

bibl.  
Aré  
Biología



CBYS027801

# AVANCE Y PERSPECTIVA

núm. 27 Verano 1986

México  
ISSN 0185 - 1411

QUIMICA

BIBLIOTECA AREA BIOLOGICA  
CONVESTAV

¿Por qué la  
cebra  
tiene rayas?

Biología  
Molecular  
del cáncer





**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



Wieslaw Szlenk

### Matemáticas aplicadas a la Biología



pág. 3

Patricio Gariglio

### Biología molecular del cáncer.

Estudio del oncogene c-myc en diversos tipos de tumores humanos, en el Departamento de Genética y Biología Molecular del Cinvestav

pág. 10



noticias del centro

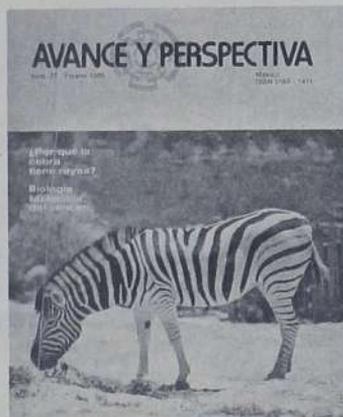


pág. 18

## BIOQUIMICA

bibl.  
Area  
Biologica

# sumario



Portada: Cebra, por Agustín Estrada.

Relación de proyectos que el Centro mantiene vigentes y cuentan con financiamiento adicional externo junio-agosto 1986.

pág. 22



matices

Marcelino Cerejido

Industria Argentina



pág. 30



libros

Carlos Chimal



Gerard Holton y el análisis temático de la investigación científica

pág. 34

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. Tlatelilpa 17, Coyoacán. Operadora: Mary Ramírez.

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

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



**correspondencia**

Señor editor:

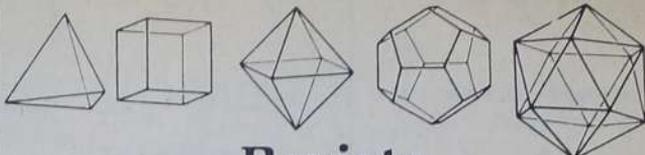
Deseamos felicitarle por la publicación de la revista *Avance y Perspectiva* y expresarle nuestro interés por su contenido. Esperamos que continúen enviándonos ejemplares de los próximos números y aprovechamos la oportunidad para manifestarles un cordial saludo y las seguridades de nuestra distinguida consideración.

Lic. Delia Bayardo G.  
Jefa de la Biblioteca  
Instituto Tecnológico de Colima  
Villa de Alvarez, Col.

Señor editor:

Agradecemos a usted esta aportación al enriquecimiento de nuestro acervo y esperamos seguir contando con su generosa atención.

Atte., "Por mi raza hablará el espíritu"  
Mtra. Lucila Tercero  
Hemeroteca de la Facultad de Filosofía  
y Letras  
Ciudad Universitaria, D.F.



# Revista Latinoamericana de Historia de las Ciencias y la Tecnología

*Solicítela al*

Apartado Postal 21-873,  
04000 México, D.F.  
México



**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.

# Matemáticas aplicadas a la Biología

## ¿Matemáticas aplicadas a la Biología?

Para algunos amigos míos que son biólogos, las matemáticas son su "coco" y la pregunta que da nombre a estas líneas les puede parecer digna de figurar en su peor pesadilla. Sin embargo, algunos científicos han reflexionado sobre problemas matemáticos inspirados en la Biología; nos vienen a la mente los siguientes nombres: Leonardo de Pisa, mejor conocido como Fibonacci, obtuvo en el siglo XIII los llamados "números de Fibonacci" al estudiar el crecimiento de una población de conejos; Giovanni Borelli estudió en el siglo XVII el movimiento animal desde un punto de vista geométrico; D'Arcy Thompson es considerado como uno de los iniciadores de la Biología Teórica moderna por su libro *On growth and form*, publicado en 1917 y, por último, Vito Volterra, autor de un modelo clásico que lleva su nombre, en el que se describe la evolución de dos poblaciones, una de las cuales es devorada por la otra.

## ¿Cómo se aplican las Matemáticas a la Biología?

En cualquier rama del saber humano, si tenemos un fenómeno en el cual podemos distinguir algunos procesos, sus relaciones entre sí y suficientes datos, podemos construir una imagen del fenómeno al que se le puede llamar su modelo. Si estamos interesados en obtener resultados cuantitativos, entonces surge la necesidad de emplear las matemáticas en su formulación. Modelos de esta clase son llamados modelos matemáticos.

Los modelos matemáticos en Biología son importantes pues ayudan a entender los fenómenos biológicos para los que fueron creados, estimulando y orientando el trabajo experimental.

Uno de sus mayores atractivos para el matemático es que en su planteamiento y solución se tiene que echar mano de las teorías de las ecuaciones diferenciales ordinarias, parciales y estocásticas, probabilidad, sistemas dinámicos, procesos estocásticos, entre otros procesos.

El campo de la Biología donde se han utilizado más es en la Ecología, en especial en el estudio del crecimiento de las poblaciones; también se han hecho modelos en Fisiología, Genética, Creación de Patrones, Epidemiología y sobre el estudio de las Migraciones.

Todas estas aplicaciones han planteado muchos problemas matemáticos en cuya solución matemáticos de todo el mundo trabajan activamente hoy en día. Si usted, amigo lector, se interesa por este tema, ¡bienvenido!

Avance y Perspectiva publicará dos textos que corresponden a un par de conferencias dictadas por el Dr. Wieslaw Szlenk en el Cinvestav como parte de los festejos del 25° aniversario de la fundación de este Centro.

El Dr. Wieslaw Szlenk es profesor de la Universidad de Varsovia y estuvo como profesor visitante en el Departamento de Matemáticas del Centro, donde tuvo la oportunidad de conocerlo y tomar clases con él.

En este número de la revista se publica, a continuación, el texto de la conferencia "¿Por qué la cebra tiene rayas?".

En esta conferencia se presentó un modelo matemático que usa el lenguaje de las ecuaciones diferenciales parciales para dar una respuesta a la pregunta: ¿Cómo se distribuyen las manchas de color obscuro sobre la piel de los animales? Debo aclarar que la respuesta no es completa, pues en este modelo se ignoran completamente los factores aleatorios (aquellos debidos al azar) de este fenómeno. A pesar de esta limitación, los resultados son muy parecidos a la realidad y creo que el lector que tenga algunos conocimientos de la teoría de las ecuaciones diferenciales parciales encontrará muy interesante todo lo que nos plantea el Dr. Szlenk.

A los lectores que se sientan desanimados porque no entiendan algunos de los detalles técnicos que aparecen ahí, deben saber que la intención primera del autor es la de dar una visión panorámica sobre el modelo y sus resultados. Les Invito, pues, cordialmente a que emprendan la aventura de leer este texto.

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



## ¿Por qué la cebra tiene rayas?

Wieslaw Szlenk

Tienes una gatita, digamos negra. La gatita tiene gatitos con un gato blanco. Y los gatitos difieren mucho entre sí, aunque tienen los mismos padres. ¿Por qué? En los casos de cebras todas las de la misma especie tienen el mismo patrón de la piel. ¿Cómo se forma el patrón de la piel? ¿Por qué algunos mamíferos siempre observan el mismo patrón y con otros, el patrón varía de animal a animal?

En este artículo vamos a presentar una respuesta a estas preguntas, pues las matemáticas ayudan en la solución del problema.

En la epidermis y en los pelos de los mamíferos hay gránulos de un pigmento: melanina. Los gránulos están en células especiales que se llaman melancitos. En la piel de los mamíferos hay dos tipos de melanina: enmelanina, que es responsable por el color castaño y negro; y feomelanina, que es responsable de los colores amarillo y anaranjado. La síntesis de melanina es un proceso muy complicado, no totalmente entendido. Una de las teorías que tratan de explicarla dice que el sustrato de melanina (es decir, el material de la cual el organismo lo produce) es tirozín, que se oxida en la presencia del fermento tirozinasa. Después, en el proceso de polimerización se convierte en melanina. La melanina tiene gran peso molecular. La distribución de melancitos en la epidermis no es uniforme. Probablemente el proceso de la diferenciación de patrones de la piel depende de la actividad de melancitos. Todo este proceso es complicado y dejamos de lado los detalles.

Nos restringiremos a un esquema muy sencillo: tirozín se convierte en melanin en la presencia del fermento tirozinasa. De hecho, el proceso tiene muchos componentes, pero vamos a conservar solamente dos.

Sean S y A dos sustancias. La sustancia S se llama el sustrato y tiene gran peso molecular. La sustancia A se llama co-sustrato. El sustrato S juega el papel de tirozín en nuestro modelo. Ambos componentes S y A se difunden sobre una superficie M de dimensión 2; la superficie M representa aquí la piel del mamífero. Al mismo tiempo toma lugar la reacción química entre S y A. El esquema del proceso es como sigue:

$$\begin{aligned} \left( \begin{array}{l} \text{La velocidad} \\ \text{de cambios} \end{array} \right) &= \left( \begin{array}{l} \text{El flujo de los} \\ \text{componentes sobre} \\ \text{la superficie M} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{l} \text{La velocidad} \\ \text{de la reacción} \\ \text{química} \\ \text{sobre M} \end{array} \right) \\ &+ \left( \begin{array}{l} \text{La difusión de los} \\ \text{componentes sobre} \\ \text{M} \end{array} \right) \end{aligned}$$

Vamos a traducirlo en términos más exactos: sean  $(x, y)$  las coordenadas sobre M (se supone que M es un cilindro, o un cono truncado).

Denotamos por  $s(x, y, t)$  la densidad de S en el punto  $(x, y)$  en el momento  $t$ , y por  $a(x, y, t)$  la densidad de A en  $(x, y)$  y en el momento  $t$ . Sean  $F_s(s)$  y  $F_A(a)$  los flujos de S y A sobre M, es decir,  $F_s(s)$  denota la cantidad de S que llega a M en un momento; el mismo sentido tiene  $F_A(a)$ . Se puede suponer que  $F_s(s) = \alpha_1(s_0 - s)$ ,  $F_A(a) = \alpha_2(a_0 - a)$ , donde  $s_0$  y  $a_0$  denotan las concentraciones de S y A en lugares donde se produzcan. En otras palabras, el flujo S

El doctor Wieslaw Szlenk es profesor de la Universidad de Varsovia y fue profesor visitante del Departamento de Matemáticas.

y A es proporcional a la diferencia de las concentraciones en la fuente ( $s_0, a_0$ ) y en el lugar que nos interesa (M).

Sean  $G_s(s, a)$  y  $G_A(s, a)$  las velocidades de la reacción química entre S y A. Finalmente, las velocidades de las concentraciones en el proceso de la difusión es proporcional a:

$$\Delta s = \frac{df}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 s}{\partial y^2} \quad \text{y} \quad \Delta a = \frac{df}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 a}{\partial y^2}$$

respectivamente.

Ahora, el mencionado esquema toma la forma:

$$\frac{\partial s}{\partial t} = F_s(s) - G_s(s, a) + D_s \Delta s, \quad (1)$$

$$\frac{\partial a}{\partial t} = F_A(a) - G_A(s, a) + D_A \Delta a;$$

$D_s$  y  $D_A$  son las constantes de la difusión; puesto que S tiene un gran peso molecular, se tiene  $D_s \ll D_A$ .

Pongamos:

$$g(s, a) = F_s(s) - G_s(s, a)$$

$$f(s, a) = F_A(a) - G_A(s, a)$$

Cambiando las coordenadas podemos conseguir que, por ejemplo,  $D_s = 1$ , entonces el sistema (1) se escribe en la forma:

$$\frac{\partial s}{\partial t} = g(s, a) + \Delta s, \quad (2)$$

$$\frac{\partial a}{\partial t} = f(s, a) + \beta \Delta a$$

donde:

$$g(s, a) = \gamma [\alpha_1(s_0 - s) - \rho F(s, a)]$$

$$f(s, a) = \gamma [\alpha_2(s_0 - s) - F(s, a)]$$

$$F(s, a) = \frac{sa}{1 + s + Ks^2}$$

El sentido de las funciones  $\alpha_1(s_0 - s)$  y  $\alpha_2(a_0 - a)$  ya se ha explicado; la función  $F(s, a)$  corresponde a la reacción química entre S y A. Para  $s \ll 1$  tenemos  $F(s, a) \approx sa$ , es decir la velocidad de la reacción es proporcional (con la constante  $\rho$ ) a la cantidad de cada componente. Esto se llama la ley de masas activas. Si  $s \approx 1$ , entonces  $F(s, a) \approx \frac{sa}{1+s}$  porque  $K \ll 1$ ; es decir la velocidad de la

reacción es acotada (por  $\rho$ ); no importa qué tan grande sea  $s$ . Esto es la ley de Michaelis-Menten. Si  $s \gg 1$ , entonces  $F(s, a) \approx 0$  debido al proceso que se llama el proceso de la inhibición (no vamos a explicar aquí qué es eso).

No es posible resolver el sistema (2) de una manera sencilla. Podemos solamente tratar de investigar cualitativamente cómo se comportan las soluciones de dicho sistema.

Para hacerlo se estudian las curvas  $g(s, a) = 0$  y  $f(s, a) = 0$ . Sus gráficas son aproximadamente como en la figura 1.

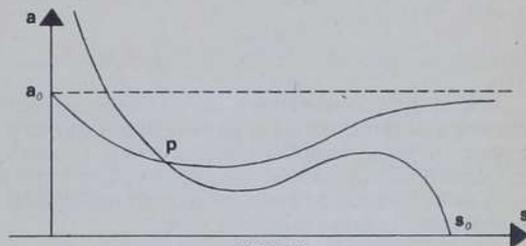


Figura 1.

Las curvas  $g(s, a) = 0$  y  $f(s, a) = 0$  tienen un punto de intersección P. Sea  $P = (\bar{s}, \bar{a})$ . Si no hubiera términos  $\Delta s$ ,  $\beta \Delta a$  en el sistema (2), tendríamos un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias

$$\frac{ds}{dt} = g(s, a) \quad (3)$$

$$\frac{da}{dt} = f(s, a)$$

El punto  $P = (\bar{s}, \bar{a})$  es un punto fijo del sistema (3), es decir,  $s(t) = \bar{s}$ ,  $a(t) = \bar{a}$  son las soluciones del (3). Para algunos parámetros del sistema ( $\rho, K, \alpha_1, \alpha_2$  etc.) el punto P es asintóticamente estable, esto es, si  $(s', a')$  es un punto inicial bastante cercano a  $(\bar{s}, \bar{a})$ , entonces  $s(t) \rightarrow \bar{s}$ ,  $a(t) \rightarrow \bar{a}$ .

Para que el sistema (2) esté bien definido hay que establecer el dominio de la solución y las condiciones en la frontera. Se consideran dos tipos del dominio: (1) un rectángulo, (2) una superficie cilíndrica o la superficie de un cono truncado. El primero corresponde a las partes del cuerpo de mamíferos como el lomo, el segundo al cuello, la cola, las patas. En cada caso definimos las condiciones en la frontera de manera distinta

(1) Sea  $D = \{0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq b\}$  un rectángulo. El flujo de  $s$  y  $a$  deben anularse en la frontera

Es decir:

$$\frac{\partial s}{\partial x} = \frac{\partial a}{\partial x} = 0 \quad \text{para } x=0, x=a \quad \text{y para todo } 0 \leq y \leq b;$$

$$\frac{\partial s}{\partial y} = \frac{\partial a}{\partial y} = 0 \quad \text{para } y=0, y=b \quad \text{y para todo } 0 \leq x \leq a.$$

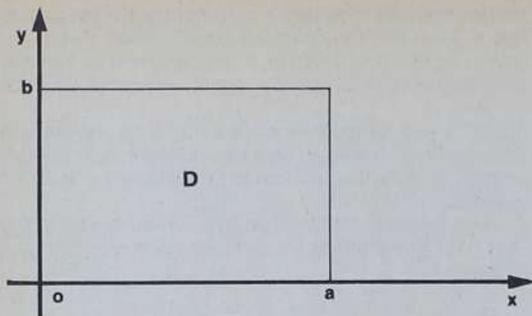


Figura 2.

El dominio D corresponde al lomo. Observemos que el vientre es siempre blanco, es decir el proceso de la formación del patrón de la piel se detiene en la frontera del lomo. En otras palabras, el flujo de los pigmentos es cero sobre el bordo del lomo, lo que corresponde a las condiciones anteriormente formuladas.

(2) Sea D una superficie cilíndrica. Es decir, si

$$B = \{ 0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq b \},$$

entonces D se obtiene pegando las rectas  $y=0$  y  $y=b$ . (véase la figura 3).

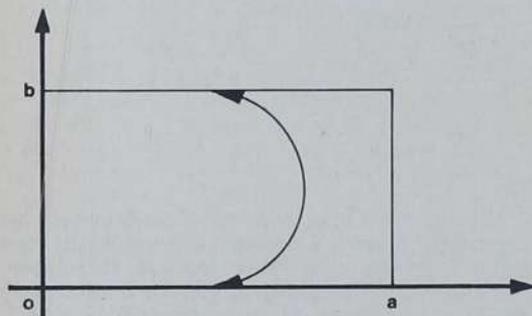


Figura 3.

Esto implica que las condiciones tienen que ser periódicas con respecto a  $y$ . Para simplificar el problema, pongamos también las condiciones periódicas con respecto a  $x$ . Es decir

$$s(0,y,t) = s(a,y,t), \quad \frac{\partial s}{\partial x}(0,y,t) = \frac{\partial s}{\partial x}(a,y,t) \quad y \in [0,b].$$

$$s(x,0,t) = s(x,b,t), \quad \frac{\partial s}{\partial y}(x,0,t) = \frac{\partial s}{\partial y}(x,b,t) \quad x \in [0,a].$$

Para  $a(x,y,t)$  imponemos condiciones semejantes. Nos interesa el comportamiento de las soluciones cerca del punto P. Si el punto inicial está bastante cerca de P, la trayectoria del sistema (2) está muy cerca de la trayectoria del sistema que se obtiene por linealización del sistema (2), es decir el sistema

$$\frac{\partial s}{\partial t} = \frac{\partial g}{\partial s}(\bar{s}, \bar{a})(s-\bar{s}) + \frac{\partial g}{\partial a}(\bar{s}, \bar{a})(a-\bar{a}) + \Delta s,$$

(4)

$$\frac{\partial a}{\partial t} = \frac{\partial f}{\partial s}(\bar{s}, \bar{a})(s-\bar{s}) + \frac{\partial f}{\partial a}(\bar{s}, \bar{a})(a-\bar{a}) + \beta \Delta a.$$

El sistema (4) se obtiene si presentamos a las funciones  $g(s,a)$  y  $f(s,a)$  en la forma de una serie de potencias de dos variables  $s$  y  $a$ :

$$g(s,a) = g(\bar{s}, \bar{a}) + \frac{\partial g}{\partial s}(\bar{s}, \bar{a})(s-\bar{s}) + \frac{\partial g}{\partial a}(\bar{s}, \bar{a})(a-\bar{a}) + \dots,$$

$$f(s,a) = f(\bar{s}, \bar{a}) + \frac{\partial f}{\partial s}(\bar{s}, \bar{a})(s-\bar{s}) + \frac{\partial f}{\partial a}(\bar{s}, \bar{a})(a-\bar{a}) + \dots,$$

y si no tomamos en cuenta los términos del orden mayor que 1 (si  $s \cong \bar{s}$ ,  $a \cong \bar{a}$ , entonces

$$|s-\bar{s}|^n \ll |s-\bar{s}|, \quad |a-\bar{a}|^n \ll |a-\bar{a}|)$$

Pongamos:

$$u(x,y,t) = s(x,y,t) - \bar{s}, \quad v(x,y,t) = a(x,y,t) - \bar{a}.$$

En la teoría de las ecuaciones parciales se demuestra que las soluciones del sistema (4) se pueden representar en la forma:

$$u(x,y,t) = \sum_{n,m=1}^{\infty} U_{n,m} e^{\lambda_{n,m} t} \cos\left(\frac{n\pi}{a} x\right) \cdot \cos\left(\frac{m\pi}{b} y\right)$$

$$v(x,y,t) = \sum_{n,m=1}^{\infty} V_{n,m} e^{\lambda_{n,m} t} \cos\left(\frac{n\pi}{a} x\right) \cdot \cos\left(\frac{m\pi}{b} y\right)$$

donde  $U_{n,m}$ ,  $V_{n,m}$  son ciertas constantes que dependen de las condiciones en la frontera. Si todo  $\lambda_{n,m} < 0$ , entonces  $u(x,y,t)$ ,  $v(x,y,t) \rightarrow 0$  si  $t \rightarrow +\infty$ , y la solución del sistema (4) converge al punto P.

Pero si por lo menos uno de los  $\lambda_{n,m}$  es positivo, la solución se aleja del punto P. De aquí se sigue que los términos en la suma (5) para los cuales  $\lambda_{n,m} < 0$  deciden el comportamiento de las soluciones del sistema (4). Ocurre que existe solamente un número finito de estos  $\lambda_{n,m}$ , esto resulta del teorema siguiente:

**Teorema 1.** Existen dos funciones  $H_1(\alpha_1, \alpha_2, \rho, \beta, a_0, s_0, K)$ ,  $H_2(\alpha_1, \alpha_2, \rho, \beta, a_0, s_0, K)$  tales que si  $\lambda_{n,m} > 0$ , entonces

$$\gamma H_1(\alpha_1, \alpha_2, \rho, \beta, a_0, s_0, K) \leq \frac{n^2}{a^2} + \frac{m^2}{b^2} \leq \gamma H_2(\alpha_2, \alpha_2, \rho, \beta, a_0, s_0, K)$$

A lo largo de la demostración que no presentamos aquí se construyen analíticamente las funciones  $H_1$  y  $H_2$ .

Puesto que para  $\lambda_{n,m} < 0$  los términos correspondien-

tes en las series (5) se van a cero, la función  $u(x,y,t)$  para  $t$  grandes, es casi igual a la suma  $\sum_{\lambda_{n,m}<0} U_{n,m} e^{\lambda_{n,m}t} \cos(\frac{n\pi}{a}x) \cos(\frac{m\pi}{b}y)$ ; lo mismo es cierto para la función  $v(x,y,t)$ .

Es decir, las funciones  $u(x,y,t)$  y  $v(x,y,t)$  son casi periódicas con respecto a  $x$  y a  $y$ .

Ejemplo:

Sean  $\alpha = 1.5$ ,  $\rho = 13$ ,  $s_0 = 102$ ,  $a_0 = 77$ ,  $k = 0.1$ ,  $\beta = 5$ .

Entonces  $\bar{s} = 8$ ,  $\bar{a} = 14$ . Si  $\lambda_{n,m} > 0$ , entonces  $n, m$  satisfacen las desigualdades:

$$0.036 \gamma \leq \frac{n^2}{a^2} + \frac{m^2}{b^2} \leq 0.115 \gamma$$

(Aquí,  $H_1 = 0.036$ ,  $H_2 = 0.115$ ). Si tomamos  $\gamma = 1$ ,  $a = 3$ ,  $b = 1$ , entonces las desigualdades toman la forma

$$0.036 \leq \frac{n^2}{9} + m^2 \leq 0.115$$

Claro que solamente  $n = 1$  y  $m = 0$  satisfacen las desigualdades. Entonces las soluciones del sistema (4) para  $t$  grandes son casi iguales a:

$$u(x,y,t) \approx U_{10} e^{\lambda_{10}t} \cos \frac{\pi}{3} x$$

$$v(x,y,t) \approx V_{10} e^{\lambda_{10}t} \cos \frac{\pi}{3} x$$

Véase que las funciones  $u(x,y,t)$  y  $v(x,y,t)$  son funciones periódicas de una variable  $x$ . Si tomamos  $\gamma = 10$ ,  $a = 3$ ,  $b = 1$ , entonces para que sea  $\lambda_{n,m} > 0$  la pareja  $(n,m)$  tiene que satisfacer la condición:

$$0.36 \leq \frac{n^2}{9} + m^2 \leq 1.15$$

Se nota que hay tres, solamente tres parejas  $(n,m)$  que gozan de esta propiedad:  $(2,0)$ ,  $(3,0)$ ,  $(0,1)$ .

Entonces:

$$u(x,y,t) \approx U_{20} e^{\lambda_{20}t} \times \cos\left(\frac{2}{3}x\right) + U_{30} e^{\lambda_{30}t} \cos(\pi x) + U_{01} e^{\lambda_{01}t} \cos(\pi y)$$

$$v(x,y,t) \approx V_{20} e^{\lambda_{20}t} \times \cos\left(\frac{2}{3}x\right) + V_{30} e^{\lambda_{30}t} \cos(\pi x) + V_{01} e^{\lambda_{01}t} \cos(\pi y)$$

Ambas funciones  $u(x,y,t)$  y  $v(x,y,t)$  dependen esencialmente de  $x$  y de  $y$ . Observamos que el cambio de parámetros (en este caso cambiamos sólo  $\gamma$ ) puede cambiar completamente el comportamiento de las soluciones: para  $\gamma = 1$  las soluciones dependen de una variable  $x$ , para  $\gamma = 10$  dependen esencialmente de variables  $x$  y  $y$ .

(2) Sea  $D$  una superficie cilíndrica de altura  $l$  y radio  $r$ .

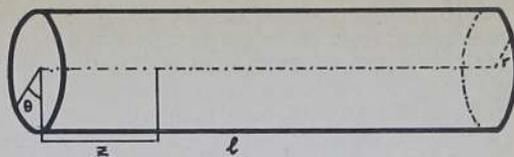


Figura 4.

Tomamos las coordenadas  $0 \leq z \leq l$ ,  $0 \leq \theta \leq 2\pi$ . Se demuestra que en estas coordenadas las soluciones del sistema (4) son de la forma:

$$u(\theta, z, t) = \sum_{n,m=0}^{\infty} U_{n,m} e^{\lambda_{n,m}t} \cos(n\theta) \cdot \cos\left(\frac{n\pi}{l}z\right)$$

$$v(\theta, z, t) = \sum_{n,m=0}^{\infty} V_{n,m} e^{\lambda_{n,m}t} \cos(n\theta) \cdot \cos\left(\frac{m\pi}{l}z\right)$$

Se observa el mismo fenómeno, como en el caso precedente: los términos para los cuales  $\lambda_{n,m} < 0$  convergen a 0 si  $t$  crece al infinito. Entonces el comportamiento de  $u(x,y,t)$ ,  $v(x,y,t)$  depende de los términos para los cuales  $\lambda_{n,m} > 0$ . Existe un análogo del teorema 1:

**Teorema 2.** Existen dos funciones  $G_1(\alpha_1, \alpha_2, \rho, \beta, s_0, a_0, K)$ ,  $G_2(\alpha_1, \alpha_2, \rho, \beta, s_0, a_0, K)$  tales que si  $\lambda_{n,m} > 0$  entonces

$$\gamma G_1(\alpha_1, \alpha_2, \rho, \beta, s_0, a_0, K) \leq \frac{n^2}{r^2} + \frac{m^2 \pi^2}{l^2} \leq \gamma G_2(\alpha_1, \alpha_2, \rho, \beta, s_0, a_0, K)$$

De aquí se sigue que existe solamente un número finito de  $\lambda_{n,m} > 0$ . Esto implica que para  $t$  grande las soluciones  $u(x,y,t)$  y  $v(x,y,t)$  son casi periódicas en  $x$  y  $y$ .

Ahora sea  $D$  la superficie de un cono truncado de altura  $l$  y de radios  $r_0 > r_1$  (figura 5).

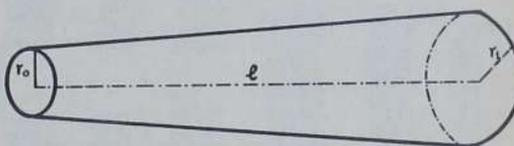


Figura 5.

Si  $\frac{r_0 - r_1}{l}$  es un número pequeño, se puede aproximar localmente el cono por cilindros. El teorema 2 sigue siendo válido con un radio local  $r_1 < r < r_0$ . Entonces para distintos puntos del cono (y distintos de  $r$ ) podemos tener distintos conjuntos de parejas  $(n,m)$  para los cuales  $\lambda_{n,m} > 0$ . Es posible que para  $r \approx r_1$  las funciones  $u$  y  $v$  dependan de una variable  $z$ , y para  $r \approx r_0$  dependan esencialmente de  $\theta$  y de  $z$ .

Vamos a ver qué tipo de patrones se obtiene de las ecuaciones (4) y (2) (resueltos de una manera numérica). Para fijar el problema consideramos la función:

$$\bar{U}(x,y,t) = \sum_{\lambda_{n,m}=0} U_{n,m} e^{\lambda_{n,m}t} \cos\left(\frac{n\pi}{a}x\right) \cos\left(\frac{m\pi}{b}y\right).$$

En la figura 6 marcamos con negro los puntos del rectángulo D (el caso (1)) para los cuales  $s > \bar{s}$ , y con blanco para los cuales  $s < \bar{s}$ .

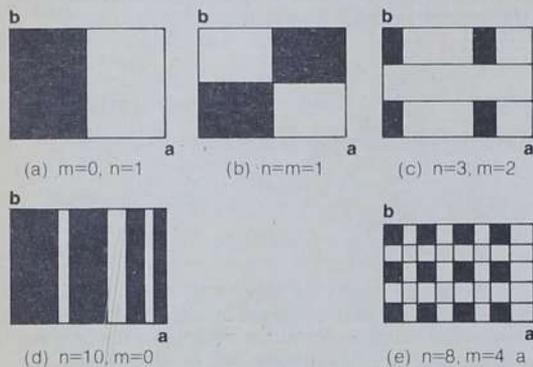
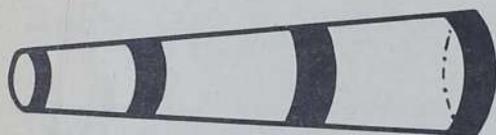


Figura 6.

En la figura 7 vemos lo mismo en el caso (2), es decir, cuando D es la superficie de un cono truncado, con  $r_0 - r_1$  pequeño.



(a) s depende solamente de z.

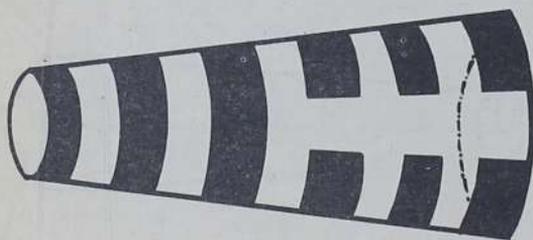


Figura 7.

(b) s depende de  $\Theta$  y de z en un extremo del cono, (si  $r \approx r_0$ ), y depende sólo de z en el otro extremo (si  $r \approx r_1$ ).

En la figura 8 vemos los resultados de la solución numérica del sistema (2) para los parámetros  $\alpha=1.5$ ,  $K=0.01$ ,  $\rho=18.5$ ,  $s_0=92$ ,  $a_0=64$  ( $\bar{s}=10$ ,  $\bar{a}=9$ ),  $\beta=10$ .

- (a)  $\gamma=9$ , el color negro corresponde a  $s > \bar{s}$
- (b)  $\gamma=15$ , el color negro corresponde a  $s > \bar{s}$
- (c)  $\gamma=25$ , el color negro corresponde a  $s > \bar{s}$

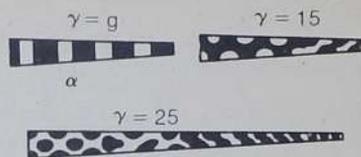


Figura 8.

En la figura 9 vemos los resultados de la simulación de soluciones del sistema (2) en el caso de la superficie D que es parecida a la piel de ciertos mamíferos:

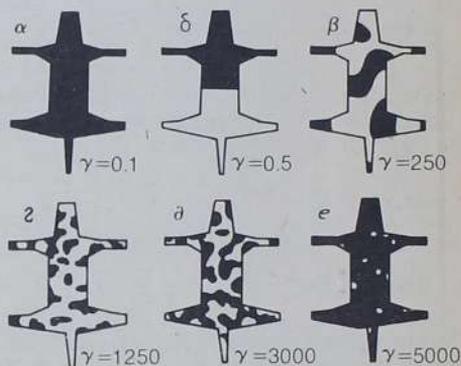


Figura 9.

Los parámetros:  $\alpha=1.5$ ,  $K=0.125$ ,  $\rho=13$ ,  $s_0=103$ ,  $a_0=77$ ,  $\beta=7$  ( $\bar{s}=23$ ,  $\bar{a}=29$ ). La dimensión del dominio es proporcional a  $\sqrt{\gamma}$ . El color negro corresponde a  $s > \bar{s}$ .

En la figura 10 vemos diferentes patrones de la piel de ciertos mamíferos; el último dibujo es el resultado de la solución numérica del sistema (2) para los parámetros como en la figura 8.

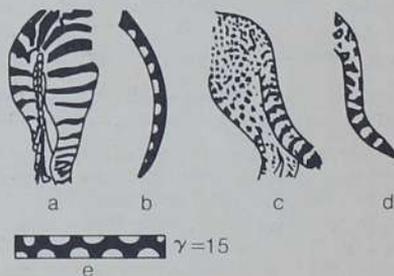


Figura 10.

- (a) cebra (*equus burdelli chapmani*)
- (b) la cola de recién nacido macho de un gineta (*genetta genetta*); largo 11 cm.
- (c) leopardo (*acinouex jubatts*)
- (d) jaguar (*Panthera onca*)
- (e) la solución del sistema (2); los parámetros como en la fig. 8.

Finalmente tenemos tres fotografías: de la gineta, del leopardo y del omóplato de la cebra.

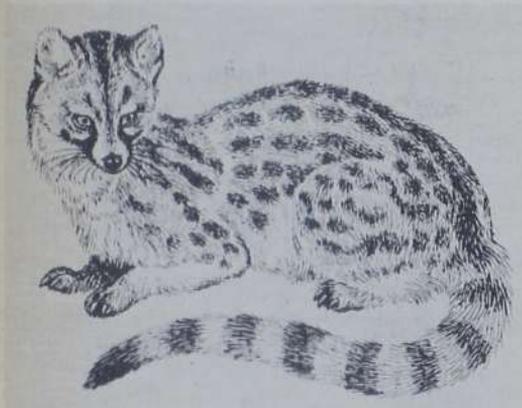


Figura 11. Gineta.

En las figuras 11 y 12 se notan las manchas sobre el cuerpo y las rayas sobre la cola. El tamaño del cuerpo es más grande que el de la cola (el coeficiente  $\gamma$  para el cuerpo es más grande que  $\gamma$  para la cola). Esto hace que el proceso dado por las ecuaciones (2) en el caso del cuerpo sea esencialmente de dimensión dos ( $S(x,y,t)$  depende de  $x$  y de  $y$ ) y en el caso de la cola sea de dimensión uno (véanse los teoremas 1 y 2).

En la figura 13 veamos el patrón de las rayas del omóplato de la cebra.

La presentación de los resultados matemáticos en este artículo es nada más un desarrollo cualitativo y cuantitativo de hechos establecidos por los biólogos: el proceso de la formación del patrón de la piel es la composición de dos factores; el factor determinístico (la reacción química entre los componentes) y el factor aleatorio (la difusión de los componentes sobre la piel). Regresamos a la pregunta formulada en el principio de este artículo: ¿Por qué los gatitos de los mismos padres difieren mucho entre sí y las cebras tienen el mismo patrón de la piel? Si el factor aleatorio domina el factor determinístico, se observan distintos patrones de la piel entre las crías de los mismos padres (como es el caso de gatos). Si es al revés, el patrón de la piel es muy parecido en toda la especie.

Si el lector quiere saber un poco más de este problema, le recomendamos el libro de J. Murray: *Lectures on Nonlinear Differential Equations Models in Biology*, Clarendon Press-Oxford, 1977.

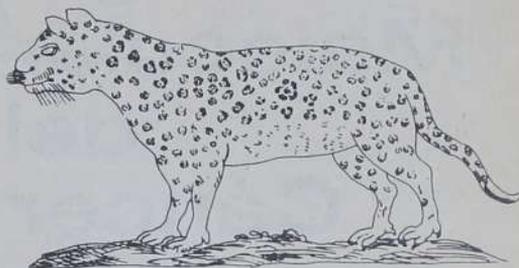


Figura 12. Leopardo

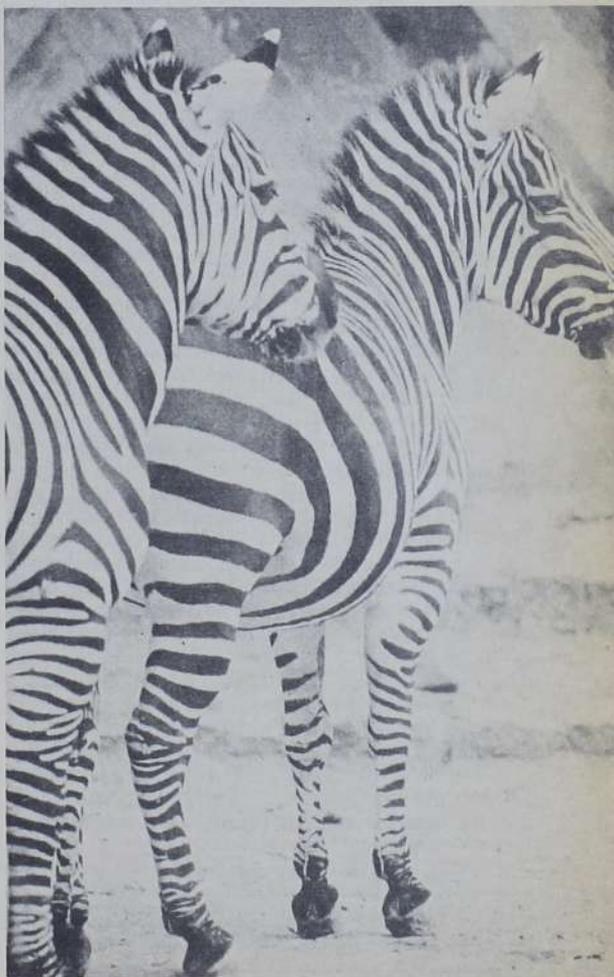


Figura 13.

# Biología Molecular del Cáncer

## Introducción

Es ampliamente conocida la estrecha relación entre la incidencia de cáncer de la población humana y la clase social, la zona geográfica y el medio de vida. Actualmente, el cáncer ocupa uno de los cinco primeros lugares como causa de defunción en muchos países; en países subdesarrollados este valor es mayor al 10%<sup>1</sup>, porcentaje que aumentará en los próximos años con la erradicación de las enfermedades infecciosas y el aumento del promedio de vida de la población. El cáncer ocurre principalmente en personas de edad productiva que va de 30 a 60 años. En México las estadísticas reportan que la mortalidad por neoplasias es de un 11%<sup>1,2</sup>, donde el cáncer cervicouterino ocupa el primer lugar<sup>3</sup>. En el año de 1970 se detectaron 447 848 casos de cáncer de los que 41 454 correspondieron a cáncer del cuello uterino<sup>4</sup>. Al hacer un análisis de incidencia de tumores por estados de la República se encontró que Sonora es el que ocupa el primer lugar en frecuencia, con un 50.4% de mortalidad para los casos reportados de carcinoma cervicouterino<sup>5</sup>. Los procesos tumorales pueden presentar diversas manifestaciones clínicas pero se considera que todos ellos tienen causas comunes que los desencadenan<sup>6</sup>; es por esto que pensamos que un análisis a nivel molecular de las neoplasias humanas representa un objetivo prioritario para entender, diagnosticar en forma precoz y curar el cáncer.

Los recientes progresos en el conocimiento de la Biología Molecular de los virus tumorales animales, así como las técnicas de Ingeniería Genética, han conducido a la identificación de genes del cáncer en células de mamífero (oncogenes), cuyo funcionamiento inadecuado podría ser un factor responsable de la transformación neoplásica<sup>6,7,8,9</sup>.



Con el reciente descubrimiento de los oncogenes, se ha efectuado el avance más espectacular en relación al mecanismo molecular que hace que una célula normal se transforme en una célula cancerosa; dichos estudios explican e integran los resultados que tanto clínicos como investigadores moleculares, han acumulado durante muchos años. Es obvio que los mencionados trabajos permitirán mejores diagnósticos y será posible eliminar en forma precoz, racional y definitiva el cáncer humano.

## Proto-oncogenes

Se sabe que las células de mamífero contienen unos 50.000 genes, entre los que podemos incluir a la familia de los Oncogenes y Proto-oncogenes. Los oncogenes son versiones alteradas de genes normales (proto-oncogenes), los cuales codifican para proteínas que desempeñan funciones de gran importancia para las células<sup>7,8</sup>.

Los proto-oncogenes han sido altamente conservados en el curso de la evolución; así, por ejemplo, el proto-oncogene *ras* está presente tanto en la levadura<sup>10,11</sup> como en el hombre y el proto-oncogene *src* lo encontramos tanto en *Drosophila*<sup>12</sup> como en todos los animales vertebrados; esto sugiere que los proto-oncogenes realizan funciones cruciales en la célula. Se

---

El Dr. Patricio Gariglio es profesor-investigador del Departamento de Genética y Biología Molecular.

---

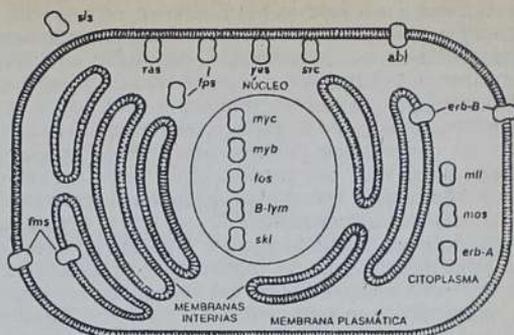
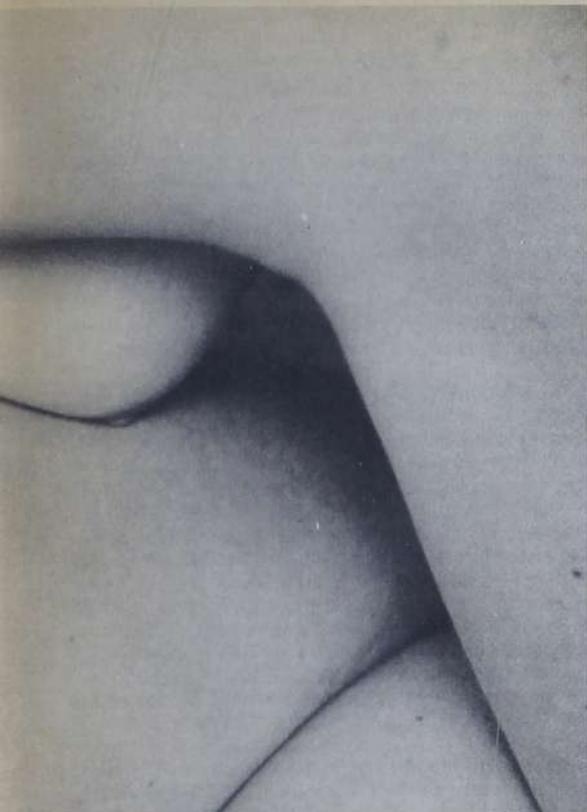


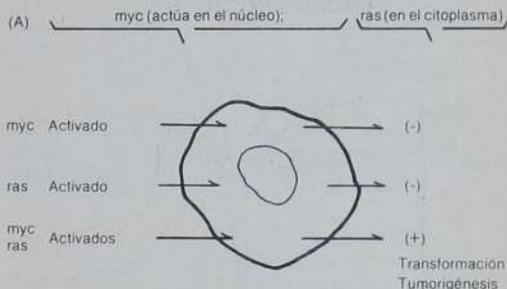
Figura 1. Probables puntos de acción de los productos oncogénicos.

das; la presencia en una célula de grandes cantidades de *myc* podría traer como consecuencia la inmortalidad de las células y su replicación indefinida, contrariamente a lo que sucede en células normales, las cuales tienen una capacidad de división finita. La inmortalización por sí sola no convierte necesariamente una célula normal en tumoral (Fig. 2); la activación de un segundo oncogene sería un paso necesario para provocar las otras respuestas que caracterizan el estado canceroso<sup>18,19</sup>. Se ha descrito que ciertos pares de oncogenes por ejemplo *myc* y *ras*, o bien, el antígeno T de SV40 y *ras* pueden cooperar para transformar cultivos primarios de células.

ha empezado a entender cómo funcionan las proteínas codificadas por algunos proto-oncogenes; estos estudios sugieren que dichas proteínas desarrollan un número limitado de funciones<sup>13-16</sup>; podríamos mencionar que algunas de las proteínas codificadas por los genes *yes*, *fgr*, *abl*, *fps*, *fos* y *ros* son tirosina-cinasas<sup>8</sup>; otras, son factores de crecimiento tales como el factor de crecimiento derivado de las plaquetas conocido como PDGF<sup>14,15</sup> y aún otras como el producto del proto-oncogene *erb-B*, forman parte del receptor al factor de crecimiento epidermal, EGF<sup>16</sup>. Recientemente se encontró que el receptor a estrógenos es el producto del proto-oncogen *erb-A*<sup>17</sup> (ver Figura 1).

El producto de algunos proto-oncogenes actúa en el núcleo celular; oncogenes de esta familia que se expresen en forma desregulada podrían alterar tal vez la transcripción de muchos genes, necesarios tanto para un crecimiento y proliferación desregulado de las células cancerosas como para que éstas lleven a cabo el temible proceso de metástasis, es decir, la migración de células tumorales a diversos tejidos del paciente. Lo mencionado anteriormente podría explicar el elevado número de alteraciones que presentan las células tumorales; entre estos proto-oncogenes podemos citar *myc*, *myb*, *fos*, *mil* y *ski*. Se piensa que una producción desregulada de *myc* hace de la replicación del ADN celular un proceso continuo en las células transforma-

#### COMPLEMENTACIONES



#### (B) Retrovirus con dos oncogenes

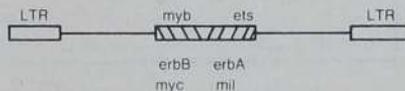


Figura 2. La transformación de una célula normal en una cancerosa, no sólo requiere de la actividad de un oncogene, sino de la colaboración de otro. Tal es el caso de la complementación entre *myc* y *ras*, o bien, entre el antígeno T de SV40 y *ras* (A). También existen retrovirus con dos oncogenes estableciéndose una complementación (B).

El oncogene *c-myc* es tal vez uno de los más estudiados actualmente, no sólo porque está alterado (ver más adelante) en diversos tipos de cáncer humano, sino por sus interesantes características en células normales. Por ejemplo, el grupo de R. Watt y más recientemente el grupo de Galibert determinó la secuencia del gene *c-myc* humano normal<sup>20,21</sup>; este gene posee 3 exones y dos largos intrones; tanto el primer exón como otras secuencias adicionales del lado 5' están altamente conservados entre la rata y el hombre; esta región es la más frecuentemente alterada en los linfomas de Burkitt. En un trabajo reciente<sup>22</sup>, se analizó la hipersensibilidad a DNasa I del extremo 5' del gene *c-myc*, encontrándose patrones de sensibilidad que correlacionan con el estado de actividad del gene; estos patrones son diferentes en células normales y tumorales.

No es posible describir en esta pequeña revisión las múltiples propiedades de los proto-oncogenes; sin embargo, es importante mencionar que muchos tejidos del organismo adulto expresan proto-oncogenes en forma específica; este fenómeno ya se observa incluso en el embrión. En 1982, en Cold Spring Harbor, Estados Unidos, Miller comunicó los niveles de actividad de diversos proto-oncogenes en embriones de rata tomados de diferentes estadios de su desarrollo (Fig. 3), concluyendo que posiblemente la función de estos genes es necesaria en los estadios embrionarios, donde no existe diferenciación<sup>23,23a</sup>.

### ACTIVIDADES RELATIVAS DE PROTO-ONCOGENES

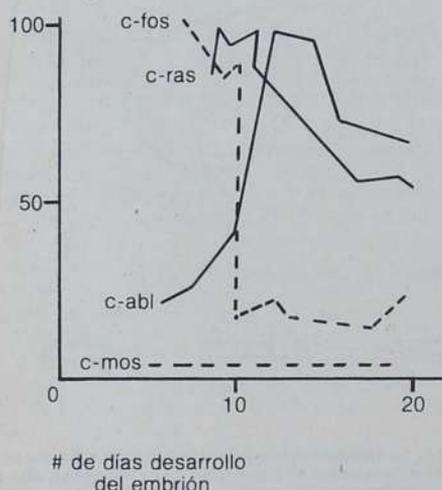


Figura 3. Actividades relativas de algunos proto-oncogenes, con respecto al desarrollo embrionario en rata.

## Oncogenes

Los grupos de R. Weinberg, G. Cooper, M. Wigler y M. Barbacid han descubierto en los últimos 5 años oncogenes en diversos tumores humanos. El DNA de tumores, al ser introducido por transfección en células normales en cultivo, es capaz de transformarlas en cancerosas. El oncogene aislado más frecuentemente de determinado tipo de tumores es *myc*; además, otros genes celulares, homólogos a varios oncogenes de retrovirus, por ejemplo *c-myb*, *c-abl*, etc., han sido encontrados en forma alterada en diferentes tumores humanos.

Se conocen algunos mecanismos por los cuales los proto-oncogenes se transforman en oncogenes.

1) **Múltiples copias del gene.** La amplificación génica es muy común en células tumorales; así el gene *myc* está amplificado en muchas líneas tumorales humanas<sup>24,30</sup>. En una línea tumoral humana, el proto-oncogene *ras* está amplificado 50 veces; otra línea celular lleva múltiples copias del proto-oncogene *abl*, etc. (Tabla 1). Recientemente, se ha determinado que tanto *myc* como *ras* están amplificados en una misma línea tumoral<sup>31</sup>. En estos casos el aumento en la concentración celular de los ARNm de los oncogenes no se debe probablemente a que dichos genes sean altamente transcritos, sino a que aumenta el número de genes que pueden ser transcritos en cierto tejido. El resultado final de este mecanismo es un aumento en la cantidad tanto del ARNm como de la proteína oncogénica.

2) **Rearreglo génico.** En muchos casos, las células cancerosas presentan una translocación cromosómica, es decir, un segmento de ADN cercano a la punta de un cromosoma pasa a formar parte de otro cromosoma (Fig. 4); por ejemplo, en el linfoma de Burkitt, que es un cáncer humano del tejido linfoide, encontramos el fenó-

Tabla 1. Amplificación de Oncogenes Celulares en Células Tumorales.

Tumor	Oncogene	Amplificación	Expresión
HL60 (APML)	<i>c-myc</i>	20x	sí
COLO 320 (carcinoma)	<i>c-myc</i>	50x	sí
Y 1 (adrenocortical)	<i>c-Ki-ras</i>	50x	sí
COLO 201/205 (carcinoma de colon)	<i>c-myb</i>	10x	sí
K562 (CML)	<i>c-abl</i>	10x	sí
Neuroblastoma	"N- <i>myc</i> "	5-200x	sí
SCLC → LCV (carcinoma de pulmón)	<i>c-myc</i>	5-30x	sí

La tabla contiene diversos reportes de oncogenes celulares amplificados. APML: leucemia promielocítica; COLO: Colorado; CML: leucemia mielógena crónica; SCLC: carcinoma de pulmón de células pequeñas; LCV: variante de células grandes (una forma más maligna que la SCLC). Tomado de: Schwab, K. Aitalto, H.E. Varmus, y J.M. Bishop (1984) Amplification of Cellular Oncogenes in Tumor Cells. Cancer Cells (Cold Spring Harbor Laboratory) 2: 215.

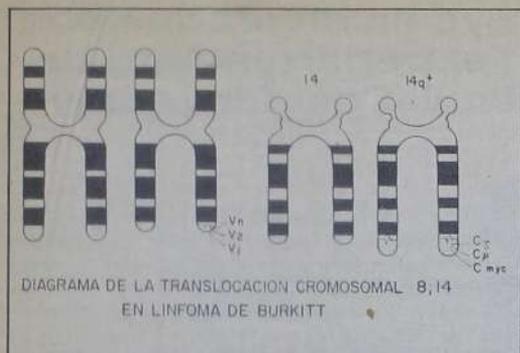


Figura 4. En el linfoma de Burkitt existe una translocación cromosomal entre los cromosomas 8 y 14, en donde el oncogene *c-myc* cambia de su posición normal en el cromosoma 8 y se transloca al locus de las cadenas pesadas de las inmunoglobulinas<sup>32</sup>.

meno de transformación maligna asociado a dichas translocaciones cromosómicas; en este caso, es el gene *myc* el que se encuentra translocado en forma recíproca (8:14) con un gene de las inmunoglobulinas que es el responsable de producir anticuerpos. La expresión del gene *myc* aumenta como resultado de la translocación cromosómica, probablemente a causa de que esté controlado por nuevos elementos regulatorios de la transcripción en el cromosoma al cual se transfirió, como si fuera un gene para inmunoglobulinas, cuya transcripción está aumentada en dicho tejido<sup>15, 16, 32, 33</sup>.

Es importante mencionar que el gene *c-myc* se puede translocar intacto (con sus 3 exones) o bien, un fragmento de dicho gene (generalmente exones 2 y 3). Además es fácil imaginar que *c-myc* puede sufrir rearrreglos moleculares sin necesidad de translocación cromosómica. Al igual que en el caso anterior (amplificación génica) un rearrreglo del gene *c-myc* puede llevar a un aumento en el número de transcritos del oncogene; esto se puede lograr como resultado de una falla en la regulación de la transcripción o de una estabilidad aumentada de los ARN<sub>m</sub> (para referencias, ver 34).

3) **Mutaciones puntuales.** En algunos casos, los proto-oncogenes sufren mutaciones puntuales, posiblemente a causa de algún carcinógeno; en estos casos, la cantidad de proteína es normal, pero con algún aminoácido diferente; por ejemplo, varios laboratorios han encontrado en el oncogene *ras* aislado de tumores humanos, una diferencia de solamente un nucleótido, generalmente en el codón número 12, comparado con la secuencia del proto-oncogene correspondiente<sup>34-41</sup>.

Recientemente, tres oncogenes *ras* han sido caracterizados en humanos: *H-ras*, *K-ras* y *N-ras*; estos genes codifican para proteínas de 189 aminoácidos, designadas P21. La caracterización molecular de los loci *K-ras* y *H-ras* indica que ellos han adquirido propiedades malignas a causa de una sola mutación puntual, la cual afecta la incorporación de los aminoácidos 12 y 61 de P21. Mutaciones en el codón 12 de *K-ras* alteran se-

cuencias reconocidas por enzimas de restricción (Fig. 5). Comparativamente con genes *H-ras* transformantes, los oncogenes *K-ras* han sido detectados en un número mucho más alto de neoplasias humanas; por ejemplo, el grupo de M. Barbacid<sup>42</sup> ha probado la habilidad del ADN de 96 tumores humanos para transformar células NIH/3T3 inmortales o parcialmente transformadas; de estas muestras de ADN, sólo el carcinoma de vejiga T24 presentó una mutación en el locus *H-ras*, en tanto que el gene *K-ras* estaba alterado en 8 carcinomas diferentes, incluyendo 3 tumores sólidos<sup>42</sup>; en todos estos carcinomas se encontró que mutaciones puntuales en el codón 12 del locus de *K-ras* crean polimorfismo a enzimas de restricción (Fig. 5)<sup>43</sup>.

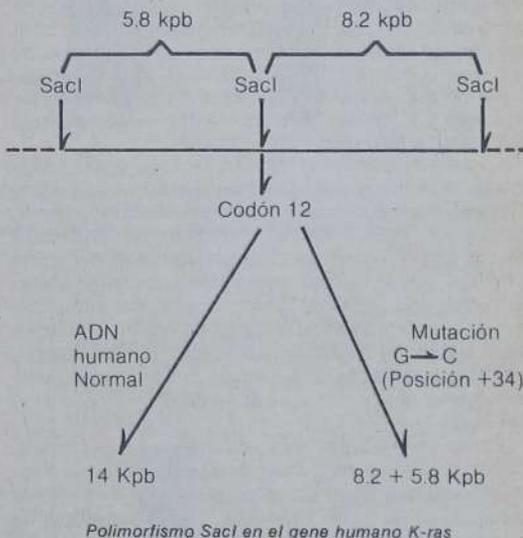


Figura 5. Para el gene humano *K-ras* normal existe un patrón de restricción para la enzima *Sacl*; al existir una mutación puntual, este patrón cambia provocando un polimorfismo enzimático alterando al mismo tiempo la actividad del gene.

Como se mencionó anteriormente, es posible que más de un oncogene deba ser activado para generar un tumor<sup>18, 19</sup>; el grupo de Weinberg<sup>19</sup> ha demostrado que ciertos oncogenes pueden complementar a otros cuando se usan pruebas de transfección de cultivos primarios de células (Fig. 2). Recientemente<sup>31</sup> se ha encontrado que tumores humanos tienen amplificados los oncogenes *myc* y *ras* pertenecientes a las dos familias de complementación mencionadas (Fig. 2). Este tipo de estudios ha venido a confirmar, a un nivel molecular, la evidencia clínica y los estudios de células y tejidos tumorales que postulaban que la carcinogénesis es un proceso de etapas múltiples. Esto podría explicar también el hecho de que en general un tumor tarda años en desarrollarse y que los cánceres más comunes tienen lugar en tejidos de rápida proliferación, como son: páreides intestinales y de pulmón, piel o tejido cérvico-uterino.

# Estudio del oncogene *c-myc* en diversos tipos de tumores humanos, en el Departamento de Genética y Biología Molecular del Cinvestav

En nuestro laboratorio hemos abordado el estudio de los oncogenes (en tumores de alta incidencia en México), específicamente del oncogene *c-myc*. En esta parte ha sido fundamental la participación de alumnos tales como Mauricio Salcedo, Rodolfo Ocadiz, René Saucedo y Manuel Bonilla. Cabe mencionar que en México no se contaba con este tipo de estudios, representando estos trabajos el inicio del análisis de los oncogenes de tumores malignos en el país. Los tipos de tumores con los que se trabaja actualmente son: cáncer cérvico-uterino en colaboración con el Hospital de la Raza y el Hospital General, Cáncer Mamario en colaboración con el Instituto Nacional de Cancerología y Tumores Cerebrales en colaboración con el Instituto Nacional de Neurología Neurocirugía.

La mayor parte de los estudios de oncogenes celulares se han hecho en líneas de células tumorales<sup>44</sup> (ver Tabla 1), las cuales muestran gran variabilidad y alteraciones genéticas profundas<sup>44</sup> a través de los pasajes de que son objeto en los distintos laboratorios. Debido a esto es muy arriesgado establecer que ciertas alteraciones de oncogenes de líneas celulares están implicadas en cáncer humano. Por tanto, en nuestros estudios hemos utilizado muestras quirúrgicas de tumores primarios provenientes de pacientes que no han recibido tratamiento aún, y muestras de tejido normal del mismo paciente.

Como se dijo antes, estamos estudiando las alteraciones del oncogene *c-myc*, del cual tenemos un fragmento clonado en el plásmido pBR322, dando como resultado el plásmido HLM-Xba. Este plásmido ya ha sido aislado, purificado y caracterizado en nuestro laboratorio, para después, marcarlo radiactivamente con <sup>32</sup>P, por la reacción de Nick Translation<sup>45</sup>, constituyendo lo que llama sonda radiactiva.

En forma paralela, las muestras de tumores se procesan para obtener el ADN, el cual es tratado con enzimas de restricción EcoRI o HindIII, las cuales van a cortar a los lados del oncogene *c-myc* (Fig. 6), de tal manera que al ser sometido a una electroforesis, se van a separar los fragmentos correspondientes al oncogene *c-myc* de 13 y 12 kilobases, respectivamente. Una vez completada la electroforesis, el ADN se transfiere a papel de nitrocelulosa, por el método de Southern<sup>46</sup>, para luego hibridarlo con ADN del plásmido marcado radiactivamente; finalmente se somete a una autorradiografía y se analizan los resultados.<sup>47</sup>

El empleo de estas técnicas específicas y de gran sensibilidad nos permite hacer una valoración a nivel molecular de las alteraciones del oncogene *c-myc* en células tumorales. Ya hemos detectado las bandas correspondientes a los fragmentos de 12 y 13 kilobases que se encuentran a un nivel normal en tejido sano; asimismo hemos encontrado las siguientes alteraciones en ADN de tumores:

1) En el caso de las muestras de cáncer cérvicouterino analizadas, en la mayoría (97%) hemos detectado alteración del oncogene *c-myc*. El 48% de las muestras presentan amplificación génica; el 6% muestran reordenamiento y el 43% presentan amplificación y reordenamiento.<sup>48</sup>

2) Para el caso de cáncer mamario, encontramos un 50% de las muestras con alteración, ya sea amplificación y/o reordenamiento.<sup>49</sup>

3) En tumores cerebrales detectamos el 70% de las muestras alteradas.<sup>50</sup>

4) En células mononucleares de sangre periférica, de enfermos con lupus eritematoso sistémico (y en colaboración con el Dr. Miguel Cruz y Venancio Ortega) hemos encontrado alteraciones moleculares del oncogene *c-myc*.<sup>51</sup>

Estos resultados sugieren fuertemente que el oncogene *c-myc* tiene un papel muy importante en el proceso carcinogénico, dando la pauta para seguir adelante estudiando no sólo el gene *c-myc* en otros tipos de tumor, sino también otros oncogenes que se sospechen actúen en conjunto con *c-myc* en un tejido determinado (por ejemplo *erb-A* en tejido mamario o *N-myc* en cerebro). Otro tipo de estudios que en este momento se llevan a cabo en nuestro laboratorio (en colaboración con los alumnos Luz María Rangel y Erika del Río Mondragón) se basa en el análisis de las proteínas oncogénicas codificadas por las células de diversos tumores; en estos estudios empleamos la tecnología de Westernblot, desarrollada y adaptada en nuestro laboratorio para anticuerpos monoclonales contra proteínas oncogénicas. El trabajo a desarrollar es amplísimo y costoso, pero perfectamente justificado ya que se trata de entender y atacar a una de las enfermedades más terribles que amenaza a la humanidad.

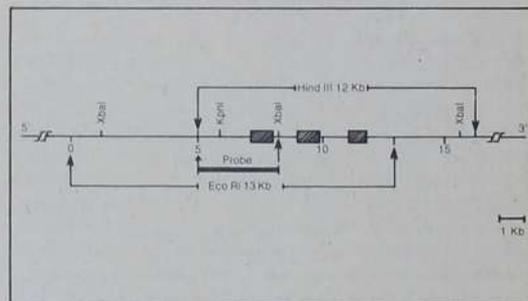


Figura 6. Mapa parcial de restricción del oncogene humano *c-myc*. La sonda utilizada (Probe) es el fragmento Hind III-XbaI. Las muestras de ADN tumoral se digieren con las enzimas Eco RI o Hind III para obtener fragmentos de 13 y 12 kilobases respectivamente, los cuales contienen al oncogene *c-myc* completo.

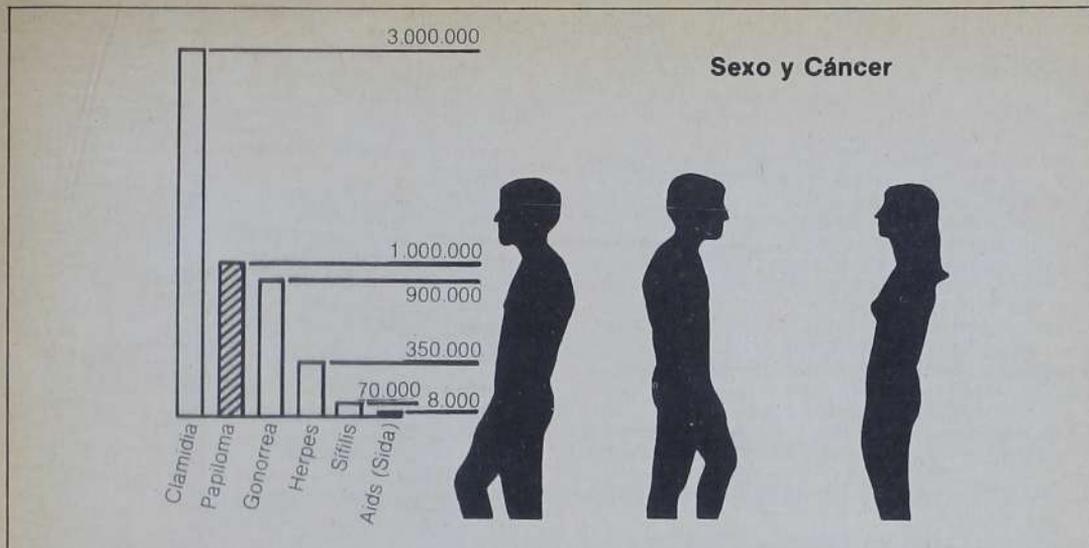


Figura 7. Las enfermedades transmitidas sexualmente están aumentando rápidamente (a partir de 1960), de acuerdo a estadísticas de varios países. La gráfica representa nuevos casos para algunas de estas enfermedades registradas en U.S.A. en

1985. Los nuevos casos de virus papiloma están basados solamente en visitas médicas relacionadas con verrugas genitales, es decir, la incidencia real es probablemente mucho más alta.

### Virus Papiloma y Cáncer Humano

Recientemente se ha determinado que el virus papiloma es en este momento la enfermedad transmitida sexualmente a mayor velocidad, con millones de nuevos casos cada año (Fig. 7). La presencia de secuencias de ADN del virus papiloma en un elevado número de casos de cáncer cérvico-uterino, sugiere que este virus juega un papel importante en esta enfermedad. Nuestro grupo ha encontrado recientemente genomas integrados del virus de papiloma tipo 16<sup>52</sup> y tipo 18 (en preparación) en el mencionado carcinoma (Fig. 8). En la actualidad (en colaboración con el Instituto Fox Chase de Filadelfia), nos encontramos estudiando el mecanismo molecular mediante el cual el virus papiloma altera el genoma de una célula normal y la transforma en cancerosa. Además, en colaboración con el Instituto Nacional de Cancerología, y con la participación de otro de nuestros alumnos (Paula Figueroa), se ha iniciado un estudio para detectar el mencionado virus en Población Abierta (Iguala, Guerrero), es decir, determinaremos en mujeres clínica y citológicamente reportadas como sanas (y en aquellas con diagnóstico citológico anormal indicativo de displasia u otras alteraciones precancerosas), el porcentaje que presenta secuencias de ADN de virus papiloma tipo 16 y 18.

El estudio detallado de oncogenes tanto celulares como virales (Papiloma) que ha venido realizando nuestro laboratorio está planteando las bases moleculares para desarrollar métodos modernos de diagnóstico y tratamiento (anticuerpos monoclonales, vacunas), con el objeto de prevenir carcinomas de alta incidencia en México.

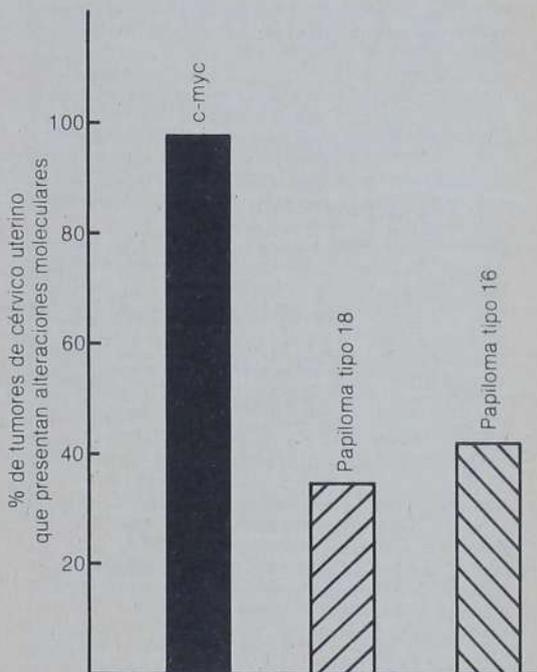


Figura 8. Los tumores de cáncer cérvico-uterino analizados en nuestro laboratorio presentan secuencias de ADN del virus de papiloma tipo 16 y 18 junto con alteraciones del oncogen c-myc<sup>48-51</sup>.



## Referencias

- 1 Fernández, R.M. (1983): Neoplasias en México. Salud Pública de México, SSA 25: 3.
- 2 Díaz, P.R. y Zaragoza, T.R. Memorias de las Jornadas Médicas del Centro Médico Privado "Hospital Francés", México, 1974.
- 3 Olper, P. y García, S. (1979): Registro de Neoplasias en el IMSS. IMSS Patología 17: 169.
- 4 Rodríguez, P.J. (1983): Carcinoma cervicouterino en el Noroeste de México. Aspectos clínicos. Rev. Med. del IMSS, 21: 183.
- 5 Zalce, H. y Blancarte, R. (1975): Epidemiología de neoplasias Salud Pública, México 6: 803.
- 6 Benitez, B.L. (1983): Oncogenes. Rev. Med. del IMSS 22: 53.
- 7 Bishop, J.M. (1983): Cellular Oncogenes and Retroviruses. Ann. Rev. Biochem. 52: 301.
- 8 Hunter, T. (1974): Oncogenes. Scientific American, 251: 60.
- 9 Dulbecco, R. (1984): La naturaleza del cáncer. Mundo Científico 3: 168.
- 10 Gallwitz, D., Donath, C. y Sander, C. (1983): A yeast gene encoding a protein homologous to the human c-Ha-ras proto-oncogene product. Nature 306: 704.
- 11 Defeo-Jones, D., Scolnick, E.M., Koller, R. y Dhar, R. (1983): Ras-related sequences identified and isolated from *Saccharomyces cerevisiae*. Nature 306: 707.
- 12 Hoffman, F.M. (1983): Oncogenes. Cell 35: 393.
- 13 Willingham, M.C., Jay, G. y Pastan, I. (1979): Localization of the ASV src gene product to the plasma membrane of transformed cells by electron microscopic immunocytochemistry. Cell 18: 125.
- 14 Waterfield, M.D. (1983): Platelet-derived growth factor is structurally related to the putative transforming protein p28sis of simian sarcoma virus. Nature 304: 35.
- 15 Doolittle, R.F., Hunkapiller, M.W., Hood, L.E., Devare, S.G., Robbins, K.C., Aaronson, S.A. y Antoniades, H.N. (1983): Simian/sarcoma virus oncogene, v-sis, is derived from the gene (or genes) encoding a platelet-derived growth factor. Science 221: 275.
- 16 Downward, J., Yarden, Y., Mayes, E., Scrace, G., Totty, N., Stockwell, P., Ulrich, A., Schlessinger, J. y Waterfield, M.D. (1984): Close similarity of epidermal growth factor receptor and v-erb-B oncogene protein sequences. Nature 307: 521.
- 17 Krust, A., Green, S., Argos, P., Kumar, V., Walter, P., Bornet, J.M. and Chambon, P. (1986): The chicken oestrogen receptor sequence: homology with v-erb A and the human oestrogen and glucocorticoid receptors. EMBO J. 5: 891.
- 18 Land, H., Parada, L.F. y Weinberg, R.A. (1983): Cellular oncogenes and multistep carcinogenesis. Science 222: 771.
- 19 Land, H., Parada, L.F. y Weinberg, R.A. (1983): Tumorigenic conversion of primary embryo fibroblasts requires at least two cooperating oncogenes. Nature 114: 596.
- 20 Watt, R., Stanton, L.W., Marcu, K.B., Gallo, R.C., Croce, C.M. y Rovera, G. (1983): Nucleotide sequence of cloned cDNA of human c-myc oncogene. Nature 303: 725.
- 21 Gazin, C., Dupont de Dichenin, S., Hamper, A., Masson, J., Martin, P., Stehelin, D. y Galibert, F. (1984): Nucleotide sequence of the human c-myc locus: provocative open reading frame within the first exon. EMBO J. 3: 383.
- 22 Siebenlist, U., Hennighausen, L., Ballew, J. y Leder, P. (1984): Chromatin structure and protein binding in the putative regulatory region of the c-myc gene in Burkitt lymphoma. Cell 37: 381.
- 23 Müller, R., Slomon, D., Tremblay, J., Cline, J. y Verma, I. (1982): Differential expression of cellular oncogenes during pre- and postnatal development of the mouse. Nature 299: 640.
- 24 Verna, I., Curran, T., Müller, R., Straaten, F., MacConnell, W., Miller, A., and VanBeveren, C. (1984): The fos gene: organization and expression. Cancer Cells. Cold Spring Harbor Laboratory. 2:309.
- 25 Collins, S. y Groudine, M. (1982): Amplification of endogenous myc-related DNA sequences in a human myeloid leukaemia cell line. Nature 299: 61.
- 26 Alitalo, K., Schwab, M., Lin, C.C., Varmus, H.E. y Bishop, J.M. (1983): Homogeneously staining chromosomal regions contain amplified copies of an abundantly expressed cellular oncogene (c-myc) in colon carcinoma. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 80: 1707.
- 27 Little, C.D., Nau, M.M., Carney, D.N., Gazdar, A.F. y Minna, J.D. (1983): Amplification and expression of the c-myc oncogene in human lung cancer cell lines. Nature 306: 194.
- 28 Nowell, P.C., Finan, J., Dalla-Favera, R., Gallo, R.C., Ar-Rushdi, A., Romanezuk, H., Selden, J.R., Emanuel, B.S., Rovera, G. y Croce, C.M. (1983): Association of amplified oncogene c-myc with an abnormally banded chromosome 8 in a human leukaemia cell line. Nature 306: 494.
- 29 Lee, W.H., Murphree, A.L. y Benedict, W.F. (1984): Expression of the N-myc gene in primary retinoblastoma. Nature 309: 458.
- 30 Marx, Jean L. (1984): What do oncogenes do? Science 223: 40.
- 31 Kozbor, D. y Croce, M. (1984): Amplification of the c-myc oncogene in one of five human breast carcinoma cell lines. Cancer Res. 44: 438.
- 32 Taya, Y., Hosogai, K., Hirohashi, S., Shimosato, Y., Tsuchida, R., Tsuchida, N., Fushimi, M., Sekiya, T. y Nishimura, S. (1984): A novel combination of K-ras and myc amplification accompanied by point mutational activation of K-ras in human lung cancer. EMBO J. 3: 2943.
- 33 Hayday, A.C., Gillies, S.D., Saito, H., Wood, C., Wiman, K., Hayward, W.S. y Tonegawa, S. (1984): Activation of a translocated human c-myc gene by an enhancer in the immunoglobulin heavy-chain-locus. Nature 307: 334.
- 34 Croce, C.M., Erikson, J., Ar-rushdi, A., Aden, D. y Nishikura, J. (1984): Translocated c-myc oncogene of Burkitt lymphoma is transcribed in plasma cells and repressed lymphoblastoid cells. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 81: 3170.
- 35 Gariglio, P., del Angel R., Herrera, A. y Bonilla, M. (1986): Theoretical model for the post-transcriptional regulation of the human c-myc gene expression. J. Theoret. Biology, en prensa.
- 36 Reddy, E.P., Reynolds, R.K., Santos, E. y Barbacid, M. (1982): A point mutation is responsible for the acquisition of transforming properties by the T24 human bladder carcinoma oncogene. Nature 300: 149.
- 37 Tabin, C.J., Bladley, S.J., Bargmann, D.I., Weinber, R.A., Papageorge, A.G., Scolnick, E.M., Dhar, R., Lowy, D.R. y Chang, E.H. (1982): Mechanism of activation of a human oncogene. Nature 300: 143.
- 38 Taparowsky, E., Suard, Y., Fasand, O., Shimizu, K., Goldfarb, M. y Wigler, M. (1982): Activation of the T25 bladder carcinoma transforming gene linked to a single amino acid change. Nature 300: 762.
- 39 Capon, D.J., Seeburg, P.H., McGrath, J.P., Hayflick, J.S., Edman, U., Levinson, A.D. y Goeddel, D.V. (1983): Activation of Ki-ras2 gene in human colon and lung carcinomas by two different point mutations. Nature 304: 507.

- 39 Shimizu, K., Birnbaum, D., Ruley, M.A., Fasano, O., Suard, Y., Edlund, L., Tapparowsky, E., Goldfarb, M. y Wigler, M. (1983): Structure of the Ki-ras gene of the human lung carcinoma cell line Calu-1. *Nature* **304**: 497.
- 40 Fujita, J., Yoshida, O., Yuasa, Y., Rhim, J.S., Hanataka, M. y Aaronson, S.A. (1984): Ha-ras oncogenes are activated by somatic alterations in human urinary tract tumors. *Nature* **309**: 464.
- 41 Yuasa, Y., Gol, R.A., Chang, A., Chiu, I.M., Reddy, E.P., Tronick, S.R. y Aaronson, S.A. (1984): Mechanisms of activation of an N-ras oncogene of TW-1271 human lung carcinoma cells. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **81**: 3670.
- 42 Pulciani, S., Santos, E., Lauver, A.V., Long, L.D., Aaronson, S.A. y Barbacid, M. (1982) Oncogenes in solid human tumors. *Nature* **300**: 539.
- 43 Santos, E., Martín-Zanca, E.P., Pierotti, M.A., Della Porta, G. y Barbacid, M. (1984): Malignant activation of a K-ras oncogene in lung carcinoma but not in normal tissue of the same patient. *Science* **223**: 661.
- 44 Graham, K., Richardson, C., Minden, M., Trent, J. y Buick, R. (1985): Varying degrees of amplification of the N-ras oncogene in the human breast cancer cell line MCF-7. *Cancer Res.* **45**: 2201.
- 45 Rigby, P.J. (1977): Labeling deoxyribonucleic acid to high specific activity *in vitro* by Nick Translation with DNA polymerase I. *J. Mol. Biol.* **113**: 237.
- 46 Southern, E.M. (1975): Detection of specific sequences among DNA fragments separated by gel electrophoresis. *J. Mol. Biol.* **98**: 503.
- 47 Maniatis, T., Fritsch, E.F. y Sambrook, J. (1982): *Molecular Cloning*. Cold Spring Harbor U.S.A.
- 48 Ocadiz, R., Saucedo, R., Cruz, M., Graef, A. y Gariglio, P. (1986): High correlation between amplification and rearrangement of the c-myc oncogene and uterine-cervix carcinoma. *Cancer Res.*, Submitted.
- 49 Bonilla, M., Ramírez, M., Cueto J.L. y Gariglio, P. (1986): In vivo amplification and rearrangement of the c-myc oncogene in human breast cancer. *Cancer Res.*, submitted.
- 50 Saucedo, R., Figueroa, H., Ocadiz, R., y Gariglio, P. (1986): Alteration of two oncogenes of the same family (myc) in human brain tumors. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, in preparation.
- 51 Ortega V., Gariglio, P. y Cruz M. (1986): Oncogene c-myc is altered in human peripheral blood mononuclear cells from systemic lupus erythematosus patients. *Blood*, in preparation.
- 52 Gariglio, P., Ocadiz, R. y Saucedo, R. (1986) Human papilloma virus DNA sequences and c-myc oncogene alterations in uterine cervix carcinoma. *Cancer Cells*. Papilloma virus Cold Spring Harbor Laboratories. 5: en prensa.

la  
ciencia  
desde México

Las revoluciones de la ciencia descritas  
con sencillez por científicos mexicanos

Leopoldo García Colín S.  
**DE LA MÁQUINA DE VAPOR  
AL CERO ABSOLUTO**  
(Calor y entropía)

Shahen Hacyan  
**EL DESCUBRIMIENTO DEL UNIVERSO**

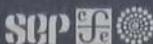
Fermin Viniegra  
**UNA MECÁNICA SIN TALACHAS**

Jorge Rickards Campbell  
**LAS RADIACIONES: RETO Y REALIDADES**

Javier Ávila M. y Joan Genescá LL.  
**MÁS ALLÁ DE LA HERRUMBRE**

Magdalena R. de Rippen y C. Mauricio Castro-Acuña  
**LA QUÍMICA HACIA LA CONQUISTA DEL SOL**

Jorge Flores Valdés  
**LA GRAN ILUSIÓN**  
I. El monopolio magnético



## 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



## Junio



### Se celebró la I reunión técnica de evaluación de las entidades del Sector Educativo

Los días 19 y 20 del mes pasado se efectuó la primera reunión técnica de evaluación de las entidades del Sector Educativo en las instalaciones de El Colegio de México. Las discusiones se organizaron en 8 grupos de trabajo: Programación-presupuestación, recursos humanos, recursos financieros,

control de gestión, comunicación social, contraloría interna, asuntos jurídicos y laborales y comisión interna de organización y programación. Puesto que el 40% del total del presupuesto del sector educativo se canaliza hacia el área paraestatal, se señaló que la

mejor fórmula para cumplir el programa sectorial es una adecuada coordinación de las 54 entidades, organismos descentralizados y fideicomisos que participan en el sistema educativo, así como las 8 oficinas del sector central de la SEP que directamente se vinculan con aquéllas.

### Nombramiento



A partir de este mes, y por cuatro años, el doctor Manuel E. Guzmán Rentería, profesor titular e investigador del Departamento de Ingeniería Eléctrica, fue nombrado Jefe de la Sección de Computación.

## Curso en el IMP

El Instituto Mexicano del Petróleo, a través de su División de Recursos Humana-

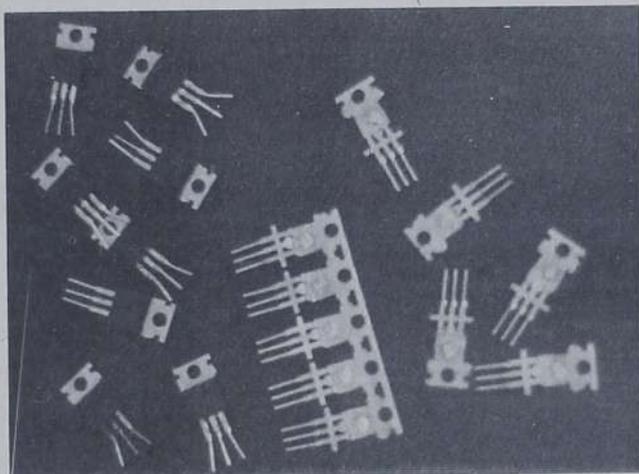
nos, firmó contrato con el Centro a fin de que la Sección de Control Automático impartiera el curso "Protocolos de comunicación para control de datos".

## Convenio con la UAP

El Centro firmó un contrato con la Universidad Autónoma de Puebla con el objeto de construir seis unidades básicas para electrofisiología.

## Se avanza en la elaboración de diodos y transistores

El Centro ha establecido con Electrónica, S.A. un convenio para el diseño, construcción y transferencia de diodos y transistores, financiado también por Cosnet. A la fecha, el programa ha avanzado significativamente en la resolución de algunos problemas técnicos, en particular los que se refieren a la calidad de los transistores.



## Julio

## Se llevó a cabo la III semana de la Ecología

El Departamento de Biotecnología y Bioingeniería organizó entre el 7 y 11 de este mes una serie de conferencias dedicadas a la Ecología en cuatro campos: aguas continentales, alimentos, suelos y aire. La conferencia inaugural estuvo a cargo del Dr. Juan José Peña Cabriales (Unidad Irapuato), en la que habló acer-

ca de la "Relevancia ecológica de los microorganismos". Otras conferencias fueron ofrecidas por los M. en C. Héctor Poggi, Gilberto Iñiguez, Eduardo Urquijo, Pedro Jaure y la QFI Luz Ma. del Razo, así como la QFB Elvira Ríos Leal y el Ing. Vicente López Mercado, todos ellos del Cinvestav. Intervinieron también con

sus ponencias investigadores de la ENEP-Iztacala, U. Iberoamericana, ESQUIE, ENCB, Pemex, Sedue, Colegio de Posgraduados de la UACH, Azúcar, S.A., Xochicali, Ecotécnicas, A.C. y la Asociación Mexicana de Estudios para la Defensa del Consumidor. La conferencia de clausura corrió a cargo del profesor Carlos Casas Campillo, investigador del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería.



## Nuevos conceptos en hipertensión arterial

Como parte de los sucesos en conmemoración del 25 aniversario del Cinvestav, el Departamento de Investigación Clínica y Biomédica del Hospital General "Dr. Miguel Silva" y la Sección de Terapéutica Experimental del Departamento de Far-

macología y Toxicología del Centro, llevaron a cabo un encuentro en el que se abordaron "Nuevos conceptos en hipertensión arterial", en la ciudad de Morelia. En ella participaron, por parte del Cinvestav, los Dres. Jorge Herrera, Enrique Hong y

Jorge Vidal. Además, intervinieron expertos del Hospital General "Dr. Miguel Silva", del Hospital General de Zona del IMSS, del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez" y del Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán".

## Nombramiento

A partir del 16 de este mes, y por cuatro años, el Dr. David Muñoz, profesor-investigador del Departamento de Ingeniería Eléctrica, fue nombrado Jefe de la Sección de Comunicaciones.

## Convenio con la UAM

Gracias al Convenio General de Cooperación vigente entre el Centro y la Universi-

dad Autónoma Metropolitana, se firmó un convenio de colaboración en áreas de Física y Matemáticas que tendrá una duración de un año, mediante el cual ambas instituciones se beneficiarán con el uso de Software y equipo de computación.



agosto

## 25 años de investigación científica

Al igual que nuestra institución, el Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias cumplió 25 años de eficiente labor científica. La ceremonia fue inaugurada por el Dr. Hugo Aréchi-

ga, Jefe del departamento, quien realizó una amena semblanza de la investigación en estos campos. Hablaron también los Dres. Juan García Ramos y Pablo Rudomín; este último narró

anécdotas y refirió serias reflexiones en un tono amable y festivo. A nombre de la Fundación Grass, que tantos beneficios ha reportado al departamento, habló la Sra. Mary Grass. En su breve discurso celebró los primeros 25 años y saludó el comienzo de otros tantos no para terminar, sino para consolidar una larga vida. Más tarde, el Dr. Julián Vi-

llarreal hizo un panorama sobre las perspectivas de las Ciencias Fisiológicas en México y anunció la creación de una revista de la Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas, lo cual aplaudimos desde ahora. Finalmente el director del Centro, Dr. Héctor Nava Jaimes, expuso temas de importancia para la comunidad y, junto con el resto de

los participantes, entregó diplomas de reconocimiento a la labor de los trabajadores con más de veinte años en el departamento y reconocimientos especiales a los Dres. Juan García Ramos y Ramón Álvarez Buaya. Por la tarde, los Dres. Nick Sperelakis (U. de Cincinnati) John G. Nicholls (U. de Basilea) dictaron sendas conferencias.

## Visita al Queen Mary College

El Dr. Rodrigo Huerta, profesor-investigador del Departamento de Física, fue invitado por el Dr. J. Edgington a realizar una estancia académica en el Queen Mary

College, Londres, con el propósito de establecer lazos académicos y participar del trabajo que el Dr. Edgington lleva a cabo respecto de las posibles oscilaciones de

neutrinos y la probable existencia de un cuarto neutrino y las implicaciones experimentales que de ello derivan.

## El Secretario de Educación Pública estuvo en la Unidad Irapuato

Debido a la importancia que ha adquirido la Unidad Irapuato en cuanto a la investigación de fenómenos que acontecen en la fisiología y bioquímica de las plantas, la ecología microbiana, tecnología de alimentos, cultivo de tejidos *in vitro* y almacenamiento de granos y semillas, el Secretario de Educación Pública, Lic. Miguel González Avelar, hizo un recorrido por sus instalaciones. Fue recibido por el personal académico y administrativo, encabezado por los Dres. Héctor Nava Jaimes y Alejandro Blanco Labra, Director de la Unidad.



Al acto asistieron el Presidente Municipal de Irapuato, Sr. Max Kirchebach, en representación del Gobernador Rafael Corrales Ayala; el Subsecretario de Educación e Investigación Tecnológicas, Dr. Manuel V. Ortega; el C.P. Miguel Ángel Dávila, Director General de Fertimex; el Lic. José True-

ba Dávalos, Secretario de Educación del estado, así como otros funcionarios. Durante la jornada se llevó a cabo la séptima reunión ordinaria de la Junta Directiva de Centro, en la que se ratificó al Dr. Blanco como director de la Unidad por cuatro años más.



# Relación de proyectos que el Centro mantiene vigentes y cuentan con financiamiento adicional externo junio-agosto 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. Gpe. 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 patogenicidad de *Entamoeba histolytica*.

**Dr. Rubén López Revilla**

Inmunobiología de la amibiasis.

**Dr. Jesús Calderón Tinoco**

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 Harcuch**

Implementación, desarrollo e intercambio de ingeniería genética.

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

## 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 Fujlyoshi**

Efecto de las lesiones cerebrales sobre la función testicular.

**Dr. Victor Tsutsumi Fujlyoshi**

 **Cosnet**

 **Cosnet**

## Departamento de Bioquímica

**Conacyt**

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**

**Conacyt**

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**

**Conacyt**

Dirección Adjunta de Asuntos Internacionales

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

**Dr. Alberto Darszon Israel**

## Departamento de Biotecnología y Bioingeniería

**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 Rodriguez 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 Valardo**

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 thuringensis*

**Dr. 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 Na<sup>+</sup>/Ca<sup>2+</sup> 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**

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

**Dr. José Luis Reyes Sánchez**

Análisis conformacional de fármacos por mecánica molecular (Acuarea II)

**Dr. Pedro A. Lehmann Feitler**

## Sección de Terapéutica Experimental

**Conacyt**

Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico

Síntesis y farmacología preclínica del bromuro de quinuclium (Ma 540)

**Dr. Enrique Hong Chong**

Farmacología preclínica de la ropitoina, 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**

## Conacyt

Dirección Adjunta de Asuntos Internacionales

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

**Dr. Enrique Hong Chong  
Dr. Gilberto Castañeda Hernández**

Estudios de superredes semiconductoras (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 absorbidos en superficies de aleaciones binarias (México-RFA).

**Dr. José Luis Morán López**

## Conacyt

## 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**

## Conacyt

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  
(INADE)**

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  
Dr. Miguel Ángel Pérez Angón**

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

**Dr. Magdalena Medina Noyola**

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 Boyer Flores**

## 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. Dalila 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 Urtuzuastegui**  
**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 gonadas por el timo.

**Dra. María C. Romano Pardo**

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 procarionóticos.

**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**

## 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 lisosomas 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<sup>2+</sup> - calmodulina como posibles reguladores de la patogenicidad de *Entamoeba histolytica*.

**Dra. María de Lourdes Muñoz Moreno**

## Fondo Ricardo J. Zevada

Inhibición del mantenimiento de repeticiones 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

Obtención 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 Henríquez**

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

**Dr. Arturo 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 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**

### 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 mímila 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

**M.A. María de Ibarrola Nicolín**

**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**

## 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 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 - supravarietades.

**Dr. Samuel Gltier Hammer**

Publicación del boletín de la Sociedad Matemática Mexicana.

**Dr. José Adem Chain**

**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-Fósforo (México-Francia).

**Dra. Rosalinda Contreras Theurel**



**Conacyt**

Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos

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

**Dra. Rosalinda Contreras Theurel**



**Cosnet**

Electrosíntesis

**Dr. Juan M. Aceves Hernández**

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**

Dirección Adjunta de Asuntos Internacionales

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

**Dr. Octavio Paredes López**

**Conacyt**

Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos

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

**Dr. Juan José Peña Cabrales**

**Cosnet**

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 Irapuato



**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 aflatoxinas.

**M.C. Doralinda Guzmán de Peña**

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

**Dr. Juan José Peña Cabrales**

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

**Dr. Neftali Ochoa Alejo**

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

**Dr. José Luis Ibave González**

Estudio Físico-Químicos 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**

## 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**

**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 Celestun y sus implicaciones en lo socioeconómico

**Dr. Luis Capurro Flograsso**

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**

Helmintofauna de *Cichlosoma urophthalmus* en poblaciones naturales del sureste de México y prevención de helmintiasis en sistemas de cultivo intensivo

**M.C. Guillermo Salgado Maldonado**

## Unidad Saltillo

### Conacyt

Dirección Adjunta de Formación de Recursos Humanos

#### Proyecto

Apoyo para el fortalecimiento a la especialización en metalurgia no ferrosa

#### Investigador responsable

**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

Establecimiento de substancias nacionales de referencia para la industria química farmacéutica

#### Investigador responsable

**QFB. María Teresa Rivas Villaluerte**

**QFB. Artemisa Posada Retana**

## Departamento de Investigaciones Educativas

### La escuela, lugar del trabajo docente

#### Debates y descripciones

**Autoras: Elsie Rockwell  
Ruth Mercado**

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, reproductionista, 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.

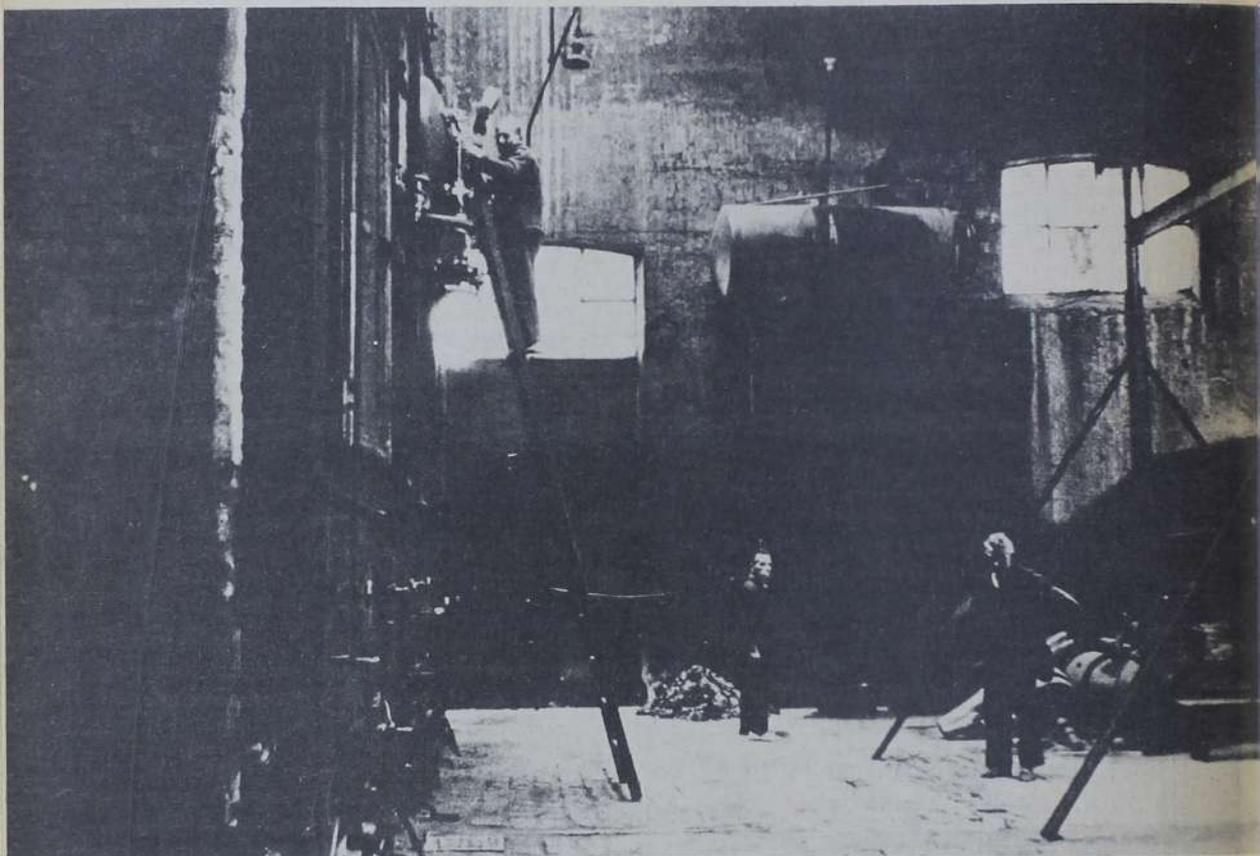
Estos libros e informes de investigación se pueden adquirir en el DIE, ubicado en:  
José María Velasco No. 101  
Col. San José Insurgentes  
México 19, D.F.  
Apartado Postal 19-197





**matfices**

Fotos tomadas de *Humanario*, de Sara Facio y Laura D'Amico



*Marcelino Cereijido*

# Industria Argentina

Si el prematuro anochecer de un invierno nos atrapa pedaleando lejos de casa, el frío, las sombras y los negocios que iban apagando sus vidrieras y dejándonos la calle a oscuras, nos transformaban la distancia en desamparo. Pero si levantábamos la cabeza del manubrio para ver si acaso las ganas de llegar nos acortaban el camino, la fábrica se nos aparecía en el horizonte como una gallina colosal, que empollaba a nuestro barrio acurrucado a su alrededor. La queríamos. Sus muros eran árbitros de nuestra destreza para lanzarle figuritas de cartulina desde el cordón de la vereda. El que las ubicara más cerca de la pared sería el ganador, y llevaría como premio las de todos los otros pibes. Otras

---

El doctor Marcelino Cereijido es profesor-investigador del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias.

---

veces arrojábamos tapitas de cerveza o de naranjines, pero las reglas eran las mismas. Aquellos muros también solían jugar al fútbol con nosotros. Nos devolvían la pelota con tanta fidelidad y justeza, que decíamos “hacer una pared”, aunque la pared fuera luego el delantero más hábil de la cancha. Aquellas paredes también crecieron con nosotros: las sombras de sus recovecos fueron lechos verticales donde se apretujaron nuestros primeros romances. Y, ahora, esos muros parecían querer decirnos algo que los vecinos, agrupados de a cuatro o cinco alrededor de la manzana de la fábrica, no alcanzábamos a comprender.

—Es el alma de la Ñeca Patrignani— comenzó a enunciar una vez más la madre de Pololo, apretando sus brazos cruzados bajo la capa de lana gris tejida por ella misma. Algunos giramos apenas las cabezas para cerciorarnos de que el viejo Patrignani se mantenía lo suficientemente lejos como para no haber escuchado, evitando así el recuerdo de su hija que invariablemente — todos lo sabíamos — lo atormentaba.

Para desechar la interpretación supersticiosa que comenzara la madre de Pololo, Horacio, sin quitar las manos de los bolsillos, reacomodó sus testículos y se volvió a observar una vez más los muros de la fábrica. Al recorrerlos lentamente con la vista se esforzaba en hacerlos transparentes, e imaginar la canchita de fútbol que por años los muchachos de Glorias de Floresta habían soñado como propia, hasta que también sobre ella avanzó impetuoso el edificio de la planta metalúrgica. No, Horacio no creía en almas en pena. Pero tampoco él lograba explicar los sonidos de órgano de catedral o de coros penitentes que parecían salir del edificio.

El peluquero se aventó a decir “Espíritus en el Purgatorio”, pero enseguida intentó borrar sus palabras con una risita nerviosa. Horacio lo miró atentamente, por si en la cara del peluquero quedaba algún resto de interpretación pero, al ver que el bochorno le camuflaba el atrevimiento, volvió a ladearse imperceptiblemente, y se reacomodó a contemplar el caserón del viejo Ehreburg, que se alzaba lustroso e imponente del otro lado de la calle.

El viejo Aaron Ehreburg había muerto, sólo que no se daba por enterado y era demasiado arrogante y lejano como para que alguien se animara a hacerselo notar. Al verlo surcar las callecitas de mi barrio con aquella exuberancia de cromos y longitudes que era su automóvil, los viejos aplacaban la envidia recordando al Ruso Aaron allá en sus comienzos, cuando hombreaba un saco de arpillera cargado al tercio con hebillas metálicas recién ensambladas, y a sus hijos se les hubiera podido cortar las uñas de los pies sin necesidad de quitarles las alpargatas. Iba a entregar hebillas a los talleres de sus paisanos. De regreso acarrearía argollas, clavijas, correderas y engarces, y toda la familia enmugrecería uñas, pelos y mamelucos en el armado. Y así, bolsa a bolsa, viaje a viaje, Aaron fue alcanzando una fortuna similar a la de aquellos paisanos, y no tardaría en dejarlos holgadamente atrás (o debajo, cuando lo describía el mismo Aaron).

La planta que llegó a tener el señor Ehreburg fue

engullendo varias casas vecinas, una quinta de verduras, el corralón de Nicola, y toda la canchita de Glorias de Floresta. La fábrica se arribaba a las casas con sigilo, luego les iba comprimiendo el costado ya con cierta impertinencia y, un buen día, a la casa le tapiaban puertas y ventanas, le alargaban los muros hacia arriba, y pronto los carrillos abultaban pletóricos, acusando una masticación implacable que nosotros identificábamos con el progreso. Repintaban la panza fabril con el mismo ocre apagado del logotipo y los mementos, hasta que el letrerón “Metalúrgica Ehreburg” que iba cubriendo toda la cuadra, pudo encontrarse en las esquinas a celebrar la conquista de la manzana con otros dos similares que habían ocupado los callejones laterales.

Una de las últimas casas deglutidas por el establecimiento había sido, precisamente, aquella en la que Aaron comenzara su saga metalúrgica. Pero, a esas alturas, el viejo ya se había hecho construir del otro lado de la calle un petit hotel forrado de mármol negro hasta la cornisa del segundo piso. La superficie pulida permitía lavar con relativa facilidad las svásticas, los Magen David y los insultos que cada tanto le aparecían pintados.

Y ahora, los comentarios de que la planta emitía murmullos de multitudes y coros religiosos, circulaban con una perentoriedad que atrajo hasta la atención de los más incrédulos. Al ver a los grupitos de vecinos congregados por los veredones de la fábrica, Don Luis, el electricista, se subió los anteojos a la frente, puso el dedo índice a manera de señalador en la página del diario que estaba leyendo, y se cruzó él también para enterarse de las últimas novedades. Al notar la llegada de un vecino que no conocía aún sus teorías, la madre de Pololo volvió a enunciar “Es el alma de la Neca Patrignani”, y Don Luis comprendió que la señora aludía a la chiquilla que, veinte años atrás, se ahogara en el pozo de la noria de la quinta de verdura. Según la mujer, Ñeca se estaba ahora zafando de los herrumbrados recortes y rebabas del metal con que habían anegado el pozo para asentar la oficina de personal. Don Luis deploraba que el chusmerio vecinal rellenara cualquier vacío de significado con una superstición *ad hoc*. Pero tampoco él alcanzó a explicarse los esporádicos rumores y plegarias que se escuchaban ya con relativa nitidez.

Cuando hacia el final de la guerra el Tercer Reich luchaba porque sus proyectados mil años llegaran a doce, la omnipotencia del Herrenvolk Criollo comenzó a amainar, mas no así su arrogancia. “La historia siempre la cuentan los triunfadores”, se atajaban. “Habrá que esperar a que el tiempo aclare la verdad” mascullaban en un esfuerzo por continuar ocultando las atrocidades nazis. Y los judíos de mi barrio lloraban.

El resto de mis vecinos, en cambio, vivía en la mayor confusión. Por un lado, gran parte de los judíos azkenasy de la Argentina había llegado de Rusia, huyendo de los pogromos de la segunda mitad de Siglo XIX y, con toda propiedad, eran llamados rusos. Los rusos no-judíos casi no se conocían por allá, con lo cual se reforzaba la creencia de que todo ruso era judío y viceversa. Por otra parte los rusos, según los periódicos, estaban forjando

un país comunista, y entre los comunistas argentinos abundaban los apellidos que sonaban judío. Pero, curiosamente, Aaron Ehreburg, a pesar de ser ruso por haber nacido en Rusia, y también por ser judío, era cualquier cosa menos comunista.

La propaganda y las instituciones educativas cuidaban muy bien de no disipar la tiniebla histórico-religioso-político-bélica que desconcertaba a un vecindario que, acaso en su primera generación, había leído los periódicos regularmente. Nuestros maestros consideraban oportuno separar a los pibes judíos un par de veces a la semana, para que los demás tomáramos una clase de Religión Católica que no era tal sino, lisa y llanamente, una catequización impuesta por el Estado. Mientras sus abuelos y primos eran incinerados en Europa, los rusitos de los distintos grados marchaban en cambio a un aula de concentración, donde se les administraba una clase de Ética y Moral. Esas cosas no se decidían en mi barrio, y jamás sospechábamos que algún día nuestra plasticidad para adecuarnos a la impertinencia oficial llegara a perjudicarnos a nosotros mismos. Bastaba con suponer que ese "nosotros" no incluía a quienes recibían bombazos de alquitrán en el frente de sus edificios. El estampido de un cascotazo nocturno contra una cortina metálica, apenas si perturbaba fugazmente el sueño de mis paisanos. Poco después, cuando nos enteramos de que en mi patria se acogía a ex-jerarcas nazis, el lamento de algunos tampoco llegó muy lejos.

No sorprende, entonces, que el viejo Aaron considerara prudente tapiar los portales y todas las ventanas de su planta que estuvieran a menos de diez metros sobre el nivel del piso. Los letrerones de Metalúrgica Ehreburg pasaron a la clandestinidad tras capas espesas de pintura y fueron reemplazados por una placa de bronce discreta, a un costado del patrón, donde se leía un menos irritante "Metalúrgica Argentina". Después se clausuraron amplios sectores de la planta, se fueron rematando maquinarias, se emaciaron depósitos, y se redujo personal. Hubo quien opinó que estuvo exajerado. Hubo quien lo atribuyó a recuerdos que vinieran rastreando al viejo desde otras tierras y le emponzonaron el sosiego. Lo cierto es que al tiempo Ehreburg —quien más quien menos lo hacía— comenzó a poner su capital en dólares, oro y pertenencias rápidamente transportables.

Ya sé que suena idiota, pero yo no podía mirar ahora a las ventanas sin entristecerme. Allá arriba y cuando ya había alcanzado prudente altura, una media docena de ventanitas en forma de ojo de buey todavía se animaban a asomar, aunque opacadas por la mugre y protegidas por bastidores de alambre. Otras ventanas, menos afortunadas, sólo se adivinaban en el bajorrelieve formado entre el muro y los ladrillos de canto con que las habían cegado. Eran las que correspondían a los sectores que el viejo había ido cancelando, los talleres desertados donde otrora mi gente se ganara la vida, y donde las mangueras de incendio achatadas en sus rollos, ya tramaban su complot siniestro. Los broches de la fábrica cesaron de rumiar metal. Las sirenas ya no despertaron la mañana perezosa de los lunes, ni avisaron a las mujeres que eran

las doce del mediodía, y que una oleada hambrienta invadiría los hogares para devorarles el puchero. Tampoco la bandada de chicas fabriqueras volvió a inundar las callecitas al dar las cinco de la tarde. Se enfriaron las calderas, murieron de inanición los balancines, y los morochos, que habían llegado de provincia para transformarse de campesinado mostrenco a proletariado peronista, comenzaron a conchabarse de albañiles. La manzana fue de pronto un descomunal islote de amurallado silencio.

—El Ruso Ehreburg se ha fundido— proclamó el Crosta Molteni, bastante satisfecho por cierto, pues siempre había recelado del sacrilego enjambre empresarial que le viniera a contaminar con resortes y engranajes el suelo patrio donde, según él, debería señorear en cambio un fabulado gauchaje de vincha y culero. "¡Coño!" Lo despreció entonces el gallego Barreiro, mientras apretaba los puños e insultaba los ojos del Crosta con mirada pleitera, pues esos fiambrosos, aquellas parteras y todo aquel obreraje, en su ignorancia llamarían rusos a los judíos, y tal vez no pudieran concebir cómo era eso de



que Jesucristo hubiera sido uno de ellos, pero no tenían la menor confusión en cuanto a lo humano y sus tragedias.

Cuando los vecinos se reunían en grupos, uno tenía la certeza de que en el barrio estaba ocurriendo algo extraordinario, y quienes los integraban daban la medida de su gravedad. Ya estaban en uno de ellos el director de la escuela y el dentista. De no haber tenido que ir al centro, mi padre se habría contado entre ellos.

—¡Chicho!— bramó el hombre de la cara enjabonada, al tiempo que juntando los dedos hacia arriba, le preguntaba al peluquero si se había vuelto loco. Chicho zumbó entonces desde un corrillo hasta su local, confiando en aplacar al cliente con las novedades que acaba de oír: los quejidos de muchedumbres ululantes y lejanas que partían de la profundidad del edificio carecían aún de explicación satisfactoria. Pero: había averiguado que un consorcio había ofrecido comprar el inoperante cascarón de fábrica para construir un centro comercial que revitalizaría al barrio. Por otra parte, la Sociedad de Fomento le había pedido al Consejo Nacional de Educación que lo

expropiara para instalar una escuela secundaria. Al rato sería el propio Nasif quien, ya afeitado, se integraría a uno de los corrillos.

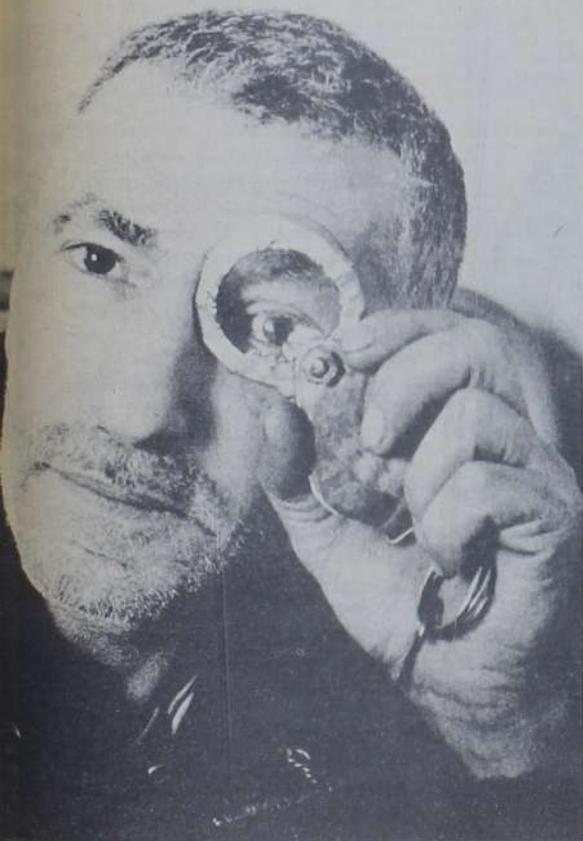
Fue Tulio, el cuñado del martillero, quien al fin pidió silencio, escuchó con atención y palma levantada, y confesó avergonzado que a él le parecían llantos y gemidos de una cámara de gas alemana. Y aunque nadie llegara a manifestarle su apoyo, dejaron de conversar tan sobrecogidos, que hasta la madre de Pololo, encobijándose en la capa de lana gris, sintió que su hipótesis sobre la Ñeca Patrignani estaba siendo superada.

Esa tarde, las comadres del barrio comenzaron a aceptar que tal vez el mismo viejo Ehremburg estaba deambulando por los barracones. Un grito aterrado abalanzó al gentío hacia el portal, donde con dedo tieso ya varios señalaban el hilo de sangre que escurría con creciente abundancia. Bajándose los anteojos de la frente, don Luis hizo notar que sólo se trataba de un reguero de agua herrumbrosa. Quizá las ratas han obstruido un desagüe, se aventuró. Los mingitorios siempre chorreaban agua, recordaron los jubilados. Horas después, un estallido lejano brotó de lo más recondito de la fábrica. Simultáneamente todo un sector del vecindario quedó a oscuras.

Muy entrada la noche llegó por fin el caminoncito de la Compañía de Electricidad. En poco rato anunciaron que había un cortocircuito y, dada la coincidencia con el ruido que partiera desde el interior de la fábrica, golpearon insistentemente en la puerta del edificio y luego en la del caserón del viejo Ehremburg, aunque los del barrio sabíamos que no estaban habitados.

De pronto, alguien señaló que un espectro cauteloso y tieso atisbaba por uno de los balcones del segundo piso, mas no consiguieron que respondiera a las demandas de facilitar una solución al oscurecimiento vecinal. Todo estaba en tinieblas, pues la Luna sólo confería un relumbre blanco-verdoso a las canas, la frente estrecha y al puente de la nariz semítica del viejo allá en lo alto. Hay quien porfía, sin embargo, que no es cierto que asomara figura alguna. Reventó entonces la panza desomunal del edificio y una inmensa pared de agua anegó al barrio entero, arrastrando en su aluvión gente, perros y basura, metiéndose hasta el interior de las casas. Parece que alguna boca de incendio había fallado, llenando talleres y galpones con toneladas y toneladas de agua, hasta que los muros cedieron. A la mañana siguiente, el barrio acongojado comenzó a rondar hospitales para visitar a sus heridos, y esa semana vio a los vecinos, respetuosamente endomingados, desplazándose de un velero a otro.

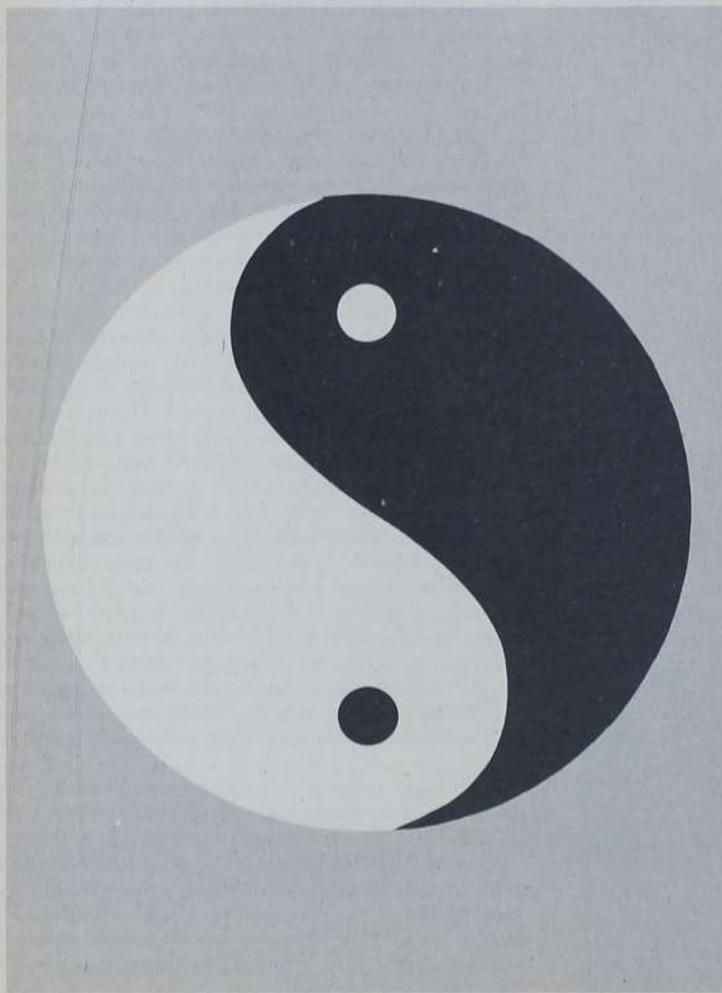
No todo el llanto que empapaba las callejuelas era rojizo ni estaba oxidado, ni salía únicamente del portal de la planta. Tampoco junto a ese portal se podía leer ahora aquello de "Metalúrgica Argentina" porque, desde hacía mucho, alguna barreta codiciosa y furtiva había arrebatado la placa de bronce que lo anunciara. Con el tiempo el agua se secó, como antes lo había hecho nuestra industria. Pero, por lo que me escriben, creo que en cambio el llanto permanece.





Carlos Chimal

## Gerald Holton y el análisis temático de la actividad científica



Gerald Holton. **Ensayos sobre el pensamiento científico en la época de Einstein**. Alianza Universidad, Madrid, 1982, 359 pp.

\_\_\_\_\_. **La imaginación científica**. FCE —Conacyt, México, 1985, 272 pp.

\_\_\_\_\_. (comp.). **Ciencia y cultura**. Bibliográfica Omeba, Buenos Aires, 1969, 327 pp.

Aún sigue evocándose la arquitectura del laberinto para ubicar entre sus paredes llenas de garabatos matemáticos al científico de finales del siglo XX y su sombra. ¿Qué ha encontrado en el centro, nada, el reflejo narcisista de sus propios procesos mentales? Lo que ha ocurrido es que el terreno de lo desconocido se ha desplazado continuamente, que la alegoría ha cambiado constantemente. Neils Bohr iniciaba a los estudiantes que asistían al Instituto de Copenhague, en cuanto adquirían dominio del idioma, en **Las aventuras de un estudiante danés** del poeta y filósofo Poul Martin Moller:

"Mis indagaciones interminables hacen imposible que consiga nada. Además, tengo que pensar en mis propios pensamientos sobre la situación en la que me encuentro. Incluso pienso que pienso en ellos, y me divido en una secuencia infinitamente regresiva de 'yoes' que se consideran uno a otro. No sé en qué 'yo' parar y considerarlo como el real, y en el momento en que me paro en alguno hay realmente de nuevo un 'yo'

Facetas, revista del Servicio Informativo y Cultural de la Embajada de los Estados Unidos (Julia Schiff, editora en jefe), núm. 73. En su sección dedicada a la crítica, se reproduce una nota de Alfred Meyer, editor colaborador de la revista *Science* 86, sobre la reciente aparición del libro de John Noble Wilford, **The Riddle of the Dinosaur** (El enigma de los dinosaurios). Noble Wilford es corresponsal de ciencia para el New

York Times, y, nos dice Meyer, en su nuevo libro parece confirmar la idea de que, además de los paleontólogos profesionales, los únicos que toman en serio a los dinosaurios son los niños. Noble Wilford se ocupa del cruce entre la geología y la paleontología, que se remonta a fines del siglo XVIII, lleva a cabo un análisis sobre los temas de la paleontología contemporánea y aborda los temas más candentes de la actualidad: ¿Fue

que se está parando en él. Llego a estar confundido y siento un vértigo igual que si estuviese mirando un abismo sin fondo, con lo que mis reflexiones se convierten finalmente en un terrible dolor de cabeza...

La mente no puede funcionar sin moverse a lo largo de cierta línea; pero antes de seguir esta línea ya tiene que haber pensado en ella. Por tanto, uno ha pensado ya cada pensamiento antes de pensarlo. Por tanto, cada pensamiento, que parece el trabajo de un instante, presupone una eternidad. Esto casi podría volverme loco. ¿Cómo podría surgir entonces ningún pensamiento si ya tenía que haber existido antes de producirse?... El conocimiento profundo de la imposibilidad de pensar contiene en sí mismo una imposibilidad, cuyo reconocimiento implica de nuevo una contradicción inexplicable."

Quizá muchos no entendían la alegoría respecto del experimentador que no puede mostrar simultáneamente las características ondulatorias y las características de partícula de un rayo de luz. Años después, luego de someter a un profundo análisis el concepto de complementariedad, Bohr abordaba de nuevo el cuento de Moller. En palabras del físico Leon Rosenfeld:

"Ahora podía mirar retrospectivamente la dualidad de los aspectos de la experiencia psíquica con todo el dominio que había adquirido sobre la naturaleza de las relaciones de complementariedad, e indicar que esta

dualidad correspondía a formas diferentes de establecer una separación entre el proceso psíquico que se había escogido como objeto de observación y el sujeto observador: establecer tal separación es precisamente lo que queremos decir cuando hablamos de fijar nuestra atención en un aspecto definido del proceso; según cómo tracemos la línea de separación podremos tener experiencia de una emoción como parte de nuestro sentimiento subjetivo o analizarla como parte del proceso observado. Darse cuenta de que estas situaciones son complementarias resuelve el enigma de los egos del estudiante observándose entre sí, y es, de hecho, la única forma de salvarse de sus vértigos."

Aún hoy habrá quienes duden de la utilidad de verbalizar tanto y "alejarse" de la investigación científica. No obstante, Werner Heisenberg, quien después de su encuentro con Bohr en Gotinga decidió dedicarse a la física y no a las matemáticas, contaba que le gustó la manera del danés de buscar ideas que pudieran ajustarse a los hallazgos experimentales, en vez de tratar un problema matemáticamente desde el principio. Las ideas se ponían a prueba —esto es, se traducían a términos matemáticos— más tarde, como necesaria consecuencia, pero sólo después de haberse alcanzado la comprensión.

Desde luego, la comprobación experimental no es sencillamente la prueba de un mundo real, sino lo

único acerca de lo cual podemos estar, por el momento, relativamente seguros. Gerald Holton, físico de Harvard y filósofo de la ciencia nacido en Berlín en 1922, afirma que desde principios del siglo XX se ha trastornado por completo el estatus ontológico del conocimiento científico en sí. Por primera vez en toda la historia, escribía Heisenberg en *Daedalus* hace 28 años, el hombre se enfrenta sobre la tierra sólo consigo mismo, ya no encuentra junto a sí a nadie, ni amigo ni enemigo... El objeto de la investigación no es ya la naturaleza misma, sino más exactamente la naturaleza expuesta a la indagación del hombre, y en este sentido el hombre también se encuentra aquí consigo mismo.

El laberinto representa, según Holton, dos tesis afines: una sobre la accesibilidad exterior y otra sobre el significado interior restringido. Los caminos que conducen a la comprensión de la naturaleza pueden ser infinitos (como lo indica el éxito de los intereses más especializados), y se descarta que cada uno de esos caminos presentará barreras difíciles, pero no insuperables. Pero se ha supuesto que todos ellos conducen vagamente, continúa Holton, a una meta, a una comprensión de una sola naturaleza, a una estructura racional limitada, aunque sin duda compleja, que la mente del hombre podría conquistar algún día o, como afirma actualmente el profano un poco asustado: "una gran fórmula" que revela

un asteroide que chocó con la Tierra hacia fines del Cretáceo el que ocasionó la extinción de los dinosaurios? ¿Ocurren tales extinciones masivas en forma cíclica? ¿Pudieran ser causadas por una fuerza extraterrestre? Wilford, concluye Meyer su nota, nos ofrece un panorama magníficamente informado de la paleontología y pone de relieve cómo la ciencia misma se desarrolla a empujones en el registro de fósiles que los

paleontólogos llaman equilibrios intermedios. Nos comunica mucho de lo que hemos aprendido de los orígenes y desarrollo de nuestra propia especie, de especies que hace tanto tiempo ausentes de la Tierra y de la Tierra misma.

*La Gaceta*, revista mensual del FCE, septiembre de 1986. Bajo el título de "Revoluciones de la ciencia", este número ofrece un



todo lo que hay que conocer acerca de la naturaleza.

### Hacia el análisis temático

Desde hace más de 30 años que Holton se ocupa de escudriñar en el pensamiento científico la estructuración temática del trabajo de investigación, independiente en gran medida de su contenido empírico y analítico, es decir, la lectura de parámetros y tautologías. En un brillante ensayo sobre los "Orígenes de la complementariedad" en la obra de Bohr, Holton lleva a cabo un examen detallado de la fase de gestación del quehacer científico del padre de la mecánica cuántica y yuxtapone los resultados, por un lado, con la documentación de primera mano (correspondencia, entrevistas, cuadernos, etc.), por otro. El análisis temático permite

identificar ciertos elementos constantes o continuidades en el desarrollo de la ciencia, así como estructuras relativamente estables que perduran a través de las supuestas revoluciones y se extienden englobando teorías rivales que en principio podrían parecer incommensurables. Además, continúa Holton, en este periodo en que es corriente ver reacciones en contra de la filosofía que considera a la ciencia como método de investigación suprahistórico y trascendente, algunos estudiosos sienten interés por el hallazgo de que una característica fundamental del trabajo de muchos científicos creativos es la aceptación de un reducido número de *themata*, y que sus debates incluyen con frecuencia diadas antitéticas o triplete de *themata*, por ejemplo atomicidad/continuo, simplicidad/complejidad, análisis/síntesis, constancia/evolución/cambio catastrófico. Estas proposiciones ayudan a explicar la formación de tradiciones o escuelas y el curso que toman las controversias científicas.

Holton enuncia otras razones que ayudan a explicar el interés por esta manera de observar la práctica científica: La posibilidad de extender el análisis a otras ciencias; factibilidad de aplicar técnicas similares del análisis temático al análisis lingüístico y la antropología cultural; conjunción de la investigación sobre preconcepciones profundas en ciencia y sobre la ciencia, y sobre procesos cognitivos en el hombre, percepción, motivación, aprendizaje, e incluso orientación profesional.

No obstante, Holton advierte sobre ciertos peligros de este tipo de análisis. No quiero presentarme, dice, como San Juan Bautista, el profeta; y verdaderamente no me gustaría correr su suerte. Por tanto, he aquí algunas limitaciones que observo: Aunque los *themata* pueden ejercer un control férreo sobre el científico o sobre la comunidad y pueden constituir el aspecto más interesante de una cuestión dada, existen partes importantes de la historia de la ciencia y de los trabajos actuales donde los *themata* no parecen jugar un papel apreciable.

Incluso si esto no fuese verdad, no me gustaría que se pensase que los *themata* son la realidad primordial en un trabajo científico. De otra forma, el trabajo en historia de la ciencia degeneraría en descriptivismo... Hay en la ciencia, evidentemente, una sucesión de refinamientos, una ascensión y un declive, y ocasionalmente el abandono o la introducción de *themata*. Pero indudablemente, también ha habido en conjunto, un cambio progresivo hacia una comprensión más completa y general de los fenómenos naturales.

El estudio del papel desempeñado por los *themata* en el trabajo de los científicos puede ser igualmente interesante tanto si el trabajo condujo al "éxito" como al "fracaso"; la fidelidad a un conjunto de *themata* no hace que un científico acierte o esté equivocado. En cualquier caso, los intentos para "purgarse" de *themata* con objeto de mejorar la ciencia propia, son probablemente fútiles. Sin

panorama de la ciencia desde México e introduce una colección de 200 títulos que, a lo largo de cuatro años, divulgará originales escritos en nuestro país dirigidos al lector común, al hombre medio que desconoce los grandes temas de las ciencias contemporáneas. Los primeros volúmenes, que se pueden encontrar ya en el mercado son: Luis F. Rodríguez, **Un universo en expansión** (*Avance y Perspectiva*, en sus núme-

ros 22-23, publicó una nota sobre este libro); Juan Luis Cifuentes Lemus, Pilar Torres-García y Marcela Frías M., **El océano y sus recursos I. Panorama oceánico**; Guillermo Aguilar Sahagún, Salvador Cruz Jiménez y Jorge Flores Valdés, **Una ojeada a la materia**; Marco Arturo Moreno Corral (comp.), **Historia de la astronomía en México**; Leopoldo García-Colín S., **De la máquina de vapor al cero absoluto**.

embargo, un examen consciente de los posibles méritos de *themata* compostos a los que uno mantiene, podría muy bien tener algún efecto saludable.

Por lo general, la fidelidad temática de un científico, una vez creada (pensamiento que puede ser moldeado antes de que llegue a ser un profesional, e incluso desde la niñez), perdura notablemente. Pero puede cambiar. Como ejemplo, apunta Holton, puede citarse a Wilhelm Ostwald (que al principio combatió el atomismo y más tarde cambió de posición), a Planck, a Einstein y algunos más. Además, el adherirse a un *thema*, tal como el atomismo, en un campo de la física, no ha sido obstáculo en algunas ocasiones para que la misma persona se adhiera al *thema* opuesto en otro campo de la física. Un caso que se puede citar en relación con esto es la campaña de Millikan en favor del "átomo" en electricidad, aun cuando estuviese al mismo tiempo luchando denodadamente en contra del cuanto de luz.

El físico Mariano Bauer, en su conferencia a propósito del centenario del nacimiento de Neils Bohr en el Colegio Nacional, se sitúa en el camino correcto cuando afirma que "cada persona establece su propio 'cono de luz' en cuanto a los 'eventos' que realmente influyen en sus acciones o en su manera de pensar. No sería remoto que la afición de Bohr por el cine, en particular las películas de vaqueros, tuvieran más que ver en la estructuración del principio de complementariedad que muchos de



Bohr, Rutherford, Planck, Curie y otros físicos, en el encuentro de Solvay, durante el año de 1911, en Bruselas.

los artículos científicos que pasaron por sus manos". En este sentido, la tan mencionada audacia y cautela de Bohr, actitudes aparentemente contradictorias, pueden ser explicadas por su habilidad para jugar fútbol. Quien lo haya practicado, sabrá que un exceso de audacia puede provocar una lesión o una goleada; el exceso de cautela hace que el partido se convierta en un somnífero eficaz.

Por supuesto, las cosas fueron más sofisticadas y profundas. El ensayo de Holton nos lo demuestra así. Si bien el ping-pong y el cine eran ciertamente los pasatiempos favoritos de los miembros del Instituto de Bohr, inspiradores de pensamientos serios, el concepto de complementariedad tuvo una de sus raíces en las lecturas que el físico danés hizo del filósofo y pionero de la psicología William Ja-

mes, y del filósofo cristiano-existencialista Soren Kierkegaard, a la que volveremos más adelante.

Considerando la situación de 1927 en términos temáticos, nos dice Holton, estaba claro que la física había heredado *themata* contrarios del periodo "clásico" (antes de 1900) y del periodo cuántico (después de 1900). Un *thema* primordial del primer periodo era la continuidad, aunque existiese codo con codo con la visión atomística de la materia. Un *thema* importante del periodo más reciente era la discontinuidad, aunque existiese codo con codo con la teoría ondulatoria de la propagación electromagnética y las teorías más recientes que se asocian con De Broglie y Erwin Schrodinger... En la física antigua no se ponía en cuestión la posibilidad de una separación radical entre

S.E. Luria, **Autobiografía de un hombre de ciencia**, FCE, México, 1986. (Colección Popular núm. 352.)

Pierre Douzon, **Las biotecnologías**, FCE, México, 1986.

Georg Groddeck, **El escrutador de almas**, ERA, México, 1986 (Colección Claves). Puede ser llamada con propiedad esta excelente novela como psicoanalítica, por la

instrospección que Groddeck (más tarde alumno de Freud) lleva a cabo de su personaje, el buen burgués Muller que, afiebrado por la lectura de un mundo que da otra vuelta de tuerca (1900), se lanza como un intenso Alonso Quijano, cambiando también su nombre por el de Tomás Mundete, recibiendo iluminaciones, visiones y muchos descabros en una Alemania feroz y llena de humor.

sujeto y objeto; en la nueva física se consideraba que la conexión objeto-sujeto solamente se podía cortar de manera arbitraria. En el sentido de Bohr, un "fenómeno" es la descripción de lo que se va a observar y del aparato que se usa para efectuar la observación.

La propuesta efectuada por él en 1927 era que no debíamos intentar la reconciliación de las dicotomías, sino más bien darnos cuenta de la complementariedad de las representaciones de cualquier acontecimiento en estos dos lenguajes tan distintos... El estudio de la naturaleza es un estudio de los productos artificiales que aparecen durante la interacción entre el científico y el mundo en que éste se encuentra. Y estos mismos productos se ven a través del cristal de la teoría... Se habían dado cuenta de que en el dominio atómico la única forma en que el observador (junto con su equipo) puede permanecer al margen es cuando no observa nada en absoluto.

En una entrevista con Thomas S. Kuhn en febrero de 1963, Bohr recordó espontáneamente que había leído con gran avidez *El flujo del pensamiento*, de James, en donde el filósofo afirma que el pensamiento puede existir solamente en asociación con un "dueño" específico de este pensamiento. Pensamiento y pensador, sujeto y objeto, están conectados estrechamente. Objetivar el mismo pensamiento es imposible. De aquí se sigue que uno no puede despreciar las circunstancias bajo las que el pensamiento se convierte en el su-

jeto de la contemplación. La conciencia no se presenta a sí misma fragmentada en trozos; la conciencia fluye... Sin embargo, sí existe un aspecto discontinuo: los "cambios, de un momento a otro, en la calidad de la conciencia"... Permitir que fluyan los pensamientos y convertirlos en sujeto de un análisis instrospectivo son, por así decirlo, dos situaciones experimentales mutuamente exclusivas.

Además de las lecturas de James y Kierkegaard, las otras raíces que condujeron a Bohr a expresar el concepto de complementariedad fueron el análisis de las ideas sobre la naturaleza de la luz, la desconexión entre *lux* y *lumen*, entre sujeto y objeto, observador y lo observado; y el significado operacional de algunos de conceptos principales de la óptica.

Uno de los componentes más antiguos y elementales de la óptica es la luz se propaga en línea recta en cualquier medio homogéneo. Pero detengámonos, dice Holton, a considerar por un momento por qué creemos que este enunciado es verdadero.

Podemos comprobarlo experimentalmente, de la forma más directa, insertando una pantalla o dispersor, tal como polvo de tiza, en distintas partes del mismo rayo. Si consideramos esto con cuidado, nos damos cuenta que el método destruye el rayo de luz que queremos examinar. La inserción del aparato interfiere el fenómeno.

Esta es una situación típica a la escala atómica. No existen problemas comparables cuando uno quiere comprobar, digamos, la Primera Ley

de Newton para objetos físicos ordinarios, por ejemplo, observando o fotografiando una pelota que rueda en una mesa lisa. Podemos comprobar que un objeto material en un medio libre de fuerzas se moverá en línea recta, sin interrumpir drásticamente la trayectoria del objeto. Los pequeños efectos de los aparatos se pueden suprimir mediante el cálculo. El hecho de que el observador y el "objeto" deban compartir al menos un cuanto indivisible es aquí despreciable, es decir, puede hacerse que sea una parte arbitrariamente pequeña del fenómeno. Podemos, por tanto, extrapolar con certeza a partir de observaciones anteriores los caminos que el objeto recorrerá en el futuro. Las descripciones espacio-temporales y la causalidad clásica se aplican sin ninguna dificultad. No así para los rayos de luz y otras partículas a escala atómica. Cuanto mayor sea la certeza con que hemos averiguado su pasado, menor será la certeza con que podamos seguir su desarrollo subsiguiente; no se pueden suprimir mediante el cálculo los efectos de la interacción perturbadora con el aparato, sino que son intrínsecamente probabilísticas. De hecho, debido al principio de incertidumbre, no es ni siquiera posible definir con precisión el estado inicial del sistema en el sentido exigido por la visión clásica de la causalidad.

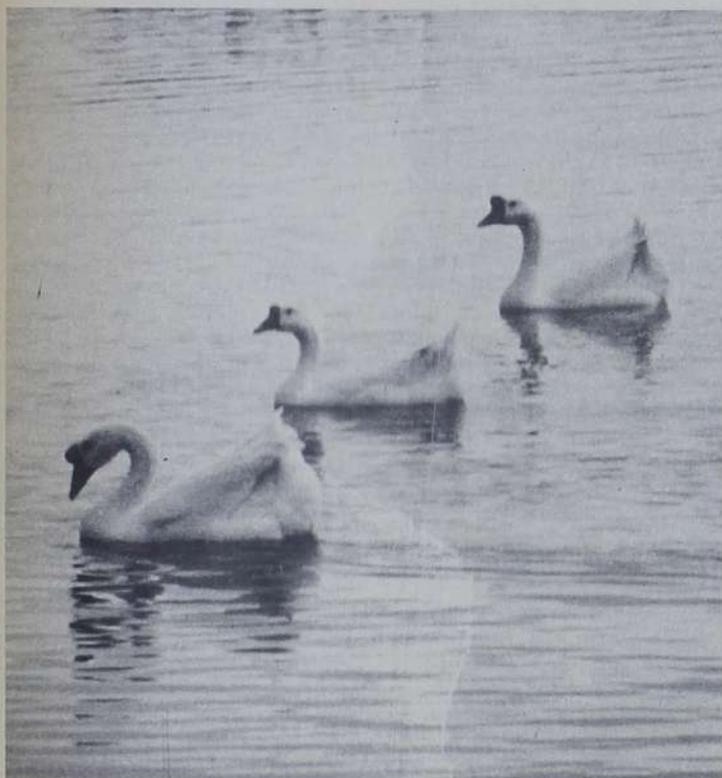
De lo que se trata es del acoplamiento instrumental entre el observador (el equipo) y la entidad a observar.

Un cuarto origen fue, por supues-

---

José Luis Rivas, **La balada del capitán**, UAM, México, 1986. (Colección Molinos de Viento 43.) Rivas ha sido llamado poeta exhuberante; si lo es, no debe perderse de vista la riqueza de significado que también hay en sus poemas. Un sedimento filosófico nutre el hez de un artista verdaderamente pantagruélico en nuestros días hipócritas. El espíritu rabelasiano precede la mate-

ria ígnea que hace del poeta un ser propicio para la fertilidad, que aún persiste en México.



to, su propio trabajo en física desde 1912 a 1925.

Desde aproximadamente 1918, mediante el principio de correspondencia Bohr pretendía resolver el conflicto entre opuestos recurriendo a un área en la que se superpone, es decir, a los casos extremos en los que la teoría cuántica y la mecánica

clásica se confunden. Pero se trataba sólo de un remiendo, y esto lo sabía primero que nadie Bohr, quien gustaba de emplear una estrategia metodológica consistente en poner énfasis en el conflicto conceptual como preparación necesaria para su solución.

Schrodinger y De Broglie espera-

ban atenuar el contraste entre los temas antitéticos continuidad-discontinuidad ofreciendo una explicación mecánico-ondulatoria para fenómenos que, según se pensaba anteriormente, parecían exigir un lenguaje basado en la cuantización. No obstante, Heisenberg había obtenido esencialmente los mismos resultados, de forma por completo diferente, a través de su mecánica de matrices; como apunta Jammer, se trataba de un enfoque *algebraico* que, a partir del carácter discreto que se observaba para las líneas espectrales, ponía énfasis en el aspecto de *discontinuidad*; a pesar de renunciar a las descripciones clásicas en el espacio y el tiempo, era en última instancia la teoría cuya concepción básica era el *corpúsculo*. La de Schrodinger, por el contrario, se basaba en las ecuaciones diferenciales, una herramienta con la que estamos más familiarizados, en forma análoga a la mecánica clásica de los fluidos y capaz de sugerir una representación de fácil visualización; constituía un enfoque *analítico* que, partiendo de una generalización de las leyes básicas del movimiento, ponía énfasis en el aspecto de *continuidad*.

Estamos tratando aquí, dice Holton, desde luego, de la clase de fidelidad intelectual, o "deseo incontenible", que caracteriza la verdadera adhesión a un *thema*. En muy rara ocasión ha existido otra lucha más clara entre *themata* diferentes a la busca de adeptos, o un conflicto más evidente entre criterios estéticos de elección científica a la luz del mismo

conjunto de datos experimentales.

Puede creerse que Bohr, poco después de los debates entre Heisenberg y Schrodinger, haya desarrollado un punto de vista que le permitiese aceptar ambos miembros de la pareja continuidad/discontinuidad (que Holton representa  $\Theta, \bar{\Theta}$ ) como imágenes válidas de la naturaleza aceptando la dualidad onda-partícula como hecho irreductible, en lugar de tratar de englobar un miembro de la pareja en el otro tal como había tratado de hacer al desarrollar el enfoque basado en el principio de correspondencia... Al reconocer esto, Bohr extrajo una consecuencia poco corriente en la historia del pensamiento: introdujo explícitamente un nuevo *thema* o, al menos, identificó un nuevo tema que no había sido de manera consciente parte de la física contemporánea. En especial, Bohr pidió a los físicos que aceptasen tanto  $\Theta$  como  $\bar{\Theta}$ , aunque no se considerase a ambos centro de atención al mismo tiempo. Ni tampoco se trata de transformar a  $\Theta$  y  $\bar{\Theta}$  en una nueva entidad. Lo que sucede más bien, nos dice Holton, es que ambos existen en la forma "o  $\Theta$  o  $\bar{\Theta}$ ", dependiendo de la elección de las preguntas teóricas o experimentales que decidamos hacer.

Veamos finalmente la influencia de Kierkegaard sobre Bohr. Es esencial, dice Holton, que nos demos cuenta de que un rasgo característico de la "dialéctica cualitativa" de Kierkegaard es la aceptación de tesis y antítesis, sin pasar a otra etapa en

la que se resuelve la tensión por medio de la síntesis... El énfasis que Kierkegaard ponía en la discontinuidad entre incompatibles, en el "salto" en lugar de la transición gradual, en la inclusión del individuo y en la dicotomía inherente, era tan "poco clásico" en filosofía como lo iban a ser en la física los elementos de la doctrina de Copenhague: saltos cuánticos, causalidad probabilística, descripción dependiente del observador.

Pero, nos alerta Holton, sería tan absurdo como innecesario tratar de demostrar que las concepciones de Kierkegaard fueron traducidas directamente y en detalle por Bohr desde su contexto filosófico y teológico a un contexto físico. Por supuesto que no lo fueron. Todo lo que uno debe hacer es permitirse la enriquecedora experiencia de leer a Hoffding, profesor de filosofía en la Universidad de Copenhague y amigo de la familia de Bohr, y a Kierkegaard a través de los ojos de una persona que es primariamente un físico, esforzándose, como hacía Bohr, primero en su trabajo de 1912-1913 sobre modelos atómicos, y de nuevo en 1927, en "descubrir una cierta coherencia en las nuevas ideas" al tiempo que sopesaba las demandas conflictivas, paradójicas, irresolubles, que planteaban la física clásica y la física cuántica y que constituían casi la desesperación de la mayoría de los físicos de la época.

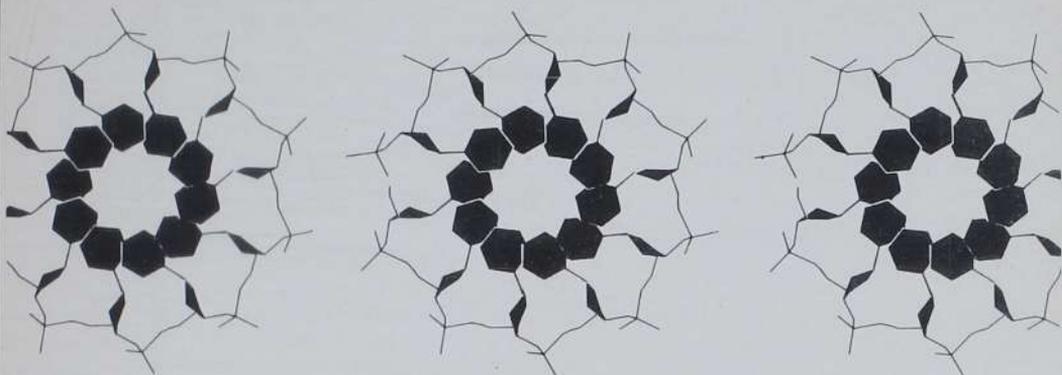
Se ha querido, con cierta justificación, sobre todo en los primeros años del Racionalismo, mantener el discurso científico en el plano contingente,

es decir, en el que un concepto o proposición científica tiene aplicabilidad. Pero es evidente que "observar" implica mucho más. Existen prejuicios inevitables en cada individuo, que en sí mismos no son verificables ni refutables. El estudio del ascenso o la caída de una preocupación temática, dice Holton, se cuenta entre los problemas más interesantes para el historiador. En el mundo del control automático, un autómatas "triumfa" en el plano contingente, pero no en el plano temático, pues no hace descubrimientos cualitativamente nuevos. En cambio el investigador se mueve sobre su sensibilidad, aun a expensas del éxito en el plano contingente. Introducir el análisis temático, como un antropólogo que escucha historias épicas buscando la estructura temática subyacente y los elementos recurrentes, no significa encajar discusiones temáticas dentro de la práctica de la misma ciencia. Adoptar, pues, cierto enfoque etológico, más que estructural-formalista. Verdaderamente, dice Holton, una de las grandes ventajas de la actividad científica es que, en el plano contingente, hay muchas preguntas que no es lícito plantear, concernientes, por ejemplo, a la "realidad" del conocimiento científico.

*Contraria sunt Complementa* blandió Bohr al hallar el intersticio que iluminara significativamente la paradoja onda —partícula de la materia, fiel a su tema.



# 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 prerrequisito 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 (acta 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 Ticamán  
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