

F2469

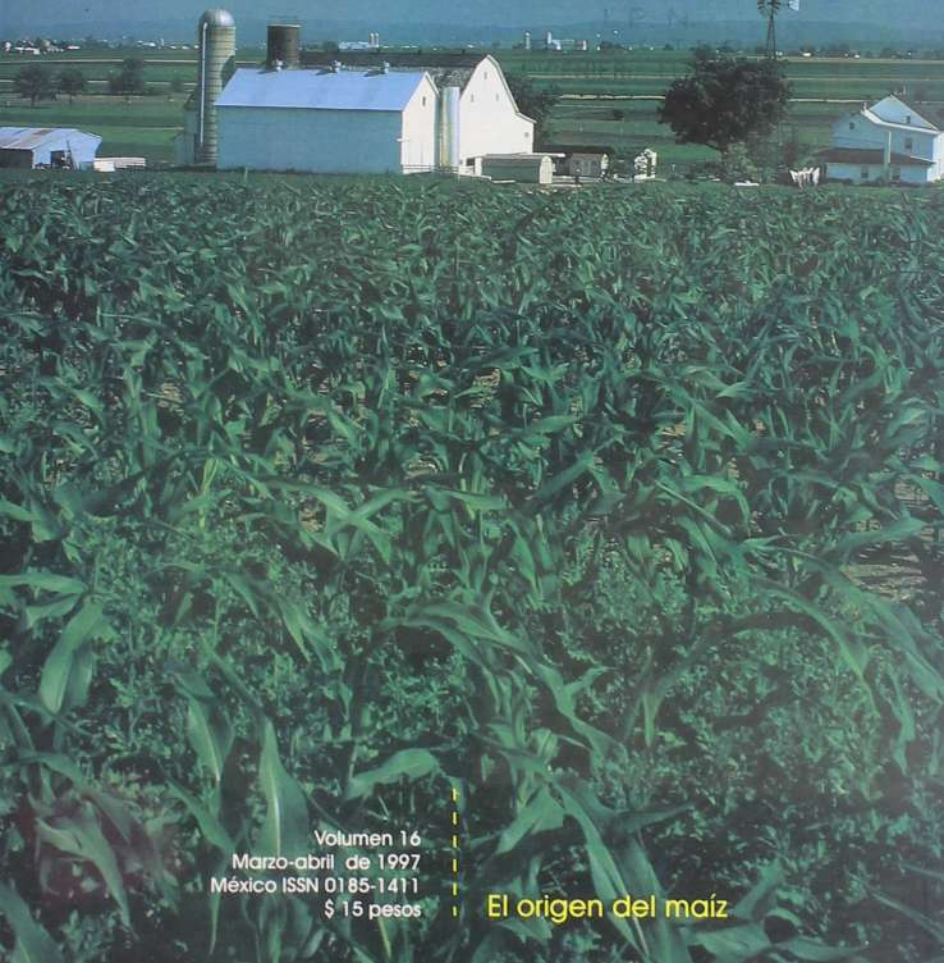
AVANCE Y PERSPECTIVA

Órgano de difusión del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I.P.N.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS DEL I.P.N.

ESTACION 1137, P.O. BOX 58

I.P.N.



Volumen 16
Marzo-abril de 1997
México ISSN 0185-1411
\$ 15 pesos

El origen del maíz

El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

es una institución dedicada al desarrollo de la **Ciencia y la Tecnología** y a la **enseñanza** en el nivel de posgrado en 4 áreas: Ciencias Exactas, Ciencias Biológicas, Ciencias de la Ingeniería y Tecnología y Ciencias Sociales.

Dentro del área de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, **El Departamento de INGENIERÍA ELÉCTRICA** ofrece programas de **Maestría y Doctorado** (con opción de Doctorado Directo) en Ciencias con la especialidad en:

Computación

Líneas de Investigación y Desarrollo

Fundamentos de la Computación

Inteligencia artificial

Tecnología de Software

Computación Paralela y Distribuida

Comunicaciones

Líneas de Investigación y Desarrollo

Gestión de Datos

Radio comunicaciones

Procesamiento de Señales

Telefonía

Control Automático

Líneas de Investigación y Desarrollo

Teoría de Sistemas

Control Robusto

Robótica y Visión por Computadora

Simulación y Control de Procesos

Electrónica del Estado Sólido

Líneas de Investigación y Desarrollo

Materiales Semiconductores:
Preparación y Caracterización

Dispositivos Semiconductores

Diseño de Circuitos Integrados de Alta Integración

Bioelectrónica

Líneas de Investigación y Desarrollo

Rehabilitación

Bioinstrumentación y Procesamiento de señales

Diseño de circuitos integrados y sensores

Coordinación Académica
email: phd@cinvestav.mx
Ext: 303 Fax: 747-70-80

Coordinación Académica
email: smad@mvax1.red.cinvestav.mx
Ext: 3315 Fax: 747-70-82

Coordinación Académica
email: dar@mvax1.red.cinvestav.mx
Ext: 3425 Fax: 747-70-88

Coordinación Académica
email: gon@helict.cinvestav.mx
Ext: 3208 Fax: 747-70-89

Coordinación Académica
email: card@mvax1.red.cinvestav.mx
Ext: 3141 Fax: 747-71-14





Centro de Investigación
y de Estudios Avanzados del IPN
CINVESTAV

DIRECTOR GENERAL
Adolfo Martínez Palomo

SECRETARIO ACADÉMICO
Manuel Méndez Norell

SECRETARIO DE PLANEACIÓN
Luis Alfonso Torres

SECRETARIO DE RECURSOS
HUMANOS Y MATERIALES
Leonardo Contreras Gómez

AVANCE Y PERSPECTIVA

DIRECTOR EDITORIAL
Enrique Campesino Romeo

EDITORIA ASOCIADA
Gloria Novoa de Vitagliano

COORDINACIÓN EDITORIAL
Martha Aldape de Navarro

DISEÑO Y CUIDADO DE LA EDICIÓN
Rosario Morales Álvarez

APOYO
Sección de Fotografía
del CINVESTAV

CAPTURA
Pilar Moreno
María Gabriela Reyna López
Josefina Miranda López

CONSEJO EDITORIAL

Jesús Alarcón

MATEMÁTICA EDUCATIVA

René Asomoza

INGENIERÍA ELÉCTRICA

Marcelino Cerejido

FISIOLOGÍA

Eugenio Friszone

BIOLOGÍA CELULAR

Jesús González

LAB. DE QUERÉTARO

Luis G. Gorostiza

MATEMÁTICAS

Luis Herrera Estrella

UNIDAD ICAPUATO

María de Ibarrola

INVESTIGACIONES EDUCATIVAS

Eusebio Juaristi

QUÍMICA

Miguel Ángel Pérez Angón

FÍSICA

Juan Carlos Seijo

UNIDAD MÉRIDA

Gabino Torres Vega

FÍSICA

AVANCE Y PERSPECTIVA

SUMARIO

Vol. 16

marzo-abril de 1997

- 91 *El origen del maíz*
Juan de Dios Figueroa Cárdenas y Ramón Aguilar García
- 99 *Servicios móviles inalámbricos*
Valeri Kontorovitch, Concepción Ruiz Sánchez y Mauricio Lara Barrón
- 107 *El principio isolobal: un puente entre la química orgánica, inorgánica y metalorgánica*
Herbert Hommer

PREMIOS NOBEL EN CIENCIAS 1996

- 113 *El Premio Nobel de química*
Angeles Paz
- 119 *Superfluidez del helio 3*
Pedro González Mozuelos
- 123 *El Premio Nobel de medicina nuevamente para los inmunólogos*
Leopoldo Santos Argumedo

PERSPECTIVAS

- 127 *Compartir el conocimiento adquirido*
Pablo Rudomín

PERFILES DE INVESTIGACIÓN

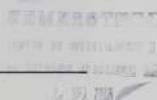
- 131 *¡Saïam ha muerto!*
Rafael Baquero

DOCUMENTOS

- 135 *El Proyecto Juriquilla: ideales y metas comunes*
Adolfo Martínez Palomo
- 137 *Definir el perfil de las universidades estatales*
José Luis Morán López



FT009546



NOTICIAS DEL CINVESTAV

- 141** *Primeros investigadores eméritos del Cinvestav*
Jorge Aceves, Pedro Joseph Nathan, Pablo Rudomín, Jersy Plebanski
- 143** *Premios Nacionales de Ciencias y Artes 1996*
José Luis Morán López, Adolfo Guzmán Arenas
- 144** *Gerardo Gold, director de la Unidad Mérida*
- 145** *José Víctor Calderón, jefe del Departamento de Bioquímica*
Siete investigadores del Cinvestav ingresan a la Academia Mexicana de Ciencias

LIBROS Y REVISTAS

- 149** *La escalera del Universo, de Carlos Chimal*
Jorge Hirsch
- Profiles, Pathways and Dreams, de J. I. Seeman*
Eusebio Juaristi

MATICES

- 153** *Auto-nomia*
Luis E. Moreno Armella

Portada: Campos de cultivo de maíz. Foto: Bill Harris.

Avance y Perspectiva, órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CINVESTAV, es una publicación bimestral. El número correspondiente a marzo-abril de 1997, volumen 16, se terminó de imprimir en febrero de 1997. El tiraje consta de 8,000 ejemplares. *Editor responsable:* Enrique Campesino Romeo. Oficinas: Av. IPN No. 2508 esq. Cza. Ticomán Apdo. Postal 14-740, 07000, México, D.F. Certificados de licitud de título No. 1728 y de contenido No. 1001 otorgados por la comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación reserva de título No. 577-85 otorgado por la Dirección General del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública. Publicación periódica: Registro No. 01603-89, características 220221122, otorgado por el Servicio Postal Mexicano. *Negativos, impresión y encuadernación:* Litográfica HERFAR, S.A. de C.V. Dr. García Diego 45-H, Col. Doctores, México, D.F. *Avance y Perspectiva* publica artículos de divulgación y notas sobre avances científicos y tecnológicos. Los artículos firmados son responsabilidad de los autores. Las instrucciones para los autores que deseen enviar contribuciones para su publicación aparecen en el número enero-febrero de 1997, vol. 16, pág. 74. Se autoriza la reproducción parcial o total del material publicado en *Avance y Perspectiva*, siempre que se cite la fuente. *Avance y Perspectiva* se distribuye en forma gratuita a los miembros de la comunidad del CINVESTAV y a las instituciones de educación superior. Suscripción personal por un año: \$ 90 pesos.

El origen del maíz

Juan de Dios Figueroa Cárdenas
y Ramón Aguilar García

El maíz es una planta muy evolucionada productora de una mazorca perfecta, sin paralelo en otro vegetal, cuyo origen ha recibido mucha atención en los últimos cien años y ha dado lugar a debates entre los científicos. En algunas ocasiones la pasión ha sido tanta que las evidencias obtenidas sobre su origen no sólo provocan rechazo en los investigadores de algún país, sino que han sido considerados agravios u ofensa para el honor nacional. El maíz ha sido alimento, moneda y religión para el pueblo de México y, sin embargo, la memoria histórica del origen del maíz parece haber desaparecido para algunos mexicanos, inclusive hay quienes tienen la idea de que el maíz proviene de Asia. La carencia de información y análisis en este tema nos animó a escribir estas notas sobre las evidencias del origen del maíz. Estas evidencias reflejan la voz del maíz que ha sido escuchada por una clase muy especial de científicos: arqueólogos, antropólogos, botánicos y lingüistas, quienes han desgranado una a una dicha pruebas y han descifrado el lenguaje del maíz.

El maíz es la planta más domesticada y evolucionada del reino vegetal. Según Waman¹ ocupa una posición equiparable a la que tiene el hombre en el reino animal. El origen del maíz ha sido un misterio porque ha llegado a nosotros altamente evolucionado, sin conocerse formas intermedias. A pesar de extensivas búsquedas de las formas silvestres de esta planta, no han sido encontradas². Mientras que los cereales del Viejo Mundo tienen variedades silvestres que se preser-

El Dr. Juan de Dios Figueroa Cárdenas es investigador del Laboratorio de Investigación en Materiales del Cinvestav en Querétaro. El M. en C. Ramón Aguilar García es investigador del INIFAP en el Campo Experimental Norte de Guanajuato.

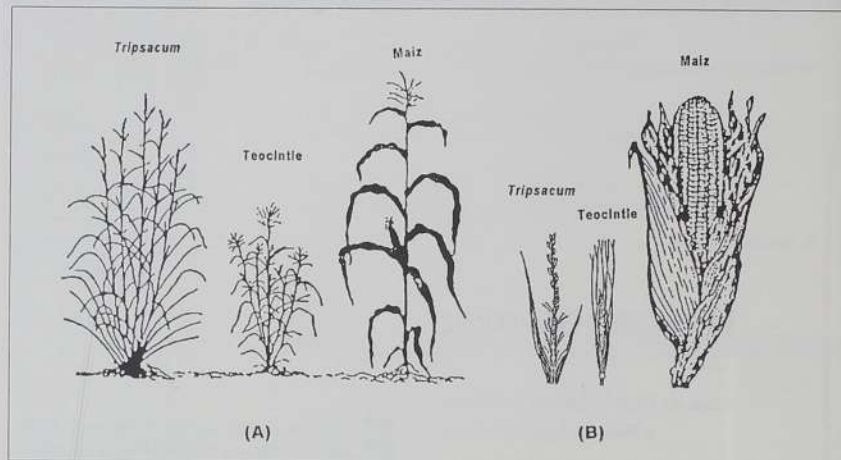


Fig. 1. (A) Planta de maíz y sus parientes. (B) comparación del tamaño de la mazorca y los frutos (espiguillas) del *Tripsacum* y teocintle.

van en la naturaleza, el maíz es conocido solamente por la especie cultivada (*Zea mays*); el ancestro silvestre, el teocintle, es también su más cercano pariente³.

Las plantas que pudieran ser sus antepasados presentan diferencias radicales con el maíz que conocemos (figura 1). Todas las plantas se reproducen solas en la naturaleza, pero el maíz está tan altamente domesticado que necesita la intervención del hombre para su sobrevivencia. La ausencia del maíz en estado silvestre se explica por esta incapacidad de la planta para reproducirse en forma natural. La mazorca, que concentra ordenadamente las semillas y las protege con una cobertura para beneficio de los hombres, impide que el maíz pueda dispersar naturalmente sus semillas para preservarse; son cientos de semillas tan apretadas que si germinaran al mismo tiempo competirían entre sí hasta aniquilarse¹. Sin el trabajo humano, que separa y dispersa las semillas, el maíz desaparecería en corto tiempo.

La domesticación de las plantas y la invención de la agricultura fueron la base del surgimiento y desarrollo de las grandes civilizaciones, un evento excepcional que ocurrió hace alrededor de 10,000 años en muy pocos lugares⁴. Según Vavilov (1951), pueden re-

conocerse ocho centros primarios de domesticación de las plantas y dos de ellos se localizaron en el hemisferio occidental, específicamente en México y el Perú. A partir de esos centros se extendió la agricultura, ya fuera por imitación o conquista^{1,5}.

Sin pretender hacer una historia detallada de la evolución seguida por esta planta, en este artículo se hará una síntesis de los hechos más sobresalientes, registrados en los interesantes trabajos de Warman¹, Galinat³ y Mangelsdorf⁶.

Teorías sobre el origen del maíz

En los pasados cien años ha sido propuesto un número considerable de teorías sobre el origen de maíz. Presentaremos brevemente las cuatro hipótesis principales, así como hipótesis menores sobre el sitio y la forma en que se originó esta planta.

(1) La primera teoría la propuso el naturalista francés Saint Hilaire en 1829. En ella el maíz cultivado se origina del maíz tunicado (*Zea maíz* var. *tunicata*), forma primitiva del maíz en la que los granos están individualmente cubiertos por una gulma o por braqueas como ocurre en los cereales y en la mayoría de los pas-

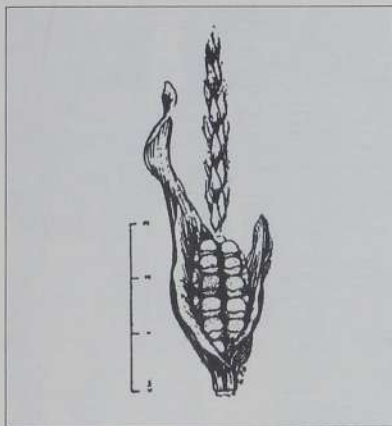


Figura 2. Reconstrucción artística del maíz silvestre prehistórico o arqueológico basada en los especímenes encontrados en Tamaulipas.⁶

tos⁶. Esta teoría tiene su origen en la descripción por el mismo Saint Hilaire de una variedad peculiar del maíz que le fue enviada desde el Brasil y en la cual los granos estaban cubiertos por guilmas^{6,7}. Del conocimiento de estos especímenes concluyó que ese era el estado natural del maíz y que Sud América, probablemente Paraguay, era su origen geográfico.

(2) La teoría del teocintle y algunas de sus variantes fueron establecidas por Ascherson alrededor de 1800 y sugiere que el maíz descende directamente de su pariente más cerano, el teocintle (*Euchlaena mexicana*, ahora *Zea mexicana*), por selección directa, por mutación o por la cruce del teocintle con algún pasto desconocido y actualmente extinguido^{6,7}.

(3) La teoría de que el maíz, el teocintle y el *Tripsacum* (teocintle guatemalteco) descienden por líneas independientes directamente de un ancestro común fue propuesta por Montgomery en 1906 y por Weatherwax en 1955⁷.

(4) La siguiente teoría tripartita se debe a Mangledrof y Reeves y fue presentada en 1930: (a) el maíz cultivado se origina del maíz tunicado; (b) el teocintle es un híbrido de la cruce entre maíz y *Tripsacum*; (c) la

mayoría de las modernas variedades de maíz son producto de mezclas con teocintle, *Tripsacum* o con ambos⁶. En este caso, el maíz tunicado es una forma de maíz silvestre que al domesticarse pierde su envoltura y se cruza con *Tripsacum*. La tetrocruza del *Tripsacum* con el maíz da el teocintle mexicano⁷.

La evidencia más fuerte en contra de la teoría tripartita del origen híbrido del teocintle viene de los estudios de microfotografías electrónicas de la superficie de granos de polen. Estas microfotografías mostraban en los granos de polen de maíz y *Tripsacum* unas protuberancias llamadas *spinules*; en el maíz las protuberancias estaban distribuidas en la superficie del grano, mientras que en el *Tripsacum* ocurrían en círculos. Si el teocintle fuera un híbrido producto de la cruce del maíz y el *Tripsacum* se espera que las protuberancias en el grano de polen siguieran un patrón intermedio entre los patrones de los padres. Sin embargo, el patrón observado fue idéntico al del grano de polen de maíz, por lo que la hipótesis no pudo sostenerse y se abandonó⁶.

Entre otras hipótesis "menores", que periódicamente resurgen para reavivar o reanimar el debate sobre el origen del maíz se encuentra, por ejemplo, la teoría de que el maíz es un híbrido intergenético originado en el sureste de Asia por la cruce de dos especies tales como Coix y el sorgo (*Sorghum*). El gene *waxy*, que produce el maíz con 100% de amilopectina, ha atraído un interés especial desde que en 1918 Collins descubrió la presencia del maíz ceroso (*waxy*) en China. Renació entonces la hipótesis de su origen asiático, que también ha sido influido por el parecido botánico del maíz con los sorgos y la caña de azúcar, cuyo origen es oriental. Sin embargo, después Brieger y Andrés encontraron este tipo de maíz ceroso en Argentina, y se sabe que se encuentra frecuentemente en varias razas de maíz del sur de Brasil y Paraguay⁸.

Origen geográfico

El naturista suizo Alphonse de Candolle (1882) es considerado como el fundador del método científico para establecer el origen geográfico de las plantas cultivadas. Conforme a su metodología, y con ese propósito, cuatro tipos de evidencias deben analizarse: históricas, lingüísticas, arqueológicas y botánicas^{1,8}.

a) *Evidencia histórica.* No existen pruebas del origen histórico del maíz, puesto que en Mesoamérica las evidencias escritas del período precolombino fueron destruidas por la conquista, y las existentes se basan en relatos posteriores. En Europa y Asia no se cita al maíz antes del descubrimiento de América. En particular, no se le menciona en la *Biblia*, ni en hebreo ni en griego, además ni la espiga ni la planta figuran en las representaciones egipcias. Sin embargo, los arqueólogos y etnólogos saben que las antiguas civilizaciones de Perú, América Central y México basaban su alimentación en el maíz y que dicho cereal jugaba parte importante en las ceremonias religiosas. Era, asimismo, elemento preponderante en la decoración y representaciones prehispánicas. Es así como el penacho y la espiga del maíz figuran en las decoraciones de la alfarería y las representaciones de mayas y aztecas muestran una reverencia supersticiosa. Esta planta era tan importante en las sociedades mesoamericanas que muchas ceremonias se dedicaban a Centéotl, dios azteca del maíz, o a Yum Kaak, dios del maíz y la vegetación en la cultura maya⁹.

(b) *Evidencia lingüística.* Al maíz se le conoce en la nomenclatura científica como *Zea mays*, nombre que le otorgó Linneo y significa "grano que proporciona la vida". *Zea* proviene del griego antiguo y significa grano y *mays* es una adaptación del término maíz originario del Caribe, donde los europeos tropezaron por primera vez con la planta y significa "lo que proporciona la vida"⁷.

En casi todas las lenguas del Nuevo Mundo el maíz tiene un nombre propio y exclusivo que no comparte con otras plantas. Los nombres americanos del maíz sugieren claramente una larga experiencia histórica con el maíz, sus productos y sus usos¹.

Por otra parte, teocintle, que en nahuatl significa "maíz de los dioses" (*téotl*, dios y *cintli*, maíz)¹⁰, no aparece en los diccionarios antiguos de esa lengua¹¹. La planta que hoy reconocemos como teocintle probablemente tenía otros nombres más generalizados en la antigüedad: *cocopi* o *cencocopi* y, acaso, *acecentli* o *acincintli*. Actualmente en el valle de México se le conoce como acés o acís, claramente vinculado con un nombre antiguo¹.

(c) *Evidencia antropológica y arqueológica.* La cul-



Figura 3. Fotografía del maíz-teocintle (mazorca y espiga juntos) en la parte superior de la planta con granos esféricos tipo maíz palomero. Este maíz arqueológico presenta algunas características del "tipo silvestre" tales como mecanismos efectivos para la dispersión de su semilla para su sobrevivencia, granos muy pequeños, y endospermo muy duro.

tura de los pueblos americanos antes del contacto conserva la memoria de la domesticación del maíz a través de la literatura mítica. En la leyenda de los soles, mito de la creación según los aztecas ... "los hombres son creados cinco veces más evolucionados y perfectos; el *acecentli* o maíz de agua y el *cencocopi* o *teocintli* —el teocintle— figuran como alimentos de los hombres en las dos últimas creaciones fallidas. En cambio, cuando los hombres se alimentan de maíz en la quinta creación el mundo perdura hasta los narradores ..." (Código Chimalpopoca, 1975). Los hombres del quinto sol domesticaron el teocintle y lo convirtieron en maíz¹². En el *Popol Vuh* de los mayas, después de varios intentos fallidos para crear al hombre se elabora una fórmula duradera y estable, en la que es moldeado

con la sangre de los dioses y masa de maíz^{1, 12}; "...de maíz amarillo y de maíz blanco se hizo su carne; de masa de maíz se hicieron los brazos y las piernas del hombre. Únicamente masa de maíz entró en la carne de nuestros padres, los cuatro hombres fueron creados...".

La antigüedad del maíz

La más antigua evidencia de la existencia del maíz se encontró en las excavaciones para los cimientos de la Torre Latinoamericana a 70 metros de profundidad en el centro de la Ciudad de México. Allí estaban esperando 19 fósiles de polen de hace 80 mil años^{1, 6, 13}. Se supone que dichos fósiles corresponden a polen de maíz o de su ancestro silvestre, ya que el hombre llegó a esta parte del hemisferio 40 mil años después. Estos hallazgos señalaban claramente al centro-sur de México como la zona en que a partir de un ancestro silvestre se domesticó al maíz¹³. Beadle mostró en 1982 que los granos de polen encontrados en la ciudad de México correspondían a teocintle y no al maíz domesticado⁶.

La hipótesis que reconoce al teocintle como el antepasado del maíz explica la desaparición del maíz en estado silvestre. Aún así, falta por resolver el surgimiento de la mazorca. Como se sabe, los órganos sexuales del maíz están separados en la misma planta y son la espiga, órgano masculino que proporciona el polen, y el jilote u órgano femenino. En cambio, en el teocintle los órganos sexuales femeninos están casi en cada nudo del tallo de donde emergen las hojas y presentan mecanismos de dispersión de la semilla (figura 1). Para explicar esta diferencia entre el teocintle y el maíz, Iltis lanzó en 1983 la hipótesis de una mutación súbita a la que llamó transmutación sexual catastrófica, y explica la reproducción y perpetuación natural de la nueva planta. Así podría también explicarse la carencia de evidencias de una nueva planta y de una transformación gradual, pues ésta ocurrió repentinamente.

Los primeros restos del maíz cultivado son mucho más recientes, pero aún así son bastante antiguos. En 1948 en las excavaciones en la Cueva del Muñelago, Nuevo México, se desenterraron especímenes arqueológicos de más de 5000 años. Un año más tarde Manglesdorf, MacNeish y Galiant describieron especímenes similares de 4450 años de antigüedad, y de

2000 los más recientes, encontrados en la Cueva de la Perra, en Tamaulipas^{14, 15}. Se estableció que pese a su antigüedad y tamaño diminuto se trataba de maíz domesticado obtenido por la práctica de la agricultura. En 1960, Richard MacNeish y sus colaboradores iniciaron excavaciones en el Valle de Tehuacán, en el estado de Puebla, que permitieron la reconstrucción parcial del proceso de domesticación del maíz y de otras plantas. Las mazorcas más antiguas de maíz encontradas en Tehuacán, de apenas 2 centímetros de longitud, fueron fechadas aproximadamente en unos 5 mil años antes de nuestra era. Esos especímenes eran de maíz domesticado, puesto que no había manera de que se dispersaran indirectamente, sin intervención humana.

En los últimos cuarenta años, las evidencias arqueológicas, combinadas con los conocimientos botánicos que veremos a continuación, son las que más han contribuido a la resolución del misterio del origen del maíz.

Origen botánico

Las evidencias botánicas, basadas en la distribución geográfica de las variedades cultivadas y silvestres de las plantas, se ven disminuidas por la inexistencia del maíz silvestre. Aun así, la presencia exclusiva en el territorio americano de los parientes silvestres más cercanos al maíz, el llamado teocintle o *Zea mexicana* y el *Tripsacum*, constituyen un poderoso indicio a favor.

El teocintle

La pregunta de qué fue primero, el teocintle o el maíz, puede ser en parte contestada midiendo la distancia evolutiva entre ellos³. Como indica Beadle¹¹ el teocintle ha sobrevivido como planta silvestre al menos durante 7000 años, mientras que el maíz que hoy conocemos requiere de la ayuda del hombre para sobrevivir^{11, 16}. Por estas y otras razones es lógico pensar que el teocintle es el ancestro del maíz y que la transformación de teocintle a maíz ocurrió como resultado de la selección humana^{11, 16}.

Es también igualmente claro que todos los fenotipos de maíz, excepto aquellos muy cercanos al teocintle, carecen de mecanismos efectivos para la dispersión

de su semilla¹⁶. Eso indica claramente que bajo la influencia de una selección natural, el maíz no pudo haberse transformado en teocintle. En contraste, la transformación del teocintle en maíz es completamente posible, por el mecanismo de dispersión de la semilla del teocintle y sus productos intermediarios y, posteriormente, ya en forma de maíz domesticado, la sobrevivencia de su semilla podría haberse facilitado por la intervención del hombre.

Asignarle un nombre científico al teocintle tampoco ha sido fácil. En el siglo pasado, para los taxonomistas de plantas como Schrader (1832) era difícil de creer que de una simple espiguilla de teocintle pudiera haberse originado la mazorca de maíz aun con la más poderosa influencia de selección humana, y sobre todo en una cultura indígena, sin ningún conocimiento de genética¹¹. El primer nombre científico asignado al teocintle fue *Euchlaena mexicana*⁶, con la observación de que "...la planta parece maíz, pero sus semillas son triangulares..." Más tarde, con más evidencias, la planta fue reclasificada como *Zea mexicana* dentro de la tribu *Maydeae*, a la que pertenece el maíz⁶. No existe otro ejemplo conocido en la historia de la clasificación de las especies en la cual se pretenda que la domesticación transforme una planta silvestre de un género a otro totalmente distinto⁶. Esto es como si domesticar un tigre lo convirtiera en un animal de un género totalmente diferente, por ejemplo, en un perro.

Teocintle o *Zea mexicana* se encuentra en México y Guatemala y es muy similar al maíz; ambas plantas tienen en común un gran número de caracteres morfológicos y el mismo número de diploide de cromosomas. La forma anual del teocintle es el tipo más común y tiene 10 pares de cromosomas (2n=20) como el maíz¹⁷. El teocintle perenne tiene 20 pares de cromosomas y solo se encuentra en una región restringida de México¹⁷. La habilidad para dispersar la semilla, carácter austente en el maíz, permite al teocintle ser una planta silvestre¹⁷, endémica en algunas regiones de México, aparece en particular como un tipo de maleza de los maizales en las orillas del lago de Texcoco. Se cruza libre y fácilmente con el maíz dando híbridos fértiles. Produce una semilla comestible dura y mucho más pequeña que la del maíz, sus granos triangulares están dispuestos en un raquis formando una espiguilla por lo que su fruto puede dispersarse sin la intervención humana.

Con respecto al *Tripsacum* (teocintle guatemalteco), tiene una semilla trapezoidal y se encuentra desde México hasta Brasil. La forma diploide contiene 18 pares de cromosomas y la forma tetraploide 36 pares. En los últimos cincuenta años, con la intervención de la genética y la citología, el estudio de la evidencia botánica inclinó abrumadoramente la balanza en favor del origen americano del maíz. Los botánicos le asignan gran importancia al teocintle (*Zea mexicana*) como posible progenitor del maíz. De ser así, su origen geográfico estaría en México.

(d) *Evidencia botánica: evidencias citológicas.* El método citológico tiene mucha relevancia para determinar la distancia evolutiva entre el teocintle y el maíz, puesto que en este caso las características medibles están relativamente libres de la manipulación humana³. Los componentes cromosómicos más estables son los nudos cromosómicos, que son partes de ADN que pueden estar presentes en los brazos de cada uno de los diez cromosomas¹⁸. Los nudos cromosómicos son regiones fácilmente teñibles y se utilizan como marcadores genéticos³.

La magistral interpretación hecha por el Dr. Angel Kato del Colegio de Posgraduados de Chapingo, con el propósito de reconocer las distintas combinaciones de los componentes cromosómicos que pudieran servir, en muchos casos, para distinguir una raza de otra, probó ser un importante medio para confirmar relaciones anticipadas basadas en morfología, fisiología y estudios genéticos de las razas, pero también para descifrar situaciones sospechosas¹⁸. Entre éstas se pueden considerar: (1) la reacción del maíz o teocintle; (2) el mecanismo de formación de las razas; (3) las regiones de origen de la evolución de diversos tipos de maíces; (4) los tipos de maíces que se transportaron de una región a otra.

La información y distribución de nudos individuales, cuando son graficados en un mapa geográfico, permiten seguir las rutas de migración de algunas razas de maíces. La localización de los nudos en el maíz corresponden a los encontrados en los teocintles (*Zea mexicana*) pero no a los presentados por los teocintles guatemaltecos (*Tripsacum*). Por lo tanto, esas son razones de peso para considerar que el maíz que conocemos actualmente fue derivado inicialmente de teocintle que se localizaba en un área muy específica

de México³. De las 36 posiciones de nudos conocidos en el género *Zea*, solamente 22 han sido encontradas en el maíz y todas ocurren en el teocintle mexicano. Las evidencias obtenidas por este método sugieren que la selección del maíz tuvo lugar inicialmente en México, que fue el centro primario de su origen y domesticación hace 7 a 10 mil años (Mangelsdorf 1974), y su posterior dispersión a otras regiones de América del Sur hace 5 a 6 mil años^{7, 9, 18}.

Referente al rol del teocintle en el origen del maíz, McClintock¹⁸ recalcó que los estudios de componentes cromosomales de teocintle llevados a cabo por Kato-Y sugieren que los teocintles mexicanos son la fuente principal del germoplasma genético del maíz en el mundo, y que los teocintles guatemaltecos (*Tripsacum*) han jugado un rol menor en la evolución del maíz.

Razas primitivas

Estudios recientes sobre el maíz arqueológico han demostrado que casi todos los maíces antiguos se caracterizan por las mazorcas y las semillas pequeñas y por las glumas suaves y relativamente largas. Las razas actuales de maíz que poseen estas características son generalmente de tipo reventón o "palomero", y éstos, considerados como una clase, son indudablemente más primitivos que el resto de las variedades de esta planta⁸.

El maíz palomero tiene todavía algunas características del "tipo silvestre", tales como granos muy pequeños y endospermo muy duro, generalmente puntiagudo con terminación curva en la base del grano, así como período vegetativo muy corto. El maíz palomero corresponde a la primera etapa del nivel más antiguo de domesticación⁸.

Reliquias vivientes

Mangelsdorf, MacNeish y Galinat encontraron en 1949 algunos maíces arqueológicos (figura 2) y una espiga de maíz-teocintle en las cuevas de la Perra y Romero, en Tamaulipas, fechados entre 4450 y 2000 años^{14, 15}. Esto nos pareció muy interesante pues el maíz criollo identificado fue el Breve de Padilla, genotipo que es una reliquia viviente de más de 2000 años y todavía se sigue sembrando en esa región, principalmente debido

a sus ventajas de rusticidad, grano chico, precoz, y tolerante a la sequía. En este contexto, nos dio curiosidad por ver si en las siembras de ese maíz algunas plantas segregaban o presentaban características de maíces arqueológicos (mazorca y espiga juntas), de híbridos de maíz-teocintle (espiga con granos esféricos, tipo maíz palomero) registradas por Mangelsdorf y MacNeish en sus investigaciones arqueológicas. Entre varios millones de plantas del maizal tuvimos la suerte de encontrar seis especímenes que, después de madurar, recogimos. Algunos eran verdaderas espigas con granos. Varios de ellos, por ser los únicos con granos en la espiga, se los comieron los pájaros y uno de los que quedaron es mostrado en la figura 3. Genéticamente el gen tunicado *tu* es una mutación en el cromosoma 4. Este gen arcaico permite la presencia de granos de maíz en espiga. Los campesinos nos indicaron que en tiempo de sequía se presentan con frecuencia plantas con moloncos o sin mazorca y con espigas con granos. Esto parece coincidir con los experimentos de Mangelsdorf con genes *tu* en el que plantas sin fertilizar, cultivar, ni regar producen semillas en la espiga. Este mecanismo de supervivencia se podría aprovechar para estudiar en especímenes como el mostrado (figura 3) la expresión genética que gobierna el cambio de maíz a teocintle en condiciones de sequía y sobrevivencia y de teocintle a maíz en condiciones desfavorables de humedad. Por lo visto, el maíz tiene todavía muchas lecciones que enseñarnos.



Notas

1. A. Warman, *La historia de un bastardo: maíz y capitalismo* (Fondo de Cultura Económica, 1993).
2. R. Ramella, *El maíz en la Argentina. La planta y su cultivo* (Editorial Sudamericana, Buenos Aires, 1948).
3. C. W. Galinat, en *Corn and Corn improvement*, Ed. G. F. Sprague (Am. Soc. Agron., Madison, 1977).
4. S. H. Katz, M. L. Hediger y L. A. Valleroy, *Science* **184**, 765 (1974).
5. J. R. Harlan, *Crops and Man* (Am. Soc. Agron., Madison, 1975).
6. P. C. Mangelsdorf, *Corn. Its origin. Evolution and improvement* (Harvard Univ. Press, 1974).

7. C. P. Reyes, *El maíz y su cultivo* (A. G. T. Editor, 1990).

8. F. G. Brieger, J. T. A. Gurgel, E. Paterniani, A. Blumenschein y M. R. Alleoni, *Nat. Acad. Sci., Nat. Res. Council*, Washington, D.C. Pub. 593 (1958).

9. J. D. C. Figueroa, B. F. Martínez, J. González-Hernández, F. Sánchez Sinencio, M. J. L. Martínez y T. M. Ruíz, *Avance y Perspectiva* **13**, 323 (1994).

10. L. Cabrera, *Diccionario de aztequismos* (Colofón, 1992).

11. W. G. Beadle, en *Maize Breeding and Genetics*, Ed. B. D. Walder (Wiley, N. Y. 1978).

12. SEP, *El maíz, fundamento de la cultura mexicana*, Museo Nacional de Culturas Populares (G. V. Editores, México, D. F. 1987).

13. L. M. Roberts, U. J. Grant, E. R. Ramírez, W. H. Hatheway y D. L. Smith, en colaboración con P. C. Mangelsdorf, *Razas de maíz en Colombia* (Editorial Máxima, Bogotá, 1957).

14. P. C. Mangelsdorf, R. S. MacNeish, y W. C. Galinat, *Bot. Mus. Leaflet*, **17**, 151 (1958).

15. P. C. Mangelsdorf, R. S. MacNeish y W. C. Galinat, *Bot. Mus. Leaflet*, **22**, 33 (1967).

16. L. W. Brown, "Introductory remarks to the session

on evolution", en *Maize Breeding and Genetics*, Ed. Walden B. D. (Wiley and Son. Nueva York 1978).

17. W. R. Jugenheimer, *Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas* (Editorial Limusa, México, 1976).

18. B. McClintock, Y. T. Kato y A. Blumenschein, *Chromosome constitution of races of maize*, Colegio de Postgraduados (Chapingo, México, 1981).

19. B. McClintock, en *Maize Breeding and Genetics*, Ed. B. D. Walden (Wiley and Son. Nueva York, 1978).



Servicios móviles inalámbricos

**Valeri Kontorovitch, Concepción Ruiz
Sánchez y Mauricio Lara Barrón**

Siguendo el trabajo pionero de Hertz, los experimentos de Popov, de Marconi y de otros científicos a finales del siglo XIX y principios del XX, se demostró la posibilidad de establecer comunicación entre dos individuos separados por grandes distancias sin la necesidad de recurrir físicamente a un punto determinado o permanecer estáticos. De allí en adelante las comunicaciones (voz, datos, etc.) no se restringirían exclusivamente a usuarios con equipo conectado por cable o fibra, al ser posible mantener una comunicación con libertad de movimiento gracias a los sistemas de radio.

Los transmisores y receptores de radio primitivos eran entonces ruidosos, voluminosos y pesados. Se utilizaban las bandas HF (3-30 MHz) y VHF (30-300 MHz) en su parte baja, y eran dedicados únicamente a aplicaciones militares y servicios de despacho (policía, ambulancia, bomberos, marina, etc.). Estos sistemas primitivos ofrecían baja calidad, debido en gran medida a las características de propagación de las señales de radio y a que en esos días la tecnología era inapropiada para combatir adecuadamente estos problemas de propagación.

Por muchos años la calidad de las comunicaciones móviles inalámbricas estuvo significativamente por debajo de las comunicaciones alámbricas. Ahora, gracias al moderno desarrollo tecnológico, la calidad y la variedad de servicios son comparables.

Los autores son investigadores de la Sección de Comunicaciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica del Cinvestav.

Tabla 1

Año	Acontecimiento
A. Fase 1:	Desarrollos iniciales
1921	Departamento de Policía de Detroit (2MHz)
1932	Departamento de Policía de Nueva York (2MHz)
1934	FCC autoriza 4 canales en el intervalo 30-40 MHz
B. Fase 2:	Posterior a DPLMR
1946	Primer sistema móvil público de Bell Labs (150 MHz)
1947	Sistema móvil para carreteras (35-44 MHz, simplex)
1955	11 canales alrededor de los 150 MHz con 30 MHz de ancho de banda
1956	12 canales en 450 MHz (manual)
1964	Primer sistema automático 150 MHz conocido como MJ (duplex)
1969	Primer sistema automático 450 MHz conocido como MK (duplex)
1971	Propuesta del primer sistema de radio celular de Bell a FCC
1977	FCC autoriza la instalación y la prueba del AMPS
1981	FCC libera la banda de 800-900 MHz para el servicio de radio telefonía móvil celular con 40 MHz de ancho de banda
1990	FCC recibe petición para establecer el nuevo sistema personal de comunicaciones

Nota: DPLMR: domestic public land mobile radio service; FCC: federal communication commission; AMPS: advance mobile phone service; PCS: personal communication services

La evolución de la tecnología permitió después la construcción de sistemas que utilizan las bandas VHF y UHF (300 MHz - 3 GHz), dando como resultado transreceptores confiables y de tamaños razonables para ser transportados por cualquier individuo. Esto facilitó el uso de los servicios móviles y permitió una gran flexibilidad y rápida instalación de los sistemas móviles en el gusto del público.

En la tabla 1 se presentan los acontecimientos principales del desarrollo de la regulación de servicios de radio móvil por parte de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) de los EUA.

El aumento en la demanda de estos sistemas ha generado la necesidad de optimizar el uso del espectro, ya que el número de canales destinados para los servicios móviles no fue suficiente y provocó a finales de los años 70 una saturación importante. Es por esto que surgieron los sistemas de radio telefonía celular, los cuales permiten incrementar la capacidad del sistema, a través de la repetición de canales de radio frecuencia en zonas distantes.

De esta forma, en la década de los ochentas se presenció la introducción de un gran número de sistemas analógicos de radio celular, conocidos como redes de radio móvil públicas (*public land mobil radio*, PLMR). Estos sistemas permiten que, al mismo tiempo que el usuario se mueve libremente, pueda tener conversaciones con cualquier otro usuario conectado a la red telefónica pública conmutada (*public switched telephone network*, PSTN) o bien a la red digital de servicios integrados¹.

El creciente desarrollo en los sistemas de comunicación de datos y la gran movilidad que caracteriza a la sociedad de nuestros tiempos ha provocado el deseo de obtener la información en forma apremiante, sin dejar de lado la posibilidad de desplazarse. Esto ha dado paso a la nueva era de comunicaciones, la cual pretende incluir el acceso a una amplia gama de servicios móviles inalámbricos tanto de telefonía como de datos, donde la comunicación es personal y de alta calidad. En el periodo 1990-2000 se prevé un gran avance en el área de comunicaciones, con el desarrollo de sistemas digitales inalámbricos de telecomunicación y en particular de redes digitales celulares de datos^{1,2}.

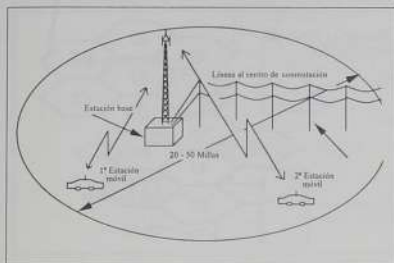


Fig. 1. Sistema convencional de radio móvil.

Radio telefonía convencional y celulares

Los primeros sistemas móviles en utilizarse fueron los conocidos como sistemas convencionales de radio comunicación. El principio fundamental de estos sistemas consiste en cubrir zonas geográficas amplias a las cuales se les asigna un número limitado de canales para el servicio de los usuarios. La figura 1 ilustra este principio. Para conseguir esta cobertura se diseña una estación base transmisora, generalmente en el centro de la zona, con una antena colocada a una altura suficientemente grande como para librar todos los obstáculos (como construcciones, colinas, etc). La señal se transmite con gran potencia, de tal forma que la señal llegue satisfactoriamente al límite geográfico establecido para asegurar la cobertura total de esa zona; que puede llegar a medir hasta cientos de kilómetros cuadrados. Por esta razón, los canales asignados en un área de servicio no se pueden utilizar nuevamente en áreas vecinas, haciendo que estas zonas se manejen en forma independiente unas de otras, con grupos de canales diferentes. Debido a esta autonomía entre sistemas, si el suscriptor abandona la zona de cobertura de su sistema a la mitad de una llamada sufrirá una interrupción total. La capacidad de suscriptores que se pueden atender en estos sistemas depende fuertemente del número de canales disponibles en cada zona.

Siendo sus desventajas principales la baja capacidad y la imposibilidad de mantener el servicio más allá de la frontera, este tipo de sistemas no se pueden integrar a los servicios de la red pública de telefonía. Para

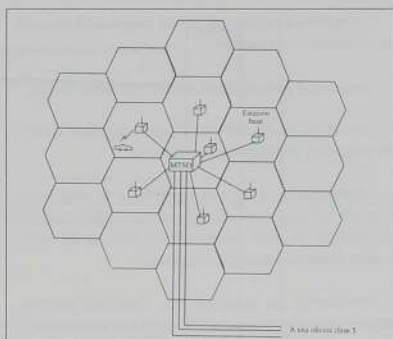


Fig. 2. Sistema celular de radio móvil.

resolver estas limitaciones surgieron innovaciones tecnológicas que dieron como resultado los sistemas celulares de radio telefonía móvil.

A diferencia de los sistemas convencionales, los sistemas de radio comunicación celular dividen una zona geográfica amplia en múltiples zonas denominadas celdas (como lo muestra la figura 2) y utilizan un gran número de transmisores de baja potencia, cada uno para cubrir el área de una celda. Debido a las distancias pequeñas cubiertas por cada transmisor, una frecuencia puede ser utilizada varias veces en diversas celdas no adyacentes. Cada transreceptor de la estación base se conecta a la oficina telefónica móvil de conmutación (MTSO), la cual controla y monitorea el sistema completo y provee la interface a la oficina terminal o a la compañía telefónica local, y proporciona mantenimiento, prueba el desempeño y almacena la información con el propósito de establecer la tarifa correspondiente.

Para evitar que exista colisión con la información de otros usuarios, a cada móvil se le asigna un identificador, con lo que se mantiene un servicio con privacidad.

Al cruzar la frontera entre celdas, la pérdida de la llamada se evita por medio de un mecanismo de control conocido como transferencia de llamada. Así, la estación base de la celda a la que llega el móvil se hace cargo de la llamada en curso con el mínimo de molestias para el suscriptor.

Los objetivos principales de los sistemas de comunicación móvil celulares son:

- capacidad para un gran número de suscriptores;
- uso eficiente del espectro electromagnético debido a la utilización repetida de frecuencias;
- compatibilidad a nivel nacional e internacional, para que los usuarios móviles puedan utilizar sus mismos equipos en otros países o áreas, además de servirlos para diferentes sistemas celulares;

- prestación de servicios como teléfono portable, teléfono vehicular y transmisión de datos, entre otros;

- adaptación a la densidad de tráfico; dado que la densidad de tráfico es diferente en cada punto de la zona de cobertura, los sistemas celulares enfrentan esta diferencia utilizando técnicas de préstamo de canales con las celdas de tráfico bajo;

- calidad del servicio comparable al servicio telefónico regular y accesible al público en general.

Asignación de frecuencias en sistemas celulares

Los sistemas celulares se localizaron en un principio en los 450 MHz y posteriormente se les asignó la banda de 800 a 900 MHz, independientemente de si el sistema es analógico o digital. La motivación principal para la elección se basó en la facilidad de acceso a la tecnología en la banda de VHF; a la baja interferencia del ruido eléctrico en esta banda; a la habilidad de penetrar edificios; a que las interferencias causadas por cambios ionosféricos y por temperatura sigue una ley inversa a la frecuencia, teniendo mejor desempeño a frecuencias más altas; además, los tamaños de las antenas se reducen considerablemente y es posible hacerlas de menos de 30 cm de longitud.

A pesar de estas ventajas, existen algunas desventajas en el uso de esa banda de frecuencias en zonas rurales, donde la atenuación varía con el clima y las pérdidas por propagación se incrementan con el polvo y con el follaje espeso. Las obstrucciones tales como las montañas y edificios provocan áreas de reflexión,

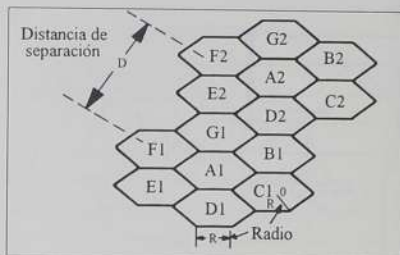


Fig. 3. Área de servicio dividida en celdas, con patrón de siete ($n=7$).

haciendo que la señal se reciba con atenuaciones fuertes.

Conceptos fundamentales

La primera tarea consiste en distribuir los transreceptores a lo largo de toda el área de servicio móvil (MSA) y asignar en forma eficiente las frecuencias de canales a través del área. Esa área total se subdivide en regiones más pequeñas llamadas celdas (representadas en forma hexagonal) y a cada una se le asigna una fracción del total de canales. Los canales utilizados en una celda pueden volver a utilizarse en otra celda separada una distancia suficiente para cumplir con el criterio de interferencia cocanal; esto es que el nivel de interferencia entre las señales en distintas celdas que utilizan el mismo canal de frecuencias esté por debajo de un valor dado; esto se ilustra en la figura 3. El resultado de la reutilización de la frecuencia es un sistema de alta capacidad, el cual requiere control centralizado sofisticado para coordinar las acciones de la red conmutada, las estaciones base y las unidades móviles. Esta coordinación se realiza por medio de canales de control establecidos tanto entre la estación central de control y la estación base, como entre la estación base y la estación móvil. De aquí que existan tres elementos en un sistema celular: el MTSO, uno por sistema; un número variable de estaciones base, dependiendo del área de cobertura y que forman la interface entre la estación móvil y el MTSO; y las unidades móviles (usuarios) distribuidas a través de todas las celdas.

El usuario móvil se comunica a la estación base más cercana utilizando un canal de control asignado a

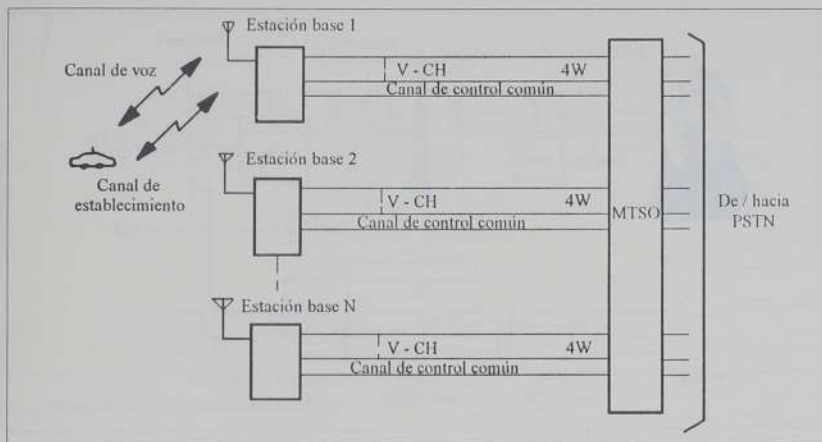


Fig.4 Elementos de un sistema celular.

la celda. La conexión de la celda al MTSO puede hacerse vía microondas, cable, fibra óptica, etc. Todo el intercambio de información por esta línea emplea el estándar de señalización telefónico. Adicionalmente, el MTSO actúa como el controlador de los canales de radio distribuidos en las diferentes celdas, coordina a las estaciones base, el movimiento de los suscriptores, y mantiene la integridad de todo el sistema (Fig. 4).

Los primeros sistemas celulares de radio se instrumentaron utilizando modulación analógica y acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA). Esto es, el espectro disponible se divide y cada banda de frecuencias corresponde a un canal. La comunicación emplea dos canales, uno para transmitir de la estación base a la estación móvil y otro de la estación móvil a la estación base, consiguiendo de esta forma una comunicación bidireccional.

Posteriormente se propusieron los sistemas con modulación digital y acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) combinado con FDMA. En principio se conserva la división en frecuencia que se tiene en los sistemas analógicos, pero la intención es utilizar un canal simultáneamente por más de un suscriptor. Esto se logra enviando información de varios suscriptores en periodos pequeños de tiempo distintos preestableci-

dos sobre una misma frecuencia. En otras palabras, cada frecuencia se utiliza para más de un canal (8 en GSM y 6 en DAMPS). Esto incrementa substancialmente la capacidad de los sistemas. De ahí que a mediados de los años 80 las perspectivas sobre los sistemas celulares sean mayores con los sistemas digitales.

Sistemas de radio celulares digitales

La primera puesta en operación del concepto Celular Digital se hizo en Europa por el grupo especial móvil (GSM). Es una red completamente automática de radio-comunicación móvil con cobertura europea, conectada a la red pública telefónica conmutada y a la red digital de servicios integrados. Los requerimientos técnicos básicos para el sistema GSM son:

- espectro para transmisión de la estación base de 890-915 MHz,
- espectro para transmisión de la estación móvil de 935-960 MHz,
- utilización de la misma estación móvil en toda Europa,

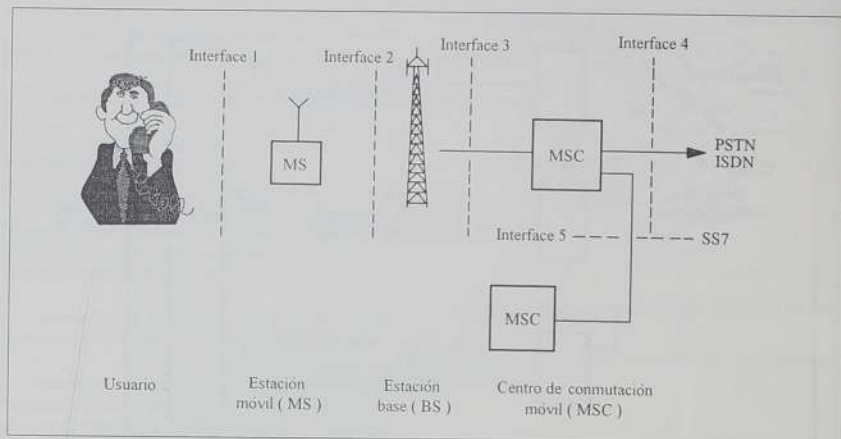


Fig. 5. Sistema digital europeo

- capacidad para acceder el sistema desde ISDN y PSTN,

- privacidad de la información y encriptación,

- capacidad de localización internacional dentro de los países miembros.

Para lograr compatibilidad internacional es necesaria la estandarización de las interfaces (ver Fig. 5). La interface 3 es importante ya que divide la función asociada con el enrutamiento y la conmutación (mobile switching center MSC), de aquellos relacionados con los aspectos de radio ejecutados en la estación base.

El diagrama de bloques de la estación móvil para GSM se presenta en la figura 6.

El sistema americano se desarrolló de acuerdo con el estándar IS-54; a diferencia de los objetivos de compatibilidad del sistema europeo, el sistema americano pretende incrementar la capacidad del sistema digital considerablemente sobre la capacidad de los sistemas analógicos actuales. Los requerimientos técnicos básicos son:

- espectro para transmisión de la estación base de 824-849 MHz,

- espectro para transmisión de la estación móvil de 869-894 MHz,

- coexistencia con el sistema de radio celular analógico actual,

- privacidad de la información y encriptación,

- capacidad absoluta de localización, que permitirá a los suscriptores acceder diferentes facilidades del sistema.

En dos o tres años se tendrá una nueva generación de radio celular, estandarizada en IS-95, la cual utilizará acceso múltiple por división de código⁴.

Telecomunicaciones inalámbricas

Los teléfonos inalámbricos se utilizan por lo general en aplicaciones residenciales para permitir la movilidad al usuario dentro de un área de cobertura limitada.

Las terminales inalámbricas transmiten a potencias bajas resultando en el uso de microceldas de intervalos menores de 100 m. En aplicaciones altamente densas se pueden utilizar celdas mucho más pequeñas, de tal forma que soportan densidades de tráfico mayores.

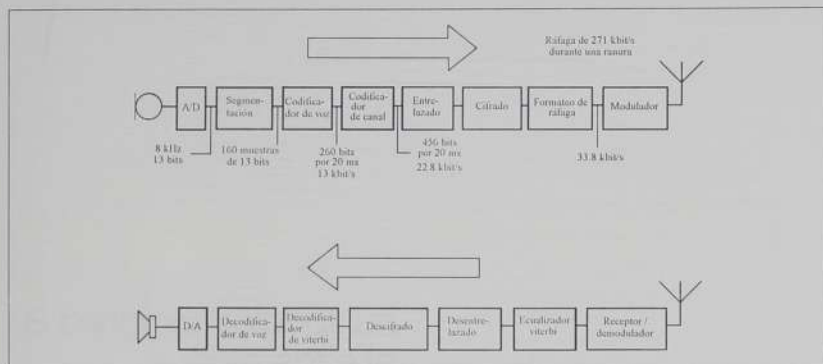


Fig. 6. Diagrama a bloques de una estación móvil GSM.

Los sistemas inalámbricos trabajan en ambientes poco regulados, ambiente de mercado abierto, donde la instalación del sistema y el plan de frecuencia no se puede coordinar o planear.

Existen varios estándares referentes a los sistemas inalámbricos: CT-2, originario de Gran Bretaña, DECT (digital european cordless telecommunications), PHS (Japanese public handiphone system), con las siguientes aplicaciones:

-sistemas residenciales: constituidos por los teléfonos inalámbricos;

-sistemas para negocios pequeños: conmutadores y teléfonos inalámbricos;

-sistemas inalámbricos de acceso público;

-sistemas inalámbricos de lazo de abonado, reemplazando el cableado del lazo local por un sistema inalámbrico y permitiendo el acceso directo al sistema celular.

Las especificaciones para estos sistemas se presentan en la tabla 2.

Tabla 2			
	CT-2	DECT	PHS
Método de acceso	FDMA/TDD	TDMA/TDD	TDMA/TDD
Espectro	864-868 MHz	1880-1900 MHz	1895-1918 MHz
Espaciamento de la portadora	100 kHz	1728 kHz	300 kHz
Número de portadoras	40	10	77
Canales/portadora	1	12	4
Modulación	GFSK	GFSK	PI/4 QPSK
Tasa de transmisión	72 kb/s	1152 kb/s	384 kb/s
Codificación de voz	32 kb/s ADPCM	32 kb/s ADPCM	32 kb/s ADPCM
Duración de la trama	2 ms	10 ms	5 ms
Potencia pico de salida	10 mW	250 mW	10 mW

Servicios de comunicación personal PCS

PCS se define como el conjunto de capacidades que permiten una combinación de terminal móvil, movilidad personal y manejo del servicio. El término PCS se utiliza como un término global para incluir el acceso a varios sistemas inalámbricos y servicios de movilidad personal, dando énfasis en el acceso a los servicios inalámbricos. A este sistema se le ha asignado el espectro alrededor de 1900 MHz. En EUA, PCS está enfocado para soportar un amplio intervalo de servicios inalámbricos que incluyen los sistemas telefonía celulares y microcelulares, telefonía inalámbrica, transmisión de datos y servicios satelitales.

Resumen

La demanda de comunicaciones inalámbricas ha provocado un rápido crecimiento en las diferentes tecnologías inalámbricas optimizadas para ambientes y aplicaciones particulares. Los esfuerzos se están dirigiendo ahora a consolidar ambientes y aplicaciones de radio bajo un solo estandar para la tercera generación de sistemas inalámbricos; esto es, el Futuro Sistema de Telecomunicaciones Público Móvil (FPLMTS) y las Telecomunicaciones Personales Universales (UPT)



Notas:

1. Raymond Steele, *Mobile Radio Communication* (Pentech Press, 1992).
2. Asha Mehrotra, *Cellular Radio Analog and Digital Systems*, (Artech House, 1994).
3. *Cellular Mobile Telephone System*, CME-20 (System Description) Ericsson, Estocolmo, Suecia.
4. I.R. Pandya, Emerging Mobile and Personal Communications Systems, *IEEE Communications Magazine*, **33**, N6, 44 (1995).
5. L.J. Grond, H. Hecker y I. Wilhelmns, *Future Generation of Mobile Telecommunications*, ITU World Telecommunication Forum (1991).
6. I.M. Zaid, Personal Mobility in PCS, *IEEE Personal Communication* **1** N4, 4Q (1994).

El principio isolobal: un puente entre la química orgánica, inorgánica y metalorgánica

Herbert Hommer

El principio isolobal fue introducido en 1982 por Roald Hoffmann; y es una ampliación de los conceptos isoelectrónico e isoestérico que pretenden relacionar a las moléculas por medio del número de electrones y su geometría, respectivamente. El principio isolobal es un puente entre la química orgánica, metalorgánica e inorgánica ya que relaciona la estructura de compuestos de origen variado con las características electrónicas y, en particular, con sus orbitales moleculares¹. Un buen ejemplo lo muestra el compuesto **(1)** mostrado en la Fig. 1, que está formado de dos entidades que por separado son inestables: el ciclobutadieno, un compuesto antiaromático, y el fragmento $\text{Fe}(\text{CO})_3$. Como complejo este compuesto es estable, se le puede guardar en un frasco y aún hacer reacciones en el anillo de ciclobutadieno después de liberarlo. La estabilidad de este complejo se puede explicar con base en el principio isolobal.

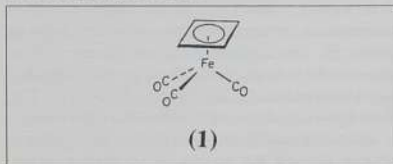


Figura 1.

El Dr. Herbert Hommer es investigador adjunto del Departamento de Química del Cinvestav. El autor agradece la colaboración de la Dra. Bárbara Gordillo en la elaboración de este artículo.

Para entender el principio isolobal hay que deducir la identidad de los fragmentos que forman al compuesto bajo estudio y para hacerlo es necesario hacer

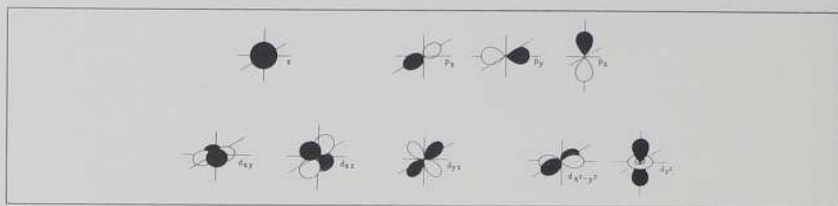


Figura 2.

un estudio rápido de sus orbitales. La Fig. 2 muestra las formas de los orbitales *s*, *p* y *d*. Como los orbitales son representaciones gráficas de funciones de ondas, se puede distinguir entre funciones de tipo par e impar. Los orbitales *p* son funciones de tipo impar respecto a su centro de inversión mientras que todos los orbitales *d* son funciones pares respecto al mismo elemento de simetría. En la figura 2 también se puede ver que los orbitales $d_{x^2-y^2}$ y d_{z^2} se dirigen hacia los ejes del sistema coordinado mientras los orbitales d_{xy} , d_{xz} y d_{yz} se localizan en los planos entre los ejes.

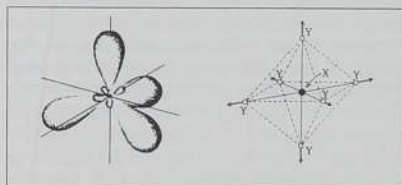


Figura 3(a)

Figura 3(b)

Es bien conocido que en la molécula del metano CH_4 existen cuatro enlaces equivalentes con la geometría de un tetraedro. Estos enlaces equivalentes vienen de una combinación lineal de los orbitales atómicos del carbono, el orbital *s* y los tres orbitales *p*, que a su vez forman cuatro orbitales híbridos sp^3 [Fig. 3(a)]. En el caso de los compuestos ML_6 (*M* = metal, *L* = ligante) es posible imaginar que los seis ligantes se acercan al metal por los ejes de un sistema coordinado, generando un octaedro como el mostrado en la figura 3(b). Para que el metal forme seis orbitales equivalentes se pueden combinar los orbitales que tienen la misma dirección que el sistema coordinado. Estos son el orbital *s*, los tres orbitales *p* y los orbitales

$d_{x^2-y^2}$ y d_{z^2} . Esta combinación forma los seis orbitales híbridos de tipo sp^3d^2 (ó d^2sp^3 respecto a su energía).

En un átomo de un metal, los orbitales *d* tienen la misma energía y se dice que están degenerados. Debido a la interacción con ligantes (por ejemplo en ML_6) los orbitales pierden su equivalencia porque entre los orbitales de los ligantes y los orbitales $d_{x^2-y^2}$ y d_{z^2} del átomo central hay mas interacción repulsiva que con los orbitales d_{xy} , d_{xz} y d_{yz} . Por consiguiente se generan dos series de orbitales: los orbitales $d_{x^2-y^2}$ y d_{z^2} que forman la serie e_g y los orbitales d_{xy} , d_{xz} y d_{yz} que forman la serie t_{2g} .

Ahora tenemos ya la base para deducir el principio isolobal. Empecemos con el metano y su fragmentos (figura 4). Para formar los orbitales del metano se hace una combinación lineal entre los orbitales híbridos sp^3 del carbono y los orbitales *s* de los cuatro átomos de hidrógeno. De este manera se obtienen cuatro orbitales moleculares enlazantes y cuatro orbitales moleculares antienlazantes. Con los ocho electrones que provienen del átomo de carbono y los átomos de hidrógeno se pueden llenar los cuatro orbitales moleculares enlazantes sin ocupar orbitales antienlazantes, por lo cual resulta una molécula estable.

Para formar un fragmento CH_3 se pueden combinar los orbitales de tres hidrógenos con tres de los cuatro orbitales sp^3 del átomo de carbono, de lo que resultan tres orbitales moleculares enlazantes y tres orbitales moleculares antienlazantes y quedan sin interactuar un orbital de tipo sp^3 . Este orbital sp^3 no está involucrado en el enlace y se llama orbital frontera. Para formar el fragmento CH_2 se hace la combinación con dos orbitales híbridos sp^3 del átomo de carbono y dos átomos de hidrógeno. De esta manera se obtienen dos orbitales enlazantes, dos orbitales antienlazantes y

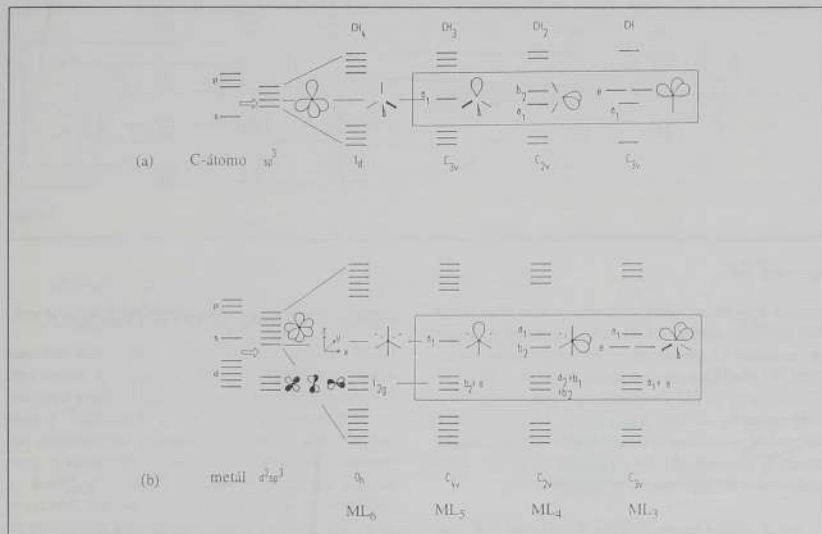


Figura 4(a) y 4(b).

dos orbitales frontera. Un proceso similar es usado para construir el esquema de los orbitales moleculares para el fragmento CH que da como resultado un orbital enlazante, otro antienlazante y tres orbitales frontera.

En un complejo ML_6 octaédrico hay un orbital de tipo s , tres orbitales p y cinco orbitales d , en total 9 orbitales atómicos provenientes del metal. Como ya se mencionó, se forman los híbridos d^2sp^3 con los siguientes orbitales: los orbitales s , p y la serie e_g ($d_{x^2-y^2}$, d_{z^2}) de los orbitales d y lo que queda son los tres orbitales de la serie t_{2g} . Entonces hay seis orbitales híbridos (d^2sp^3) y los tres orbitales t_{2g} , en total nueve orbitales. Para formar un complejo del tipo ML_6 en consecuencia se hace la combinación lineal de los orbitales híbridos del átomo de metal con los orbitales de los seis ligantes, resultando así un esquema de orbitales moleculares como el que se muestra en la figura 4(b).

Para la formación del fragmento ML_5 se combinan los orbitales de los cinco ligantes con cinco orbitales híbridos d^2sp^3 del átomo del metal. El resultado son cinco orbitales moleculares enlazantes, cinco antien-

lazantes y cuatro orbitales frontera que son los tres orbitales t_{2g} y el orbital libre híbrido d^2sp^3 Fig. 4(b). Para deducir los fragmentos ML_4 y ML_3 hay que aplicar el mismo procedimiento y los esquemas que resultan se muestran también en la figura 4(b).

Cuando se comparan los orbitales fronteras de los fragmentos CH_x ($x = 1, 2, 3$) con los fragmentos ML_{x+2} se ve que hay una situación parecida en cuanto a sus orbitales (principio isolobal) que se puede definir en los siguientes términos: *los fragmentos de moléculas son isolobales cuando la cantidad, simetría, energía aproximada, y la forma de sus orbitales fronteras así como la cantidad de los electrones en ellos, es parecida aunque no necesariamente idéntica*. El símbolo para fragmentos isolobales es una flecha con doble cabeza y en medio un círculo pequeño que simula a un orbital a la mitad: $\leftarrow o \rightarrow$.

Ahora cabe preguntarnos ¿cuáles son los fragmentos isolobales del radical metilo ($\cdot CH_3$)? Para buscar fragmentos isolobales llenamos primero el esquema correspondiente con los siete electrones del radical metilo. El resultado se muestra figura 5(a). En el mismo

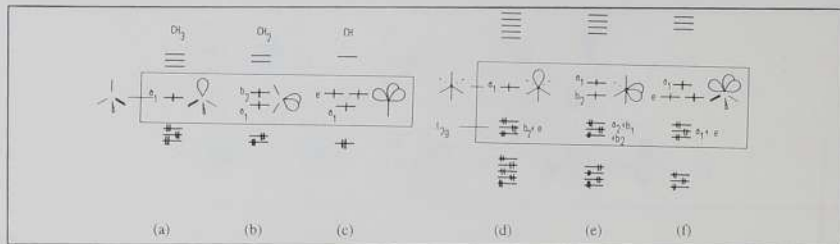


Figura 5(a) - 5(f).

sentido buscamos aquel esquema orbital que tenga una situación similar. Así en el fragmento ML_5 , donde se necesitan 17 electrones, lo encontramos [esquema 5(d)]. El $Mn(CO)_5$ representa un fragmento ML_5 con 17 electrones (el Mn contribuye con siete electrones y cada carbonilo con dos, entonces son $7 + (5 \times 2) = 17$ electrones) es isolobal al radical metilo. En general, llenando y comparando los esquemas se puede llegar fácilmente a las siguientes conclusiones:

(a) Si $Mn(CO)_5$ es isolobal al $\cdot CH_3$, el $Tc(CO)_5$, $Re(CO)_5$ y $Fe(CO)_5^+$, que tienen también 17 electrones, son igualmente isolobales a $\cdot CH_3$.

(b) Si $Mn(CO)_5$ es isolobal al $\cdot CH_3$, los fragmentos $Cr(CO)_5$, $Mo(CO)_5$ ó $W(CO)_5$ son isolobales al fragmento CH_3^+ y $Fe(CO)_5$ (un complejo cuadrado piramidal) es isolobal al CH_3^- .

(c) Complejos con otros ligantes como el $Mn(PR_3)_5$, $MnCl_5^{2-}$ o cada fragmento d^7-ML_5 son isolobales al $\cdot CH_3$. Así también se puede demostrar que el $cpFe(CO)_2$ (cp = ciclopentadienilo) también se presenta como un fragmento isolobal al $\cdot CH_3$. Esto se puede ver fácilmente si se escribe el fragmento $cpFe(CO)_2$ como $cp^+Fe^+(CO)_5$ y se reemplaza cp^+ con tres carbonilos, llegando a $Fe(CO)_5^+$ que es isoelectrónico con $Mn(CO)_5$.

El fragmento $\cdot CH_2$ (un carbeno) se presenta en su estructura electrónica como está dibujado en la figura 5(b)². Su fragmento correspondiente es ML_4 figura 5(e) y en $Fe(CO)_4$ por ejemplo encontramos un representante entre muchos otros. Y finalmente, CH (metino) es isolobal al fragmento $Co(CO)_3$, por ejemplo, como se demuestra en la figuras 5(c) y 5(f) respectivamente.

Aplicaciones del principio isolobal

Iniciemos analizando al radical metilo. Los radicales metilo se dimerizan y forman etano. En el mismo sentido reaccionan $Mn(CO)_5$ ó $Co(CN)_5^{3-}$. Estos fragmentos se dimerizan a $Mn_2(CO)_{10}$ ó $Co_2(CN)_{10}^{6-}$ y cada uno de ellos presenta una química caracterizada por radicales. Además, los fragmentos orgánicos e inorgánicos se pueden asociar llegando a formar a $(CO)_5MnCH_3$ un complejo estable. Aunque ésta no es la manera preferida para sintetizar este compuesto en el laboratorio, sí representa una manera útil para construir la molécula en una hoja, como se muestra en el esquema de la Fig. 6.

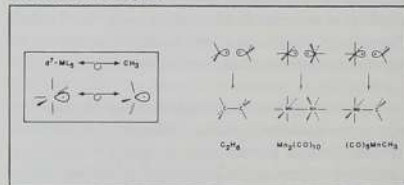


Figura 6

Como hemos visto, el carbeno, $\cdot CH_2$, es isolobal al fragmento $Fe(CO)_4$. Si se dimerizan estos fragmentos se llega al eteno (estructura (2) de la fig. 7), del complejo tetracarbonilhierro-carbeno se conocen derivados de tipo (3), y el $Fe_2(CO)_8$ (4) también. Un ejemplo de este último, es el $Fe_2(CO)_8$ que aunque no se le ha podido aislar, sí se le ha observado en una matriz. Ahora llegamos a un límite del concepto isolobal. Cuando combinamos un fragmento orgánico e inorgánico, no siempre se obtienen moléculas estables, pero se les obtiene muy frecuentemente. En el caso del $Fe_2(CO)_8$ el

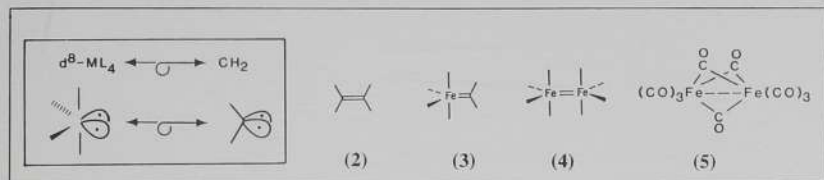


Figura 7.

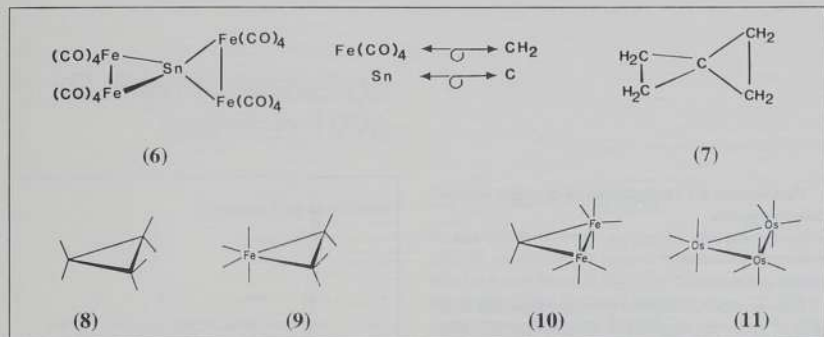


Figura 8.

orbital π^* es muy bajo en su energía y por eso, desde el punto de vista de su capacidad coordinativa, esta insaturado y por consecuencia puede adicionar otro carbonilo para formar el compuesto $\text{Fe}_2(\text{CO})_9$ (5) en la fig. 7.

Es un hecho notable el que dos unidades de $\text{Fe}_2(\text{CO})_8$ se puedan estabilizar por medio de un átomo de estaño como se demuestra con el compuesto (6) de la fig. 8. un complejo de coordinación estable. El estaño está en la misma columna de la tabla periódica que el carbono por lo cual el estaño es isolobal al carbono ($\text{C} \leftarrow \rightarrow \text{Sn}$). Si sustituimos los fragmentos $\text{Fe}(\text{CO})_4$ por CH_2 y Sn por C llegamos a una molécula orgánica que es conocida como espiropentano (7). ¡Maravilloso, uno puede comparar el espiropentano con el "espiropentano inorgánico"!

También se puede reemplazar a los fragmentos CH_2 del ciclopropano (8) y sustituirlos por los fragmentos $\text{Fe}(\text{CO})_4$, llegando a los compuestos como los

que se muestran en las estructuras (9) y (10). Pero si queremos un ciclopropano "metálico" tenemos que sustituir al CH_2 por Os y se obtiene el compuesto (11).

Consideremos ahora un fragmento de tipo $d^9\text{-ML}_3$, por ejemplo $\text{Co}(\text{CO})_3$, el cual es isolobal al metino CH como se mostró en la figura 4(c) y 4(f). Por supuesto hay diferencias en el orden y la energía de los orbitales a_1 y e , pero esta diferencia no es muy significativa. La similitud entre CR ($\text{R} = {}^t\text{Bu}$) y $\text{Co}(\text{CO})_3$ ó $\text{Ir}(\text{CO})_3$ se puede ver en los compuestos (12) - (16) de la Fig. 9. Cabe mencionar que hasta ahora no se ha sintetizado el tetrámero con 4 fragmentos $\text{Co}(\text{CO})_3$ pero si se conoce el homólogo con Ir [compuesto (16)].



Figura 9.

Para resumir los fundamentos del principio isolobal podemos escribir:



Estas ecuaciones denotan que los compuestos inorgánicos tienen un equivalente isolobal orgánico. Este concepto es muy útil ya que con el solo hecho de aplicarlo se podría dar cuenta de la estabilidad de un complejo organometálico. Por ejemplo, sustituyendo dos carbonilos en el $Fe(CO)_5$, por su equivalente isolobal, un ciclobutadieno, se obtiene el compuesto (1), mencionado al inicio de este manuscrito, como un complejo estable.

Es de interés mencionar que este principio isolobal no sólo representa la relación entre fragmentos orgánicos en un tetraedro con los inorgánicos en un octaedro. También relaciona a los fragmentos orgánicos con fragmentos inorgánicos del tipo ML_2 y ML_3 , por ejemplo, los complejos cuadrado planos que se obtienen quitando los ligantes del eje z de los fragmentos octaédricos ML_5 y ML_4 como se muestra en la figura 10. Por supuesto tenemos un esquema de orbitales moleculares diferente en estos nuevos fragmentos, pero todavía sigue siendo un esquema parecido. Sin deducir esta relación en detalle, podemos relacionar los fragmentos de los ejemplos (1) y (2). Finalmente es posible relacionar los fragmentos mostrados en el ejemplo (3), pues el fósforo, el arsénico y el antimonio también existen como tetrámeros [ver por ejemplo compuesto (17) de la fig. 10].

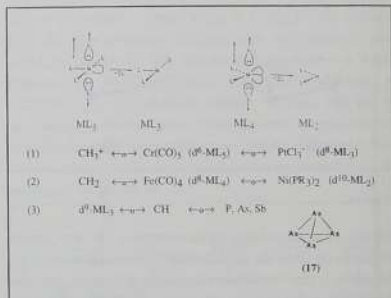


Figura 10.

Notas

1. R. Hoffmann, "Building bridges between inorganic and organic chemistry" (Nobel lecture), *Angew. Chemie, Int. Ed. Engl.* **21**, 711 (1982).
2. Ingo-Peter Lorenz, *Gruppentheorie und Molekülsymmetrie: Anwendungen auf Schwingungs- und Elektronenzustände, aus der Reihe "Werkhefte" des Atempo-Verlags* (Tübingen, 1992);
3. Ch. Elschenbroich, A. Salzer, *Organometallics - A concise introduction* (2nd Ed., VCH-Weinheim, 1992) p. 396.
4. *Encyclopedia of Inorganic Chemistry* (John Wiley & Sons, Nueva York, Vol. 3, 1994) p. 1165.

EL Premio Nobel de química 1996

Angeles Paz Sandoval

La molécula de C_{60}

El buckminsterfulereno o fullereno es una molécula original, constituida por sesenta átomos de carbono, es esférica y está formada por doce pentágonos y veinte hexágonos. Cada átomo de carbono ocupa un vértice y se une a otros tres átomos, lo que origina una molécula de una alta simetría y belleza^{1,2} (figura 1). La importancia del descubrimiento del fullereno es clara al ver que por milenios se han conocido solamente dos formas alotrópicas del carbono (figura 2) y no es sino hasta 1985 que se descubre una tercera forma estable para el carbono.

La química es una de las ciencias más desarrolladas y dentro de ella el carbono es el elemento más estudiado. Así, el aspecto más sobresaliente del fullereno, también conocido como carbono-60 (C_{60}) o *buckyball*, es haber mostrado lo poco observadores e imaginativos que hemos sido para no haberlo descubierto antes. Este descubrimiento nos recuerda que la ciencia no se encuentra, como a veces pensamos, cerca del conocimiento absoluto; y que después de tres siglos de química moderna aún estamos en el umbral. Este hecho permite reflexionar acerca de lo poco que conocemos y de la modestia que debe caracterizar al trabajo de investigación. Los descubridores de esta nueva molécula la denominaron, en virtud de su forma y geometría, buckminsterfulereno, en reconocimiento al arquitecto, humanista, poeta y geómetra Richard Buckminster Fuller² (1895-1993), que popularizó los

La Dra. Angeles Paz Sandoval es investigadora titular del Departamento de Química del Cinvestav.

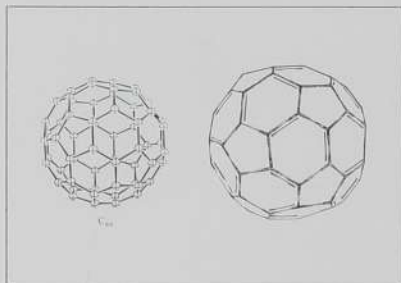


Figura 1. Estructura del buckminsterfulereno (C_{60}).

domos geodésicos, como el construido para el pabellón de Estados Unidos en la EXPO 1967 en Montreal (figura 3). Actualmente ya se conocen muchas otras moléculas esféricas de carbono, que reciben el nombre genérico de "fulerenos", formados por 70, 76 y 84 carbonos, todas ellas con una simetría menos perfecta que el fullereno C_{60} , descubierto por los premios Nobel 1996 Harold Kroto, Richard Smalley y Robert Curl en septiembre de 1985³.

Al comienzo de la década de los ochenta Leo Paquette y sus colaboradores de la Universidad de Ohio lograron la síntesis del dodecaedrano⁴. Esta molécula poliédrica consta de doce caras pentagonales, en donde cada átomo de carbono, dis-

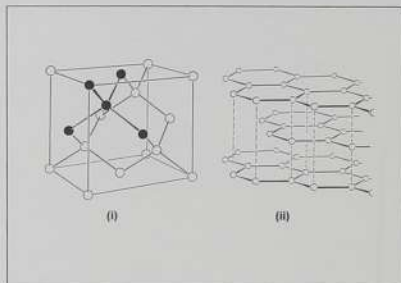


Figura 2. Arreglo de los átomos de carbono en (i) diamante y (ii) grafito.

puestos en los veinte vértices, se une a otros tres átomos de carbono y a un átomo de hidrógeno (figura 4). La exitosa síntesis del dodecaedrano no fue trivial: la ruta de síntesis implicó veintitrés reacciones, lo que da una idea de la dificultad de sintetizar estas moléculas poliédricas vía los métodos convencionales de síntesis orgánica. A partir del descubrimiento del C_{60} llevó cinco años obtenerlo en cantidad suficiente para poder explorar sus propiedades físicas y químicas. Curiosamente quienes prepararon el fullereno en cantidades macroscópicas y por un método reproducible fueron dos físicos: Donald Huffman de la Universidad de Arizona en Tucson y Wolfgang Kratschmer de la Universidad de Heidelberg en Alemania, quienes obtuvieron cristales que estudiaron por difracción de elec-

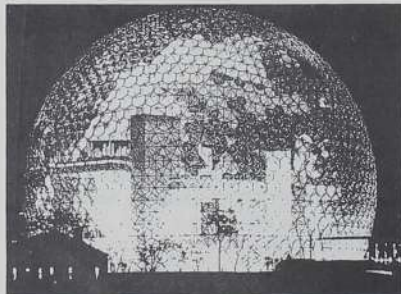


Figura 3. Fotografía del domo geodésico diseñado por R. Buckminster Fuller para la EXPO 1967 en Montreal (tomado del *Angew. Chem. Int. Ed. Eng.* 31, 111, 1992).

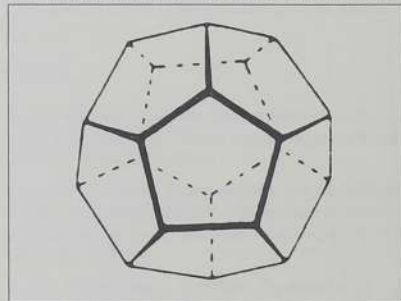


Figura 4. El dodecaedrano ($C_{20}H_{20}$).

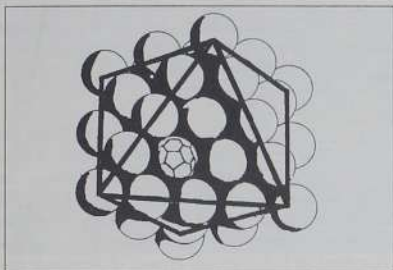


Figura 5. Cristal Fullerita formado por el empaquetamiento molecular de fullerenos, tomada del libro de H. Anderson-Williams: (J. Wiley, 1995) *The most beautiful molecule*.

trones y rayos-X, microscopio de tunelaje de barrido, etc.⁵. Los cristales de fullereno fueron denominados *fullerita* por Huffman (figura 5) y un dato interesante es que la síntesis se llevó a cabo con un equipo extremadamente sencillo, al evaporar electrodos de grafito en una atmósfera de aproximadamente 100 atmósferas de helio. Esto sin lugar a duda permitió que muchos otros grupos comenzaran una carrera en la exploración de moléculas poliédricas, y en nuevas formas cilíndricas del carbono, para detallar sus propiedades y buscar posibles aplicaciones de interés tecnológico, biológico e industrial.

Los descubridores

Harold Kroto nació el 7 de octubre de 1939 en Wisbech, Cambridgeshire, Inglaterra. Estudió química en la Universidad de Sheffield de 1958 a 1961 en donde terminó su licenciatura con honores y obtuvo el doctorado (1961-1964) por su investigación en la espectroscopia electrónica de moléculas inestables (aquellas moléculas que son difíciles de aislar y que no pueden ser almacenadas en una botella, por convertirse rápidamente en otras especies más estables) bajo la supervisión de R. N. Dixon. Después de tres años de investigación posdoctoral en Ottawa y en los laboratorios Bell en Nueva Jersey, inició su carrera académica en 1967 en la Universidad de Sussex, cerca de Brighton en Inglaterra, en donde fue nombrado profesor en 1985, profesor de la Real Sociedad de Investigación en 1991 y recibió el título de Caballero por la corona inglesa a principios de 1996. Las áreas de in-



Figura 6. Modelo de plástico del fullereno diseñado para niños y patrocinado por la Real Sociedad Inglesa de Química.

vestigación principales de Harry Kroto son la espectroscopía: infrarrojo, microondas, fotoelectrón y masas de especies inestables; la ciencia de los cúmulos: cúmulos de carbono, de metales, micropartículas y nanofibras; los fullerenos: su química, física y ciencia de materiales; la astrofísica: las moléculas interestelares y el polvo circum-estelar.

Su gusto por el diseño y el arte gráfico se ha visto plasmado en la publicidad y los logotipos de las reuniones de la Sociedad Química Inglesa, así como en el nuevo diseño de portada de la revista *Chemical Society Reviews*, entre otras. Otra de las actividades prioritarias para Harry Kroto es la divulgación científica; ha colaborado intensamente en escuelas de primaria, en Inglaterra, en Estados Unidos y en Japón, enseñando a los pequeños la belleza de las moléculas y el encanto

del quehacer científico (figura 6). Es director de *Vega Science Trust* y productor ejecutivo de una serie de películas para la televisión inglesa (BBC). Esta serie comprende los *Royal Institution Discourses*, las películas grabadas tocan los temas: *El origen de la vida*, *C60 Buckminsterfullereno*, *la esfera celestial que cayó a la Tierra*, *La química del espacio interestelar*, *Las ondas de electrones revelando el microcosmos*, *La seguridad en las plantas nucleares - ¿Cuál es el problema?*. Harry Kroto visitó el Departamento de Química el mes de agosto pasado, con motivo del 35 aniversario del Cinvestav, participó como conferencista invitado en el Simposio del Área de Ciencias Exactas e inició el evento con una excelente conferencia que todos disfrutamos (figura 7).

Richard Smalley en 1967 trabajaba para la compañía química Shell en el departamento de control de calidad en la planta de polipropileno en Woodbury, EUA. Sin embargo, tiempo después buscó salir de la rutina y desde 1976 trabaja en la Universidad de Rice en Texas en donde es profesor titular. Tiene asignadas las cátedras de química y física, y preside el Instituto de Cuántica de la misma universidad. Richard Smalley es el prototipo de un magnate, tiene una espaciosa oficina repleta de revistas de física y química, perfectamente arregladas en el piso más alto del Edificio de Ciencias Espaciales. A Smalley le gusta discutir con los científicos, paseando de un lado a otro de su oficina, como si se tratase de una reunión corporativa en la que atiende uno a uno a sus visitantes. Tiene un aire militar, trabaja en la frontera entre la química y física tradicionales, entre la teoría y el experimento, eligiendo el campo de los cúmulos para trabajar. El término cúmulo puede definirse como la agregación de moléculas, de manera análoga a la definición de una molécula como la agregación de átomos. Contrastan marcadamente las personalidades de estos dos científicos, ya que Harry Kroto, también fisicoquímico, representa la versión del científico más informal respecto a su forma de vestir, su desaliñado pelo gris, ligeramente largo y pocas veces peinado y con un interés insaciable por el conocimiento *per se*. A pesar de estas diferencias, en 1985 encontraron un objetivo común en la pista del C_{60} . Esta colaboración se inició cuando un año atrás Robert Curl los presentó. Curl trabaja, como Harry Kroto, en la espectroscopia de microondas, en la Universidad de Rice en Texas y su carácter y temperamento le caracterizan en discusiones profesionales

como "abogado del diablo", haciendo objeciones que en general son muy atinadas. Su actitud extremadamente cuidadosa es un hábito excelente en un espectroscopista profesional.

Harry Kroto deseaba establecer la identidad de nuevas moléculas, grabando el espectro de microondas de la radiación que estas moléculas emiten cuando se destruyen para dar lugar a especies más estables, por lo que decidió estudiar el tioformaldehído ($H_2C=S$). Sin embargo, su objetivo se vio nulificado al saber que científicos de U.S. National Bureau of Standards presentaron la evidencia espectroscópica de su presencia en el espacio exterior, por lo que decidió preparar el fosfaeteno $H_2C=PH$, sustancia análoga al tioformaldehído; a partir de aquí, comenzó a estudiar una familia de compuestos con enlaces dobles y triples entre los átomos de fósforo y carbono denominados fosfaalquenos ($H_2C=PH$, $H_2C=PCI$) y fosfaacetilenos ($CH_3C=P$, $XC=P$, $X=$ halógeno, Ph , $N=C$, $N=C-C=C$) siendo los primeros ejemplos en su género y de los cuales Harry Kroto siente un particular orgullo. Así su fascinación por estas moléculas lo llevó a buscar cadenas cada vez más largas como el cianodiacetileno $N=C-C=C-CH$ (HC_5N). El descubrimiento del tioformaldehído en el espacio estimuló el interés de Harry Kroto en la astronomía, lo cual repercutiría en buena medida más tarde en su trabajo. Muchas otras moléculas se encontraron en el espacio interestelar, como el cianuro de hidrógeno (HCN), el formaldehído ($H_2C=O$), el etileno ($H_2C=CH_2$), la acetona (CH_3COCH_3), el alcohol etílico (CH_3CH_2OH); en el ambiente interestelar se detectaba una química muy rica y variada, por lo que Harry Kroto comenzó a explorarlo a través de la espectroscopia. Se inició así una interacción estrecha entre la astronomía y la química, que dio frutos interesantes como el descubrimiento del cianotriacetileno HC_7N y más tarde el HC_9N .

Al tratar de entender cómo se forman estas moléculas y no sólo el descubrirlas, Harry Kroto continuó en el tema, encontrando que éstas podían ser sintetizadas bajo condiciones extremas. Mientras esto ocurría, en Houston Rick Smalley equipaba un aparato para preparar cúmulos con un poderoso láser que permitiría vaporizar sus muestras. Se podrían preparar por vez primera cúmulos de materiales con alto punto de ebullición. Interesado en el estudio de materiales con posi-



Figura 7. En la comida del Simposio del Área de Ciencias Exactas del Chivestav, (de izq. a der.) Robert Wolf, Rosalinda Contreras, Norberto Farfán, Harold Kroto y José Aurelio Ortiz.

bles propiedades semiconductoras para garantizar resultados con interés comercial, Smalley inició junto con sus colegas en Rice, Frank Tittel y Robert Curl, una serie de experimentos para formar cúmulos de silicio y germanio. El láser fue donado por la compañía Exxon, misma que obtuvo simultáneamente un aparato semejante para sus laboratorios en Nueva Jersey y con el cual detectaron la existencia de cúmulos de treinta a ciento noventa átomos de carbono.⁶

En la primavera de 1984, Bob Curl durante una conferencia en Austin, Texas, invitó a su colega Harry Kroto a visitar la Universidad de Rice antes de su regreso a Inglaterra. Bob Curl llevó a Harry Kroto con Rick Smalley. Harry Kroto quedó impresionado por la técnica experimental utilizada por Smalley para vaporizar carburo de silicio y obtener su espectro electrónico. Si esta poderosa técnica permitía producir cúmulos de silicio y otros elementos, en principio podría, según Harry, utilizar grafito y formar especies análogas a las que se han encontrado en las estrellas; podrían producirse largas cadenas de carbono, análogas a las que ya había comenzado a detectar en sus estudios a través del radiotelescopio. También permitiría a Bob Curl confirmar o rechazar una propuesta en relación a que las bandas interestelares difusas podrían ser producidas por largas cadenas de carbono, hipótesis que Curl no aceptaba. La técnica parecía perfecta para estos propósitos y Curl se entusiasmó con la idea. Se planeó así tener un proyecto común con la esperanza de que Smalley aceptara. Sin embargo, el proyecto no era considerado como prioritario porque el grupo de Smalley estaba más preocupado por investigar semiconduc-

tores. Así, después de 18 meses, en agosto de 1985, Curl llamó a Kroto por teléfono para avisarle que los experimentos con el carbono podían iniciarse y Harry Kroto reservó un boleto de avión para la siguiente semana. El deseaba realizar los experimentos personalmente, por lo que el 28 de agosto llegó a la Universidad de Rice.

El descubrimiento

Los experimentos comenzaron el domingo 1 de septiembre junto con los estudiantes Jim Heath y Sean O'Brien. Los primeros resultados confirmaron lo esperado, la química de las estrellas gigantes rojas era la responsable de las cadenas de carbono interestelares. A medida que progresaban los experimentos era más evidente la formación de un pico en el espectrómetro de masas de 720 amu (unidades de masa atómica), que correspondía a una especie con sesenta carbonos ($12 \times 60 = 720$). El espectro del 4 de septiembre fue impresionante (figura 9). Fue en este momento cuando realmente el proyecto cobró interés entre los colaboradores de Harry Kroto. Del espectro se observaba también el pico en 840 amu que indicaba un C_{70} . ¿Cuál sería la estructura del C_{60} y C_{70} ?

Los siguientes días fueron de mucha discusión, particularmente la tarde del viernes 6 de septiembre ya que Harry debía regresar a Inglaterra la semana siguiente. El lunes temprano todos los involucrados estaban convencidos de que la molécula de C_{60} tenía una estructura esferoidal, debido a su falta de reactividad química. Con esta idea en la cabeza, Smalley consiguió en la biblioteca el libro *The dymaxion world of Buckminster Fuller* de R. W. Marks, y empezaron a jugar a acomodar hexágonos con los sesenta vértices del cúmulo de carbono. Harry Kroto regresaba a Sussex al día siguiente, por lo que la noche del lunes 9 invitó al grupo a cenar al restaurante mexicano que ya había empezado a ser el favorito de todos. Deliberaciones fueron y vinieron mientras bebían una *coronita* y Harry Kroto recordó haber hecho un poliedro que mostraba las estrellas del cielo cuando sus hijos eran pequeños. Bob Curl llamó muy temprano el martes para decirle a Harry Kroto que Rick Smalley había hecho un modelo con pedazos de papel y éste necesariamente, para cerrar la esfera, requería de pentágonos. De inmediato Harry canceló el boleto de

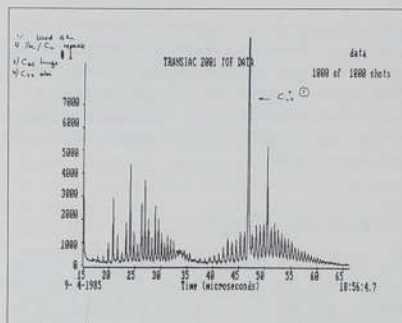


Figura 8. Espectro de masas de los cúmulos de C_{60} y C_{70} preparados el 4 de septiembre de 1985.

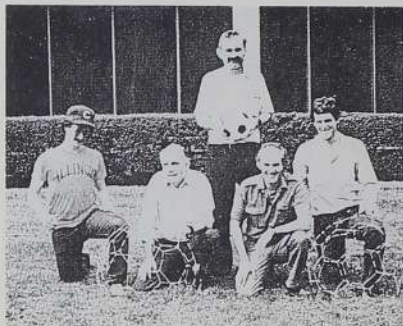


Figura 9. Los cinco responsables del descubrimiento del C_{60} (de izq. a der.): O'Brien, Smalley, Curl, Kroto y Heath.

avión, y decidieron escribir el artículo para publicar el descubrimiento; mientras tanto Rick Smalley consultaba a Bill Veech, matemático de Rice, acerca de tan elegante estructura y en seguida pedía prestada la computadora del Departamento de Bioquímica para modelarla. En ausencia de Smalley, Bill Veech llamó para decirles que podía explicar la figura geométrica de varias formas, pero que en términos prácticos lo que tenían era una pelota de football soccer. El título del artículo fue simplemente su fórmula química, junto con el nombre que habían elegido para la molécula: " C_{60} :Buckminsterfullerene" y se envió a la revista inglesa *Nature* la tarde del miércoles 11 de septiembre de 1985 (figura 9). A partir de entonces fueron cinco años de esfuerzo de varios grupos para sintetizar en cantidades apreciables ésta y otras moléculas esféricas como el C_{70} . La explotación de la química de estas elegantes moléculas ha sido enorme⁷ y ha permitido tener un panorama cada vez más amplio del importante descubrimiento, el cual probó ser no solamente una arma eficaz contra los dogmas académicos, sino también un elemento esencial para el desarrollo de la ciencia de los materiales del siglo XX⁸.



Notas

- 1.-H. W. Kroto, *Angew.Chem.Int.Ed.Engl.* **31**, 111 (1992).
- 2.-H. Aldersey-Williams, *The most beautiful molecule* (J.Wiley, N.Y. 1995).

- 3.-H.W. Kroto, J.R. Heath, S.C. O'Brien, R.F. Curl y R.E. Smalley, *Nature* **318**, 162 (1985).

- 4.-L.A. Paquette, R.J. Ternansky, D.W. Balogh y G. Kentgen, *J.Am.Chem.Soc.* **105**, 5446 (1983).

- 5.-W. Kratschmer, L.D. Lamb, K. Fostiropoulos y D.R. Huffman, *Nature* **347**, 354 (1990).

- 6.- E.A. Rohlfing, D.M. Cox y A. Kaldor, *J.Chem. Phys.* **81**, 3322 (1984).

- 7.- Para más información actualizada sobre el C_{60} y otros fullerenos se puede consultar "Bucky news service" disponible a través de Internet: Bucky@sol1.lsm.upenn.edu.; A. Penicaud, *Educación Química* **6**, 36 (1995).

- 8.-B. Krautler, T. Muller, J. Mayndlo, K. Gruber, C. Kratky, P. Ochsenbein, D. Schwarzenbach y H.-B. Burgi, *Angew. Chem. Int. Ed. Eng.* **35**, 1204, (1996).

La superfluidez en el helio 3

Pedro González Mozuelos

Como todos los años, desde hace casi un siglo, la entrada del otoño en el hemisferio norte es anunciada no solamente por la caída de las hojas, en las latitudes donde esto llega a ocurrir, sino también por dos sucesos ampliamente difundidos: la Serie Mundial de Beisbol (en un mundo que abarca sólo dos países) y el anuncio de los ganadores de los Premios Nobel. El año pasado la Real Academia de Ciencias de Suecia decidió otorgar el Premio Nobel de Física a los investigadores estadounidenses David M. Lee, Robert C. Richardson y Douglas D. Osheroff por el descubrimiento experimental de la superfluidez del He_3 a temperaturas extremadamente bajas¹.

Los gases y líquidos que encontramos cotidianamente tienen la característica de oponer cierta resistencia cuando se les obliga a fluir, lo que se conoce como viscosidad de corte. La propiedad más notable de un superfluido es que esta resistencia desaparece completamente y la viscosidad se vuelve exactamente cero. La viscosidad tiene su origen en las agitaciones térmicas de las moléculas que componen el fluido, las cuales generan una transferencia de momento a través de regiones en el fluido con diferentes velocidades. Esta descripción de la viscosidad en términos clásicos, sin embargo, es incapaz de dar cuenta del fenómeno de superfluidez, por lo que es necesario recurrir al marco conceptual de la mecánica cuántica para poder explicar la existencia de los superfluidos. La superfluidez proporciona a escala macroscópica una de las pruebas más contundentes de la validez de la mecánica cuántica que rige a nivel microscópico.

El Dr. Pedro González Mozuelos es investigador titular del Departamento de Física del Cinvestav.



Douglas D. Osheroff, David M. Lee y Robert C. Richardson.

El He_3 es el isótopo más ligero del elemento helio. El isótopo más común del helio es el He_4 que se caracteriza por tener dos protones y dos neutrones en el núcleo, además de dos electrones orbitando alrededor del mismo. El He_3 tiene el mismo número de protones y electrones que el He_4 , pero solamente un neutrón en su núcleo. Esta diferencia se traduce, en muchas circunstancias, en comportamientos muy diferentes entre ambos isótopos. El comportamiento químico, sin embargo, está determinado principalmente por el número de electrones, por lo que ambos isótopos son igualmente inertes y casi nunca llegan a ligarse químicamente entre sí ni con otros elementos. Esta naturaleza monoatómica del helio le confiere características óptimas como objeto de investigación para aquellos interesados en el entendimiento de las propiedades de la materia a partir de sus constituyentes fundamentales. No obstante, la diferencia en el número de neutrones implica que los átomos de He_3 se incluyen en la clase de partículas conocidas como fermiones, mientras que los átomos de He_4 se incluyen en la clase de partículas conocidas como bosones. La diferencia fundamental entre estas dos clases de partículas elementales es el tipo de leyes estadísticas que se aplican a cada una: en el caso de los fermiones se aplican las leyes de Fermi-Dirac, que prohíben la ocupación del mismo estado por más de una partícula,

mientras que para los bosones se aplican las de Bose-Einstein, que sí permiten la ocupación de un mismo estado por varias partículas.

Cabe señalar que la superfluidez ya había sido observada experimentalmente en el He_4 por el investigador ruso Piotr Kapitza en 1930, y que poco después su compatriota Lev Landau proporcionó una explicación de este fenómeno basada en el mecanismo conocido como condensación de Bose-Einstein. Este mecanismo surge de la posibilidad de que un gran número de partículas pueda llegar a ocupar el estado de más baja energía cuando la temperatura del sistema desciende por debajo de un cierto umbral y, a su vez, estas partículas condensadas son capaces de moverse de una forma muy coordinada que confiere al sistema su superfluidez. En el caso del He_4 esta temperatura de transición se da alrededor de los 2.17 grados sobre el cero absoluto. Es importante apuntar que las partículas que se mencionan aquí no son directamente los propios átomos del helio, sino cierto tipo de partículas *efectivas* (cuasipartículas) que aparecen en la teoría, y que básicamente heredan el carácter bosónico o fermiónico de los átomos correspondientes. Dada la naturaleza fermiónica del He_3 se pensó durante mucho tiempo que era imposible que éste se pudiera volver superfluido, pero con el desarrollo de la teoría estándar

de la superconductividad generado en la década de los años 50 las expectativas se transformaron radicalmente.

La corriente eléctrica dentro de un conductor metálico está constituida por electrones que se mueven bajo la influencia de un campo eléctrico externo. Las agitaciones térmicas en el conductor provocan la aparición de una resistencia al flujo de esta corriente. En este caso, y también desde principios de siglo, se había observado que para ciertos metales, cuando la temperatura llega a ser lo suficientemente baja, dicha resistencia desaparece completamente. Los electrones son fermiones cargados y constituyen en esencia un fluido fermiónico. El modelo teórico desarrollado por J. Bardeen, L.N. Cooper y J.R. Schrieffer (BCS) para explicar la superconductividad recurre a una analogía directa con el fenómeno de superfluidez. El truco central de esta teoría consiste en tomar en cuenta las interacciones efectivas entre los electrones, y observar que esto conduce a la formación de los llamados pares de Cooper en los que el acoplamiento de dos fermiones produce una cuasipartícula de naturaleza bosónica. Una vez que esto ocurre el mecanismo de condensación de Bose-Einstein puede ser invocado una vez más para explicar la desaparición total de la resistencia al flujo².

A partir de la publicación de la teoría BCS se vislumbró inmediatamente la posibilidad de encontrar una fase superfluida en el He_3 , ya que las interacciones entre los átomos de helio tienen una parte atractiva capaz de generar los pares de Cooper necesarios. La extensión de la teoría BCS al caso del He_3 , sin embargo, se vio complicada debido a una diferencia fundamental entre los átomos de helio y los electrones. Además de poseer carga eléctrica, estos últimos son en principio partículas puntuales, es decir, no ocupan volumen, mientras que los primeros son neutros y sí ocupan un volumen finito.

Estos hechos dificultaron el desarrollo de la teoría correspondiente para el He_3 , y en particular, resultó prácticamente imposible determinar la temperatura umbral por debajo de la cual aparecería la superfluidez. A pesar de esto se lograron algunas predicciones importantes acerca de varias propiedades que tendría el He_3 superfluido, pero ante la falta de resultados experimentales concretos el interés en estos estu-

dios decayó notablemente hacia mediados de la década de los 60.³

El escenario cambió radicalmente cuando en 1971 fue obtenida la primera evidencia experimental de una transición de He_3 hacia una fase superfluida. Osheroff, quien entonces trabajaba como estudiante de doctorado en la Universidad de Cornell bajo la tutela de Lee y Richardson, observó unas pequeñas irregularidades en la curva de presión del He_3 a una temperatura de alrededor de dos milésimas de grado arriba del cero absoluto. Puesto que Lee y Richardson estaban buscando otro tipo de transición hacia una fase magnética, estas irregularidades fueron inicialmente malinterpretadas. Un examen más profundo reveló la verdadera naturaleza superfluida de la nueva fase. Este experimento, y otros posteriores, confirmaron y fueron interpretados bajo la luz de las predicciones de la teoría de líquidos fermiónicos desarrollada en la década anterior, y dieron un impulso vigoroso al estudio experimental y teórico de la física de ultrabajas temperaturas.

Como resultado, en la actualidad contamos con tres ejemplos diferentes de líquidos cuánticos: uno formado por bosones neutros, el He_4 superfluido, otro formado por fermiones cargados puntuales, los electrones en un superconductor, y uno más formado por fermiones neutros con volumen finito, el He_3 superfluido. Este último es probablemente el más notable de los tres, presenta en realidad más de una fase superfluida y, en contraste con el He_4 , es más fácil observar en este caso los remolinos sumamente estables que se forman espontáneamente en el seno de un superfluido. Por otro lado, una de las diferencias más importantes entre el He_3 superfluido y los electrones superconductores se puede apreciar en la naturaleza de los pares de Cooper que se forman en cada caso. Cuando los electrones se aparean lo hacen predominantemente de forma tal que el momento angular total es cero, mientras que en el caso de los átomos de He_3 el acoplamiento ocurre de tal manera que dicho momento angular total es diferente de cero. Esto último confiere a las fases superfluidas del He_3 características anisotrópicas que incrementan notablemente la gama de propiedades exóticas que pueden ser observadas. El estudio de estas propiedades, a su vez, ha sido un importante semillero de conceptos y modelos matemáticos que se han aplicado en la búsqueda de explicaciones para

fenómenos tan diversos como la estructura de las estrellas de neutrones y la formación de las galaxias.



Notas

1. (a) D.D. Osheroff, R.C. Richardson y D.M. Lee, *Phys. Rev. Lett.* **28**, 885 (1972); (b) D.D. Osheroff, W.J. Gully, R.C. Richardson y D.M. Lee, *Phys. Rev. Lett.* **29**, 920 (1972).
2. J. Bardeen, L.N. Cooper y J.R. Schrieffer, *Phys. Rev.* **108**, 1175 (1957).
3. *The Helium Liquids*, J.G.M. Armitage y I.E. Farquhar, eds. (Academic Press, 1975).



El Premio Nobel de medicina 1996 nuevamente para los inmunólogos

Leopoldo Santos Argumedo

Los inmunólogos estamos de fiesta una vez más: el premio Nobel de medicina 1996 fue otorgado a dos distinguidos investigadores: los doctores Peter C. Doherty y Rolf M. Zinkemagel. El primero nacido en Australia en 1940 y graduado en patología en la Universidad de Edimburgo y el segundo médico suizo graduado en Basilea. El descubrimiento por el cual les fue otorgado el Nobel se refiere a la naturaleza del reconocimiento del antígeno por parte de los linfocitos T y al papel biológico de las moléculas del complejo principal de histocompatibilidad (MHC).

Para enmarcar adecuadamente este descubrimiento debemos hacer un poco de historia. Para fines de la década de los sesenta estaba bien establecido que la respuesta inmunológica era producto de la activación de un tipo muy peculiar de glóbulos blancos, los linfocitos. Estas células llevan a cabo funciones bien diferenciadas como son la producción de anticuerpos (inmunidad humoral) y la citotoxicidad, así como la cooperación con otros glóbulos blancos (los fagocitos) para la destrucción de patógenos (inmunidad celular). Los linfocitos responsables de la respuesta humoral recibieron el nombre de "linfocitos B" puesto que maduran en la médula ósea (en inglés, *bone marrow*) de los mamíferos; mientras que las células responsables de la inmunidad celular recibieron el nombre de "linfocitos T", puesto que maduran en el timo.

Uno de los paradigmas centrales de la inmunología es la especificidad y sir Macfarlane Burnet, premio No-

El Dr. Leopoldo Santos Argumedo es investigador titular del Departamento de Biología Celular del Cinvestav.

bel de medicina 1960, había propuesto que cada linfocito tenía la capacidad de reconocer uno y sólo un antígeno, aquella sustancia con capacidad de inducir una respuesta inmunológica. Sin embargo, hasta fines de la década de los sesenta se desconocía la naturaleza del receptor del antígeno tanto en células B como T. En 1970, Martin Raff, un investigador británico, coautor del famoso texto de Biología Molecular de la Célula de Alberts *et al.*, describió la naturaleza del receptor del linfocito B, demostrando que se trataba nada más y nada menos que del mismo anticuerpo en una forma asociada a la membrana. El receptor de la célula T no corrió con la misma suerte y tuvo que esperar otros trece años antes de ser identificado. Este descubrimiento posiblemente será reconocido con otro premio Nobel para los inmunólogos que participaron en su búsqueda.

Otra de las grandes incógnitas de la inmunología era la relacionada a la identificación de los antígenos de histocompatibilidad (proteínas que impiden el éxito de los trasplantes entre organismos de la misma especie) y quizá más importante, a la función biológica de estas moléculas. Estas investigaciones le valieron el premio Nobel a tres inmunólogos: Snell, Dausset y Benacerraf, en 1980. Snell y Dausset sentaron las bases genéticas del rechazo de injertos en ratones y humanos, respectivamente, mientras que Benacerraf, un inmunólogo de origen venezolano, descubrió que la inmunidad está regulada por genes asociados al MHC.

Sin embargo, como el mismo Zinkernagel lo describe, "la *raison d'être* de los antígenos de histocompatibilidad no podía ser simplemente el frustrar los esfuerzos de los cirujanos de trasplantes".

Rolf M. Zinkernagel y Peter C. Doherty, ambos jóvenes posdoctorales, se habían embarcado en el estudio de la respuesta inmunológica de ratones infectados con el virus de la coriomeningitis linfocítica (LCMV). Estos trabajos se hicieron en la Escuela de Medicina "John Curtin" en Canberra, Australia, entre 1973 y 1975. Sus experimentos los llevaron a medir la respuesta de citotoxicidad de los linfocitos provenientes de ratones infectados experimentalmente con el LCMV contra células infectadas *in vitro* con el mismo virus. El paradigma central de la inmunidad es la especificidad, por lo que la respuesta citotóxica sólo se observa en ratones previamente infectados o inmunizados con el vi-

rus, contra células infectadas con ese y no con otro virus. Sin embargo, la observación novedosa de estos jóvenes posdoctorales fue demostrar que la célula T citotóxica reconoce no sólo a los antígenos virales sino también a las moléculas del complejo principal de histocompatibilidad (MHC). Como ya se mencionó, la naturaleza del receptor de la célula T era todavía desconocida, pero el paradigma de la especificidad estaba perfectamente bien fundamentado. La conclusión a la que llegaron Zinkernagel y Doherty fue que el receptor de la célula T no sólo debía reconocer al antígeno, sino también a las moléculas del MHC.

La observación clave de Zinkernagel y Doherty, que refuerza aquella ya famosa frase de Pasteur de que la suerte sólo favorece a las mentes preparadas, fue la de observar que los linfocitos T citotóxicos solamente podían matar células infectadas con virus siempre y cuando compartieran el mismo patrón de moléculas de histocompatibilidad. Estos resultados le dieron por primera vez un significado biológico a los antígenos de histocompatibilidad y contribuyeron de manera definitiva a la comprensión de la naturaleza del receptor de la célula T.

En palabras del mismo Zinkernagel, publicadas hace un año, se describen las razones del éxito de sus trabajos, que ahora le valieron el premio Nobel: "La historia del descubrimiento ilustra que una pregunta razonable, la cual puede ser abordada con buena metodología, abre la posibilidad de encontrarse con algo inesperadamente novedoso, lo cual no estaba planeado originalmente". Citándolo nuevamente: "...ciertamente ayudó mucho que Doherty y yo fuéramos relativamente nuevos en el campo, por lo mismo no apegados todavía a los puntos de vista doctrinarios y aceptando los resultados tal y como se dieron. Probablemente el hecho más importante fue que trabajamos con virus perfectamente analizados y con cepas de ratones singénicos excelentemente definidas, proveyéndonos con los vertebrados genéticamente mejor caracterizados".

Tanto Peter C. Doherty como Rolf M. Zinkernagel siguen activos y produciendo inmunología de inmejorable calidad. El primero radica en los Estados Unidos y trabaja en la Universidad de Tennessee investigando los mecanismos de protección en varios modelos de infecciones por virus. El segundo dirige un grupo de in-

investigadores en el Instituto de Inmunología Experimental en la Universidad de Zurich, Suiza. El trabajo de Zinkernagel es quizá el que roza más de cerca la frontera del conocimiento, en opinión de quien esto escribe, ya que desde hace algunos años está empeñado en la resolución de otro de los grandes paradigmas de la inmunología, "la memoria inmunológica", que se refiere a los mecanismos mediante los cuales los organismos vertebrados son capaces de recordar contactos previos con el antígeno. La memoria inmunológica es históricamente la primera manifestación de la inmunidad (Tucídides s. IV A.C.). La vacunación es por lo tanto la aplicación empírica de la memoria inmunológica, iniciada con la variolización en la antigüedad, estudiada por Jenner y Pasteur y fue lo que finalmente dio origen a lo que conocemos hoy como inmunología.

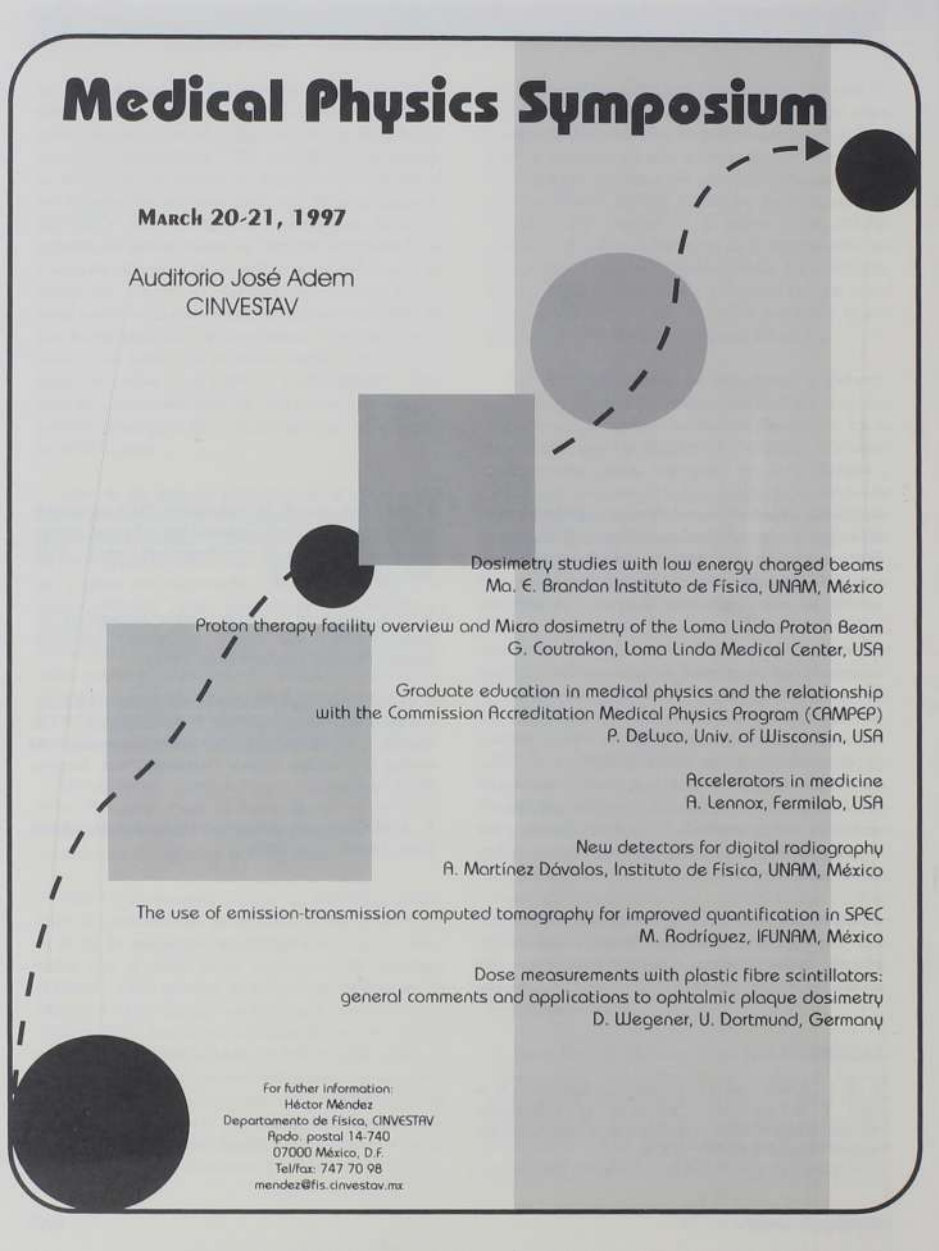
Esperamos que los trabajos emprendidos por ambos investigadores rindan sus frutos y que en un período breve podamos comentar nuevamente sus éxitos.



Notas

1. R. M. Zinkernagel y P. C. Doherty, "Restriction of *in vitro* T cell-mediated cytotoxicity in lymphocytic choriomeningitis within a syngeneic or semiallogeneic system", *Nature* **248** 701, (1974).
2. P. C. Doherty y R. M. Zinkernagel, "H-2 compatibility is required for T-cell-mediated lysis of target cells infected with lymphocytic choriomeningitis virus", *J. Exp. Med.* **141**, 502 (1975).
3. V. L. Sato y M. L. Gelfer, *Cellular Immunology. Selected readings and critical commentary* (Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1981).
4. R. M. Zinkernagel, "About the discovery of MHC-restricted T cell recognition", en R. B. Gallagher, J. Gilder, G. J. V. Nossal y G. Salvatore *Immunology, the making of a modern science* (Academic Press, Londres, 1995).
5. A. M. Silverstein, *A history of immunology* (Academic Press, Nueva York, 1989).

Medical Physics Symposium

An abstract graphic design featuring a dashed line that starts from the bottom left, moves diagonally up and to the right, then curves into a large circle, and finally continues as a dashed line with an arrowhead pointing towards the top right corner. The design also includes several solid black circles and squares of varying sizes, some of which are partially overlapping the dashed line or each other.

MARCH 20-21, 1997

Auditorio José Adem
CINVESTAV

Proton therapy facility overview and Micro dosimetry of the Loma Linda Proton Beam
G. Coutrakon, Loma Linda Medical Center, USA

Graduate education in medical physics and the relationship
with the Commission Accreditation Medical Physics Program (CAMPEP)
P. DeLuca, Univ. of Wisconsin, USA

Accelerators in medicine
A. Lennox, Fermilab, USA

New detectors for digital radiography
A. Martínez Dávalos, Instituto de Física, UNAM, México

The use of emission-transmission computed tomography for improved quantification in SPEC
M. Rodríguez, IFUNAM, México

Dose measurements with plastic fibre scintillators:
general comments and applications to ophtalmic plaque dosimetry
D. Wegener, U. Dortmund, Germany

For further information:
Héctor Méndez
Departamento de Física, CINVESTAV
Apdo. postal 14-740
07000 México, D.F.
Tel/fax: 747 70 98
mendez@fis.cinvestav.mx

Compartir el conocimiento adquirido

Pablo Rudomín

El Dr. Adolfo Martínez Palomo me invitó a pronunciar algunas palabras en nombre de los colegas que hoy recibimos el nombramiento de Investigador Emérito. Es poco lo que puedo hablar por ellos, dado que cada uno de nosotros ha vivido su vida en forma diferente y cada uno tiene su propia visión de lo que es el Centro y de la labor que ha realizado en esta institución. Pero estoy seguro que todos nosotros compartimos un inmenso cariño por ésta que es nuestra casa, en la que hemos pasado la mayor parte de nuestra vida científica. Consideramos la distinción que hoy se nos hace como un reconocimiento por la labor que hemos realizado a lo largo de todos estos años y como una invitación a seguir trabajando mientras tengamos la fuerza y la capacidad para hacerlo, porque las ganas no nos faltan. Además ¿qué otra cosa podríamos hacer después de tantos años dedicados a una actividad que tanto nos apasiona? ¡¡¡Creo que tendrán que tolerarnos hasta el día que nos encuentren muertos enfrente de nuestros escritorios y tengan que habilitar una fosa común enfrente de este auditorio!!!

Yo ingresé al Centro hace 35 años, cuando éste acababa de fundarse, y me ha tocado participar en su crecimiento y su consolidación. He vivido en el Centro, como todos nosotros, momentos de alegría y de tristeza, de logros y fracasos, de ilusiones y frustraciones. De todo ha habido en estos 35 años transcurridos entre muros austeros, en esta casa de la ciencia, en ésta, nuestra casa.

Palabras pronunciadas por el Dr. Pablo Rudomín, jefe del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav, en la ceremonia de entrega de los primeros nombramientos de Investigador Emérito realizada en el auditorio A. Rosenblueth del Cinvestav el 29 de noviembre de 1996.



La ceremonia de hoy me hace meditar acerca de lo rápido que se pasa el tiempo y de lo fugaces que son las glorias personales. Para mí el hacer ciencia tiene sentido únicamente si uno comparte el conocimiento adquirido y si uno acepta que es parte de una cadena que empezó desde el día que el hombre se percató, por primera vez, de su propia existencia. Todos nosotros formamos parte de ese esfuerzo colectivo del hombre por comprender el mundo que le rodea. Nuestra profesión es hacer preguntas y buscar respuestas. También lo es cuestionar el conocimiento establecido. Nuestro quehacer requiere tener estudiantes y compartir con ellos las alegrías y los sinsabores de esa búsqueda continua de conocimiento. Los que hacemos ciencia estamos continuamente insatisfechos acerca de lo poco que se sabe y tratamos de aceptar, no siempre con humildad, el papel que nos ha tocado desempeñar. Hemos recogido la estafeta que nos dejaron nuestros maestros y debemos pasarla con generosidad a los que fueron nuestros estudiantes y ahora son nuestros colegas y compañeros en este viaje tan maravilloso.

Cuando decidí en 1961 declinar una invitación que tenía para trabajar en Nueva York para incorporarme a este Centro, atendiendo la invitación que me hiciera el

Dr. Arturo Rosenblueth, un buen amigo que estudiaba en los EUA, ahora un científico muy distinguido, me dijo que yo estaba loco. El sostenía que en Latinoamérica no se podía hacer ciencia en serio y que lo que debía de hacer era quedarme en los EUA, trabajar, hacerme famoso y entonces tratar de convencer a los dirigentes de mi país, incluyendo al Presidente, acerca de la necesidad de apoyar a la investigación científica. Ni entonces, ni ahora, estuve de acuerdo con esa posición. Para mí el hacer ciencia no es únicamente el contribuir al conocimiento. También lo es luchar, para generar en mi país las condiciones que permitan que haya más investigación científica y que ésta pueda contribuir a la solución de los múltiples problemas que lo afectan. Es luchar para que los jóvenes sientan que la investigación científica es una labor apasionante y necesaria para el bienestar colectivo y para que la ciencia forme parte de nuestra cultura nacional.

Hace apenas una semana, en el Congreso de la Sociedad de Neurociencias en Washington, recordaba yo con este amigo nuestras conversaciones del pasado. Si bien ahora él es un científico distinguido, que da consejos al Presidente de su país de origen y a otros notables, la situación de la ciencia en su país no parece haber cambiado ostensiblemente. Al menos no percibí intención alguna por parte de mi amigo de regresar a trabajar a su país ahora que podría hacerlo en buenas condiciones. Mi amigo sentía que su labor no era del todo apreciada en los EUA. Lo sentí solo y con una profunda nostalgia. Como que había perdido algo en el camino.

A ustedes, colegas del Cinvestav, les toca examinar lo que nosotros, los que hoy recibimos la distinción de Investigadores Eméritos, hemos podido dar al país en términos de conocimiento y de lucha por el desarrollo de la ciencia. Ciertamente no ha sido un camino fácil ni exento de frustraciones. Pero también han habido recompensas. En mi caso personal, sé que mis investigaciones sobre el control presináptico de la información transmitida por las fibras sensoriales en la médula espinal son reconocidas nacional e internacionalmente. En lo administrativo, sé que he tenido aciertos y errores y que he tomado muchas más responsabilidades de las que debería, lo cual me ha diluido más de lo que quisiera, volviéndome muchas veces ineficiente. Ciertamente no soy yo el único caso. La comunidad cien-



tífica en nuestro país es todavía demasiado pequeña y cada uno de nosotros tiene que aceptar responsabilidades que van más allá de la propia actividad científica. Pero no puede ser de otra manera y estas labores adicionales son las que precisamente le dan a uno un sentido de pertenencia. Por eso, a diferencia de mi amigo, yo no me siento solo. Aquí están todos ustedes mis colegas, que como yo, han decidido vivir y hacer ciencia en este país y han contribuido a hacer al Cinvestav una de sus mejores instituciones. Ciertamente queda mucho por hacer y mucho por mejorar.

El Centro ha crecido. En el Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias tenemos más investigadores y estudiantes de los que caben en viejos e incómodos edificios diseñados hace 35 años, a todas luces insuficientes e inadecuados para nuestras necesidades actuales, sin hablar de las futuras. No hablo de las mías o de los ya veteranos en estas lidias. Hablo de las necesidades de los jóvenes investigadores que ya hemos contratado y de los que podamos contratar, porque allí está el futuro. Sé muy bien que el resolver esta situación es una preocupación del actual director general, y que pronto tendremos los espacios y facilidades que estamos esperando desde hace ya cinco años cuando menos.

Pero los años transcurrido me han enseñado que no son los espacios y el equipo los que hacen una buena institución científica. La ciencia se aprende haciendo ciencia y la buena ciencia se aprende trabajando al lado de un buen científico. La libertad académica y el respeto a las ideas son un ingrediente fundamental para que florezca la creatividad intelectual. Esa ha sido una de las características del Cinvestav y creo que es responsabilidad de todos nosotros mantener ese clima de respeto y tolerancia. Respeto a los jóvenes que se inician y respeto a los que han contribuido con su vida y con su esfuerzo al desarrollo de nuestra institución y de la ciencia nacional.

El Cinvestav cumple 35 años y con ello se completa un primer ciclo. Algunos investigadores de los que entonces se incorporaron al Cinvestav siguen activos y todavía tienen camino por delante. Otros están a punto de retirarse. Esta es una experiencia nueva para nuestra institución. Aquí también se completa un ciclo vital y es nuestra responsabilidad entender este proceso y generar las condiciones para que la institución integre la experiencia de la madurez con el entusiasmo de la juventud.

No quisiera terminar sin agradecer la confianza y

ayuda de Flora, mi esposa, que ha tenido la paciencia infinita de soportar mis malos momentos y de alentarme a continuar luchando y trabajando. De mis hijos Isaac y Adrián por todas aquellas horas de tiempo que no les di cuando niños por estar trabajando en el laboratorio hasta altas horas de la noche.

También quiero agradecer la amistad de Jorge Aceves y Carlos Méndez, aquí presentes, con quienes he compartido tristezas y alegrías desde hace más de 40 años, y la de Adolfo Martínez Palomo, con quien comparto una visión semejante acerca del quehacer científico y de lo que debe de ser la ciencia en países como el nuestro.

He compartido mi vida científica aquí en México primero con León McPherson, Motoy Kuno, Harold Dutton, José Madrid, David Carpenter, Robert Burke, Ramón Núñez, Elzbieta Jankowska, Robert Werman, Marcos Solodkin, Ismael Jiménez, Lome Mendell, Robert Schmidt, después con Ana Cardona, Hortensia González, Jorge Quevedo y ahora José Ramón Eguibar, Octavio Ruiz, Joel Lomeli y Elías Manjarez, a quienes agradezco su entusiasmo y dedicación y lo mucho que aprendí de ellos y las muchas horas de trabajo compartido.

También quiero agradecer a las autoridades del Cinvestav por todos estos años de apoyo y confianza, lo que me ha permitido desarrollar mi actividad científica lo mejor que he podido, y a los miembros del de-

partamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencia por su apoyo y amistad. Espero continuar con mi trabajo de investigación y colaborar a la buena marcha del Departamento en la medida de mis posibilidades.



Carlos Villavicencio

i Salam ha muerto !

Rafael Baquero

*El fundador del Centro Internacional de Física
El fundador de la Academia del Tercer Mundo
El gran enamorado de la idea de impulsar el avance de
la ciencia en los países en vía de desarrollo*

Primer encuentro

Por el comienzo de los años ochenta, recibí un día una llamada de un viejo amigo, el Dr. Hector Moreno, en mi cubículo del entonces Departamento de Física del Instituto de Ciencias de la Universidad Autónoma de Puebla. Hector era el jefe del Departamento de Física aquí, en el Cinvestav.

-Rafael, me dijo, estuvo aquí Salam. Quiere que haya más participación de México en el International Centre for Theoretical Physics (ICTP), ¿te interesa?

-Claro, le dije. Y te agradezco mucho por tomarme en cuenta.

Pocos meses más tarde recibí una carta de Trieste donde se me informaba que había sido nombrado Miembro Asociado del ICTP y que pagarían tres estancias más distribuidas en los siguientes seis años.

En el verano de 1982 pisé Trieste, por primera vez. Aunque no tenía las espléndidas instalaciones con que cuenta ahora, ya estaba instalado cerca de Miramar,

El Dr. Rafael Baquero es investigador titular del Departamento de Física del Cinvestav.

una playa al norte de Italia que le cierra el paso a un Mar Adriático de aguas tranquilas, con sus playas rocosas donde los triestinos captan ávidamente las delicias de cada rayo de sol, verano tras verano.

El Centro está a las afueras de la ciudad y, por aquella época, no estaba tan bien comunicado, por lo cual el desfile de investigadores del Tercer Mundo a lo largo de la playa, en las noches deliciosamente tibias y sensuales, era también otra de sus características.

Una excelente biblioteca, conferencias, computadoras, escritorios, comedores en las mismas instalaciones (de los cuales nunca oí a nadie hablar bien), y tiempo, mucho tiempo para pensar, para leer, para aprender. Y gente, gente muy interesante, premios Nobel, hombres famosos, científicos conocidos, jóvenes llenos de esperanza y ambición y, por qué no, uno que otro despistado que no tenía ni idea de lo que podría hacer allí. Y, por supuesto, la oportunidad para tomar esa cerveza que abre alguna relación entre científicos y que, a veces, llega a establecer largas y fructíferas colaboraciones posteriores. Ese es el ICTP.

Y allí, un buen día, a la hora de la comida, que en Trieste es a las 12:00 horas, me encontré, por primera vez, durante ese verano, con Abdus Salam, un hombre no muy alto de estatura, un poco gordito, tez oscura, cabeza redonda, frente amplia, un poco calvo, de cabello no totalmente cano y vestido de traje oscuro con corbata y chaleco, aun en pleno verano. Su sonrisa era afable, calurosa, invitaba a hablarle. Y, en realidad, tenía disponibles dos horas diarias para hablar con quien quisiera verne.

Cuando fui, le conté sobre la fundación del Instituto de Ciencias y del Departamento de Física en la Universidad Autónoma de Puebla. Le conté sobre la fundación de la Maestría y del Doctorado en Física. Me escuchó con interés. Más tarde, por su gestión, Puebla recibiría el primer programa tipo *Federal Agreement* (para el envío de estudiantes a Trieste) en que participó institución mexicana alguna.

Y, después de aquel primer encuentro, nunca pude olvidar una característica de Abdus Salam: sus ojos, sus pequeños ojos pardos brillaban saltarines como los de un adolescente planeando alguna cosilla no ortodoxa. Su mirada era muy inteligente, llena de curiosidad.

Parecía fascinado por la vida. Recordé entonces que un amigo cercano me había contado que, algunos años antes, había visto llegar a Abdus Salam a la famosa Escuela de Les Houches, en helicóptero.

Salam intrigaba, despertaba admiración y respeto.

El profesor

El profesor Abdus Salam fue uno de los mayores exponentes de la física de este siglo. Nació en Jhang, Pakistán, en 1926. Se educó en la Universidad de Panjab, primero, luego en Inglaterra en el St. John College y en los famosos laboratorios de Cambridge y de Cavendish donde obtuvo su doctorado en 1952.

A su regreso a Pakistán fue nombrado profesor en el Government College y en las Universidades de Panjab y Lahore. Allí conoció las consecuencias del aislamiento, de la falta de apoyo, de las dificultades que emanan de un ambiente sin cultura ni tradición científicas, para el desarrollo cabal de un científico. Esa experiencia no sería olvidada nunca por Abdus Salam. Siempre recordaría que la vida le obligó a escoger entre Pakistán y la física.

Es bueno recordar que el aislamiento no fue su único padecimiento en Pakistán. Salam sufrió también por sus creencias religiosas. Pertenecía a la Ahmadiyya, una comunidad religiosa minoritaria y controversial que ha sido perseguida en Pakistán. Incluso, en 1974, un panel internacional de juristas musulmanes le promulgaría una especie de excomunión del mundo islámico.

Así las cosas, se regresó a Cambridge. En 1957 fue nombrado profesor titular de física teórica en el Imperial College de Londres. Desde su nueva posición pudo dar forma a su idea de brindar apoyo a aquellos científicos que, como él, enfrentaban enormes obstáculos para poder desarrollarse en ambientes poco propicios. No es justo que la inteligencia y la pasión científicas del Tercer Mundo se diluyan en dificultades hasta dar casi la sensación de no existir.

En 1964 nació el ICTP del cual sería director hasta diciembre de 1993, cuando ya la enfermedad que lo llevó a la tumba causaba mella en su actividad co-



Abdus Salam (izquierda) cuando entregó a Michael Green la Medalla Paul Dirac en 1989

tidiana. Sólo la muerte le hizo abandonar el Castillo de Miramar en Trieste.

El Castillo de Miramar

Por los alrededores del ICTP se encuentra el hermoso Castillo de Miramar, que se yergue directamente sobre el mar. Las suaves olas parecen acariciarlo, quizás, con la nostalgia de sus glorias pasadas. Hoy es un museo, antes era el alegre albergue de Maximiliano de Austria y de Carlota, tristemente célebres para nosotros, pero idealizados por los italianos con una hermosa historia de amor entre dos jóvenes llenos de vida que terminó en una dramática tragedia.

El amor no debe dejar a Miramar, parece ser la moraleja que uno saca del espectáculo de luz y sonido montado en las cálidas noches de verano por los alrededores del castillo.

Otra historia de amor cuyo escenario fue también este castillo, es la de Abdus Salam, un eterno enamorado de la idea de contribuir al desarrollo de la ciencia en el Tercer Mundo. El ICTP constituyó un am-

biente propicio para sacarle provecho de él a la altura del visitante. Conferencias y talleres de primer nivel, escuelas bien organizadas para aprender técnicas que iniciaran al joven investigador en problemas modernos, consultas privadas, conferencias varias, en fin, un menú variado en temas y niveles. Un considerable esfuerzo en favor de los científicos del Tercer Mundo, mantenido celosa y firmemente por Salam. Se calcula que unos sesenta mil científicos de alrededor de 150 países han visitado el ICTP desde su fundación. Este esfuerzo podría cambiar de sentido. No lo sé. Ya se verá.

Ciertamente el ICTP está siendo redefinido. Será interesante ver el resultado final, en unos años más. Es difícil predecir las consecuencias de esa redefinición pero, en cualquier caso, el amor de Salam ha abandonado Miramar y, esta vez, ha sido para siempre.

El Premio Nobel

Abdus Salam recibió el premio Nobel de Física en 1979. Es el único científico de un país musulmán que lo ha recibido. Lo compartió con Steven Weinberg y

Sheldon Glashow, ambos investigadores de los EUA. Salam es famoso por el desarrollo de la teoría electro—débil que es la síntesis matemática y conceptual (la unificación) de las fuerzas débiles y las electro—magnéticas.

Este sigue siendo el último escalón ascendido en el camino hacia la unificación de todas las fuerzas fundamentales de la naturaleza, el sueño de Einstein. La validez de la teoría fue comprobada en los años siguientes por medio de experimentos realizados en el superprotosincrotron de CERN, el famoso centro de investigación de altas energías europeo, situado en Ginebra. Esos experimentos dieron lugar al descubrimiento de las partículas W y Z; la teoría electro—débil es aún hoy el corazón del famoso modelo estándar de la física de altas energías.

Tom Kibble, profesor titular del Departamento de Física del Imperial College de Londres, califica a Abdus Salam como un físico de primera línea, quizás sólo superado por nombres como Paul Dirac o Albert Einstein.

¡Salam ha muerto!

El 21 de noviembre de 1996, en su residencia de Oxford, después de una muy larga enfermedad, murió el profesor Abdus Salam. Su nombre estará, por siempre, ligado al Centro Internacional de Física Teórica de Trieste

y al desarrollo científico del Tercer Mundo. Las varias visitas realizadas a países del sector, donde se entrevistó con varios presidentes, son testimonio vivo de su interés por el desarrollo científico en esta zona. Varios libros son el fruto de su estudio cuidadoso del problema. Sacó, incluso, claras conclusiones acerca de medidas que podrían tomarse para desarrollar la ciencia en los países en vía de desarrollo. Así, a través de esos numerosos viajes, Salam se convirtió en una figura carismática conocida y estimada por gobernantes y estadistas de todo el mundo.

Su cuerpo fue llevado a una mezquita en Londres desde su casa en Oxford. El 23 de noviembre, por vía aérea, fue llevado a Lahore desde donde continuó por carretera hasta Rabwah, ciudad cercana a su lugar de nacimiento. Decenas de miles de sus compatriotas le acompañaron hasta su tumba el 25 de noviembre, en una multitudinaria manifestación de admiración y cariño colectivos. Su entierro, al decir de Ehsan Masood, fue vigilado de cerca por las autoridades quienes tenían disturbios que, finalmente, jamás se produjeron.

Salam ha muerto. ¡Y esa es una muy mala noticia!

Descanse en paz, profesor Abdus Salam, premio Nobel, fundador del Centro Internacional de Física, de la Academia del Tercer Mundo y gran enamorado de la idea de impulsar el avance de la ciencia en los países en desarrollo.



El Proyecto Juriquilla: ideales y metas comunes

Adolfo Martínez Palomo

Para el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), la ceremonia a la que asistimos este día tiene un significado singular. Iniciamos hoy, con la muy honrosa presencia del Presidente de la República —que mucho agradecemos—, una nueva forma de hacer ciencia en nuestro país. Tres instituciones de sólida tradición: la UNAM, la Universidad Autónoma de Querétaro y el Cinvestav se unen en una empresa sin precedentes en la breve historia de nuestra investigación científica y tecnológica.

El Cinvestav se ha podido sumar a esta ambiciosa iniciativa gracias al generoso apoyo del gobierno del Estado de Querétaro. Justamente el día en que el Centro conmemoraba sus 35 años de vida, el Gobernador del Estado, Lic. Burgos García, entregó personalmente al Cinvestav los documentos de donación de un terreno de 15 hectáreas, en el que iniciaremos en fecha próxima la edificación de nuestra Unidad Querétaro.

Con la guía y ayuda del secretario de Educación Pública, Lic. Limón Rojas, y de sus colaboradores, hemos iniciado el proyecto de la nueva Unidad, dando así continuidad y, al mismo tiempo, nueva forma a la labor de descentralización del Cinvestav.

De lo hecho hasta hoy por nuestra institución dan fe los 776 egresados del Centro que laboran en todos y cada uno de los estados de la República; esto es, el 31

El Dr. Adolfo Martínez Palomo es director general del Cinvestav. Este texto fue leído en la ceremonia inaugural del Proyecto Juriquilla UNAM/UAQ/CINVESTAV, en la ciudad de Querétaro el 16 de octubre de 1996.



Jardín lateral izquierdo de la rectoría de la Universidad Autónoma de Querétaro

por ciento de los 2,500 profesionales que han recibido grados de maestría o de doctorado en el Cinvestav desarrollan sus actividades profesionales fuera de la capital del país.

Del compromiso por colaborar con el proceso de descentralización es también buena muestra la proporción de nuestro presupuesto que se destina a las unidades y laboratorios en los estados: casi la tercera parte del presupuesto 1996 del Cinvestav se canaliza al desarrollo de la investigación científica y tecnológica de nuestros grupos en Querétaro, Mérida, Irapuato, Saltillo, Guadalajara y Tlaxcala.

Con la cooperación de autoridades y profesores de la Universidad de Querétaro hemos iniciado aquí un proyecto singular de descentralización. A diferencia de lo acostumbrado, se han trasladado antes los investigadores, luego vendrán las edificaciones.

Primero fueron los cerebros, luego serán los ladrillos. Así, todo un grupo maduro y cohesivo de profesionales de las ciencias de los materiales del Cinvestav, doce profesores, laboran desde hace meses a tiempo completo en instalaciones de la Universidad de Querétaro, codo con codo con nuestros colegas queretanos.

Los lazos de colaboración generados a lo largo de esta primera etapa servirán de sólido vínculo en el futuro próximo, una vez que tengamos nuestros propios laboratorios.

Más que la suma, será la sinergia entre nuestro Centro, la Universidad de Querétaro y la UNAM la que dé sustento a este nuevo polo de desarrollo científico y tecnológico. Prueba de esto es el proyecto conjunto para obtener equipamiento de uso común, que las tres instituciones han logrado integrar.

Con este triángulo académico se inician nuevos usos y nuevas costumbres. Compartiremos equipos, instalaciones y servicios bibliográficos. Dispondremos de planes integrados de investigación y de formación de recursos humanos. Más que ello y, sobre todo hablando en presente, tenemos ya ideales y metas comunes.

Señor Presidente: el éxito del proyecto al que usted da inicio hoy será sin duda de beneficio para las tres instituciones, para el estado y para la región. Juntos, recibimos con beneplácito su interés. Unidos, asumimos con entusiasmo el compromiso de establecer un nuevo modo de construir el futuro.



Definir el perfil de las universidades estatales

José Luis Morán López

Ser distinguido con el Premio Nacional de Ciencias y Artes en el campo de las ciencias físico-matemáticas y naturales significa un gran honor, tanto para mí como para mis colegas y autoridades de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Este acto representa el fruto de una semilla que se sembró hace 40 años. El 5 de marzo de 1956 apareció en los diarios de la ciudad de San Luis Potosí una nota que decía: "Desde hoy San Luis formará sus propios físicos, dar físicos a México para prepararlos convenientemente y hacer frente al futuro, en el que predominará la energía nuclear, es la meta". Ese día se fundaba, bajo la iniciativa del doctor Gustavo del Castillo, el Instituto y la Escuela de Física de la Universidad Potosina.

Tuvieron que transcurrir 40 años de experiencias de todo tipo para que nuestro instituto llegara a figurar como un centro de excelencia a nivel nacional. Hacer investigación en universidades con poca tradición científica es una empresa difícil y consolidar grupos de investigación toma muchos años.

En la historia del Premio es la primera vez que en el área de ciencias físico-matemáticas se otorga este reconocimiento a un investigador que labora en una institución de educación superior ubicada fuera del área metropolitana de la ciudad de México. Esto conlleva a una serie de reflexiones sobre el estado de la ciencia en nuestro país como conjunto y en particular a la situación de la investigación en los Estados de la

El Dr. José Luis Morán López es investigador titular del Instituto de Física de la UASLP. Texto leído en la ceremonia de entrega de los Premios Nacionales de Ciencia y Artes 1996 el 3 de diciembre en Palacio Nacional.

República. Mencionaré algunos de los aspectos que considero de mayor relevancia.

En un diagnóstico somero, no es difícil coincidir que entre las limitaciones y debilidades más perniciosas de nuestro sistema de universidades estatales destacan un nivel académico insuficiente y la falta de profesionalización de la carrera de profesor universitario. A pesar de su denominación como universidades, nuestras instituciones de educación superior están aún lejos de parecerse al estándar internacional de las universidades del mundo desarrollado. En estas últimas, la gran mayoría de las tareas docentes son llevadas a cabo por profesores de tiempo completo con el grado de doctor involucrados en la investigación científica y tecnológica. En nuestras universidades, la escolaridad promedio de sus profesores es aún la licenciatura, y una gran proporción de las tareas docentes la desarrolla personal que no es de tiempo completo.

También, en total desacuerdo con las mejores tradiciones académicas internacionales, en nuestro país persiste la noción de que la docencia a nivel profesional puede ser ejercida sin vínculo alguno con la práctica de la investigación científica. Este error histórico es resultado de la ausencia de una tradición científica apreciable en nuestras instituciones de educación superior. Es importante reconocer, sin embargo, que en la enseñanza a nivel profesional, sobre todo en las disciplinas científicas y tecnológicas, un aspecto esencial de la calidad de la enseñanza es la transmisión al estudiante de las actitudes de crítica, búsqueda, actualización y rigor científico, que son los elementos principales de la investigación.

Uno de los retos actuales más importantes es la definición del perfil de universidad pública estatal del siglo XXI. El modelo de universidad por definir, al tiempo que respete y enriquezca las tradiciones académicas nacionales, debe acercarse lo más pronto posible al modelo que es estándar en la mayoría de las universidades de los países que se han distinguido por una tradición cultural y científica de excelencia. Así, nuestras universidades públicas deben de aspirar, en un período razonable, a que la totalidad de sus profesores-investigadores tengan el perfil promedio de sus pares internacionales y que su función docente esté avalada permanentemente por una participación activa

en la generación de conocimiento a través de la investigación científica.

En este contexto, queremos manifestar nuestro más efusivo beneplácito por la propuesta, por parte del gobierno federal, del Programa de Mejora del Profesorado de las Instituciones de Educación Superior (PROMEP). Teniendo como objetivo fundamental elevar la calidad de la educación superior, este programa reconoce de la manera más acertada que el factor primordial para alcanzar esta meta es la existencia de cuerpos académicos vigorosos y competitivos. Para esto el PROMEP busca estimular, respetando la autonomía universitaria, el que las instituciones de educación superior tengan normas apropiadas y desarrollen los marcos legales necesarios para apoyar la carrera académica y la formación de profesores. El programa contiene, además, un marco particularmente lúcido sobre la articulación entre la investigación científica y tecnológica y las tareas docentes que todo profesor universitario debe desempeñar.

Con esta iniciativa ha quedado de manifiesto la voluntad política y la capacidad de previsión por parte del gobierno federal. Sólo queda esperar que los cuadros directivos de nuestras instituciones de educación superior estén a la altura de esta convocatoria y suscriban con la sociedad y sus instituciones el mismo compromiso de promoción, apoyo y respeto por las funciones académicas de docencia, generación y aplicación de conocimientos, así como por el fortalecimiento de los cuerpos académicos que los sustentan. Al lograrse los objetivos planteados por dicho programa, éste habrá constituido la más trascendental e histórica iniciativa de desarrollo académico en materia de educación superior a escala, ahora sí, indudablemente nacional.

Un aspecto que no está considerado explícitamente en el PROMEP y que creemos de suma importancia es el programa de estímulos a la carrera docente. Estos se crearon para premiar y promover el trabajo académico de calidad. En las instituciones de mayor tradición científica, esto fue entendido con claridad y ayudó a mejorar la percepción salarial de los profesores más productivos y comprometidos con la academia. Sin embargo, desgraciadamente no es la generalidad y actualmente se dan casos en los que una persona con las mismas características de formación y

trabajo académico percibe la mitad de su equivalente en instituciones del Distrito Federal. Esto, por supuesto, no sólo frena la desconcentración de científicos, sino que amenaza con regresar a algunos de ellos que, en un hecho de valentía, emigraron a las instituciones de los Estados.

Otra acción que considero de suma importancia para el sano desarrollo de la ciencia y la tecnología a nivel nacional, es respaldar las iniciativas que en esa materia realizan los Gobiernos de los Estados.

Como resultado del crecimiento de las comunidades científicas en los Estados de la República, se han creado en los últimos años consejos estatales de ciencia y tecnología. Su finalidad es robustecer el desarrollo equilibrado de esas actividades en todo el país. Es claro que a través de los cuerpos colegiados en las diferentes entidades federativas se pueden identificar con mayor propiedad los problemas de salud, aprovechamiento de los recursos naturales, contaminación, desarrollo industrial, etcétera, específicos de cada región. Su estudio y solución pueden ser promovidos y apoyados con mayor relevancia a través de esos organismos estatales.

Congruente con los esfuerzos de federalización es necesario apoyar a los gobiernos estatales para que por medio de sus organismos puedan incidir en el fomento y la consolidación de las comunidades científicas y tecnológicas locales, y así coadyuvar al desarrollo

general de la ciencia en el país. Además, es importante destinar recursos para que los Estados puedan apoyar el fortalecimiento de grupos de investigación regionales y su vinculación con la industria y problemática local. De no menor importancia es la promoción de la divulgación de las ciencias y su enseñanza a todos los niveles educativos.

Deseo terminar destacando que el avance de México como país moderno requiere de más programas que logren el arraigo y la consolidación de grupos de investigación en todo el país, cuyo fruto último sea el establecimiento de una tradición científica en todos los confines de nuestra patria.

Finalmente, quiero agradecer a mi familia el apoyo, comprensión y estímulo que me ha brindado siempre.



Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Morelia, Michoacán, México
14 al 18 de julio de 1997

Clame

Comité Latinoamericano
de Matemática Educativa



Relme

Reunión
Latinoamericana
de Matemática
Educativa



Actividades dirigidas a estudiantes, profesores e investigadores

- Conferencias magistrales
- Foros de discusión
- Talleres
- Cursos cortos
- Premio Simón Bolívar
- Revista Latinoamericana

Informes e inscripciones

Departamento de Matemática Educativa
Cinvestav-IPN
Nicolás San Juan No. 1421
Col. Del Valle, C.P. 03100
México, D.F., México

Teléfonos

(52-5) 604 1635
(52-5) 604 1704
(52-5) 688 6312
(52-5) 688 2908

Fax

(52-5) 688 6111

Correo electrónico

clame@mvax1.red.cinvestav.mx
<http://www.cinvestav.mx/clame/>

Convocan: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo · Cinvestav-IPN · UAEN · Conacyt · SEP · ANUIES · UNAM · ITESM · UAT
Gobierno del Estado de Michoacán (México)
Ministerio de Educación de Cuba · Universidad de Costa Rica · Universidad Pedagógica Nacional · Universidad Javeriana (Colombia)
Universidad de Panamá · Universidad de la Patagonia · Universidad de Puerto Rico · Universidad Autónoma de Santo Domingo

Primeros investigadores eméritos del Cinvestav

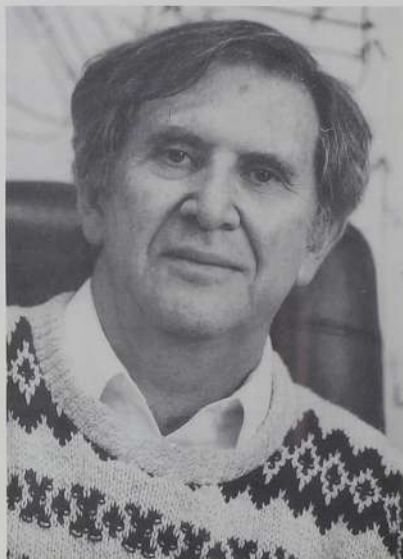
El pasado 13 de diciembre se entregaron los primeros nombramientos de Investigador Emérito Cinvestav a los doctores Jorge Aceves, Pedro Joseph Nathan, Pablo Rudomin y Jerzy Plebański. Este nombramiento reconoce la valía excepcional de la contribución hecha a la vida académica del Centro por investigadores con la máxima categoría y nivel (3F) y que hayan prestado sus servicios en nuestra institución por lo menos durante 30 años. Los Investigadores Eméritos Cinvestav tendrán derecho a percibir en forma vitalicia el salario y prestaciones correspondientes a su categoría y nivel académicos.

El Dr. Jorge Aceves, investigador titular del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias, se incorporó al Cinvestav en 1965 y fue jefe del mismo departamento durante el período 1974-1978. Su campo de investigación es el estudio del transporte iónico en epitelios, la neurotransmisión y neuromodulación gabaérgica y la organización funcional de los ganglios basales. Sobre estos temas ha publicado más de 70 artículos originales de investigación y dirigido 12 tesis de maestría y 11 de doctorado.

El Dr. Pedro Joseph-Nathan, investigador titular del Departamento de Química, se integró al Centro en 1966. Su campo de investigación ha sido la síntesis de nuevos medicamentos, el estudio de las plantas medicinales mexicanas y las aplicaciones de la resonancia magnética nuclear. Ha publicado más de 180 artículos originales, los cuales han generado más de 1000 citas en la literatura científica, y ha dirigido más de cincuenta tesis de licenciatura y posgrado. Entre las distinciones académicas que ha recibido destacan el Premio Nacional de Ciencias y Artes 1991, el Premio de Investigación 1978 de la Academia Mexicana de Ciencias y el Premio Luis Elizondo 1991.



Jorge Aceves



Pablo Rudomin

El Dr. Pablo Rudomin, investigador titular y jefe del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias, se incorporó a la planta académica del Cinvestav en 1966. Su campo de investigación es la neurofisiología, en especial el estudio de los mecanismos de inhibición presináptica, el análisis del comportamiento de conjuntos neuronales y la caracterización de los patrones de activación y de las conexiones sinápticas de interneuronas en la médula espinal. Entre los principales reconocimientos que ha recibido están el Premio Príncipe de Asturias 1986; el Premio Nacional de Ciencias y Artes 1979, el Premio de Investigación 1972 de la Academia Mexicana de Ciencias, el Premio Luis Elizondo 1989 y es miembro de El Colegio Nacional desde 1993.

El Dr. Jerzy Plebański, investigador titular del Departamento de Física, se integró a la planta académica del Cinvestav en 1962 y tuvo bajo su responsabilidad la jefatura de este departamento en 1962-1967. Su campo de investigación es la relatividad general y ha formado una de las tres escuelas en el mundo, junto con la de Oxford y Pittsburgh, especializadas en la solución de las ecuaciones de Einstein. Ha publicado más de 160 artículos científicos y ha formado a más de 20 estudiantes de doctorado. Recibió la condecoración del Águila Azteca con el grado de encomienda en 1986, la Medalla Académica de la Sociedad Mexicana de Física también en 1986, el Premio Científico 1970 del Ministerio de Educación en Polonia, su país natal, y la Medalla de la Comisión de Educación 1970 de ese mismo país.

Notas Breves

La M. en C. Consuelo Gómez, estudiante de doctorado de la **Dra. Esther Orozco** del Departamento de Patología Experimental del Cinvestav, obtuvo el premio al mejor trabajo presentado en las sesiones de carteles del Simposio sobre las bases moleculares para la resistencia a las drogas en las bacterias, parásitos y hongos, realizado del 11 al 17 de marzo de 1996 en los EUA.

El 4 de noviembre pasado el Departamento de Investigaciones Educativas del Cinvestav dio a su biblioteca el nombre del **Dr. Juan Manuel Gutiérrez Vázquez**, quién fue jefe de este departamento en el período 1978-1982. El **Dr. Gutiérrez Vázquez** estuvo presente en la ceremonia de develación de la placa alusiva.



Pedro Joseph-Nathan

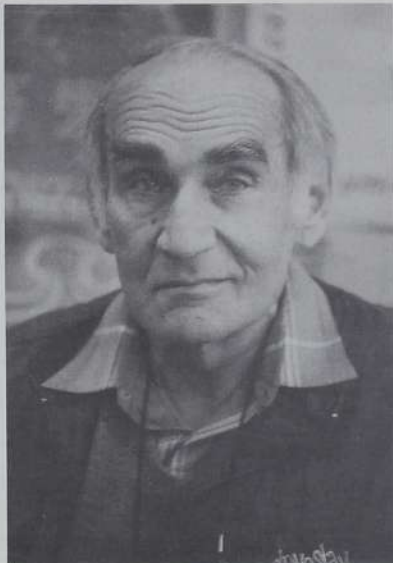
José Luis Morán López y Adolfo Guzmán Arenas, Premios Nacionales de Ciencias y Artes 1996

El Pasado 3 de diciembre recibieron en Palacio Nacional el Premio Nacional de Ciencias y Artes 1996 los doctores José Luis Morán López y Adolfo Guzmán Arenas, ambos ex profesores del Cinvestav, en las áreas de ciencias exactas y naturales y tecnología y diseño, respectivamente.

El Dr. José Luis Morán López, investigador titular del Instituto de Física de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, es egresado y ex profesor del Departamento de

Se integró el pasado 25 de octubre la Asociación de Egresados del Departamento de Ingeniería Eléctrica del Cinvestav con una reunión celebrada en el Auditorio Arturo Rosenbluth del Centro. Los interesados en formar parte de esta asociación pueden solicitar mayores informes a la dirección de correo electrónico del **Dr. René Asomoza**, jefe de este departamento: rasomoza@mvax.red.cinvestav.mx.

La Unidad Irapuato del Cinvestav obtuvo el segundo premio en el Primer Concurso sobre Tecnologías Apropriadas para la Prevención y Control de la Desertificación, Sequía y Degradación de Suelos en América Latina y el Caribe, organizado por la FAO, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Red Regional de Organizaciones no Gubernamentales. Este premio se otorgó al



Jersy Plebanski

Física del Cinvestav (1977-1986). Su área de interés es la ciencia de los materiales, en particular las transiciones de fase en aleaciones binarias, la segregación y estabilidad estructural de pequeños cúmulos de átomos, las propiedades magnéticas de metales de transición, la estructura electrónica de cuasicristales y fullerenos. Ha publicado más de 170 artículos científicos, que han generado más de 1000 citas, y formó a cinco estudiantes de doctorado y cinco de maestría. Entre las principales distinciones académicas que ha recibido destacan el Premio de Investigación 1985 de la Academia Mexicana de Ciencias, el Premio Manuel Nariiega Morales 1988 de la OEA, el Premio Internacional C.V. Raman 1990 del ICTP (Trieste, Italia) y la Medalla M. Moshinsky 1995.

proyecto "Manejo sustentable del mezquite en zonas áridas y semiáridas", realizado por el **Dr. Víctor Olalde Portugal**, investigador titular de esa Unidad.



José Luis Morán López

El Dr. Adolfo Guzmán Arenas, director del Centro de Investigación en Computación del IPN, fue profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica durante los periodos 1970-73 y 1983-1986. Su campo de interés es el diseño de programas (*software*) y la construcción de equipo (*hardware*) de cómputo. Ha diseñado programas como CONVERT, Anasin, Clasitex, Minero de datos y Clasfinder. Entre los reconocimientos académicos que ha recibido se deben mencionar el Premio Banamex de Ciencia y Tecnología 1977 y el Premio Nacional de Informática 1994.

Recientemente fallecieron dos investigadores que estuvieron asociados al Departamento de Física del Cinvestav: el 4 de octubre el **Dr. Miguel Huerta Garnica** investigador del Instituto en Investigaciones en Materiales de la UNAM y egresado de ese departamento, y el 7 de enero el **Dr. Jorge S. Helman**, investigador del Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas en Río de Janeiro, Brasil, y

ex profesor del mismo Departamento de Física.

El **Dr. Juan José Rivaud Morayta** fue nombrado coordinador de la Sección de Metodología y Teoría de la Ciencia, por un periodo de un año a partir del 1 de enero de 1997, en sustitución del **Dr. Rolando García**.

Gerardo Gold, director de la Unidad Mérida

El pasado 16 de diciembre tomó posesión de la dirección de la Unidad Mérida del Cinvestav el Dr. Gerardo Gold, que hasta ese momento tenía bajo su responsabilidad la jefatura del Departamento de Recursos del Mar de dicha unidad. Sustituye en el puesto al Dr. Juan Luis Peña Chapa, quien terminó su segundo periodo de cuatro años al frente de la unidad. El Dr. Gold es oceanólogo egresado de la Universidad Autónoma de Baja California y con doctorado en ciencias marinas del Cinvestav.

El **Dr. Lorenzo Díaz Cruz**, investigador titular del Instituto de Física de la Universidad Autónoma de Puebla y egresado del Departamento de Física del Cinvestav, obtuvo el Premio Third World Academy of Sciences (TWAS) 1996 al mejor proyecto de colaboración con un investigador de un país en desarrollo. Este premio es otorgado en México por la Academia Mexicana de Ciencias (AMC).



Adolfo Guzmán Arenas

José Víctor Calderón Salinas, Jefe del Departamento de Bioquímica

El Dr. José Víctor Calderón Salinas fue nombrado jefe del Departamento de Bioquímica del Cinvestav por un periodo de un año a partir del 16 de diciembre de 1996. El Dr. Calderón Salinas es médico cirujano egresado de la Universidad de Coahuila y obtuvo sus grados de maestría y doctorado en ciencias en el mismo Departamento de Bioquímica (1985-1990). Su campo de investigación es la toxicología-bioquímica, la bioquímica fisiológica y la bioquímica vegetal. En particular, ha estudiado los mecanismos bioquímicos de defensa contra la intoxicación por plomo en niños, la participación de fosfolípidos en la fisiología de la membrana y la caracterización de productos vegetales y compuestos químicos que bloquean la síntesis de aflatoxinas.

Siete investigadores del Cinvestav ingresan a la Academia Mexicana de Ciencias

El Consejo Directivo de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), antes Academia de la Investigación Científica (AIC), admitió como nuevos miembros regulares a los siguientes investigadores del Cinvestav:

Ciencias naturales

Dr. Mariano E. Cebrián García, Departamento de Toxicología y Farmacología

Dr. Bruno A. Escalante Acosta, Departamento de Toxicología y Farmacología

Dr. Lorenza González Mariscal, Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias



Gerardo Gold



José Víctor Calderón

Ciencias exactas

Dr. Rafael Castro Linares, Departamento de Ingeniería Eléctrica

Dr. Yuri G. Gurevich, Departamento de Física

Dr. Piotr Kielanowski, Departamento de Física

Dra. Patricia Quintana Owen, Unidad Mérida

Entre los requisitos de ingreso impuestos por la AMC destacan ser investigador activo e independiente, así como haber contribuido a la formación de nuevos investigadores.

La Academia Internacional de Termoelectricidad, con sede en la Ciudad de Washington, EUA, entregó un reconocimiento especial al **Dr. Yuri G. Gurevich**, investigador titular del Departamento de Física del Cinvestav, por sus contribuciones fundamentales al desarrollo de la teoría moderna de los fenómenos termoelectrónicos. El mismo Departamento de Física fue

electo miembro asociado de la Academia de Ciencias de la Ingeniería de Ucrania el pasado mes de agosto



23 y 24 de octubre de 1997
Morelia, Mich.

III Congreso anual de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Mecánica (SOMIM)

Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo

Diseño de máquinas
Mecanismos y robótica
Termodinámicos
Procesos de manufactura
Materiales
Mejoramiento ambiental
Métodos experimentales
Mecánica computacional
Diseño de equipo térmico
Control de calidad
Producción

MAYORES INFORMES

Crisanto Mendoza Covarrubias
Escuela de Ingeniería Mecánica
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Edificio W, planta alta
Ciudad Universitaria
58000 Morelia, Michoacán
Tel. 91 (843) 167207
e-mail: emendoza@zeuz.ccu.umich.mx

Armando Ortiz Prado
Departamento de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería, UNAM
04510 México, D.F.
Tel. 550 00 41, 622 80 57
e-mail: cerrud@servidor.unam.mx
<http://pumas.ingen.unam.mx/htdoes/homeesp.html>

VII ICFA SCHOOL ON INSTRUMENTATION IN ELEMENTARY PARTICLE PHYSICS

León, Guanajuato, México

July 7-19, 1997

Organized by

ICFA Panel on Instrumentation Innovation and Development

Division of Particles and Fields (Mexican Physical Society), University of Guanajuato at León and CINVESTAV

International Organizing Committee

- A. Cattai, Switzerland
- B. Dolgoshein, Rusia
- T. Ekelöf, Sweden
- I. A. Golutvin, Rusia
- A. Gurtu, India
- G. Herrera, México
- Ma Ji-Mao, China
- T. Kondo, Japan
- S. Majewski, USA
- D. R. Nygren, USA
- H. Okuno, Japan
- A. Savoy-Navarro, France
- M. Sheaff, México/USA
- V. Sidorov, Rusia
- J. Va'vra, USA
- A. P. Vorobiev, Rusia
- H. Walenta, Germany

Local Organizing Committee

- A. Becerril Vilchis, ININ
- H. Castilla Valdez, CINVESTAV
- J. Félix Valdez, IF-UG (co-chair)
- A. Fernández, FCFM BUAP
- G. Herrera, CINVESTAV (chair)
- A. Menchaca, IFUNAM
- H. Méndez, CINVESTAV
- A. Morelos, IF-UASLP
- M. Sosa, IFUG

School Programme

Lecture Courses

Physics of Particle Detection

C. Grupen, Univ. Siegen

Gaseous Detectors

J. Va'vra, SLAC

Particle Identification

T. Ekelöf, Univ. Uppsala

Calorimetry

H. Marsisker, SLAC

Silicon Detectors

P. Weilhammer, CERN

High Rate Data Acquisition

P. S. Cooper, Fermilab

Laboratory Courses

Multiwire Proportional Chambers

G. Moreno and M. Sosa, Guanajuato Univ.

Muon Lifetime Measurement

L. M. Villaseñor, Michoacán Univ.

Silicon Detectors and Signal Processing

P. Weilhammer, CERN and P. Giubellino, U. Torino

Microstrip Gas Chambers

P. Bellazzini, INFN-Pisa

Scintillating Fibres and Advanced Photo Detectors

M. Atac, Fermilab/UCLA

Analog and Digital Circuits

G. Hall, Imp. College (*)

Data Acquisition

M. Sheaff, CINVESTAV and M. Johnson, Fermilab

X-Ray Imaging

Y. Zanevsky, JINR

PPAC Multi Strip Detectors

A. Martínez and R. Alfaro, IFUNAM

Review Talks

Heavy-Ion Experiments

A. Sandoval, GSI Darmstadt (*)

Perspectives in High Energy Physics

A. Zepeda, CINVESTAV

Medical Applications: Radiology and Nuclear Medicine

L. Shekhtman, Budker INP

New Ideas in Detector Technology

A. Breskin, Weizmann Inst. (*)

Dark Matter Detector

D. McCammon, Univ. Wisconsin

Photodetection

K. Arisaka, UCLA

VLPC's for Tracking, Medical Imaging and Astronomy

M. Atac, Fermilab/UCLA

Airshower Detectors

C. Escobar, UNICAMP/USP

Neutrino Detectors

K. Nakamura, KEK

(*) To be confirmed

Further Information: Gerardo Herrera-Julian Félix Valdez

Fax: (51) 747 70 98, E-mail: icfa@fis.cinvestav.mx

<http://www.fcm.buap.mx/~marciano/ICFA/Page.html>





La escalera del Universo, de Carlos Chimal, Colección Viaje al Centro de la Ciencia, ADN editores, México, D. F., 1996.

Jorge G. Hirsch

Los científicos y, en particular, los aprendices de brujo, los tecnólogos, han creado un mundo aparte al que pocos segmentos de la sociedad tienen acceso y un lenguaje crítico por razones prácticas, pero que causa temor y tiene extenuado al lego, quien por más esfuerzos que

hace por comprender, nunca parece llegar a la "verdad" tal y como la concibe el científico.
Carlos Chimal.¹

Transmitir a los legos la visión del mundo que tienen los científicos parece el *Leitmotiv* de la obra de Carlos Chimal. Este escritor viaja a Chicago, se sumerge en las entrañas de Fermilab, uno de los aceleradores de partículas más grande del mundo y emerge de allí con su *Escalera del Universo*.

Cita Chimal a G. C. Lichtenberg: "Con poco ingenio se puede escribir de tal forma que otro necesite mucho para entenderlo". A través de historias y anécdotas el escritor nos lleva a recorrer las visiones del mundo microscópico. No le teme al lenguaje científico, y abunda en gráficas para ilustrar los conceptos. Con riqueza de lenguaje, con abundante información sobre los hombres, sobre su tiempo, sobre sus afectos, pone el autor todo su ingenio para mostrar con claridad las ideas clásicas y modernas de la física atómica y subatómica.

En este libro se habla de los

El Dr. Jorge G. Hirsch es investigador titular del Departamento de Física del Cinvestav.

átomos de Demócrito y de Dalton, del vacío y de su contenido, de los campos y las ondas. De los espectros atómicos pasa a sus componentes: las partículas subatómicas. Asistimos al descubrimiento del electrón y a su nacimiento muchos millones de años antes, durante la gran explosión. En el núcleo atómico entrevenos protones y neutrones, en ellos, quarks y gluones.

Como catedrales de la ciencia moderna son descritos los grandes aceleradores de partículas. Fotos, esquemas, anécdotas y premios Nobel danzan a nuestro alrededor en esta inmersión en el mundo de las partículas elementales. El origen del universo, el futuro de los aceleradores, la contribución iberoamericana a esta aventura del hombre dan lugar a las reflexiones finales.

En conjunto, una obra en español que disfrutarán quienes no son físicos, desde el estudiante de preparatoria al maestro de pri-

maria, incluyendo a quienes ya descreían de que alguien viniera a hablarle a los legos de los secretos de la ciencia.

Notas

1. *Vuelta*, n 241, diciembre de 1996, pag. 123.



From Cologne to Chapel Hill

ERNEST L. EIJEL



Profiles, Pathways, and Dreams

Jeffrey I. Seeman, Editor

Profiles, Pathways, and Dreams.

J. I. Seeman (editor), American Chemical Society, Washington, 1990-1996.

Eusebio Juaristi

Profiles, Pathways, and Dreams es una colección de las autobiografías de 22 científicos que han contribuido notablemente al avance de la química orgánica en las últimas cuatro o cinco décadas. Según lo relata el propio editor¹, esta obra fue inspirada por el impacto que tuvo en un proyecto previo²: la revisión del principio de Curtin-Hammett dedica varias secciones a la descripción del entorno histórico, así como a aspectos relacionados con la personalidad y filosofía de los científicos líderes. De esta manera surge la idea de mostrar cómo se han

desarrollado los conceptos básicos de la química orgánica, revelando simultáneamente la personalidad y los sentimientos de los protagonistas involucrados.

Así pues, Jeffrey Seeman se propuso documentar el desarrollo de la química orgánica moderna invitando a 22 químicos destacados a que comentaran su contribución individual en dicho progreso; es decir, a contar su propia historia, a evaluarse, a decir cómo quieren ser recordados.

Es muy interesante notar que esta compilación no es similar a otras revisiones académicas de cualquier área de la química, que generalmente presentan un desarrollo premeditado y lógico del proyecto (Introducción-Metodología-Resultados-Discusión³). En contraste, la lectura de estas autobiografías muestra cómo los nuevos conceptos e innovaciones científicas dependen por lo general del contexto histórico en que nacen, de una inspiración repentina, o de plano de la casualidad.

Por otra parte, cada autor describe las razones por las que decidieron dedicarse al estudio y práctica de la química. Aquí, la motivación que se repite en muchas biografías es una profunda curiosidad; la atracción para investigar y descubrir nuevas cosas⁴.

Además, el editor de la serie pidió a cada autor presentar sus logros científicos en el contexto de su vida personal, sus creencias filosóficas y sus experiencias individuales. Aparecen así las personalidades fuertes, que desarrollaron

la mayor parte de su trabajo como investigadores individuales y no como parte de un grupo, pero también aquellos que disfrutaban más los proyectos interdisciplinarios y una vida social activa. Surgen también los químicos que diseñan estructuras moleculares como obras de arte con simetría espectacular. Finalmente, encontramos al científico que en su tiempo libre logra ser un virtuoso de la música o un deportista consumado.

Entre los químicos que fueron invitados a participar en esta obra enciclopédica (más de 3,500 páginas) se ubican aquellos que estudiaron en gran detalle un cierto tipo de reacciones específicas, pero también los que cambian continuamente de área e investigación (en cuanto ya no se pueden contar con los dedos de las manos los artículos publicados sobre el mismo tema). Se encuentran además aquellos que destacaron como profesores universitarios en una etapa de su vida, como hombres de empresa en otra, y como escritores literarios y mecenas de las artes en una tercera etapa⁵.

Otra característica de esta colección de autobiografías es la gran cantidad de fotografías que acompañan al texto. Estas fotografías varían desde las más formales que muestran al autor en traje de frac recibiendo el premio Nobel, hasta las más informales en traje de baño durante un receso en las Conferencias Gordon. Varias de estas fotografías muestran un fenómeno humano muy peculiar: la genialidad atrae a la genialidad; por ejemplo, una fotografía tomada

El Dr. Eusebio Juaristi, investigador titular del Departamento de Química del Cinvestav, es miembro del Consejo Editorial de *Avance y Perspectiva*.

durante un congreso de química en Zürich en 1955 muestra reunidos a cinco futuros Premios Nobel de Química (Barton, Woodward, Todd, Prelog y Calvin). Puede concluirse que a pesar de la fuerte personalidad, ambición profesional y espíritu de competencia de cada una de estas figuras, se crearon fuertes lazos de colaboración con el objeto de alcanzar metas comunes⁴.

En resumen, cada volumen es de enorme valor pues es un relato objetivo de un capítulo en la historia de la química, visto y analizado por los autores protagonistas. Cada autobiografía extrae lo esencial de los procesos que constituyen el avance de la química, la semilla que es la imaginación y el abono que son la dedicación y la creatividad. Es un hecho que J. I. Seeman contribuirá a través de esta obra a motivar e inspirar a innumerables jóvenes estudiantes en las actividades de la ciencia.

Los químicos cuyas biografías forman parte de *Profiles, Pathways, and Dreams*, son:

Sir Derek H. R. Barton, Some recollections of gap jumping.

Arthur J. Birch, To see the obvious.

Melvin Calvin, Following the trail of light: a scientific odyssey.

Donald J. Cram, From discovery to design in organic chemistry.

Michael J. S. Dewar, A semiempirical life.

Carl Djerassi, Organic chemis-

try: A view through steroid glasses.

Ernest L. Eliel, From Cologne to Chapel Hill.

Eigbert Havinga, Enjoying organic chemistry 1927-1987.

Rolf Huisgen, Mechanisms, novel reactions, synthetic principles.

William S. Johnson, A fifty year love affair with organic chemistry.

R. U. Lemieux, Explorations with sugars: how sweet it was.

Herman Mark, From small organic molecules to large: a century of progress.

Bruce Merrifield, The concept and development of solid phase peptide synthesis.

Teruaki Mukaiyama, To catch the interesting while running.

Koji Nakanishi, A wandering natural products chemist.

Testuo Nozoe, Seventy years in organic chemistry.

Vladimir Prelog, My 128 semesters of studies of chemistry.
John D. Roberts, The right place at the right time.

Paul von Rague Scheleyer, From the Ivy League into the honey pot.

D.G.A. Stone, Organometallic chemistry.

Andrew Streitwieser, Jr., A lifetime of synergy with theory and experiment.

Cheves Walling, Fifty years of free radicals.

Notas

1. J. I. Seeman, *Chemtech* 86 (febrero 1990).

2. J. L. Seeman, *Chem. Rev.* **83**, 83 (1983). (Un artículo de revisión en el área de la fisicoquímica orgánica).

3. L. Wolpert y A. Richards, *A Passion for Science* (Oxford Univ. Press, Oxford, 1988). ("...El artículo científico es en cierto modo un fraude: el formato Introducción-Metodología-Resultado-Discusión no guarda ninguna relación con la forma en la que los científicos realmente trabajan").

4. Véase: A. R. Michaelis, *Interdisciplinary Science Reviews* **18**, 89 (1993).

5. H. Zollinger, *J. Med. Chem.* **39**, 1344 (1996).



Auto-nomía

Luis E. Moreno Armella

Estoy en la punta del muelle. Mejor dicho, estamos. Mis amigos miran a lo lejos, con esas miradas de ojitos apretados con los que se mira al mar allí en la punta. "Quizá es por el sol", pienso... o por esas historias que les he contado, vencido al fin por su ruidosa insistencia: "ya cuente, no coma solo..." y cosas parecidas. Al fin me he decidido a hablarles del largo viaje que me llevó por los vericuetos del mundo.

Pero antes debo contestar la pregunta: ¿dónde empieza este viaje? El profesor Ali, viejo zorro, solía decirnos en la escuela que la filosofía había empezado por el asombro. Y Ortiz, ayudado por todos, le contestaba que el fútbol del domingo lo había hecho filósofo: "no había mejor lugar para el asombro que las jugadas domingueras".

La pregunta, la colonia de preguntas comenzó a asolar mis tardes en el muelle cuando nublaba el sol del medio día. Parecían gaviotas que no van a ninguna parte.

Así me hice filósofo. En realidad, aspirante a filósofo. Lo que todos somos. Es una aspiración que dura ya toda la vida y que al raro placer de una verdad, ha añadido un cúmulo de dudas. No tan metódicas como las francesas.

Hace un rato, cuando llegamos a la punta, con una costenita en la mano, después de las mojarras, decidí que una historia se cuenta como quien desenreda una



madeja: por un extremo. Y así, yo he comenzado por el extremo final de una madeja, de una historia de insomnios, cruzándome en el camino de las certezas, con la esperanza, ahora sé que vana, de que me reconocieran como pescador de ocasión y me aventaran alguna sobra. Pero las cosas no ocurren así. Eso contaba a mis amigos.

Mi primera aventura me llevó al Mar Egeo, tratando de recoger el eco de algún discurso distante. Allí se habían formulado las primeras preguntas sobre el mundo desde esa confusa racionalidad que hace ver todo claro... a condición de no mirarlo. De allí venía mi interés, casi mi obsesión, por el lenguaje, que era donde terminaba mi historia, la de esta tarde en la punta del muelle.

1. El Mar Egeo; ese había sido parte del escenario de los filósofos naturales, de los que veían el mundo desde afuera, como una obra que discurmía sin espectadores... el árbol hace ruido aunque nadie esté allí para atestiguarlo, solían decir. A fuerza de la razón —o de hacer entrar la razón a la fuerza— los filósofos naturales nos regalaron un mundo indiferente; allí estaba para ser comprendido. Para ser mirado. El filósofo miró. Y vio como el mundo se hacía pequeño, tan pequeño que no lo capturaba su mirada; la perplejidad le vendió su primera baratija. La ilusión del átomo, de lo que no cambia, lo que tiene los secretos del mundo.

¿Y quién asiste al espectador? preguntaba yo. ¿No forma él, acaso, parte de ese mundo? Esa pregunta colonizó mi sueño. La urgencia de ver con mis propios ojos esa naturaleza se convirtió en un dolor secreto que trataba de mitigar en las aguas del Caribe.

Una tarde contemplando una mojarra creí reconocer a Platón, el hacedor de moldes. El panadero de la razón. Allí, el viejo zorro, solía decir que aquel discurso “de lo abstracto a lo concreto, de lo limpio a lo sucio, de la idea del esclavo al esclavo” había creado la economía de la razón. La ganga filosófica. El hacedor de moldes había resuelto el problema: ya no habría dudas que consentir, dudas que aplacar. El mundo era una ilusión casi creado a “imagen y semejanza”... de la racionalidad. Los secretos del mundo no estaban en los átomos sino en las ideas, en ese lugar perenne donde el Sol no se pone. En la idea de la mojarra que me hacía agua la boca. (Me resistía a comprar aquella baratija: que el mundo era una idea, una invención que hablaba por nosotros).

Tiempo después la clasificación produjo sus frutos. Por fin el mundo cedía su interior, ya no habría más sombras que las del árbol del conocimiento. El gran clasificador, el filósofo de Estagira se dio a la tarea de pintar de blanco lo que no lo parecía y de negro lo que desdeseñaba. Como la noche y el día. Así de diáfana era su verdad. El molde existe, pero es el sabor que nos queda después del banquete. Es el recuerdo de la pera y de su dulce: están allá afuera esperando por nosotros, ¡porque nadie se come una idea! En ese escenario improbable entre el sujeto y el objeto —el mundo de la dicotomía que aún padecemos— las luces han ido ya de uno al otro extremo. Pero el gran clasificador, el gran simplificador, como solía decir el viejo zorro, había ganado la partida. La pera —el conocimiento de la realidad— espera por nosotros.

Murió en paz. Pero a su paso, su cortejo fue asediado por mil tormentos, que aún se escuchan en los caminos extraviados. Cuentan los que saben que en la larga noche de su entierro lo vieron en mil rostros, porque no se puede ver sino lo que se cree.

2. En la oscuridad que anuncia la mañana, escuché las voces de un titiritero, de un mercachifle de otras baratijas. Hablaba en sordina, para ocultar sus orígenes casi inconfesables. (Venía del hacedor de



moldes, del maestro del gran clasificador). Como era buen vendedor, hablaba en italiano la lengua del pueblo, y de los que compran los libros. El mundo —según él—, según Galileo— estaba hecho para ser entendido, cada día contaba su secreto pero no hablaba en italiano. Hablaba en geometría. El secreto estaba en el lenguaje como instrumento; era cosa del gesto, del sonoro y del escrito. Podía develarse el secreto: había leyes. Eran leyes terrenales, tiempos de certeza. La duda yacía lánguida en un rincón, aleteaba en la tierra de los quesos, pero la certeza siempre la rompe por lo más delgado. No eran tiempos de discurso.

3. Como fruta cayó la piedra que había arrojado el italiano. Cayó en un charco, en la tierra de la lluvia y de la pompa. En la isla del cincel y del martillo, del objeto, del objeto que de nuevo nos trae los secretos del mundo. La tierra del objeto, el mundo del objeto... el mundo de él, de Newton. Más que nunca, la verdad se importaba de Italia. La peste había seleccionado al nuevo vendedor de baratijas. Cuando visité su tumba comprendí la fuerza de su gravedad. El mundo debió ser diáfano y humano después de doblegar a las mareas, de ensartar los planetas y expedir su certificado de buena conducta.

El mundo era diáfano porque era un mundo de principios.

4. Siempre el mundo, el mundo como teatro. Asistir al mundo, y ¿quién asiste al espectador? ¿quién le

dará prestado sus lentes? Esta era la pregunta que se cruzaba en mi camino, cuando de Kaliningrado me llegó la respuesta. En las noches, cuando estoy solo y me acosa la duda, me parece escuchar su voz, allá a lo lejos, llena de la certeza del cruzado, del que lo ha visto todo. Entonces escucho: Hemos recorrido el territorio del entendimiento puro y observado cada una de sus partes... hemos medido el terreno y fijado el puesto que corresponde a cada cosa... es el país de la verdad, rodeado de vasto y tempestuoso mar, genuina morada de la ilusión, donde hielos que pronto se derretirán, finjen nuevas tierras... que engañan al marino ansioso de descubrimientos, encadenándolo a locas empresas que nunca puede llevar a buen término...

Solo él podía llevar el barco a buen resguardo. Pero había un precio que hasta entonces casi nadie estuvo dispuesto a pagar. La Tierra giraba alrededor del Sol y el hombre alrededor del objeto: para mirarlo por delante y por detrás, para tratar de desentrañar su secreto. Así había sido casi siempre. Pero al objeto le había llegado su hora. Era hora de abandonar su cómodo sillón del escenario, pues era la nueva hora del sujeto, del que todo conoce e interpreta, del que no oye pero compone. Las cosas dejaron de tener importancia, pero aún servían para desencadenar los procesos. Eran como una chispa en el cerebro... de nuevo —ese cerebro— espacio del privilegio. De Escocia llegó su abuelo, Kant. Quizá trajo consigo un deseo: hallar la tierra para sí, es decir, la tierra para él. El mundo en sí ya era entonces ancho y ajeno. Ajeno. Ese fue el término que sedujo al nuevo Kant, a Kant. Como lo apendió de su abuelo, para cada quien había un mundo en sí y un mundo para sí. Cuando lo veo, cuando lo inteliço, el mundo ya no es en sí, ahora es para mí. Ese derecho de aduana que paga el mundo para que yo lo represente, se lo cobro desde la cuna. Así pensó Kant que podría compensar las cosas: llevo al mundo con mis formas de sensibilidad, con mis lentes dispuesto a ver... a mi manera. Lo que parecía que traería el sosiego, no era otra cosa que un gigantesco nudo de pensamientos, donde todos convergían y de donde todos partían. La ilusión de ver el mundo a la cara, se volvió a escabullir como un gato con sus siete vidas. La factura que le pasábamos al mundo, nos la pasábamos a nosotros mismos. Solo veíamos una máscara y detrás una gran carcajada. La máscara: esa era la naturaleza de las cosas, una invención —un consuelo que difícilmente traería sosiego.

"Cuento, no coma solo..." me decían mis amigos. Aún ahora, no logro comprender de dónde salió el impulso, aquella tarde, de hablar del viejo zorro, del lenguaje. Para "no comer solo", inicié con ellos un curioso camino al revés, sin mirar atrás, que nos llevó hasta el azul del mediterráneo, que en secreto envidiábamos, rodeados como estábamos de aquel mar color ceniza. Habíamos hablado ya de los filósofos griegos, del idealismo de Platón, del empirismo de Aristóteles; de la lucha de Galileo y de Newton por fundar una ciencia del "mundo objetivo". De cómo Kant había explicado que la idea de "mundo objetivo" debía ser matizada por la idea de "mundo según el observador". Lo que vemos allá afuera es nuestra versión del mundo; si no estamos para escucharlo, el árbol que cae no hace ruido. No hay ruido sin oreja, pues. Todo aquello salpicado por anécdotas del Ortiz sobre cómo cambian los recuerdos, cómo se convierten en el nuevo mundo objetivo. Su afán por encontrar siempre una versión "para niños", solía decir, había hecho de él un virtuoso de la simplicidad. Y ahora, ¿cómo continuar?, ¿qué seguía después de la magnífica solución kantiana?

5. Lo que por agua viene por agua se va. Durante dos mil quinientos años el escepticismo hizo su tienda de campaña, en las afueras de la certeza. Eran los nómadas, los sin tierra, los gitanos que leían en la suerte para arreglar el mundo, para que ya no fuera así. La filosofía del deseo de nuevo me sedujo. No volvería a buscar al mundo, pues cada vez que trataba de mirarlo a la cara, cuando conservaba su imagen y me preguntaba por él: ¿es él?, quedaba atrapado en la duda. La respuesta no era de este mundo. Eso aprendí por la experiencia... que no había que creerle demasiado a la experiencia si viene sola, si no la acompaña su aduanero, nuestro sistema conceptual. Kant en la penumbra. Los seres humanos solo pueden conocer lo que ellos mismos han creado. Dios es el artífice del mundo, y nosotros los dioses de los artefactos. Por experiencia sabía que los barcos flotan, que los aviones vuelan, que la pera es rica. Entonces una luz iluminó mi camino: ¡llega posible verle el rostro al mundo!, era un rostro surcado por los años, marcado por el tiempo, era el rostro de la experiencia. El mundo tenía el rostro de la experiencia. No era una máscara. Era nuestra máscara, la que nosotros le habíamos puesto.

6. Ilusión: creer que existe la certeza. Lo que podía saber, nunca era una representación del mundo en sí. La llave para abrir esta caja de Pandora llegó de viaje por el mundo, en los bolsillos de Darwin. No existe correspondencia entre el mundo en sí y el mundo para mí. ¿Pero que nos traía Darwin que no hubiera ya llegado con Kant?, la noticia de que todo lo que tiene posibilidades de sobrevivir en un medio ambiente determinado "encaja" en ese medio. Para el niño encaja de un modo; para el adulto encaja de otro. Me parece estar asistiendo a una conferencia: me parece escuchar... escuchemos:

Encajar es tener la capacidad de sobrevivir. Encajar es ser "viables". Los organismos son viables si se las ingenian para sobrevivir en un medio a pesar de los contratiempos, los obstáculos y restricciones que ese medio impone a su vida y reproducción. Nuestro conocimiento no es una representación del mundo. Nuestro conocimiento es viable, puede llegar a ser viable. Frente al esquema de estructuras conceptuales que tiene ante sí, un nuevo conocimiento debe poder encajar el tal esquema sin generar anticuerpos conceptuales: contradicciones. Si las hay, entonces o cambiamos el tal conocimiento para que encaje o cambiamos las viejas estructuras...

(Cuentan quienes lo conocieron, que Piaget siempre reiteró que conocer era un proceso adaptativo, pero no en el viejo e iluso sentido de conocimiento como representación, sino conocimiento como encaje. Conocer es encajar, no representar. El conocimiento es como un mapa de lo que es posible allí donde uno tuvo sus experiencias...)

Esta ilusión de estar asistiendo a una conferencia me asaltó cruzando el puente de Waterloo, mientras contemplaba a lo lejos los barcos que ahora entretenían las tardes vacías de los londinenses... me parecía ir acompañado de Darwin, quien se habría salido de su lugar de reposo, allí, a unas pocas cuerdas. En cierto momento su compañía empezó a semejar incómoda; la duda regresaba como impulsada por su presencia: cuando todo parecía caer en su sitio. Cuando todo parecía encajar, regresaba. Ya no era la misma duda, ya tenía larga experiencia en hacermelo prisionero. No eran las relaciones del individuo con el mundo que lo mira desde su autismo, desde esa distancia que lo hace intocable, lo que más importa... pues.

¿Para qué se sabe? para compartir, para comunicar, me decía a mí mismo. Se necesita el otro, el que dialoga, el que cuestiona... ¿por qué Darwin me hacía pensar en esto? en mi memoria esto ha quedado como una pregunta abierta, invitando siempre a ser cruzada. Infancia es destino, se ha dicho. Recordar es traer al corazón. Vivimos siempre el pasado, su plasticidad nos deja acomodarnos a él acomodarlo a nosotros. Siempre buscamos el encaje... era la angustia de saberse seducido por aquella idea y no poder oponer resistencia, lo que causaba mi angustia. Lo que producía aquel compañero de viaje desde los tiempos ya lejanos cuando conocí al gran clasificador. En ese estado abandoné Londres, llevando conmigo el agri dulce sabor de la batalla que libran ante mis ojos, el icono y el signo, la representación y la construcción. El Sol continuaba su camino. La tarde se hacía más fresca, mientras nosotros, allá en la punta, ya lo he dicho, continuábamos el reencuentro con nuestro pasado, con las discusiones que nos había robado tantas noches. El constructivismo es una especie de ideología. No se explica de otro modo las apasionadas reacciones que siempre enciende. El conocimiento como organización de nuestras experiencias del mundo... suena bien pero cuesta mucho. Tanto ropaje a las viejas broncas de Platón y de "la mojarra existe después que me la como", añadía Alvarito. Como en un baile, el sujeto y el objeto de su cognición, se miraban a los ojos desde lejos, sin atreverse a la cita en medio de la sala, donde pudieran al compás de la música poner nombre a sus anhelos. Ortiz el oportuno. Me recordó entonces cómo había regresado yo a la tierra de mi infancia: el mundo como una bola de trapo. La lectura de José Félix Fuenmayor trajo un poco de sosiego. Había regresado buscando un mundo más elemental. Recordar, ya he dicho, es traer al corazón. Los cuentos de José Félix, maestro de grandes escritores, hablaban de la memoria. La memoria como una bolsa, cuando se saca un recuerdo, siempre trae pegado otro. Nunca sale solo. Así pensaba uno de sus personajes, mientras disfrutaba la silla del doctor, que ahora salía de la bolsa. Y la cosa seguía, como quien no quiere la cosa, profundizando, usando la lengua como una serpiente que siempre encuentra el movimiento que le franquea el obstáculo que tiene al frente. Así, lo que había sido un regreso al mundo de mi infancia para tratar de recuperar la simplicidad de aquel mundo de mis recuerdos, empezaba, como la serpiente, a tomar otros rumbos. Ya no era el mundo de Daniel Santos que a

medianoche rejuvenecía, gracias a la magia del video, sino del sinsentido de tanta representación y memoria. ¿Por qué sale el mecedor con el doctor? ¿por qué no sale el mecedor solito, como yo lo quería recordar? ¿quién es Daniel Santos, el de los catorce matrimonios o ese jovencito que bailaba con Celia Cruz?... esas preguntas cayeron como la espada de Alejandro, no para deshacer el nudo gordiano, sino para partir en mil pedazos la ilusión de haber regresado a un mundo nuevo. Donde la realidad fuera tan joven que no necesitara maquillaje.

Ahora, después de todo este tiempo que he dedicado sin éxito a huir del naufragio de lo que es pero no parece, o que parece que no es... en fin, aquellos recuerdos que vine a encontrar sin intención aparente me hacía exclamar como Pedro Navajas: ¡sorpresas te da la vida! Cuando todo parecía seguir el patrón establecido, los viejos recuerdos traían para mí la insinuación de un nuevo camino. Casi no me atreví a pensarlo con palabras para que no fuera de repente a desaparecer ante mis ojos... ¿podría ser que la solución a mis añejos problemas estuviera en el lenguaje?, ¿podría ser que la solución hubiera estado entre mis dientes tanto tiempo sin que yo atinara a nombrarla? Decidí que la idea, mejor sería decir: la pregunta, reposara un tiempo antes de lanzarme al aventón por los terrenos de las peleas de sombra. En eso se habían convertido mis osadas aventuras, Ortiz, el oportuno. Era hora de irse. En el Caribe anochece más temprano.

Carta a los amigos

Mucho tiempo ha transcurrido desde aquella tarde del muelle. El recuerdo, como acontecía al doctor, nunca viene solo. Hoy, lejos de aquel mar, en el calor del King's College, en Cambridge, leo una inscripción que me alborota los recuerdos que creía mitigados, dice así:

No vivimos en el mundo, vivimos en una imagen del mundo que nos hemos dado...

Ese plural parece tener la clave de preguntas añejas. El constructivismo, ese perenne compañero de viaje, ya no viene solo, en la versión del King's College, le acompaña la dimensión social, el hacerlo entre todos. *Ciao* al sujeto autista que parecía pre-figurarse

en la versión burda que me despistó por tanto tiempo. El sujeto, pues, construye su mundo, pasa la materia prima por su apartado conceptual que asimila y se acomoda a su alimento cognitivo (metáfora de metáforas!), pero desde siempre, lo hace entre los demás... Los recuerdos, no son sólo los de aquella tarde sino los de otra, en otro mar, en las afueras de Palermo. Cansado, habiendo padecido los trenes italianos, llegué en busca de reposo a una vieja pensión de esas que anuncian "cama y desayuno" por toda Europa. Entre los restos abandonados en un rincón oscuro del cuarto, hallé un maletín que hacía honor a toda la atmósfera de abandono del lugar. Metí la mano y saqué unos papeles amarillos amarrados con una vieja corbata. Leí, leo ahora para ustedes:

(Aclaro que eran unos borradores que parecían destinados a ser artículos académicos. Se hablaba en ellos de semiótica, del infinito, de lo simple y lo complejo, de los instrumentos de mediación y temas aledaños. Sin embargo, el largo tiempo transcurrido entre el abandono de los papeles y mi hallazgo, sólo permitió recuperar para la lectura, dos fragmentos, uno de un ensayo y otro de lo que parecía ser un poema).

La construcción y la mediación... no existe el meta-punto de vista desde el cual puedan hacerse homogeneas las diferencias que se dan entre diferentes puntos de vista. Estas diferencias son constitutivas e irreducibles de los dominios cognitivos de los puntos

de vista dados... pero siempre permanece la exigencia de la coordinación, el problema no es hacerlos homogéneos sino comprender cómo puntos de vista diferente pueden producirse recíprocamente... *nos deslizamos hacia la idea de complementación como estrategia constructiva de los universos de discurso...*

y el fragmento del poema:

Soy hombre, duro poco... y es enorme la noche... pero miro hacia arriba... las estrellas escriben... sin entender comprendo... también soy escritura... y en este mismo instante... alguien me deletrea...¹

Sin duda, lo que quedará para siempre en mi memoria es el vacío en el lugar del rostro, cuando trato de recordar, sin haberlo visto, al autor de estas líneas. Me pregunto si lo sabré reconocer si la casualidad quisiera que nos cruzáramos por algún camino. Me consuela saber que en esta búsqueda no estamos solos; que en otras latitudes laten las mismas preguntas que algún viejo zorro se atrevió a comparar con las jugadas domingueras.



Nota

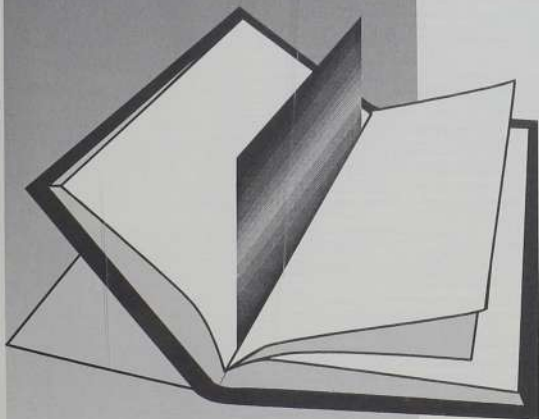
1. O. Paz, "Hermanidad" en *Itinerario* (FCE, México, reimpresión 1995) p. 155.



El Colegio Nacional

Colección de textos

Rubén Bonifaz • Olmecas, esencia y fundación
Carlos Chávez • Hacia una nueva música
Leopoldo García-Colín • Contaminación atmosférica
Antonio Gómez Robledo • Dante Alighieri
Miguel León-Portilla • Raíces indígenas, presencia hispánica
Marcos Mazari • Problemas de la Cuenca de México
Ruy Pérez Tamayo • Burke y Hare y otras historias
Octavio Paz • Blanco
Beatriz de la Fuente • Arte prehispánico funerario
Alfonso Reyes • Animalia



Colección de Obras

José Adem
Salvador Elizondo
Enrique González Martínez
Jesús Kumate
Manuel Martínez Báez
Adolfo Martínez Palomo
Marcos Moshinsky
Ezequiel Ordóñez
Arturo Ronsenblueth
Pablo Rudomín
Gabriel Zaid

**ofrece los títulos de sus miembros
e invita a visitar su Biblioteca**

Luis González Obregón núm. 23,
Centro Histórico,
Tel 789 43 30 Fax. 702 17 79
E-mail: col.nal@mail.internet.com.mx.

Becas Mario Molina

Convocatoria

El Fondo Mario Molina para Ciencias Ambientales, AC, y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Convocan

A los estudiantes mexicanos, centros de investigación e instituciones de educación superior a presentar candidatos para que concursen por las Becas Molina de excelencia en la disciplina de Ciencias Ambientales bajo las siguientes

Bases

1. Los recursos del Fondo Molina se destinarán a cubrir:
 - Hasta cuatro becas para realizar estudios de **doctorado** en el área de Ciencias Ambientales en alguna institución de excelencia en el extranjero. En este caso, el Fondo Molina cubrirá manutención, colegiatura y seguro médico.
 - Una beca para realizar **estancia posdoctoral** sobre Ciencias Ambientales en algún centro de investigación o institución de educación superior de excelencia en el extranjero. En este caso, el Fondo Molina cubrirá manutención, colegiatura y seguro médico.
 - Dos becas para realizar **estancias sabáticas**, con algún proyecto de investigación sobre Ciencias Ambientales en algún centro de investigación o institución de educación superior de excelencia en el extranjero. En este caso, el Fondo Molina cubrirá manutención y seguro médico.
 - Una beca para realizar **estancia de trabajo** relacionada con algún proyecto de investigación en el área de las Ciencias Ambientales en el extranjero. En este caso, el Fondo Molina cubrirá manutención y seguro médico.

Requisitos

Para concursar por las becas de doctorado, el candidato debe:

- Ser ciudadano mexicano.
 - Que el objetivo del candidato sea realizar estudios de doctorado, sin considerar como intermedio el grado de maestría.
 - Haber obtenido la licenciatura antes del 30 de mayo en alguna Institución de Educación Superior nacional, con un promedio mínimo de 8 o su equivalente.
 - Presentar la solicitud en el formato de beca-crédito de Conacyt para demanda libre, y conforme a los tiempos, que se establecen en la Convocatoria Unica de Conacyt, emitida el 13 de enero de 1997.
 - El Conacyt ofrece al estudiante, además de los apoyos arriba señalados, una vez que termine con éxito su doctorado.
1. Cátedra Patrimonial en una Institución de Investigación Nacional. Asimismo se proporcionarán recursos para cubrir los gastos de pasaje y menaje de casa.
 2. Como complemento, podrá solicitar apoyo para un proyecto de investigación en el área de Ciencias Ambientales, el cual le permitirá acceder a recursos hasta por \$300,000.00 para la adquisición del equipo científico requerido para la iniciación de su proyecto de investigación. Este proyecto será evaluado por el Comité Técnico abajo señalado.

Para concursar por la beca de estancia posdoctoral, el candidato debe:

- Ser ciudadano mexicano.
 - Haber obtenido el doctorado con grado sobresaliente en un programa inscrito dentro del Padrón de Posgrados de Excelencia de Conacyt de alguna institución nacional.
 - El solicitante deberá contar con una carta de invitación de la institución extranjera de prestigio en donde vaya a desarrollar su estancia posdoctoral, así como el plan de trabajo a desarrollar.
 - La solicitud deberá ser acompañada por el curriculum vitae en extenso del candidato.
 - La duración del apoyo será de un año con posibilidades de extenderlo un año más.
 - El Conacyt ofrece al posdoctorante, además de los apoyos arriba señalados, una vez que termine con éxito su estancia:
1. Prioridad para su incorporación por el Programa de Repatriación a una Institución de Investigación Nacional. Asimismo se proporcionarán recursos para cubrir los gastos de pasaje y menaje de casa.
 2. Como complemento a su repatriación, el investigador podrá solicitar apoyo para un proyecto de investigación en el área de Ciencias Ambientales, el cual le permitirá acceder a recursos hasta por \$300,000.00 para la adquisición del equipo científico requerido para la iniciación de sus trabajos de investigación. Este proyecto será evaluado por el Comité Técnico abajo señalado.

Para concursar por las becas de estancias sabáticas y de trabajo, el candidato debe:

- Trabajar como investigador o profesor de tiempo completo en una institución de educación superior o en un centro de investigación.
 - Estar realizando investigación relacionada con Ciencias Ambientales.
 - La solicitud deberá contar con una carta de invitación de la institución extranjera en donde vaya a desarrollar su estancia, y una carta de postulación por parte de la institución donde labora el investigador.
 - Presentar el Programa de Trabajo para realizarse durante la estancia y su curriculum vitae en extenso.
 - La beca será otorgada por un plazo de 12 meses improrrogables.
 - El solicitante podrá contar con ingresos adicionales por otras fuentes, los cuales deberán ser informados en su solicitud.
 - El investigador deberá informar al Comité sobre el trabajo realizado, mediante un informe final avalado por la institución receptora y la institución de origen.
2. Las solicitudes serán evaluadas por el Comité Técnico del Fondo Molina, y para las estancias se complementará con la opinión escrita de árbitros externos de reconocido prestigio por su labor y experiencia.
 3. La decisión final sobre el otorgamiento de los apoyos será prerrogativa del Comité Técnico, y su decisión será inapelable.
 4. Tratamiento del adeudo de las becas
 - Doctorado: Si el candidato acepta el compromiso de recibir el apoyo para regresar a trabajar a una institución de educación superior o de investigación científica durante el doble de tiempo al que destinó a realizar el doctorado, se le eximirá del pago de la beca y de los apoyos recibidos. En caso contrario retribuirá el adeudo, conforme lo estipula el Reglamento General de Becas-Crédito de Conacyt.
 - En las otras modalidades el candidato se compromete a regresar a trabajar a México en la institución de educación superior o de investigación científica convenida, durante el doble de tiempo que duró su estancia. En caso de permanecer en el extranjero cubrirá el monto total asignado.

DEPARTAMENTO DE FISICA
CENTRO DE INVESTIGACION
Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN
(CINVESTAV-IPN)

PROGRAMAS DE POSGRADO

MAESTRIA DOCTORADO
POSDOCTORADO

FISICA-MATEMATICA Y RELATIVIDAD
FISICA DEL ESTADO SOLIDO
FISICA DE PARTICULAS Y ALTAS ENERGIAS
FISICA ESTADISTICA
FISICA NUCLEAR

BECAS

● **Nacionales:**

Becas para todos los estudiantes admitidos a la maestría y al doctorado (inclusive a los no titulados)

● **Latinoamericanos:**

Informarse en las embajadas de México sobre el plan de becas Cuauhtémoc del CONACYT

Próximo examen de admisión:

Maestría: 3 y 4 de marzo; 2 y 3 de junio de 1997

Doctorado: Inscripciones abiertas todo el año

Cursos propedéuticos: marzo-junio y junio-agosto de 1997

Departamento de Física, CINVESTAV-IPN

Apdo. Postal 14-740, 07000 México, D.F.

Tels. y Fax: (52-5) 747 7096 (52-5) 747 7097

e-mail: admission@fis.cinvestav.mx

<http://www.fis.cinvestav.mx>



Guadalajara, August 13-20, 1997

Escuela Mexicana de Astrofísica Nuclear

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman: Jorge Huch
Adolfo Carramiñana
Elton R. Chabaz
Juan Carlos Oñativio
Peter Hais
Tordun Mator
Marta Fagge
José Francisco Valdez
Arnold Tepeda

COURSES

Observational Astronomy, Luis Felipe Rodríguez (UNAM)
Physical Cosmology, D. Schramm (Chicago)
Nucleosynthesis, F.-K. Thielemann (Basel)
Supernova Physics, M. Gaudry (ORNL)
Neutron Stars, M. Prakash (Stony Brook)
Massive Neutrinos, P. Vogel (Caltech)
Nuclear Astrophysics, M. Wiescher (Notre Dame)
Cosmic Rays, T. Gaisser (Bartol)
Topological defects, G. Senjanovic (ICTP)

Sponsors:
Departamento de Física, CINVESTAV del IPN
Instituto de Astronomía, UNAM
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
Instituto de Física, UNAM
Instituto de Geofísica, UNAM
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)
Universidad de Guadalajara
Gobierno del Estado de Guanajuato
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología (CONACYT)
Experimento Auger (Mexico)
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)
International Center for Theoretical Physics (ICTP), Trieste
Centro Latinoamericano de Física (CLAF)
American Physical Society (APS)

Organized by
División de Física Nuclear, Sociedad Mexicana de Física

Dead line for registration: June 15, 1997
Late registration fee (after March 31): US \$ 100.00

Information:
Dr. Jorge Huch, Departamento de Física, CINVESTAV del IPN
Av. Instituto Potosí 14740, 07350, México D.F.
Tel: (52-5) 247 15 44
Fax: (52-5) 247 15 44
e-mail: jhuch@fisica.cinvestav.mx
Internet: <http://www.fisica.cinvestav.mx> or <http://www.fisica.cinvestav.mx/~jhuch>