup_{n=1}^{\infty} A_n) = \sum_{n=1}^{\infty} l(A_n) \text{ si } A_1, A_2, \dots \text{ es una sucesión de elementos ajenos a } \mathcal{F}.$$

La terna $([0,1], \mathcal{F}, l)$ es un ejemplo de lo que los matemáticos llamamos un espacio de medida. A continuación presentamos la definición:

Si X es un conjunto no vacío, M una colección de subconjuntos de X que satisface:

- $X \in M, \emptyset \in M$
- Si $A \in M$ entonces $X - A \in M$
- Si $A_1, A_2, \dots$ es una colección numerable de elementos de M entonces $\bigcup_{n=1}^{\infty} A_n \in M$

$\mu: M \rightarrow (0 =) \cup \{\infty\}$ una función que satisface:

- $\mu(A) \geq 0 \text{ } \forall A \in M, \mu(\emptyset) = 0$
- Si $A_1, A_2, \dots$ es una sucesión numerable de elementos de M ajenos entre sí, entonces

$$\mu(\bigcup_{n=1}^{\infty} A_n) = \sum_{n=1}^{\infty} \mu(A_n).$$

Decimos que M es un σ -campo (léase sigma campo), μ es una medida sobre el conjunto X y (X, M, μ) es un espacio de medida.

A los conjuntos $[0, \infty) \cup \{\infty\}$ y $\{-\infty, \infty\} \cup \{\infty\}$ se les llama conjunto de los números reales extendidos no negativos y conjunto de los números reales extendidos respectivamente.

El σ -campo $\mathcal{F}$ recibe el nombre de σ -campo de Borel y a sus elementos los llamamos conjuntos de Borel. Existe un σ -campo un poco más grande que $\mathcal{F}$ (y que contiene a $\mathcal{F}$) llamado el σ -campo de los conjuntos medibles en el sentido de Lebesgue. La medida definida sobre este σ -campo, que extiende a la medida l , es conocida como la medida de Lebesgue.

Al emplear el concepto de espacio de medida construimos una función que a cada elemento g de un conjunto "adecuado" de funciones definidas sobre el conjunto X con valores en los números reales (reales extendidos o complejos) le asigna un valor que llamamos la integral de g con respecto a la medida μ y la denotamos por $\int g(x) d\mu$ o por $\int g d\mu$, y que extiende las propiedades de la integral "clásica".

Si tenemos $X = [0, 1]$, m el σ -campo de los conjuntos medibles en el sentido de Lebesgue y μ la medida de Lebesgue, entonces usamos, también, el símbolo $\int_0^1 g(x) dx$ para denotar a la integral de g con respecto a esta medida.

El concepto de medida surge de la necesidad de integrar funciones que no podemos integrar utilizando la integral que nos enseñan en los cursos de cálculo. La teoría de esta integral, conocida como la integral de Riemann, ayudó a generalizar.

Al lector interesado en estudiar más a fondo los conceptos que hemos expuesto le recomendamos la lectura de alguno de los siguientes libros:

A.M. Kolmogórov y S.V. Fomin, Elementos de la teoría de funciones y análisis funcional, Editorial Mir.

H.L. Royden, Real Analysis, The Macmillan Company.
Robert G. Bartle, The elements of integration, John Wiley & Sons.

M. en C. Virginia Berrón Lara,
alumna de doctorado del Departamento
de Matemáticas.

Caos en los sistemas determinísticos

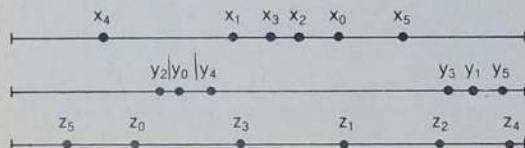
Wieslaw Szlenk

En el mundo que nos rodea clasificamos a los procesos en determinísticos y aleatorios. Les llamamos determinísticos si conocemos bien cuáles son las causas de los efectos; si no las sabemos, o si no podemos controlarlas, decimos que el proceso (o evento) es aleatorio. Si arrojamus una moneda al aire es imposible controlar las causas que hacen que el resultado sea, por ejemplo, águila.

De esta manera, en nuestra intuición dividimos a los eventos de la naturaleza en estas dos clases. A veces las combinamos, lo que quiere decir que consideramos la parte determinística y la aleatoria del evento. Pero en el fondo sólo existen estas dos clases. Estamos acostumbrados a la idea de que estos son dos tipos de procesos totalmente distintos. Pero, ¿de veras son totalmente distintos? Vamos a considerar un caso.

Tenemos tres series cada una de 6 números:

I	II	III
$x_0 = 0.68$	$y_0 = 0.35$	$z_0 = 0.22$
$x_1 = 0.47$	$y_1 = 0.91$	$z_1 = 0.69$
$x_2 = 0.60$	$y_2 = 0.33$	$z_2 = 0.89$
$x_3 = 0.55$	$y_3 = 0.89$	$z_3 = 0.45$
$x_4 = 0.18$	$y_4 = 0.40$	$z_4 = 0.98$
$x_5 = 0.83$	$y_5 = 0.96$	$z_5 = 0.08$



Una serie es totalmente aleatoria, construida con ayuda de tablas de números aleatorios, las demás son determinísticas: existe una regla $u_{n+1} = f(u_n)$ que permite encontrar u_{n+1} dado u_n . ¿Cuál serie es aleatoria? No es fácil adivinar (para la respuesta, véase el final del artículo). Así, veamos que a veces los procesos determinísticos se comportan como si fueran aleatorios.

Vamos a explicar cuándo puede esperarse que un proceso determinístico tenga las propiedades de un proceso aleatorio. Para eso necesitamos algunas nociones y resultados de una rama de la matemática que se llama teoría ergódica.

En general, la teoría ergódica estudia a las aplicaciones que conservan una medida.

Ejemplo (1). Consideramos al círculo unitario $S^1 = \{ze^{i\theta} : |z| = 1\} = \{x \in \mathbb{R} \text{ mod } 2\pi\}$, y una relación $r: S^1 \rightarrow S^1$,

$$r(z) = az, \quad a = e^{i\alpha}, \quad z = e^{it}, \quad \alpha, t \in \mathbb{R}.$$

En otras palabras:

$$r(e^{it}) = e^{i(\alpha+t)} \rightarrow t - \alpha + t \pmod{2\pi}.$$

La rotación r conserva la longitud de los arcos sobre S^1 ; esto implica que la medida de Lebesgue sobre S^1 es invariante con respecto a r .

El doctor Wieslaw Szlenk es profesor de la Universidad de Varsovia y fue profesor visitante en el Departamento de Matemáticas como parte de los festejos del 25 aniversario de la creación del Centro.

Ya observamos que la función presentada en el ejemplo (1) conserva una medida. A continuación diremos lo que los matemáticos entendemos por una aplicación que conserva una medida.

Sea X un espacio, M una σ -álgebra de conjuntos "medibles", μ una medida definida para toda $A \in M$. Sea $f: X \rightarrow X$ una aplicación tal que las preimágenes de los conjuntos A de M son M -medibles (pertenecen a M). Se dice que f conserva la medida μ si para todo $A \in M$.

$$\mu(f^{-1}(A)) = \mu(A)$$

Ejemplo (2). Sea $X = \langle 0, 1 \rangle$, M la familia de los conjuntos medibles en el sentido de Lebesgue, definimos $f: \langle 0, 1 \rangle \rightarrow \langle 0, 1 \rangle$ como sigue:

$$(1) \quad f(x) = \begin{cases} 2x & \text{si } 0 \leq x \leq 1/2 \\ -2x + 2 & \text{si } 1/2 < x \leq 1 \end{cases}$$

Véase la figura 1:

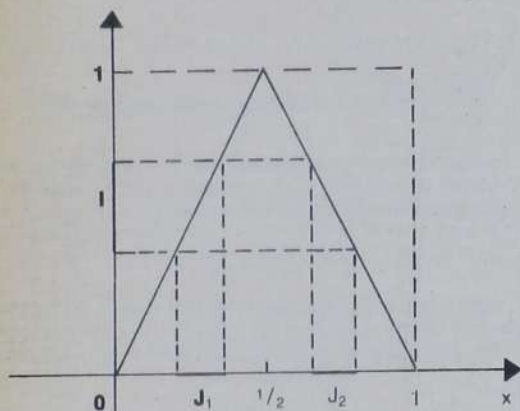


Figura 1

La aplicación f conserva la medida de Lebesgue: lo demostraremos para los intervalos. Sea $I \subset \langle 0, 1 \rangle$ un intervalo, la preimagen de I (véase la figura 1) es la unión de dos intervalos J_1 y J_2 . Puesto que la pendiente de las partes lineales de f es igual a 2, las longitudes $\mu(J_1)$ y $\mu(J_2)$ son iguales a $1/2 \cdot |I|$ ($|I|$ = longitud de I). Por eso:

$$|f^{-1}(I)| = |J_1| + |J_2| = |I|$$

La demostración para el caso de un conjunto medible arbitrario es más complicada.

Ejemplo (3). Sea X , M y μ como en el ejemplo (2). Sea $g: \langle 0, 1 \rangle \rightarrow \langle 0, 1 \rangle$ como sigue:

$$(2) \quad g(y) = 4y(1-y).$$

Véase la figura 2:

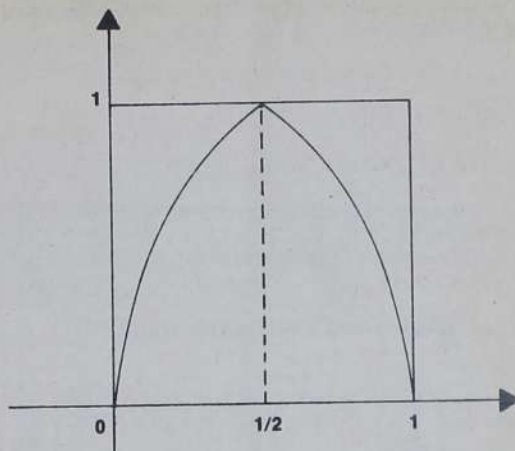


Figura 2

La función (2) se obtiene de la aplicación (1) por el cambio de las coordenadas siguientes:

$$h(x) = y = 1/2 [1 + \sin \pi(x - 1/2)]$$

entonces,

$$g(y) = h[f(h^{-1}(y))]$$

Para la función $f(x)$, la medida

$$\mu(A) = \int_A dx$$

es invariante. Usando la fórmula de cambio de las variables en la integral se demuestra que la aplicación (2) conserva la medida detenida por la fórmula:

$$\mu(A) = \frac{2}{\pi} \int_A \frac{dy}{\sqrt{y(1-y)}}$$

Ejemplo (4). Sea X el espacio de todas las sucesiones de ceros y unos: $X = \{(x_i)\}_0^\infty$, $x_i = 0$ o $x_i = 1$. Dados dos números $p, q > 0$ tales que $p + q = 1$. Pongamos $\mu_0\{0\} = p$, $\mu_0\{1\} = q$. Sea $C \subset X$ el conjunto.

$$C = \{x = (x_i)_{i=0}^\infty : x_i = a_i, i = 1, \dots, N\}$$

donde $i_1, \dots, i_N$ es una sucesión arbitraria de índices, y $a_1, \dots, a_N$ es una sucesión formada con ceros y unos. Pongamos:

$$\mu\{C\} = \frac{p}{\pi} \mu_0\{a_i\}$$

Esta fórmula define una medida sobre los conjuntos de tipo C, que se llaman los cilindros.

Sea $f: X \rightarrow X$ la función que desplaza a las sucesiones a la izquierda y corta la coordenada x_0 :

$$f((x_n)_{n=0}^{\infty}) = ((y_n)_{n=0}^{\infty}), y_n = x_{n+1}, n = 0, 1, \dots$$

En otras palabras:

$$(x_0, x_1, \dots, x_n, \dots) \xrightarrow{f} (x_1, x_2, \dots).$$

La preimagen de un cilindro C es la unión de dos cilindros: $C_0 = (0, C)$, $C_1 = (1, C)$, donde $(0, C)$ y $(1, C)$ denotan los conjuntos de todas las sucesiones $(0, x_0, x_1, \dots)$, $(1, x_0, x_1, \dots)$, donde $(x_0, x_1, \dots) \in C$. Claro,

$$\mu\{(0, C)\} = p \cdot \mu(C), \mu\{(1, C)\} = q \cdot \mu(C).$$

Luego:

$$\mu\{f^{-1}(C)\} = p \cdot \mu(C) + q \cdot \mu(C) = (p + q) \mu(C) = \mu\{C\}$$

El ejemplo (4) es un modelo del esquema de Bernoulli.

Sea (X, M, μ) un espacio de medida, con $\mu(X) = 1$. Sea $f: X \rightarrow X$ una función que conserva la medida μ .

Teorema (Birkhoff). Para toda función $H: X \rightarrow \mathbb{R}$ integrable con respecto a la medida μ existe casi en todas partes el límite.

$$(3) \lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} H(f^k(x)) = H^*(x).$$

$$\text{donde } \int H^* d\mu_0 = \int H d\mu.$$

Si no hay conjuntos invariantes no triviales (lo que significa que si $f^{-1}(A) \subset A$ entonces o $\mu(A) = 0$ o $\mu(A) = 1$), entonces $H^*(x) = \text{const} = \int H d\mu$.

Si no hay conjuntos invariantes no triviales, entonces f se llama ergódica.

Sean (X, M, μ) y f tales que f conserva la medida μ , y f es ergódica. Pongamos $H(x) = \chi_A(x)$. La función característica de un conjunto $A \in M$. Entonces, en virtud del teorema de Birkhoff tenemos:

$$(4) \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} \chi_A(f^k(x)) \rightarrow \int \chi_A d\mu = \mu(A).$$

El término a la izquierda es la frecuencia con la cual la trayectoria $(f^k(x))_{k=0}^{n-1}$ está en el conjunto A. Si consideramos el hecho que $f^k(x) \in A$ como un evento, con la probabilidad $\mu(A)$, entonces la fórmula (4) signifi-

ca que las frecuencias de realización del evento A en experimentos seguidos se establece (converge a un límite). Esto es el hecho básico para la teoría de probabilidad, y así llegamos a la conjunción de la probabilidad y el determinismo. Si un proceso determinístico conserva una medida que goza algunas propiedades, entonces las trayectorias del proceso se comportan como un proceso aleatorio (por ejemplo, como las realizaciones del esquema de Bernoulli).

Volvemos ahora a los ejemplos 2-4. En el ejemplo (2) denotamos por A el intervalo $\langle 0, 1/2 \rangle$; $\mu\{\langle 0, 1/2 \rangle\} = 1/2 = p$, y por $A^c = (1/2, 1]$; $\mu\{(1/2, 1]\} = 1/2 = q$. A cada $x \in \langle 0, 1 \rangle$ le asociamos una sucesión de números 0 y 1:

$$\begin{aligned} \alpha_n(x) &= 0 \text{ si } f^n(x) \in A \\ x \rightarrow (\alpha_n(x))_{n=0}^{\infty} : \quad \alpha_n(x) &= 1 \text{ si } f^n(x) \in A^c. \end{aligned}$$

Salvo un conjunto numerable ($x = \sum_{n=1}^N \frac{\alpha_n}{2^n}$), la asociación es uno a uno.

Fijamos N números $c_0, \dots, c_{N-1}$, $c_i = 0$ o 1. Se nota que:

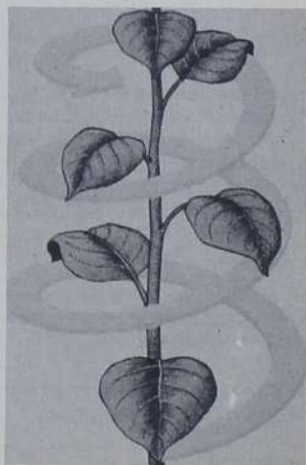
$$\mu\{x: \alpha_0(x) = c_0, \dots, \alpha_{N-1}(x) = c_{N-1}\} = \frac{1}{2^N}.$$

(Demuéstralo.) De esta manera, hemos transformado el proceso determinístico (2) en el proceso (4), que es nada más que el esquema Bernoulli.

Lo mismo acontece con el ejemplo (3).

En la figura 3 presentamos el histograma de 5,000 iteraciones de la función $f(y) = 4y$ y $(1-y)$ en el punto $y = 0.6$, y la gráfica de la densidad de la medida invariante

$$\frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{1}{x(1-x)}}$$



En las figuras 3, 4 y 5, presentamos histogramas con los resultados de algunas iteraciones de la función $f(y) = 1 - \mu y^2$, $\langle -1, 1 \rangle \rightarrow \langle -1, 1 \rangle$ para distintos valores del parámetro μ y para $y_0 = 0.2$.

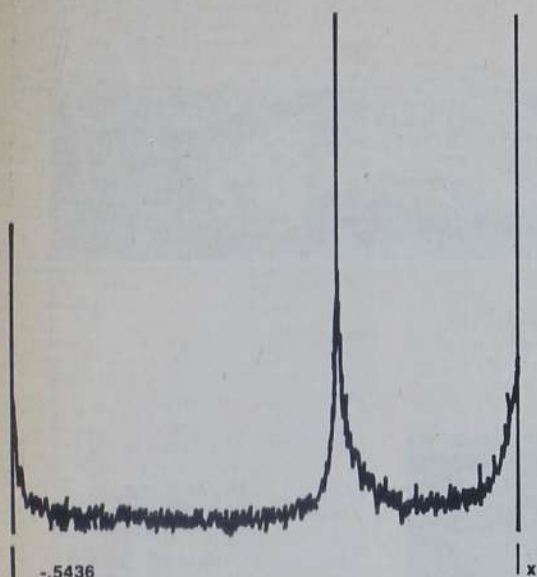


Figura 3. El histograma del punto $x = 0.2$ de 20,000 iteraciones de la aplicación $f(x) = 1 - 1.5436x^2$ en 800 intervalos [CE].

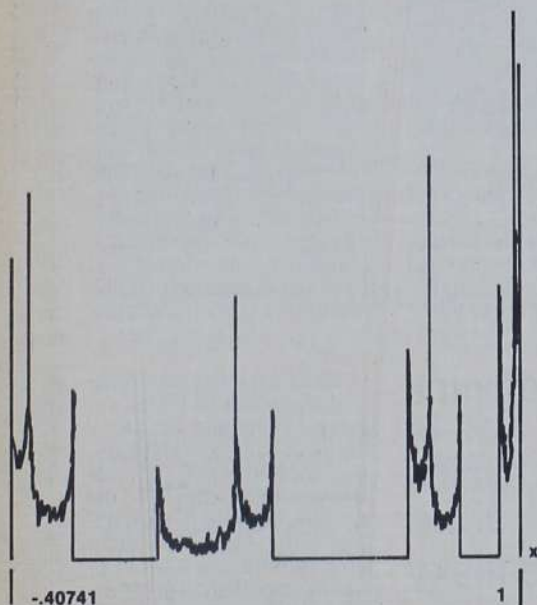


Figura 4. El histograma de 100,000 iteraciones del punto $y_0 = 0.2$ para la función $f(y) = 1 - 1.40741y^2$ en 800 intervalos [CE].

En el caso presentado en la figura 4 probablemente existe una medida invariante, con la densidad aproximadamente igual a la del histograma. En el caso presentado en la figura 6, si existe una medida f invariante de la forma $\mu(A) = \int_A \rho(x)dx$, entonces la densidad $\rho(x)$ es cero en algunos intervalos.

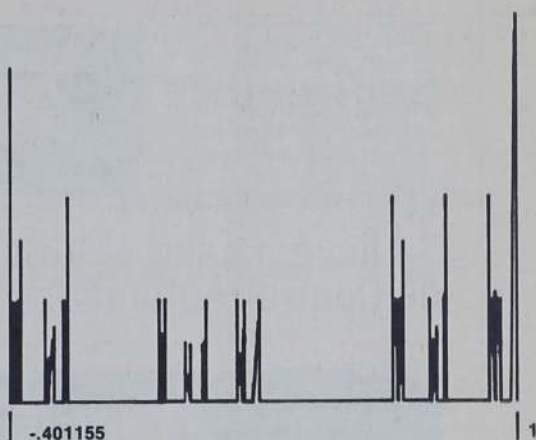


Figura 5. El histograma de 50,000 iteraciones del punto $y_0 = 0.2$ para la función $f(y) = 1 - 1.401155y^2$, en 800 intervalos [CE].

En algunos casos no existe una medida invariante μ de la forma $\mu(A) = \int_A \rho(x)dx$. Para más detalles, véase [CE].

*) La sucesión $(x_n)^5_0$ es aleatoria; para las sucesiones $(y_n)^5_0$, $(z_n)^5_0$ subsiste:

$$y_{n+1} = 4y_n(1 - y_n),$$

$$z_{n+1} = 4z_n(1 - z_n)$$

REFERENCIAS

- [CE] F. Collet, J.P. Eckman: *Iterated maps on the interval as dynamical systems*, Birkhouser, 1980.
- [S] W. Szlenk: *Teoría Ergódica*, publicaciones del Departamento de Matemáticas, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN.

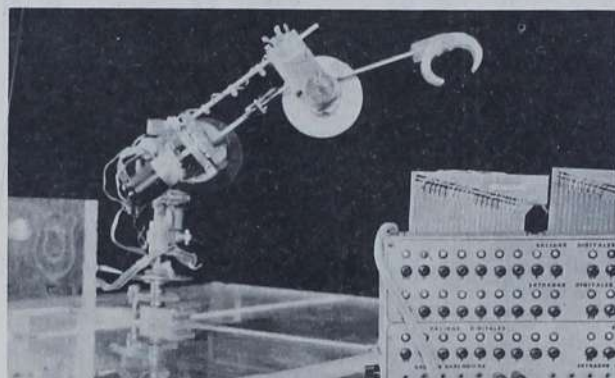




Septiembre



Se llevó a cabo el V Coloquio de Control Automático



Los días 4 y 5 de este mes, se celebró en las instalaciones del Cinvestav el V Coloquio de Control Automático, organizado por la Asociación Mexicana de Control Automático y el Departamen-

to de Ingeniería Eléctrica, contando con apoyo del Conacyt y la IFAC. Los temas abordados fueron: Modelos y simulación, control adaptable e identificación, robótica, informática y teo-

ría del control. Por parte del Centro participaron los Dres. Juan Milton Garduño y Rogelio Lozano Leal, así como Joaquín Collado, Onésimo Hernández, José Luis Leyva, Arturo Preciado, B. Castillo, R. Castro, H. Sossa, Alejandro J. Malo, A. González, J. Buenabad, Zdenek Zdrahal, Antonio Osorio Cordero, Irma Miguel, Héctor Jiménez, Jaime Alvares Gallegos, Hugo Sánchez, A. Díaz y R. Ortega. Participaron también investigadores de la UNAM, Centro de Graduados del IT de Chihuahua, IRISA-Rennes, ESFM, U. de Guanajuato, Foxboro, CICESE-Ensenada, Instituto de Investigaciones Eléctricas-Cuernavaca, ITESM-Monterrey y LAG-Grenoble.

Medalla académica de la Sociedad Mexicana de Física al Dr. Jerzy Plebański

El 22 de este mes, la Sociedad Mexicana de Física entregó la medalla académica al Dr. Jerzy Plebański, profesor-investigador del Departamento de Física del Centro. Durante la ceremonia, el Dr. Plebański dictó una conferencia bajo el título "Compartiendo experiencias, humanismo y ciencia actual".

Mujeres en la ciencia



En 1984, algunas estudiantes de maestría y doctorado del área biológica del Cinvestav formaron un grupo llamado "Por la mujer en la ciencia", a fin de estimular su participación y promover su desarrollo profesional. Según lo expresan Elia Martha Pérez-Armenáriz, Norma Blázquez Graff e Isabel Noguero, las investigadoras miembros pretenden extender el grupo a nivel nacional, lo cual les permita además buscar la adquisición de fondos

para ayudar económicamente a jóvenes que inician su adiestramiento científico y enviarlas a congresos; la creación de bancos de datos sobre fuentes de financiamiento ofrecidas por organizaciones privadas e internacionales para realizar estudios de posgrado en el extranjero; establecer comunicación con organizaciones científicas de mujeres en otros países, que permita promover el intercambio académico, entre otros propósitos. Así, buscarán constituir la Asociación de Mujeres del área Fisiológica. Para mayor información, dirigirse a Norma Blázquez, Depto. de Fisiología, Biofísica y Neurociencias, Cinvestav, Ap. Postal 14-470, 07000, México, D.F. Tel.: 754-02-00 ext. 210; Hortencia González, ext. 242; Margarita González del Pleigo, Depto. de Embriología, Fac. de Medicina, UNAM. Tel.: 550-57-15 ext. 2133; Marta Sayavedra, Depto. de Fisiología y Farmacología, Fac. de Medicina, UASLP, Ap. Postal 1521-B-78230, SLP. Tel.: 352-58; o Guadalupe Arizmendi, Unidad de Investigación Biomédica de Occidente, IMSS Guadalajara, Ap. Postal 1-38-38, Guadalajara, Jal.

¿Cuál es el papel y las perspectivas de los físicos en México?

Bajo este rubro, el departamento de Física organizó un coloquio en el que se informó sobre los grupos de investigación en Física del país, el papel del posgrado en la educación del físico, el papel de la Relatividad General con respecto a los otros campos de la Física

Teórica, la metrología y los procesos básicos de la Física moderna, la falacia de la obligación que tiene el científico en "aplicar" su ciencia, la cadena de interacción gobierno-ciencia-tecnología-industria. También se efectuaron pláticas de orientación para los estudiantes en

Visita a la Universidad de Maryland

El dr. Alberto Verjovsky, profesor-investigador del Departamento de Matemáticas, fue invitado a asistir al Comité del Special Year Dynamical Systems, que se llevó a cabo en la Universidad de Maryland, Washington.

Convenios con el IMP

El Instituto Mexicano del Petróleo, a través de su División de Recursos Humanos, ha firmado diversos contratos con el Centro a fin de que la Sección de Comunicaciones imparta los cursos "Técnicas de multicanalización y conmutación", "operación y aplicación de equipo de video Tektronik (ingeniería telefónica)" y "Analizador de estados lógicos Tektronik".

cada una de las líneas de investigación que mantiene el departamento, es decir, Física de altas energías, Relatividad y Fisicamatemática, Física teórica del estado sólido, Física experimental del estado sólido y Física estadística.

Octubre



Nombramiento

La Dra. Elsie Rockwell, profesora-investigadora, ha sido nombrada Jefa del Departamento de Investigaciones Educativas, en sustitución de la M.A. María A. de Ibarrola, a partir del 1º de este mes y por cuatro años.



Noviembre



Otro convenio con el IMP

Como ha sucedido a últimas fechas, el Instituto Mexicano del Petróleo, a través de su División de Recursos Humanos, firmó un contrato con el Centro con el propósito de que personal especializado del Departamento de Ingeniería Eléctrica imparta un curso sobre "Redes de Informática" a personal de dicho Instituto.

Visita de autoridades de Alemania Democrática

El 19 de este mes, una delegación encabezada por el Dr. Günter Heidorn, Viceministro para la Enseñanza Superior y Técnica, y el Ing. Hartwig Beer, Agregado comercial de la embajada de la RDA, visitaron la direc-

ción del Centro y recorrieron las secciones de Control Automático y Electrónica del Estado Sólido, así como los departamentos de Química, Biotecnología y Bioingeniería, y Física.

Apoyo a la investigación en la U. de Tlaxcala

El Centro ha firmado un convenio con la Universidad Autónoma de Tlaxcala a fin de brindar asesoría y apoyo técnico a los programas de

investigación que dicha Universidad lleva a cabo en su Centro Regional de Investigación en Reproducción Animal, en Panotla.

Se elaborará un diccionario para la computación



El Colegio de México y el Centro firmaron un convenio para la elaboración de un diccionario de términos propios de la computación, la microelectrónica y las telecomunicaciones, bajo el

título de *Vocabulario Especializado MicroSEP*. Los responsables de tal proyecto serán el Dr. Luis Fernando Lara, Director del Dicciona-

rio del Español de México y reconocido lingüista, y el Dr. Juan Milton Garduño, profesor titular e investigador del Departamento de Ingeniería Eléctrica y director del Programa MicroSEP.

Cátedra "Miguel Alemán" en el Centro

El doctor Howard Green, del departamento de Fisiología y Biofísica de la Escuela Médica de Harvard, dictó tres conferencias de los días 17, 19 y 21 de este mes en el Centro y en la Fundación "Miguel Alemán". Agrupadas bajo el título de Biologi-

cal Studies and Medical Applications of Cultured Epidermal Cells, las conferencias fueron presentadas por los Dres. Federico Chávez Peón, coordinador del Programa de Salud de la Fundación; Manuel V. Ortega, subsecretario de Educa-

ción e Investigación Tecnológicas; y Adolfo Martínez Palomo, profesor-investigador del Departamento de Biología Celular, Jefe de la Sección de Patología Experimental y presidente de la Academia de la Investigación Científica.

Convenio con la Secretaría de Pesca

El Lic. Pedro Ojeda Paullada, Secretario de Pesca, y el Dr. Héctor O. Nava Jaimes, firmaron un convenio a fin de que la Unidad Mérida

lleve a cabo un estudio sobre la prevención y control de la botricefalosis de las carpas en condiciones experimentales.



Relación de proyectos que el Centro mantiene vigentes y cuentan con financiamiento adicional externo septiembre-noviembre 1986

Departamento de Biología Celular



Conacyt

Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Proyecto

Investigador responsable

Identificación y localización de componentes moleculares de la matriz citoplasmática en células nerviosas.

Dr. Eugenio Frixlone Garduño

El papel de la glucosa en la capacitación, la reacción acrosomal y el metabolismo glicolítico en el espermatozoide de cuyo.

Dra. Adela Mújica Miranda

Aislamiento y caracterización bioquímica de mutantes de actina de algunas isoenzimas en *Entamoeba histolytica*.

Dra. G. Mireya de la Garza Amaya

Caracterización de genes y proteínas del citoesqueleto y de la superficie celular de *Entamoeba histolytica*.

Dra. Isaura Meza Gómez Palacio

Biología y patogenidad de *Entamoeba histolytica*.

Dr. Rubén López Revilla

Inmunobiología de la amibiasis.

Dr. Jesús Calderón Tinoco



Cosnet

Unidad de microscopía electrónica del Cinvestav-IPN.

**Dr. Rubén López Revilla
Dr. Eugenio Frixlone Garduño**

Producción de suero y extracto de hígado para el cultivo axénico de *Entamoeba histolytica*.

Dr. Rubén López Revilla

Biología celular de *Entamoeba histolytica*.

Dra. Isaura Meza Gómez Palacio

Desarrollo de cultivo *in vitro* de células epidérmicas para trasplante autólogo de piel en pacientes de quemaduras extensas.

Dr. Walid Kuri Harchuch

Implementación, desarrollo e intercambio de ingeniería genética.

**Dra. Isaura Meza Gómez Palacio
Dr. Patricio Gariglio Vidal
Dr. Hugo Barrera Saldaña
(UANL)**

Estudio de la interacción y patogenidad de algunos agentes etiológicos de neumonías en cerdos.

Dra. G. Mireya de la Garza Amaya

Fondo Ricardo J. Zevada

El uso de anticuerpos monoclonales para el estudio de la organización supramolecular de actina en células no musculares.

Dra. Elizabeth Palmer Murray

Sección de Patología Experimental

Conacyt



Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Patogenia de la amibiasis y la giardiasis.

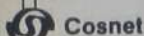
Dr. Adolfo Martínez Palomo

Alteraciones histológicas y ultraestructurales de los nervios periféricos en individuos alcohólicos crónicos.

Dra. Fernanda Texeira de Aranda

Amibiasis hepática experimental: mecanismos celulares de invasión y resistencia.

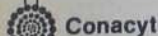
Dr. Victor Tsutsumi Fujiyoshi



Efecto de las lesiones cerebrales sobre la función testicular.

Dr. Victor Tsutsumi Fujiyoshi

Departamento de Bioquímica



Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Proyecto

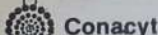
Investigador responsable

Mecanismos moleculares que intervienen en la modulación de la reacción acrosomal del espermatozoide de erizo de mar.

Dr. Alberto Darszon Israel

Homeostasis del tejido conjuntivo en hígado normal, regenerante y cirrótico: el papel de los hepatocitos y de las células no parenquimatosas.

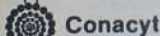
Dr. Marcos Rojkind Matluk



Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico

Desarrollo de un paquete tecnológico para el acondicionamiento de semillas. Diseño y construcción de prototipos. Evaluación científica, técnica y económica a escala piloto.

Dr. Alberto Hamabata Nishimuta



Dirección Adjunta de Asuntos Internacionales

Cinética enzimática de ATP-asa y translocasa de mitocondrias (México-RFA).

Dr. Alberto Darszon Israel

Fondo Ricardo J. Zevada

Caracterización de los canales de la membrana plasmática del espermatozoide del erizo de mar y aislamiento del canal de Ca^{2+} .

Dr. Alberto Darszon Israel

Departamento de Biotecnología y Bioingeniería

Conacyt



Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Obtención y valoración de mezclas proteicas de alto valor nutricional.

M.C. Ma. de Jesús Franco Gómez

Enriquecimiento proteico de pastas alimenticias.

M.C. Rutilo Castellanos Molina

Conacyt



Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico

Proyecto

Investigador responsable

Instrumentación y control por computadora de una planta piloto de fermentaciones.

Dra. Mayra de la Torre Martínez
Dr. Jaime Alvarez Gallegos
M.C. Ernesto Suaste Gómez

Definición de un sistema de pretratamiento para lograr la rentabilidad del proceso de producción de proteínas a partir del bagacillo de caña.

M.C. Refugio Rodríguez Vazquez

Proteína unicelular para consumo humano, producción de saborizantes y potenciadores de sabor, parte II. Estudio a nivel planta piloto.

Dra. Mayra de la Torre Martínez

Conacyt



Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos

Apoyo para el fortalecimiento a la maestría y doctorado en ciencias con especialidad en biotecnología.

Dr. Fernando Esparza García

Cosnet



Desarrollo de un reactor anaerobio de lecho fluidizado para el tratamiento de efluentes altamente contaminantes.

Dr. Héctor M. Poggi Varaldo

Aprovechamiento de residuos pecuarios para la alimentación animal.

M.C. Gilberto Iñiguez Covarrubias

Planta piloto semi-industrial de fermentaciones.

Dr. Fernando Esparza García

Producción de bioinsecticidas a base de *Bacillus thuringiensis*.

Dra. Mayra de la Torre Martínez

Departamento de Farmacología y Toxicología

Conacyt

Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Proyecto

Investigador responsable

Alteraciones en los sistemas de transporte de la membrana plasmática del hepatocito cirrótico y su reversión por agentes farmacológicos.

Dra. Marisabel Mourelle Mancini

Caracterización del intercambiador $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ en el músculo esquelético.

Dr. Jorge A. Sánchez Rodríguez

Estudio de los efectos de hormonas y fármacos sobre la función renal del animal recién nacido.

Dr. José Luis Reyes Sánchez

Cosnet

Estudios de los efectos de fármacos y toxones sobre la función renal en el individuo recién nacido.

Dr. José Luis Reyes Sánchez

Mecanismos de acción de antipsicóticos y otros agentes inhibidores de la calmodulina sobre las corrientes transmembranales de calcio y potasio de neuronas.

Dr. Francisco Alvarez Leefmans

Análisis conformacional de fármacos por mecánica molecular (Acuareta II)

Dr. Pedro A. Lehmann Feltler

Fondo Ricardo J. Zevada

Regulación metabólica de los canales de calcio en el músculo esquelético.

Dr. Jorge A. Sánchez Rodríguez

Sección de Terapéutica Experimental

Conacyt

Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico

Síntesis y farmacología preclínica del bromuro de quinidium (Ma 540).

Dr. Enrique Hong Chong

Farmacología preclínica de la ropitina, un nuevo agente antiarrítmico.

Dr. Enrique Hong Chong

Farmacología clínica del TR-5379. Implementación de un inventario para caracterizar el perfil de efectos subjetivos; evaluación de su seguridad y eficiencia terapéutica.

Dr. Julián Villarreal Castelazo
M.C. Jorge Herrera Abarca

Dirección Adjunta de Asuntos Internacionales

Farmacología de la insuficiencia cardíaca y la hipertensión arterial (México-Bélgica).

Dr. Enrique Hong Chong
Dr. Gilberto Castañeda
Hernández

Departamento de Física

Conacyt

Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Proyecto

Investigador responsable

Mecanismos de atrapamiento de carga y generación de estados de superficie en dispositivos MOS. (México-EUA).

Dr. Ciro Falcony Guajardo

Adsorción y propiedades magnéticas en superficies de metales de transición. (México-EUA).

Dr. Juan Luis Peña Chapa

Espectro y ángulos de mezcla de fermiones fundamentales.

Dr. Arnulfo Zepeda Domínguez

Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico

Investigación y desarrollo de láseres semiconductores y fotodetectores para comunicaciones ópticas.

Dr. Julio Mendoza Alvarez

Fabricación de dispositivos de alta capacitancia para su aplicación en convertidores analógicos digitales y en otros circuitos de comunicación.

Dr. Ciro Falcony Guajardo
Dr. Mariano Aceves Mijares
(INAOE)

Programa interinstitucional para la caracterización mediante análisis de superficies de materiales y procesos usados en la industria electrónica.

Dr. Juan Luis Peña Chapa

Conacyt

Dirección Adjunta de Asuntos Internacionales

Fenomenología y estructura de modelos unificados (México-RFA).

Dr. Arnulfo Zepeda Domínguez

Teoría de las propiedades estructurales de suspensiones de partículas brownianas fuertemente cargadas (México-RFA).

Dr. Magdaleno Medina Noyola

Estudio de superredes semiconductores (México-EUA).

Dr. Gerardo González de la Cruz

Estudio experimental y teórico de aleaciones binarias con componentes magnéticas (México-Francia).

Dr. José Luis Morán López

Colaboración con el Institute de Physique Theorique de L'Université Catholique de Louvain (México-Bélgica).

Dr. José Luis Lucio Martínez

Propiedades ópticas y eléctricas de películas delgadas electroluminiscentes (México-Japón).

Dr. Ciro Falcony Guajardo

Teoría de transiciones de orden-desorden en sistemas adsorbidos y en superficies de aleaciones binarias (México-RFA).

Dr. José Luis Morán López

Conacyt

Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos

Apoyo para el fortalecimiento a la maestría y doctorado en ciencias con especialidad en física.

Dr. Isaac Hernández Calderón

Fondo Ricardo J. Zevada

Efectos de campos electromagnéticos intensos en la constante dieléctrica de un gas de electrones en dos dimensiones.

Dr. Gerardo González de la Cruz

Sistema reflexométrico para la medición de la constante dieléctrica de semiconductores y películas delgadas semiconductoras.

Dr. Isaac Hernández Calderón

Otras instituciones

Investigación y desarrollo de celdas solares construidas con películas delgadas semiconductoras (OEA).

Dr. Feliciano Sánchez Sinencio

Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias

Conacyt

Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Proyecto

Investigador responsable

Modulación de la función endocrina de las glándulas sexuales por timo. Mecanismos de acción.

Dra. Martha C. Romano Pardo

Modulación presináptica de la transmisión de información en la médula espinal de los vertebrados.

Dr. Pablo Rudomin Zevnovaty

Estudio biofísico de canales de calcio en músculo esquelético.

Dr. Enrique Stefani Bonfanti

Acciones membranales de la progesterona en el núcleo ventromedial del hipotálamo relacionadas con la regulación de funciones reproductivas.

Dr. Carlos Beyer Flores

Biología de epitelios cultivados y naturales.

Dr. Marcelino Cerejido Mattioli

Canales iónicos en células aisladas de músculo liso vascular.

Dr. Enrique Stefani Bonfanti

Organización funcional del sistema órgano x-glándula sinusal.

Dr. Hugo Aréchiga Urtuzuástegui

Conacyt

Dirección Adjunta de Asuntos Internacionales

La glándula suprarrenal como modelo de neurosecreción. Proyecto multidisciplinario sobre los mecanismos que regulan la secreción de la célula cromafín (México-Francia).

Dra. Dalia Martínez de Muñoz

Conacyt

Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos

Apoyo para el fortalecimiento a la infraestructura de los estudios de posgrado en fisiología, biofísica y Neurociencias.

Dr. Hugo Aréchiga Urtuzuástegui
Dr. Pablo Rudomin Zevnovaty

Cosnet

Intoxicación por plomo: su repercusión sobre las bioproteínas y las aminas biogénicas cerebrales.

Dr. Jorge Aceves Ruiz

Integración de un grupo de especialistas en biología de membranas.

Dr. Marcelino Cerejido Mattioli

Fondo Ricardo J. Zevada

Propiedades eléctricas en células aisladas de músculo liso vascular.

Dr. Enrique Stefani Bonfanti

Interacción inmuno-endocrina: Modulación de la función endocrina de hipófisis y gónadas por el timo.

Dra. Marta C. Romano Pardo

Estructura y función de membranas de células epiteliales.

Dr. Marcelino Cerejido Mattioli

La médula suprarrenal como modelo para estudios de neurosecreción. La cosecreción de la acetilcolinesterasa con el contenido intragranular.

Dra. Dalila Martínez de Muñoz

Departamento de Genética y Biología Molecular

Conacyt

Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Proyecto

Investigador responsable

Identificación y caracterización de nuevos factores involucrados en la terminación de la transcripción de organismos procariontes.

Dra. Cecilia Montañez Ojeda

Estudio de antígenos de superficie del nematodo parásito *Trichinella spiralis*.

Dra. Ma. Guadalupe Ortega Pierres

Identificación y caracterización de antígenos de *Giardia lamblia* que participan en relación huésped-parásito.

Dra. Ma. Guadalupe Ortega Pierres
Dra. Cecilia Montañez Ojeda

Localización y expresión de genes de antígenos superficiales de *Entamoeba histolytica* en un banco de cDNA.

Dra. Ma. Esther Orozco Orozco

Uso de mutantes deficientes en virulencia y de anticuerpos monoclonales para la identificación de proteínas involucradas en la virulencia de *Entamoeba histolytica*.

Dra. Ma. Esther Orozco Orozco

Cáncer en el norte y centro de México, estudio comparativo (D.F.-Monterrey) de las alteraciones de oncogenes humanos.

Dr. Patricio Gariglio Vidal

Establecimiento de unidades inter-institucionales de asimilación y desarrollo metodológico en biología molecular.

Dr. Gabriel Guarneros Peña

Conacyt

Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico

Obtención de una cepa transformante hiperproductora de lisina y metionina.

Dr. Gabriel Guarneros Peña

Conacyt

Dirección Adjunta de Asuntos Internacionales

Estudio del mecanismo de la síntesis proteica en células eucarióticas (México-España).

Dr. Samuel Zinker Ruzal

Oncología molecular (México-Francia).

Dr. Patricio Gariglio Vidal

Conacyt

Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos

Apoyo para el fortalecimiento a la maestría y doctorado en genética y biología molecular.

Dr. Gabriel Guarneros Peña

Cosnet

Estudio de la biogénesis de los fitosomas en levaduras y hongos.

Dr. José Ruiz Herrera

Mecanismos de regulación al estrés por cloruro de sodio en la levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

Dr. Samuel Zinker Ruzal

Los complejos de Ca^{2+} - calmodulina como posibles reguladores de la patogenicidad de *Entamoeba histolytica*.

Dra. María de Lourdes Muñoz Moreno

Fondo Ricardo J. Zevada

Inhibición del mantenimiento de replicones en *Escherichia coli*.

Dr. Gabriel Guarneros Peña

Otras instituciones

Funciones virales supresoras de la síntesis de RNA y proteínas celulares (OEA).

Dr. Carlos Fernández Tomás

Departamento de Ingeniería Eléctrica

Conacyt

Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Proyecto

Investigador responsable

V Coloquio de control automático de la AMCA y el Cinvestav.

Dr. Juan Manuel Ibarra Zannatha



Conacyt

Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico

Oblención y caracterización de silicio amorfo para la fabricación de dispositivos electrónicos.

Dr. René Asomoza Palacio
Dr. Emmanuel Saucedo Flores

Descomposición automática de un solo programa para su ejecución en paralelo de una multicomputadora tipo MIMD (Heterarquía de micros).

Dra. Ana María Martínez Enriquez

Crecimiento de capas epitaxiales de compuestos III-V por medio de la técnica OMCVD.

Dr. Arluro Escobosa Echavarría

Desarrollo de un esqueleto para sistemas expertos.

M.C. Manuel González Hernández

Sistemas operativos portables para microcomputadoras de manufactura nacional.

Dr. Manuel E. Guzmán Rentería

Transmisión digital por fibras ópticas en la red de enlace telefónico.

M.C. Arturo Merino Castellanos



Conacyt

Dirección Adjunta de Asuntos Internacionales

Desarrollo de celdas solares para aplicaciones en la práctica social (México-Cuba).

Dr. Juan Luis del Valle Padilla

Análisis y síntesis de estructura de control de sistemas no lineales (México-Francia).

Dr. Jaime Álvarez Gallegos

Técnicas adaptables en el estudio de sistemas de control y procesamiento de señales (México-Francia).

Dr. Rogelio Lozano Leal

Intercambio con la República de Cuba en normalización, metrología y control de calidad (México-Cuba).

M.C. Rigoberto García Cantú



Conacyt

Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos

Apoyo para el fortalecimiento a la maestría y doctorado en ingeniería eléctrica, opción control automático.

Dr. Rogelio Lozano Leal

Apoyo para el fortalecimiento a la maestría y doctorado en ciencias de la computación.

Dr. Manuel E. Guzmán Rentería

Sistema de exámenes por computadora.

M.C. César Guzmán Rentería

Apoyo para el fortalecimiento a la maestría y doctorado en electrónica del estado sólido.

Dr. René Asomoza Palacio

Cosnet

Diseño y construcción de un sistema de control distribuido para procesos industriales.

Dr. Jaime Álvarez Gallegos

Desarrollo de una microcomputadora modelo para SEP para uso en la enseñanza a niveles medio superior y superior.

Dr. Juan Milton Garduño Rubio

Estudio teórico-experimental de celdas solares de silicio de alta eficiencia.

Dr. José Arturo Morales Acevedo

Control y programación de robots manipuladores industriales.

Dr. Juan Manuel Ibarra Zannatha

Diseño construcción y transferencia al sector productivo de diodos y transistores.

Dr. Ruperto Osorio Saucedo

Cursos "microSep como herramienta en la enseñanza de la física", "microSep como herramienta en la enseñanza de las matemáticas" y "microSep como herramienta en la química".

Dr. Juan Milton Garduño Rubio

Otras instituciones

Caracterización eléctrica de semiconductores y dispositivos (OEA).

M.C. Rigoberto García Cantú

Desarrollo de transistores MES - FET de alta frecuencia para su aplicación en telecomunicaciones (OEA).

Dr. Jaime Mimila Arroyo
Dr. Francisco de Anda Salazar

Departamento de Investigaciones Educativas

Conacyt

Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Proyecto

Investigador responsable

La formación para el trabajo productivo en los centros de bachillerato tecnológico agropecuario. Alternativas curriculares para la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria.

M.A. María de Ibarrola Nicolín

M.C. Irma Fuenlabrada Velázquez



Conacyt

Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos

Apoyo para el fortalecimiento a la maestría en ciencias de la educación que ofrece el Departamento de Investigaciones Educativas.

M.A. María de Ibarrola Nicolín



Cosnet

Investigación sobre la educación tecnológica agropecuaria del nivel medio superior.

M.A. María de Ibarrola Nicolín

Incorporación de la micro-computadora a los procesos de análisis de la investigación social cualitativa en el sector tecnológico.

M.A. María de Ibarrola Nicolín

Otras Instituciones

Participación en el programa de fomento a la investigación educativa en las universidades públicas estatales. (SESIC/SEP)

M.A. María de Ibarrola Nicolín

Sección de Matemática Educativa



Conacyt

Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos

Proyecto

Investigador responsable

Apoyo para el fortalecimiento a la maestría en matemática educativa.

Dr. Eugenio Filloy Yague



Cosnet

Programa de formación de recursos humanos para la investigación tecnológica en el área de matemáticas.

Dr. Eugenio Filloy Yague

Otras Instituciones

Maestría abierta en matemática educativa (SESIC/SEP)

Dr. Eugenio Filloy Yague

Departamento de Matemáticas



Conacyt

Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Proyecto

Investigador responsable

Control adaptable de sistemas estocásticos.

Dr. Onésimo Hernández Lerma

Homotopía racional - MAPS axiales, secciones de haces y MAPS lineales - supravariaciones.

Dr. Samuel Gitter Hammer

Publicación del boletín de la Sociedad Matemática Mexicana.

Dr. José Adem Chain

Control adaptable no paramétrico y robustez de sistemas estocásticos.

Dr. Onésimo Hernández Lerma

Sistemas estocásticos en dimensión infinita.

Dr. Luis G. Gorostiza Ortega

Conacyt



Dirección Adjunta de Asuntos Internacionales

Modelos estocásticos de difusión de sistemas distribuidos e interactivos (México-Canadá).

Dr. Luis G. Gorostiza Ortega

Control de sistemas interconectados y horizontes de pronóstico-planeación (México-Francia).

Dr. Onésimo Hernández Lerma

Conacyt



Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos

Apoyo para el fortalecimiento a la maestría y doctorado en matemáticas.

Dr. Enrique Ramírez de Arellano

Cosnet



Publicación del boletín de la Sociedad Matemática Mexicana vols. 28 y 29.

Dr. José Adem Chain

Departamento de Química

Conacyt



Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Proyecto

Investigador responsable

Nuevas síntesis de sistemas nitrogenados de diferente naturaleza y su aplicación en Química.

Dra. Rosalinda Contreras Theurel
Dra. Hilda Morales Alanís

Estudio termoquímico de compuestos organometálicos.

Dr. Luis Alfonso Torres Gómez

Síntesis y estudios espectroscópicos de complejos organometálicos.

Dra. Ma. de los Angeles Paz Sandoval



Conacyt

Dirección Adjunta de Asuntos Internacionales

Investigación sobre la síntesis y la reactividad de compuestos orgánicos Boro-Fóforo (México-Francia).

Dra. Rosalinda Contreras Theurel

Estudio de alternativas bioquímicas para el control de plagas de granos de maíz durante su almacenamiento.

Dr. Alejandro Blanco Labra

Infraestructura para el desarrollo del campo de la biología vegetal y de la ingeniería genética de plantas.

Dr. Alejandro Blanco Labra

Conacyt



Conacyt

Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos

Apoyo para el fortalecimiento a la Maestría y Doctorado en Química Orgánica y Fisicoquímica.

Dra. Rosalinda Contreras Theurel

Dirección Adjunta de Asuntos Internacionales

Intercambio académico en ciencia y tecnología de alimentos con la Universidad Estatal de Campinas (México-Brasil).

Dr. Octavio Paredes López

Conacyt



Cosnet

Electrosíntesis.

Dr. Juan M. Aceves Hernández

Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos

Apoyo para el fortalecimiento a la infraestructura en los estudios de posgrado en biología vegetal.

Dr. Juan José Peña Cabriales

Cosnet



Conacyt

Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico

Proyecto

Investigador responsable

Investigación y aprovechamiento de proteínas oleaginosas (cártamo) y leguminosas (frijol).

Dr. Octavio Paredes López

Producción de estándares de alfa-toxinas.

M.C. Doralinda Guzmán de Peña

Ecología de *Rhizobium phaseoli*, su implicación en la calidad de inoculantes para frijol.

Dr. Juan José Peña Cabriales

Producción de capsilonoides por células del género *capsicum* en cultivo sumergido.

Dr. Neftalí Ochoa Alejo

Caracterización de los procesos de extrusión utilizando un extrusor de doble tornillo.

Dr. José Luis Ibañez González

Estudio Físico-Químico y funcionales de proteínas vegetales: alternativas tecnológicas.

Dr. Octavio Paredes López

Conservación de granos y semillas en atmósferas modificadas.

Dr. Jorge Molina Torres

Desarrollo de métodos químicos y/o biológicos accesibles, rápidos y económicos para la detección de micotoxinas.

M.C. Doralinda Guzmán de Peña

Levantamiento de encuestas sobre condiciones de siembra, cosecha, comercialización y almacenamiento de maíz y frijol en el medio rural del estado de Guanajuato.

Dr. Alejandro Blanco Labra

Programa de investigación en genética y fisiología vegetal.

Dr. Luis Herrera Estrella

Unidad Mérida

Conacyt



Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Proyecto

Investigador responsable

El papel de la interacción madre-hijo en la nutrición y la salud de la población rural infantil de Yucatán, un programa de intervención comunitaria.

Sr. Raúl Murguía Rosete

Conacyt



Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos

Apoyo para el fortalecimiento a la Maestría en Biología Marina.

Dr. Ernesto Chavez Ortiz

Apoyo para el fortalecimiento a la Maestría en Ciencias de la Energía

M.C. Hugo Solís Correa



Cosnet

Evaluación y diagnóstico de los recursos pesqueros de la península de Yucatán.

Dr. Ernesto A. Chávez Ortiz

Evaluación del estado nutricional de las poblaciones infantiles y juveniles del estado de Yucatán, zonas costeras y ganaderas.

M.C. Federico Dickinson Bannack

Análisis del ecosistema costero de Celestún y sus implicaciones en lo socioeconómico.

Dr. Luis Capurro Filigrasso

Desarrollo de tecnología de procesos termoquímicos y catalíticos heterogéneos aplicados al almacenamiento de la energía solar.

Dr. Leonel González Cruz

Estudio hidrobiológico de embalses dulceacuícolas del sureste de México con potencial para el desarrollo de acuicultura.

M.C. Alejandro Flores Nava

Helmintología de *cichlosoma urophthalmus* en poblaciones naturales del sureste de México y prevención de helmintiasis en sistemas de cultivo intensivo.

M.C. Guillermo Salgado Maldonado

Otras instituciones

Estudio piloto de las condiciones ambientales en la Ría Celestun y ambiente costero adyacente en la sonda de Campeche. (OEA)

Dr. Luis Capurro Filigrasso

Unidad Saltillo

Conacyt

Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos

Proyecto

Investigador responsable

Apoyo para el fortalecimiento a la especialización en metalurgia no ferrosa.

M.C. Alfredo Flores Valdés



Cosnet

Desarrollo de aleaciones base aluminio de aplicación industrial.

Dr. Manuel Méndez Nonell

Servicios de Control Analítico y Evaluación de Calidad

Conacyt

Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico

Proyecto

Investigador responsable

Establecimientos de substancias nacionales de referencia para la industria química farmacéutica.

QFB. María Teresa Rivas Villafuerte
QFB. Artemisa Posada Retana

Publicaciones del Departamento de Investigaciones Educativas

Educación y clases populares en América Latina

Compiladoras: **María de Ibarrola**
Elsie Rockwell

Los artículos reunidos en este libro son producto de investigaciones sobre historias y acciones educativas en diferentes países del continente, que muestran diversas aproximaciones al conocimiento de la realidad educativa latinoamericana. Este conocimiento ha impuesto la reapertura de la discusión en torno a la relación educación y clases populares.

Si bien no se cubre toda la gama socio-política ni disciplinaria posible, este conjunto de análisis de la educación destinada a las clases populares constituye un reto al pensamiento desarrollista, reproductivista, o inclusive populista, acerca de la relación educación y clase social, que se ha convertido en sentido común en los medios educativos.

El debate sobre las posibilidades y los límites de la educación popular tanto estatal como civil, se enriquece con los análisis estructurales, el conocimiento de los ámbitos cotidianos, así como los sujetos de las acciones educativas. Tal es la intención de los artículos que polemizan con dos de los conceptos claves del debate reciente, la "participación" y la "producción". La discusión dentro de la izquierda del sentido político de las acciones de educación popular, incluyendo a la escuela misma, se enriquece con una revaloración de dos resultados potenciales de la educación popular, la organización civil y política amplia y la formación cultural general.

El reconocimiento de las formas en que la hegemonía estatal permea instituciones civiles permite evitar la oposición entre la escuela formal y la educación no formal, y obliga a ampliar el análisis institucional de la educación.

Estos libros e informes de investigación se pueden adquirir en el DIE, ubicado en:
José María Velasco No. 101
Col. San José Insurgentes
México 19, D.F.
Apartado Postal 19-197

Maestría y Doctorado en Química

El Departamento de Química del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN ofrece sus programas de Maestría y Doctorado en Ciencias en las especialidades de Fisicoquímica y Química Orgánica. Las áreas de investigación que se cultivan en el Departamento son: Estereoquímica y Análisis Conformacional, Electroquímica, Termodinámica, Química Experimental, Corrosión, Electrosíntesis, Baterías y Electrolitos Sólidos, Compuestos Orgánicos de Boro, Fósforo, Síntesis Orgánica, Química Organometálica, Resonancia Magnética Nuclear, Energía Solar, Fotofísica, Fotoquímica, Productos Naturales, Micelas y Microemulsiones.

Requisitos de Admisión

- Haber concluido el ciclo profesional en alguna de las carreras de Química.
- En ambas áreas se deberán aprobar los exámenes de admisión sobre las siguientes materias: Química Orgánica, Fisicoquímica, Química General y Matemáticas.

Becas

Los candidatos admitidos se les apoyará en el trámite de becas ante el CONACYT, ANUIES, SEP, etc.

Exámenes de Admisión: 31 de julio a 7 de agosto

Para mayor información dirigirse a:

Dra. Angeles Paz Sandoval
Coordinadora Académica
Departamento de Química



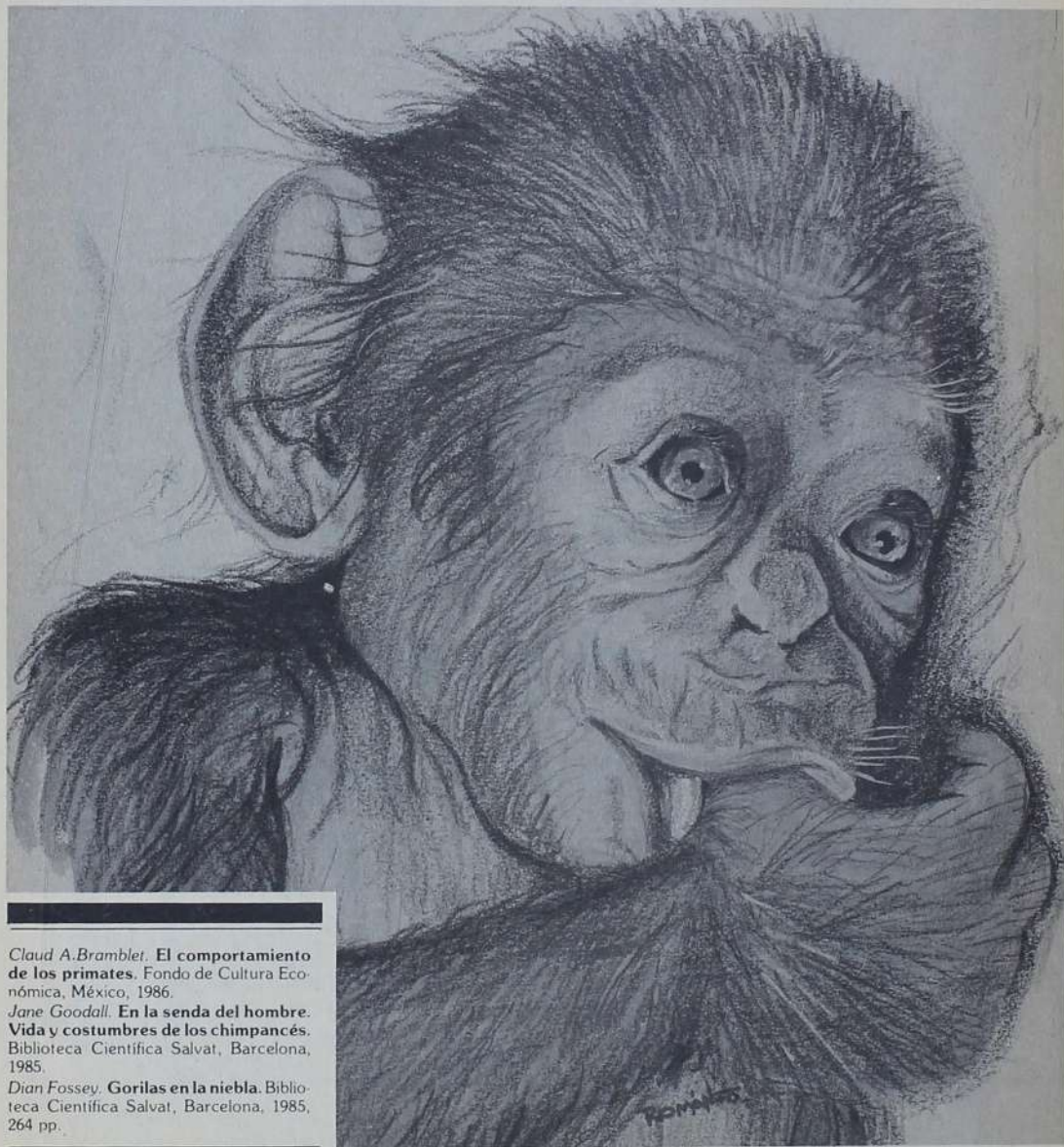
CINVESTAV
Apdo. Postal 14-740, México 14, D.F.
Tel. 754-02-00 Ext. 135 ó 127



libros

Tres Libros sobre primates

Alicia García Bergua



Claud A. Bramble. El comportamiento de los primates. Fondo de Cultura Económica, México, 1986.

Jane Goodall. En la senda del hombre. Vida y costumbres de los chimpancés. Biblioteca Científica Salvat, Barcelona, 1985.

Dian Fossey. Gorilas en la niebla. Biblioteca Científica Salvat, Barcelona, 1985, 264 pp.

Ciencia y Desarrollo, revista bimestral del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Mauricio Fortes, editor), noviembre-diciembre de 1986, núm. 71, año XII: Electrodios biológicos; Litio y la fusión nuclear.

The broken line/La línea quebrada, una publicación de arte fronterizo, México/USA, 1986. Desde Tijuana/San Diego nos llega el primer número de esta revista, expresión de la cultura "con un pie en cada lado", gracias seguramente a Rosina Conde, poeta y gran animadora cultu-

ral que hizo sus bellezas por acá, y ahora las hace por allá. En su presentación, Guillermo Gómez Peña relata: "Aquí se entrecruzan millones de jornadas individuales y la palabra 'frontera' es multimetáfora de muerte, reencontro, fortuna, locura y transmutación. En ocasiones es abismo, muro o telaraña. A veces herida infectada, vulva dentada o membrana. Ciertos días es más bien un agujero, incluso un túnel, o de pronto se convierte en espejo, abrazo de osó o llamarada repentina". Así se vive la línea, todavía nuestra.

Durante este año he tenido la oportunidad de leer tres libros sobre primates. Uno que habla en general de primatología: **El comportamiento de los primates** de Claud A. Bramblett, publicado en español por el Fondo de Cultura Económica y dos publicados por *Salvat* en su reciente colección Biblioteca Científica: **Gorilas en la niebla** de Dian Fossey y **En la Senda del hombre** de Jane Goodall. El primer libro es un panorama bastante completo del estado en el que actualmente se encuentra el conocimiento del comportamiento de los primates, de las técnicas que se utilizan para estudiarlos y de las contribuciones que disciplinas como la ecología y la sociobiología han dado a este tipo de estudios. Los dos restantes son especies de autobiografías científicas de dos de las más grandes investigadoras de gorilas y chimpancés respectivamente. Dian Fossey, quien murió recientemente, al parecer a manos de los cazadores furtivos de gorilas, a quienes siempre combatió, hizo y dirigió durante casi 20 años el Centro de Investigación sobre gorilas de Karisoke en los montes Virunga (África); y Jane Goodall, quien dirige el Instituto de Investigación y Conservación de la vida Salvaje, en el Parque Nacional del río Gombe en Tanzania. Ambas investigadoras tienen en común haber sido apoyadas desde el principio por la fundación de Louis Leakey (el famoso paleontólogo) para llevar a cabo sus estudios, y haber ido a pa-

rar al África casi sin ninguna preparación científica previa en este campo. Louis Leakey consideraba que los animales en libertad debían ser observados por personas que tuvieran pasión por los animales y a la vez estuvieran desprejuiciadas teóricamente. Su modo de pensar rindió en el caso de ambas investigadoras muchos frutos, pues ambas eran personas dispuestas a vivir por largas temporadas en los bosques húmedos y en la selva siguiendo y observando a los primates, sacrificando las comodidades de la vida occidental. Jane Goodall, por ejemplo, descubrió muchas cosas nunca antes observadas sobre el modo de vida de los chimpancés en libertad. Pero regresemos al primer libro. En **El comportamiento de los primates** lo que el autor nos hace ver es que a estas alturas se sabe bastante sobre los primates en cautiverio o en laboratorio, pues quizá es el medio más cruel e ideal para observar las variaciones de ciertos patrones de comportamiento. Pese a que la crueldad no es en absoluto justificable podría decir que en los primates se investigan ciertos medicamentos nocivos, lo que impidió que éstos se siguieran administrando a los seres humanos, por ejemplo, la talidomida, que entre los días 24 y 30 de la gestación produce deformaciones en el desarrollo de la prole.

Entre las investigaciones más interesantes que se han hecho con primates en laboratorio están las de la comunicación y la evolución del len-

guaje. Muchos de estos estudios se hicieron con el fin de intentar comprobar que el lenguaje y otras características de la cultura humana eran fenómenos totalmente aprendidos. Para ello se eligieron varias chimpancés hembras —que son más dóciles— a las cuales se les intentó enseñar el lenguaje de la comunicación humana. Lo primero que se pudo saber es que los chimpancés estaban fisiológicamente imposibilitados para hablar; sin embargo, pueden aprender con relativa facilidad el lenguaje de los sordomudos. Es también ya sabido que hasta los tres años un infante chimpancé puede parecer tan capaz como un infante de esa edad; sin embargo, después el niño lo rebasará en forma notable por el dominio del lenguaje. Lo que comprobaron toda esta serie de experimentos es que resultaba difícil establecer con ellos el aprendizaje del lenguaje humano y que faltaba mucho para entender el lenguaje de los chimpancés, dado que resulta difícil hablarle a un chimpancé de cosas de chimpancés o que las expresen en la complicada estructura del lenguaje humano, aunque se comprobó que podían utilizar con cierto grado de habilidad esta estructura.

Otros experimentos con primates en el laboratorio comprobaron que el cautiverio alteraba los patrones de conducta sexual, es decir, se alteraban los periodos de estro y los ciclos de apareamiento y las relaciones parentales. Es también ya famoso el

Elisée Reclus, *El hombre y la tierra*, FCE, México, 1986. Es grato saber que existe una aproximación al trabajo obra del geógrafo y libertario francés, cuya obra monumental *Nueva Geografía Universal* fue muy importante en su tiempo, fines del siglo XIX. Gran luchador social (participó de la Comuna de París), viajero, precursor de la ecología, Reclus consideraba indispensable la difusión de los conocimientos geográficos, reglas del juego de la preservación del equilibrio natural.

Andrade, García, López y Negrete, *Postales*, SEP/Crea, México, 1986. (Col. Letras Nuevas.) Cuatro poetas han puesto sus versos sobre la mesa, han jugado con ellos, los han mascado; una placentera forma de darse al tiempo.

Rubén Bonifaz Nuño, *El ala del tigre*, 1a. reimp., FCE, México, 1986. (Col. Letras Mexicanas). Aparece de nuevo este breve y aguzado libro de poemas del maestro Bonifaz, quien dice: "Sabor de espinas en la lengua; / tigre

experimento que hicieron con un monito rhesus y una madre artificial de alambre y otra de tela, y cómo el monito prefería a la segunda por el calor que proporcionaba. Además, se hicieron estudios sobre el sistema efectivo madre e infante cuyas alteraciones tienen como consecuencia resultados variados según el grupo de primates del que se trate. Por ejemplo, en algunos monos rhesus se experimentó cómo la separación prematura de la madre les dificultaba la integración social a un grupo de su misma edad. También se comprobó cómo el espacio disponible de la jaula alteraba la conducta madre-hijo y cómo en espacios estrechos la madre se mostraba más primitiva. Sin embargo, estos experimentos no han conducido a entender en general el comportamiento de los primates e incluso lo que dieron a entender es que éste era mucho más complejo de lo que se pensaba pues variaba según el grupo, el hábitat (un mismo tipo de primates puede variar su comportamiento en distintos lugares) y la filosofía. Pese a que, por ejemplo, se ha podido hacer un mínimo código de la comunicación de distintos grupos de primates —señales, vocalizaciones, desplantes, suplantación, anulación, juegos, espuegos, acicalamientos—, y se han podido entender las jerarquías de los grupos y las relaciones según el parentesco, éstas varían según el contexto. De allí la importancia que para la primatología ha llegado a tener el estudio de los

primates en estado salvaje y en su ambiente. Este interés, en el caso de Louis Leakey y de Jane Goodall, está aunado también a la comprensión del ser humano. Esto no sólo porque los chimpancés son cromosómicamente muy parecidos al hombre, sino porque los que estudia Jane Goodall están en la zona del África donde han ido apareciendo los restos fósiles de los ancestros más remotos del hombre conocidos hasta ahora. Conocer el modo de vida de los chimpancés en ese hábitat puede ayudar a esclarecer un poco las condiciones y el modo de vida que pudieron tener esos ancestros remotos y no por simple extrapolación como pensarían muchos. Por otro lado, es cierto que muchos rasgos de conducta de los chimpancés, como el saludo, el acicalamiento, la sonrisa, besarse, abrazarse, llorar de miedo o de tristeza, hacer berrinches, estar excitado de alegría, y al parecer una primitiva conciencia de sí mismos, son paralelos a algunos de nuestros rasgos de conducta. Lo cual no explica en sí mismo nada, pero como dice la propia Jane Goodall, puede enriquecer y ampliar el sentido que le damos a estas emociones y las perspectivas desde las que se miran.

Antes de hablar más ampliamente sobre los libros de Jane Goodall y Dian Fossey, quisiera señalar la importancia de los estudios de la conducta de los macacos japoneses, los babuinos y los rhesus, que ayudan a los primatólogos a formarse

una idea bastante clara de las sociedades de primates. En especial, el interés los primatólogos japoneses por su objeto de estudio, los macacos japoneses, radica en parte en el importante papel que tiene el mono en el folclore y la mitología de este país. En Japón se encuentra el Centro de Monos Japoneses, cuyos científicos asociados lograron ubicar 25 tropas de macacos y sujetarlos a observaciones de largo plazo. Gracias a eso se pudo llegar a nociones sobre el orden y la organización de las tropas los parentescos y el estatus dominante. A la vez, se observó y se propició un fenómeno muy interesante relativo a la difusión de nuevas conductas, como el lavado de las papas dulces. Me permito aquí citar a Claud A. Bramblett:

"A partir de estas observaciones, los japoneses dedujeron que los hábitos alimenticios, especialmente las tradiciones de lo que es apropiado para comer y dónde encontrarlo, son conductas aprendidas características de oikial (tropas) particulares. Propusieron el término "subcultura" (usado para designar culturas no humanas) para sugerir que esos rasgos son homólogos a aspectos de la cultura humana. Sus descubrimientos han tenido una gran influencia en nuestra comprensión de la sociobiología; antes de los estudios japoneses se habían supuesto que los patrones de alimentación y forrajeo eran innatos, no aprendidos. Su trabajo también señalaba la importancia que tie-

manso que en las comisuras / de la boca dormida, bebe / profundamente. ¿Desde cuándo, / arriesgados al sueño, somos? / ¿Nacimos desde que acabamos?"

Rafael Doniz, **Casa Santa**, FCE, México, 1986. (Col. Río de Luz.) Este libro de fotografías es un ángel terrible. Trata con delicadeza y profundidad las horas que suelen pasar hombres y mujeres de todas las edades encerrados en las casas de ejercicios del Bajío y de los Altos. La

poesía también está hecha de sangre. Además, la presentación de Antonio Alatorre contiene una anécdota-enseñanza sobre los motivos íntimos de la religión católica en nuestro país respecto del suicidio y la salvación del alma.

C. R. Hallpike, **Fundamentos del pensamiento primitivo**. FCE, México, 1986.

F. R. Moulton y J. J. Schiffrers, **Autobiografía de la ciencia**, 2a. ed., FCE, México, 1986.

nen los lazos de parentesco en la estructura de las tropas y en las relaciones sociales, así como la extensa variabilidad de los hábitos y la proporción en que las diferentes bandas los adoptan." (p. 179)

Tanto **Gorilas en la niebla** como **En la senda del hombre** son libros en los que las autoras relatan sus experiencias, al grado de que las historias sobre los primates observados parecen a ratos extraños fragmentos de novelas. Pese a que ambos libros se parecen en estructura, en ellos son muy notables las distintas personalidades de las autoras, ambas apasionadas de su objeto de estudio de distinta manera. Dian Fossey extrema a través de su libro (**Gorilas en la niebla**) una extraña y estoica personalidad. Al parecer, siempre fue una persona muy solitaria, al grado de desear vehementemente estar largos periodos entre las gorilas prácticamente sin compañía humana. Su dedicación a los gorilas era casi total y por lo que ella cuenta exigía lo mismo de cualquiera que quisiese investigar a su lado. Ella no lo dice explícitamente, pero su actitud escondía quizá un secreto desprecio por los seres humanos y sobre todo por aquellos que no respetan a los gorilas y en general a la vida natural, la cual se justifica, pero en ella era extremo. Se hizo famosa no sólo por su extraordinaria labor con los gorilas, sino porque se propuso castigar a los cazadores furtivos de gorilas que vendían las manos de sus presas, por ejem-



plo, a alto precio. No obstante, dada la pobreza del África, éstos no son quienes las usan en sus casas como ceniceros. En este sentido, a quienes la conocieron no les extrañó su reciente muerte a manos de los cazadores furtivos.

Por otro lado, al libro de Dian Fossey es ante todo una crónica extensa de la vida de varios grupos de gorilas, en la que a ratos la sentimos

incluida a ella entre ellos. Como si la vida de los primates hubiera sido en gran medida la de ella y, no obstante, es la vida también de una muy escrupulosa investigadora que llegó a ser aceptada por algunos de los gorilas. Es asombroso observar en su manera de ser tanto la "objetividad" científica como la más humana y pasional compenetración. Quizá a eso se deba el hecho de haber recibido, y creo que muy pocas personas, un gesto de afecto de un gorila salvaje.

En el libro de Jane Goodall se externa una personalidad quizá igual de apasionada pero más equilibrada; tal vez le dedica menos tiempo en el libro a los chimpancés que Dian Fossey a los gorilas, pero podemos sentir muy claramente que hay vidas muy humanas (la de Jane y la de su marido), que a ratos se cruzan y cambian de perspectivas dada la actividad en la que están inmersos. No es causal que el libro se intitule **En la senda del hombre**. También encontramos en Jane Goodall una especie de éxtasis místico, momentos de comunión con la naturaleza muy bien descritos.

Lo que distingue a ambas investigadoras es esta dedicación vital a su objeto de estudio y la desmitificación que hacen de la supuesta objetividad y frialdad científicas. Sus aportaciones son innumerables dada la compenetración con su objeto de estudio, y eso debió pensar Louis Leakey al encargarlas de tan ardua tarea.



Por una ciencia para el desarrollo*

Javier Pérez de Cuéllar

Es para mí un gran placer inaugurar esta reunión de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo. Al dirigirme a tan distinguidos participantes, tengo la impresión de comunicarme con el liderazgo científico de los países en vías de desarrollo. Esto constituye para mí una experiencia realmente estimulante.

Nadie que esté familiarizado con el estado de subdesarrollo en Asia, África y Latinoamérica, y que además esté consciente de sus orígenes, puede cuestionar el planteamiento de que el Tercer Mundo no sólo necesita una transformación económica y social, sino también una renovación intelectual. Para poder lograrla, es necesario cultivar las ciencias, por supuesto, pero el objetivo se mantendrá incierto si no se tiene un renacimiento del espíritu científico y del sentido de los valores humanos en forma simultánea. Desde esta perspectiva, aprecio profundamente la oportunidad que me han dado para hablar en esta reunión. Lo que tengo que decir será en términos generales premeditado: Aprecio mucho su independencia como científicos para querer influir en ella imponiendo prejuicios sobre sus discusiones.



* Discurso inaugural por el Secretario General de la ONU, durante la Conferencia sobre Cooperación Sur-Sur y Norte-Sur en Ciencias, celebrada en Trieste, Italia, en julio de 1985. Tomado del No. 2 de la publicación News letter de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo. Selección y traducción de M.A. Pérez Angón.



A pesar de que estamos reunidos aquí para hablar de la ciencia en el contexto del Tercer Mundo, reconozco que la ciencia como tal no puede tener una afiliación nacional. El supuesto de que sólo una amplia tradición cultural puede conducir a la ciencia, no tiene fundamento en la evidencia histórica. La historia de la ciencia, ciertamente, ha involucrado la historia de civilizaciones muy diversas. Desde el tiempo de los babilonios, pasando por Grecia, China, India y la civilización árabe-islámica, hasta la era moderna, la actividad científica no ha dependido de ninguna ideología o de un sistema social en particular. De hecho, al haber escogido ustedes su vocación, se han convertido en ciudadanos del mundo, con una visión cosmopolita, aun cuando intelectual y espiritualmente no hayan emigrado de sus propias sociedades.

Pienso que la característica más importante de la ciencia moderna no está relacionada con el surgimiento de algo que no haya existido anteriormente, sino precisamente con la organización sistemática de la actividad científica. Como resultado, lo que era puramente esporádico se ha convertido en continuo y acumulativo. Esto ha tenido un efecto dual sobre el profesional de la ciencia, enriqueciéndolo y limitando a la vez. Dentro del mundo de la ciencia, el científico no goza del tipo o grado de autonomía

que otras disciplinas, como la filosofía o la literatura, confieren a sus practicantes. El poeta o el filósofo están menos sujetos a presiones; pueden generar su propia destreza y cuanto mayor sea su dominio del arte, será mayor el reconocimiento de su maestría sobre el oficio. El científico, por el contrario, sitúa su trabajo dentro de una red de investigaciones y descubrimientos en cambio constante. Podría ignorar las actividades y resultados de otros científicos, pero sólo a expensas de poner en peligro su propia investigación. Todavía más, lo que da al científico el principal estímulo para desarrollar su actividad, es el puro reto intelectual de resolver un problema; éste podrá ser sugerido por otros, pero la solución siempre será suya.

En tanto sea una organización operativa, la ciencia mantendrá su propio impulso, llevando consigo a la mayoría de los científicos. Esta puede ser una de las razones por las que las prioridades humanas algunas veces tienden a ser olvidadas en la investigación científica. El científico no siempre disfruta de la libertad y disposición mentales para reflexionar sobre la cuestión de si la solución de su problema disminuirá significativamente los sufrimientos humanos y realzará la dignidad humana. Al mencionar esto último, no tengo la menor intención de denigrar el sentido de responsabilidad social de los

científicos. Los líderes científicos mismos se lamentan de la dirección equivocada de la ciencia y del talento científico involucrado en la creciente carrera armamentista cada vez más destructiva. Con el temor e inseguridad que ha causado, y con el desperdicio sin sentido de recursos materiales que inevitablemente genera, la carrera armamentista es una prueba feaciente de la necesidad de reorientar los objetivos científicos y tecnológicos hacia el mejoramiento de la humanidad. Es un hecho histórico, sin lugar a dudas, el que la invención de nuevas armas de guerra ha absorbido un gran número de técnicos en todas las épocas y en todas las sociedades. Nuestra era ha demostrado, sin embargo, que cuando se lleva al extremo, alcanza el límite absurdo de poner en peligro la existencia misma de la especie humana y, quizás también, de la habitabilidad del planeta.

Considero que existen tres fenómenos de la situación humana actual que deberían servir de guía para definir el rumbo de la misión del científico. El primero es precisamente el que acabo de mencionar: el refinamiento continuo de la tecnología de la destrucción. El segundo es la degradación del medio ambiente y la tensión entre las sociedades humanas y su entorno natural. El tercero es la persistencia de la pobreza, la ignorancia y las enfermedades transmisibles en grandes regiones del mundo, en una época en la que la humanidad dispone de recursos y medios suficientes para encarar esta situación. Este último parecería que es sólo un problema económico y administrativo, pero no es necesario profundizar mucho sobre él para percibir que representa un desafío de la comunidad científica, especialmente de los países en desarrollo.

Aun cuando estos tres fenómenos son lamentables, pueden tener, si se les aprecia cabalmente, el efecto de estimular la actividad científica en la dirección correcta dentro y para el Tercer Mundo. En el desarrollo de esta reunión, deberemos tener en mente que el presente constituye un momento históricamente propicio para que las sociedades humanas alienten un uso más adecuado y menos indiscriminado de la ciencia y la tecnología. Me siento inclinado a enfatizar que la suma de nuevas dimensiones en la carrera armamentista, los peligros de la industrialización sin el cuidado adecuado, la contaminación del aire y el agua, el agotamiento de los recursos naturales, la reducción de los recursos alimenticios mundiales por debajo del crecimiento de la población y la persistencia de muchas enfermedades en los países en desarrollo, todo esto nos inculca la certeza de que nosotros, tanto científicos

como no científicos, tenemos que trazar una ruta diferente para la invención y los descubrimientos científicos de la que se siguió en los tiempos de bonanza.

En el mundo de las artes de la imaginación, la teoría de un arte por el arte mismo está desacreditada desde hace mucho tiempo. Quizás también, en el mundo de la ciencia, la teoría de una ciencia por la ciencia misma no debería sentar raíces. Honremos a la ciencia que explora el universo y resuelve sus misterios, honremos a ella que examina el origen de la vida, honremos a ella que elucida el funcionamiento del organismo mente-cuerpo, honremos a ella que busca aliviar el dolor, honremos a ella que amplía la providencia de la tierra y asegura una mejor comunicación entre los seres humanos y las sociedades; pero ningún honor a la ciencia que no tiene compasión e ignora las esperanzas y temores del hombre: particularmente el temor de hoy en día de que toda la especie humana se suicide.

Ustedes, los científicos de países en desarrollo, pueden jugar un papel de mucha influencia en esta reorientación. El mero hecho de que ustedes enfrentan día con día al analfabetismo, la pobreza y la enfermedad en sus países, le confiere su propio significado a su actividad. Reconozco que ustedes no disponen de las facilidades que las sociedades industrializadas ofrecen a sus colegas. A pesar de esto, ustedes tienen ciertos privilegios, aunque de naturaleza distinta. Las tradiciones culturales que se han originado en el Tercer Mundo, cualesquiera que sea su fortaleza o debilidad, inculcaron un respeto hacia el estudio y el conocimiento. Por esto precisamente, y por el hecho de que constituyen un grupo relativamente pequeño dentro de sus propias sociedades, ustedes gozan de una posición mucho más destacada que la de sus pares en las sociedades industrializadas y pueden ejercer una influencia más poderosa sobre el desarrollo cultural de sus propios países. El efecto formativo del cultivo de la ciencia aun en medios no científicos, se puede apreciar más fácilmente en países que se han embarcado recientemente en el largo proceso del desarrollo. Las victorias que ustedes ganen dentro de sus propias esferas de influencia pueden constituir una demostración del triunfo de la racionalidad y el empirismo. Considero que no es ingenuo esperar que las características intrínsecas de la actividad científica: la búsqueda por la objetividad, evitar la exageración, el poner a prueba las hipótesis a través del experimento y la observación, podrán servir de guía para lograr un balance en el panorama intelectual y cultural de sus sociedades. Lo cual, a su vez, podrá ser un factor importante para la creación de instituciones que



permitan alcanzar una mayor madurez política y un orden democrático estable. Todo ello constituye su privilegio así como su responsabilidad. Implica también, por supuesto, su completo involucramiento en las grandes tareas para el desarrollo. La ciencia nunca tuvo que responder a tan apremiantes necesidades y nunca tuvo una misión más útil que realizar que en los países en desarrollo de hoy.

En esta reunión centrarán sus discusiones sobre el tema de la colaboración entre el Norte y el Sur para el desarrollo de la ciencia en el Tercer Mundo. Este es sólo un aspecto, muy importante, del problema más amplio involucrado en el desarrollo económico y social, y en el cierre de la brecha entre

ricos y pobres. Las Naciones Unidas han estado luchando al máximo para iniciar un diálogo Norte-Sur sobre estos problemas. Fue dentro de este contexto que la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ciencia y Tecnología, llevada a cabo hace seis años, adoptó el Programa de Acción de Viena. Muchos de ustedes participaron en forma destacada en esa conferencia. Sin lugar a dudas están conscientes de la gran variedad de dificultades que afrontamos. Pienso que éstas se generan principalmente por un problema de percepciones opuestas. Espero, sin embargo, que en su propia esfera de acción, el progreso sea ahora mucho más sencillo. Esta impresión optimista se basa en el hecho de que los científicos del mundo constituyen realmente una fraternidad: Hablan el mismo lenguaje, comparten los mismos patrones mentales, y, así lo considero, están interesados por igual en el desarrollo de la ciencia y en garantizar el máximo acceso a sus resultados. No necesito asegurarles que estaré profundamente interesado en conocer sus conclusiones.

En mi opinión, una manera de estimular una mayor cooperación científica entre el Norte y el Sur, podría ser que, de manera conjunta, los científicos y aquellos que preparan los planes nacionales de desarrollo en el Tercer Mundo identificaran con precisión los problemas cuya solución requiere de los resultados más recientes de la investigación científica y sin crear severos problemas de ajuste social. Es bien conocido que para la mayoría de los países en desarrollo, las principales prioridades son el desarrollo de la agricultura y el control de las enfermedades transmisibles. Sin embargo, son los científicos los únicos que pueden definir con claridad la importancia de la investigación más reciente y las deficiencias que es necesario corregir. Las decisiones de los administradores para utilizar descubrimientos modernos tendrán mejores resultados si son tomadas sólo después de discutir las ampliamente con los científicos. Este ejercicio generará un mayor intercambio del que existe actualmente, no sólo entre los científicos de los países en desarrollo, sino también entre ellos y los planificadores profesionales de la economía. Pienso que también conducirá al interés franco y profundo de los científicos del Norte que compartan la preocupación humana de aliviar el sufrimiento en el mundo.

Concluiré diciendo que la situación actual de la humanidad necesita de una reorientación de la ciencia hacia lo que son realmente las prioridades humanas. Al extenderles mis mejores deseos por una conferencia productiva, formulo mis votos para que sus discusiones conduzcan a esta meta tan deseada. 🌻

Maestría y doctorado en matemáticas

Departamento de Matemáticas del CINVESTAV

- Una planta de investigadores activos, enriquecida con profesores visitantes.
- Un ambiente estimulante para los estudiantes, que ha permitido la formación de un buen número de Maestros y Doctores en Ciencias.
- Una biblioteca especializada, en constante crecimiento
- 5 microcomputadoras IBM-PC y acceso a otras computadoras del Centro.

Profesores y áreas de investigación

- J. Adem *topología algebraica*
- E. Antoniano *topología algebraica*
- L. Astey *topología algebraica*
- D. Gallo *variable compleja*
- S. Gitler *topología algebraica*
- L. Gorostiza *probabilidad*
- S. Hahn-Goldberg *ecuaciones diferenciales parciales*
- O. Hernández-Lerma *procesos estocásticos*
- E. Micha *topología algebraica*
- G. Pastor *topología algebraica*
- M. Porter *variable compleja*
- E. Ramírez de Arellano *varias variables complejas*
- J.J. Rivaud *análisis*
- D. Sundararaman *varias variables complejas*
- C. Vargas *análisis numérico*
- J.A. Vargas *álgebra*
- J.J. Vázquez *álgebras C^**
- A. Verjovsky *sistemas dinámicos*

Requisitos de admisión

- Para la Maestría, es necesario tener conocimientos equivalentes a una Licenciatura en Matemáticas, donde un dominio del cálculo en una y varias variables y del álgebra lineal son indispensables; también pueden optar por este programa egresados de licenciaturas en Física, Química e Ingenierías.
- Para el Doctorado, se necesita poseer la madurez y preparación equivalentes a una Maestría en Matemáticas.
- Lo anterior se determina por medio de exámenes orales, aplicados por comités de profesores.

Becas

- Se brinda apoyo a los estudiantes en la obtención de becas del CONACYT y de otras instituciones.

Calendario

Primer semestre: Iniciación: Primera semana de marzo.

Finalización: última semana de junio.

Segundo semestre: Iniciación: segunda semana de septiembre.

Finalización: última semana de enero.

Realización de exámenes básicos de Maestría:

Tercera semana de febrero.

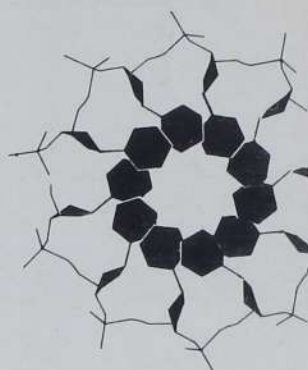
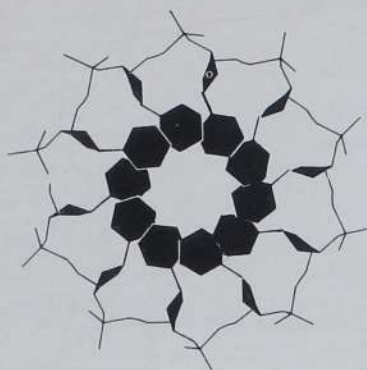
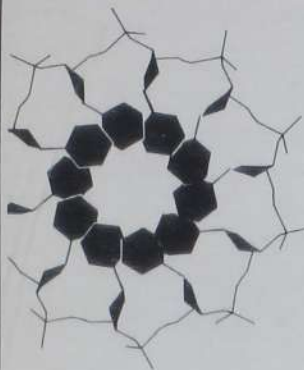
Primera semana de septiembre.



Información:

Departamento de Matemáticas, CINVESTAV-IPN
Av. Politécnico Nacional # 2508, Esq. Av. Ticomán
México, D.F.
C.P. 07000
Apartado Postal 14-740
Tels. 754-02-00, exts. 182 y 290; 754-44-66 (directo)

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN



Maestría y Doctorado en Biología Celular

El Departamento de Biología Celular del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados cuenta con programas de Maestría y Doctorado en Biología Celular que ofrecen posibilidades de especialización en los siguientes campos de la investigación biomédica: Biología del Citoesqueleto, Biología de la Reproducción, Diferenciación Celular, Inmunología, Parasitología Molecular y Ultraestructura Celular (Microscopía Electrónica).

Cursos propedéuticos

Es necesario acreditar los siguientes cuatro cursos propedéuticos como prerequisite para la inscripción de los candidatos a la Maestría: Biología Celular, Bioquímica, Matemáticas y Química Orgánica. Estos cursos se imparten en el CINVESTAV-IPN durante el segundo semestre (septiembre-enero) de cada año.

Requisitos de admisión

1. Estudios profesionales completos (examen profesional ya realizado o por realizarse antes de seis meses) en carreras biomédicas o afines, tales como Biología, Ingeniería Bioquímica, Medicina, QBP, QFB, Odontología, Veterinaria, etc.
2. Promedio mínimo de 8 en los estudios profesionales.
3. Presentar una solicitud completa y los documentos pertinentes (acto de nacimiento, copia del certificado completo de estudios profesionales, dos cartas de recomendación de profesores del solicitante, tres fotografías tamaño infantil).

para la Maestría

1. Los mismos que para los cursos propedéuticos de la maestría.
2. Acreditar los cursos propedéuticos o aprobar los exámenes de evaluación correspondientes.

para el Doctorado

1. Grado de Maestría o equivalente (a juicio del consejo de profesores del Departamento).
2. Entregar la solicitud y documentos pertinentes (como para la Maestría).
3. Aprobar el examen predoctoral.

Becas

Los aspirantes que sean admitidos al postgrado recibirán apoyo departamental para el trámite de las becas correspondiente ante CONACYT, COSNET, SEP, ANUIES, etc.

Para mayor información

dirigirse a: Coordinador Académico
Departamento de Biología Celular CINVESTAV-IPN
Av. Politécnica Nacional esquina Calle Ticoman
Delegación Gustavo A. Madero
Ap. Postal 14-740
07000 México, D.F.
Teléfonos: 754 68 14 (directo) 754 02 00, Exts. 107 y 277
Telex: 017-72826 PPTME





CENTRO DE INVESTIGACION
Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL IPN