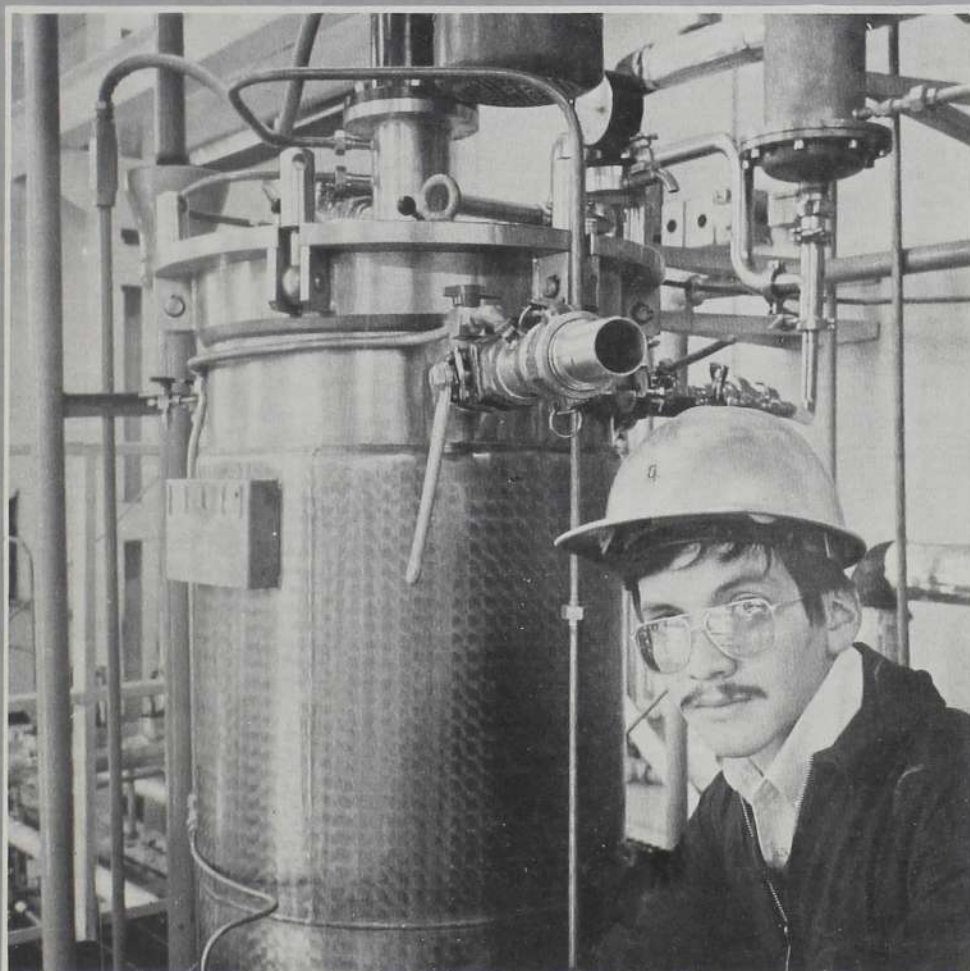


AVANCE Y PERSPECTIVA

núms. 22-23 2a. época
México



- Una Planta Piloto de Fermentaciones en el Cinvestav
- La investigación científica en instituciones educativas del área metropolitana
- La sombra de Bacon

1985



IV Coloquio del Departamento de Matemáticas

Cursos largos (3 semanas)

- Álgebra lineal
- Análisis
- Control de calidad
- Métodos de las Matemáticas aplicadas
- Programación matemática
- Solución numérica de ecuaciones diferenciales

Conferencias de divulgación Seminarios:

Cursos cortos (1 1/2 semanas)

- Geometría diferencial
- Introducción a las Matemáticas discretas
- Lógica matemática
- Introducción a la teoría de gráficas

Talleres de investigación

- * Análisis numérico y sus aplicaciones
- * Grupos kleinianos
- * Topología algebraica

* **Álgebra lineal**, por José Antonio Vargas. Similitud de matrices y formas canónicas, descomposición de Jordan-Chevalley. Formas bilineales, cuadráticas y hermitianas. Requisitos: Dominios euclidianos y principales.

* **Análisis**, por Sundararaja Ramaswamy. Espacios métricos, de Banach y de Hilbert. Operadores autoadjuntos y compactos. Desigualdades de Hölder, Minkowski, Schwartz y Bessel.

* **Control de calidad**, por Dennis P. Hurlay y José Landeros. Cartas de control de Stewart. Diagrama de espina de pescado, análisis de Pareto, correlación, habilidad de procesos. Requisitos deseables: Estadística descriptiva, teorema del límite central, regresión lineal.

* **Métodos de las Matemáticas aplicadas**, por Antonmaria Minzoni. Ecuaciones diferenciales lineales, ordinarias y parciales. Funciones de variable compleja. Series de potencias y continuación analítica. Integrales con singularidades. Transformadas de Fourier y Laplace y el problema de propagación de onda.

* **Programación matemática**, por Onésimo Hernández y José E. Martínez. Modelo general de programación matemática: Programación lineal, el método simplex. Dualidad y sensibilidad. Programación no lineal. Búsqueda del óptimo. Control óptimo. Programación estocástica.

* **Solución numérica de ecuaciones diferenciales**, por Cristóbal Vargas. Valores iniciales, existencia, unicidad y estabilidad. Métodos de Euler, Heun, trapezoidal, Taylor, Runge-Kutta, del disparo, etc., etc. Errores de discretización y redondeo. Problemas a la frontera. Diferencias finitas.

* **Geometría diferencial**, por Elías Micha. Orientación y producto interno. Teoría local de curvas, longitud de arco. El aparato de Frenet-Serret, curvatura. Teoría local de superficies. Curvaturas normal y geodésica. Paralelismo. El teorema egregio de Gauss.

* **Introducción a las Matemáticas discretas**, por Luis Verde. Combinatoria. Ecuaciones en diferencias. Funciones generadoras y fórmulas de inversión. Aplicaciones a probabilidad, circuitos lógicos, geometría, códigos y algoritmos.

* **Lógica y Matemáticas**, por Jesús Vázquez y Sócrates Rivera. Lenguajes formales. Inducción y recursión. Lenguajes de primer orden. Modelos de teorías. Indecidibilidad. Teorema de incompletitud de Gödel. Máquinas de Turing.

* **Introducción a la teoría de gráficas**, por Víctor Neumann. Conceptos generales. Árboles. Gráficas eulerianas y hamiltonianas. Conexidad. Teorema de Menger. Número cromático. Digráficas. Torneos.

del 11 al 31 de agosto de 1985

Hotel "Posada de la Misión"
Taxco, Gro., México

Informes: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN
Departamento de Matemáticas
Esq. Av. Politécnico y Ticomán
A.P. 14-740
07000, México, D.F.
Tels.: 754-02-00 exts. 182, 183 y 290 y 754-44-66
Telex: 017-72826



IBQ. Leobardo Ordaz Contreras
IBQ. Ma. Teresa Ponce Noyola
Biol. Eduardo de Urquijo Niembro
Dra. Ma. Mayra de la Torre-Louis

PPF:

**Hacia la industrialización
de biotecnologías
desarrolladas
en las instituciones
de investigación
y docencia**



pág. 4

Dr. Enrique Campesino Romeo
Dr. Rubén López-Revilla
Dr. Miguel Ángel Pérez-Angón

**Estado de la
investigación científica
en instituciones
de educación superior
del área metropolitana
de la Ciudad de México**



pág. 22



noticias del centro



pág. 32

**Centro de Investigación
y de Estudios Avanzados del IPN
Cinvestav**

Dr. Héctor O. Nava Jaimes, Director

Editor: Dr. Enrique Campesino Romeo
Editor asistente: Carlos Chimal

Diseño: Laura García Renart
Fotografía: Agustín Estrada

sumario

AVANCE Y PERSPECTIVA
volumen 22-23 de agosto
1991



• Una Planta Piloto de Fermentaciones en el Cinvestav
• La investigación científica en instituciones educativas
del área metropolitana
• La sombra de Bacon

Fermentador de la PPF

**Relación de proyectos
que el Centro
mantiene vigentes**

pág. 41



matices



Dr. Rolando García B.

**La sombra
de Francis Bacon**

pág. 48



libros



pág. 56

Certificado de licitud 1728 y certificado de licitud de contenido 1011, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Reserva de título No. 705-82 de la Comisión General de Derechos de autor.

Avance y Perspectiva, publicación bimestral editada por la Secretaría Técnica del CINVESTAV. Av. I.P.N. No. 2508, esq. Calz. Ticomán. Apartado Postal 14-740, 07000 México, D.F. Delegación Gustavo A. Madero

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

Formación: Sres. Enrique Fernández,

Arturo Macías y José Garcés.

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



correspondencia

Señor editor:

Queremos felicitarle por el alto contenido cultural y científico de su revista, la cual nos satisface tener a partir de ahora en nuestros archivos de consulta, abiertos a la comunidad universitaria.

El Lic. Cornejo, director de este departamento, les manda un cordial saludo por tan interesante revista. Nuestros mejores deseos para ustedes.

Lic. J. Benito Blandón T.

Profra. Lambertina I. Comblence
Universidad de Guadalajara
Departamento de Extensión
Universitaria
Coordinación de Relaciones e
Intercambio
Guadalajara, Jal.

Señor editor:

Por este conducto me permito comunicarme con ustedes a fin de reconocer la calidad científica de sus artículos, así como, en mi opinión, la orientación social que en ella se refleja.

Agradezco anticipadamente su atención.

IBQ Lázaro Calzada Martínez
Escuela de Ciencias Químico Biológicas
Universidad Autónoma de Sinaloa
Riva Palacio y Angel Flores
Culiacán, Sin.

Señor editor:

He recibido la revista **Avance y Perspectiva** núms. 20-21, y además de felicitarlos por la calidad de la revista, por la formación científica, hay un artículo de la Sra. Alicia García Bergua: sobre la Autobiografía de Norbert Wiener.

El propósito de la presente es ver cómo puedo obtener a través de ustedes la dirección de la autora de tan importante artículo; me gustaría que si fuera posible que me pudiera remitir, o si o es pedir mucho, tener un contacto con dicha persona para lograr mejor información sobre ese tema en particular.

Atentamente.

Dr. Romeo Amílcar Rovelo Batres
Rector
19 Calle Poniente No. 320
Apartado Postal No. 1441,
Tels.: 25-2491 y 26-5827
San Salvador, El Salvador, C. A.

Estimado Sr. Rovelo:

En atención a su carta, la señora García Bergua nos ha dicho que puede usted escribirle a:

*Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia
Apdo. Postal 70-487
Ciudad Universitaria
04510 México, D.F.
Agradecemos, por otra parte, su opinión.*

Señor editor:

Soy Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, egresado de ESIME, generación 72-76, y me gustaría relacionarme con la Sección de Comunicaciones de la Maestría en Ingeniería Eléctrica, sobre temas de actualidad.

Ahora desarrollo trabajos prácticos en la Azufre Panamericana S.A., Unidad Coahuila, Veracruz, como jefe de taller eléctrico y además soy catedrático de Teoría Electromagnética y Diseño de Circuitos Eléctricos y Electrónicos, en el Instituto Tecnológico de Minatitlán.

Gracias por su atención.

Ing. A. Wilfrido García Núñez
Apdo. Postal Núm. 132
Minatitlán, Ver.

Estimado Ing. García Núñez:

*Debe usted dirigirse a
Depto. de Ingeniería Eléctrica
Sección Comunicaciones
Av. Instituto Politécnico Nacional
No. 2508, esq. Calz. Ticomán
07000 México, D.F.
Apartado Postal: 14-740
Teléfono: 7-54-02-00 ext. 226*

Señor editor:

Agradezco su atención por el envío de su revista, la cual por su contenido será de gran utilidad para esta Unidad Académica. Sin más por el momento, aprovecho la oportunidad de enviarle un cordial saludo.

Lic. Manuel Márquez Fuentes
Dirección de la Unidad Académica de los Ciclos Profesional y Posgrado del CCH, Ciudad Universitaria.



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

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

Radio Mexiquense

Expresión de nuestro Estado **XEGEM**

Lunes a viernes
7:55 a.m.
1600 del cuadrante

Programa
**DESPERTAR
TECNOLÓGICO**

SEP/COSNET

SUBSECRETARIA DE EDUCACION E INVESTIGACION TECNOLOGICAS



**Ya están a disposición de los interesados
los siguientes perfiles-catálogos del
COSNET:**

Favor de dirigirse a
Conjunto Pino Suárez,
edificio F 4o. piso,
Subdirección de Vinculación.
Tel: 5-22-39-21
Apdo. Postal 25-311 C.P. 03400

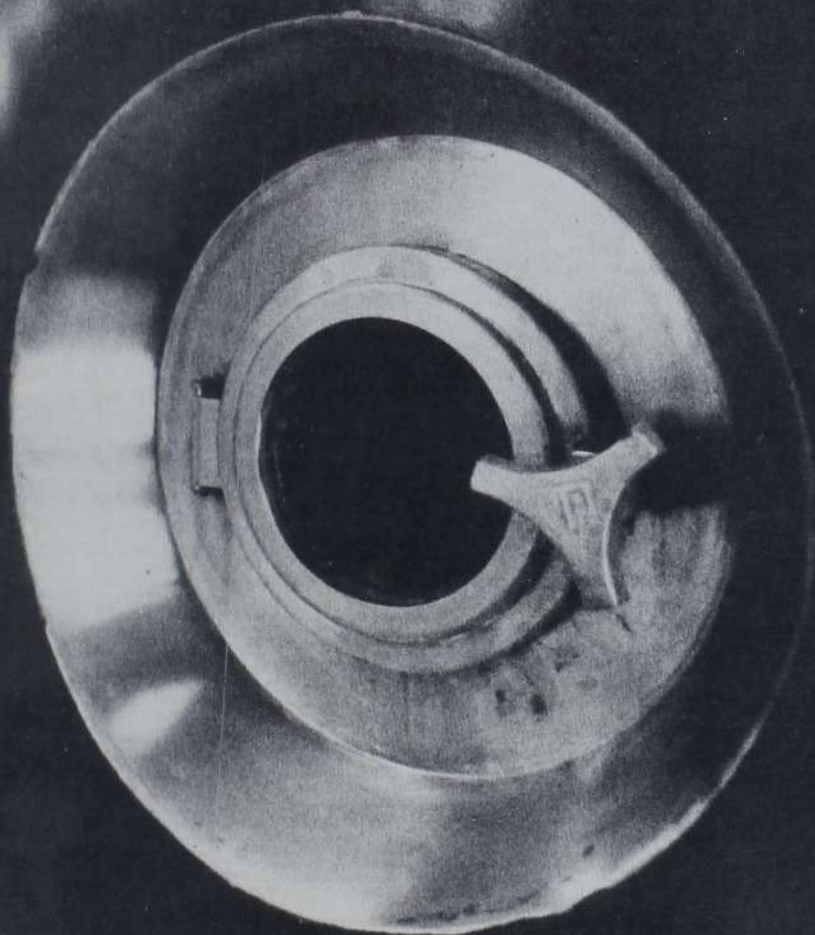


- Ingeniería Industrial
- Ingeniería Minera
- Ingeniería Química y Petroquímica
- Ingeniería Mecánica

PPF: Hacia la industrialización de biotecnologías desarrolladas en las instituciones de investigación y docencia

El conocimiento de la fisiología y la bioquímica microbianas impactó profundamente la industria de las fermentaciones en los años 60. Hoy en día, los microorganismos mejorados mediante las técnicas tradicionales de la Genética y de la moderna Ingeniería Genética se aplican con éxito en diversas áreas de la producción, tanto en las industrias alimentaria y farmacéutica como en la química. En su primera parte, el presente artículo trata en forma breve aspectos significativos de la historia y conceptos básicos de las fermentaciones, antecedentes de la Bioingeniería. La segunda parte introduce lo que se conoce propiamente como Bioingeniería y la tercera muestra la definitiva importancia de la Biotecnología para el país, así como las ventajas que resultan de la instalación de una planta piloto de fermentaciones (PPF) en el Cinvestav. En pocas palabras: se conocen los microorganismos útiles y su naturaleza, y se dominan las fermentaciones en el matraz y en los mini fermentadores, pero esto no garantiza su empleo en la escala industrial, indispensable para nuestro desarrollo del futuro que es hoy.

*Leobardo Ordaz Contreras
Ma. Teresa Ponce Noyola
Eduardo de Urquijo Niembro
Ma. Mayra de la Torre-Louis*



Historia y conceptos básicos de las fermentaciones



Grabado de un tratado del siglo XII en el que se ilustra la teoría aristotélica sobre la formación del embrión, según el filósofo griego, similar a la cuajada de la leche que se transforma en queso.

Anton Van Leeuwenhoek. American Heritage



Animáculos dibujados por el inventor del microscopio.

En el siglo XVII, el alemán Anton Van Leeuwenhoek, inventor del microscopio, descubrió a través de sus lentes la presencia de delgados "animáculos" al examinar agua, caries y residuos de comida en su dentadura. Con este descubrimiento nació un campo nuevo en la Biología conocido como Microbiología.

La gente pensaba que los postulados de Aristóteles acerca de la generación espontánea, si bien no respondían a las características de los seres superiores, explicaban satisfactoriamente la aparición de tales microorganismos. Fue hasta el siglo XIX cuando Louis Pasteur en Francia y John Tyndall en Gran Bretaña demostraron a la comunidad que la existencia de vida microbiana provenía, a su vez, de vida anterior.

Poco tiempo antes, el trabajo personal de varios investigadores había confluído hacia un sistema de conocimientos nuevos: la Química Orgánica.

Químicos importantes en su época, como Jons Jakob Berzelius y Friederich Wohler, sostenían que la fermentación era solamente una reacción química, en la que no intervenía nunca un agente vital. Por el contrario, Cagniard de la Tour, Schwann y Traugott Kützing coincidieron en afirmar que los productos de una fermentación, principalmente el alcohol etílico o etanol y el bióxido de carbono, eran originados por organismos que sólo podían ser observados al microscopio. No obstante, a Pasteur le tomó dos décadas refutar la hipótesis química. Tras años de estudio y a raíz de la invitación que algunos dueños de destilerías en Lille le hicieron para visitar sus instalaciones, a fin de que explicara por qué el líquido de sus cubas de fermentación adquiría un sabor rancio, los resultados fueron óptimos. Logró establecer que en cada tipo de fermentación interviene un microorganismo específico; aún más, demostró la existencia de vida en ausencia de aire, vida estrictamente anaerobia.

Uno de los conceptos fundamentales en los hallazgos de Pasteur, el que establece que cada fermentación proporciona energía a las especies que la llevan, condujo a Eduard Büchner a continuar los estudios. En 1897 encontró que un extracto de fermento macerado, del cual se

habían eliminado por filtración los restos celulares, conservaba la capacidad de convertir azúcar en alcohol. Trabajos posteriores mostraron que la conversión biológica realmente consta de una serie de reacciones químicas, cada una catalizada por una enzima específica. Todo ello impulsó definitivamente a otra disciplina pilar de la Microbiología industrial de nuestros días: la Bioquímica.

La medicina tradicional había utilizado queso, carne y pan enmohecidos para aliviar ciertas heridas. Pero no fue sino a partir de la década de 1870 que Tyndall, Pasteur y el médico inglés William Roberts observaron por su cuenta la acción de un microorganismo contrariando la de otro. Pasteur intuía rápidamente que este fenómeno contenía propiedades terapéuticas, aunque en los siguientes cincuenta años todo intento por aplicar preparados microbianos en animales vivos fracasó, debido a su elevada toxicidad o bien porque resultaban inactivos.

Alrededor de 1928, Alexander Fleming descubrió el efecto antimicrobiano de algún metabolito liberado al medio por un hongo, que accidentalmente había crecido como contaminante en sus placas de *Staphylococcus aureus*. Después de crecer el hongo en un medio líquido y separar el fluido de las células, encontró que el líquido libre de células podía inhibir diversas especies bacterianas. Fleming le dio el nombre de penicilina al ingrediente activo, de naturaleza muy inestable; sin embargo, no continuó sus estudios sobre ella.

Otros investigadores intentaron aislar la penicilina con inciertos resultados hasta que, a finales de los años 40, una vez que se obtuvo una forma estable y se demostró su actividad antibacteriana, primero en conejillos y luego en el hombre, algunas industrias, motivadas por la intensificación de la guerra, se interesaron en producir penicilina en grandes cantidades.

Louis Pasteur. Archivo Fabri.



Jons Jakob Berzelius, en su cargo de profesor de Química en el Instituto Carlino, en Estocolmo, Suecia.



Theodor Schwann.



Sir Alexander Fleming (1881-1955).



Heridos atendidos en camillas, son trasladados a los hospitales de Inglaterra. Es el año de 1944.



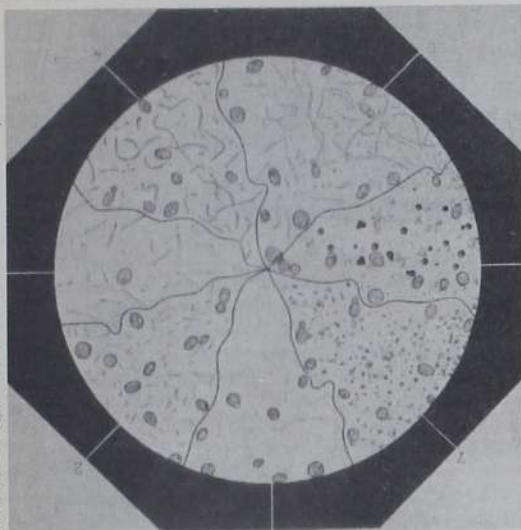
Tyndall dictando una conferencia en la Royal Institution de Londres en 1870. Grabado contemporáneo. The Granger Collection.

Plásmido aislado de una bacteria aumentado en 115.000 diámetros. Los plásmidos son pequeñas moléculas circulares de material genético (DNA) que existen fuera del cromosoma bacteriano. Juegan un papel muy importante en la programación genética de los microorganismos porque pueden ser transferidos incluso entre especies distintas. Esto es, pueden servir como vectores para introducir información genética completamente nueva.



Naturaleza de la vida microbiana

Dibujo que muestra los principales contaminantes microbianos de la malta. Reproducción de la primera edición (1876) de la obra de Pasteur "Études sur la bière, ses maladies, causes qu'elles provoquent; procédés pour la rendre inaltérable, avec un théorème nouvelle de la fermentation."



Respecto de su naturaleza, es necesario hacer notar que todos los microorganismos, aunque pequeños, tienen una relación área-volumen considerable, lo que facilita el rápido transporte de nutrientes dentro de la célula, con lo que mantiene alto su metabolismo. Por ejemplo, la productividad promedio de proteína en una levadura es mayor en varios órdenes de magnitud que en la planta de soja, y la de ésta, a su vez, es diez veces más alta que en el ganado. La alta velocidad de la biosíntesis microbiana capacita a algunos microorganismos para reproducirse en sólo quince minutos.

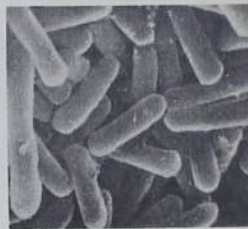
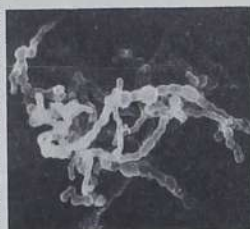
Los ambientes en los que la vida microbiana puede persistir reflejan el amplio espectro de su evolución. Han sido encontrados microorganismos vivos tanto cerca del punto de congelación del agua como del de ebullición; en agua salada y dulce, en el aire y en ausencia de él. Algunos, en respuesta a la carencia de nutrientes, han desarrollado ciclos de vida que incluyen un estado de suspensión animada; otros, en forma de esporas, pueden permanecer inactivos durante años, hasta que el medio se vuelva favorable para el crecimiento de las células.

Además, gracias a su capacidad para llevar a cabo una amplia variedad de reacciones metabólicas, pueden adaptarse y nutrirse de muchas fuentes. Tal adaptabilidad ha hecho que la industria de las fermentaciones cuente con nutrientes baratos, como la melaza y el agua de cocimiento de maíz, subproductos de la cristalización del azúcar y la molienda de maíz, respectivamente.

Los microorganismos importantes para la industria pertenecen a cuatro clases o categorías: levaduras, hongos filamentosos, bacterias y actinomicetos. Los dos primeros son miembros del reino *Fungi* y, por sus

características estructurales, pertenecen al grupo eucariote, es decir que, al igual que las células vegetales y animales, poseen un núcleo bien definido con una

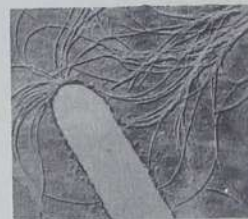
Microorganismos industriales procarióticos.



Filamentos de *Cephalexin* producido por microorganismos, fotografiados con un aumento de 700 diámetros.



Célula de levadura, también eucariote, de la especie *Saccharomyces cerevisiae* aumentada 12,500 veces.



Detalle de los flagelos de un espermatozoide.

membrana nuclear, más de un cromosoma y organelos que llevan a cabo funciones específicas. Las bacterias y actinomicetos, junto con las cianobacterias (antes llamadas algas verde-azules), pertenecen al reino *Monera*; son procariotes, esto es, no poseen núcleo bien definido, sino una agregación de material genético y proteínas llamada nucleosoma; carecen de compartimentación de funciones en forma de organelos y poseen un solo cromosoma. Además, su tamaño es mucho menor que el de una célula eucariote.

Los hongos filamentosos y los actinomicetos presentan semejanza superficial en su crecimiento, ya que ambos lo hacen en forma de filamentos o hifas formando micelio (agrupación de hifas). Por otra parte, las levaduras y bacterias crecen como células libres y, en el caso de las levaduras, sólo bajo ciertas condiciones ambientales tienden a cambiar su forma de crecimiento.

Por otra parte, los productos que pueden obtenerse a partir de estos microorganismos podemos clasificarlos de la siguiente manera:

- Células microbianas.** Tienen principalmente dos aplicaciones comerciales: la primera como fuente de proteínas para alimentación animal y humana; y la segunda para la transformación de moléculas, como los esteroides.
- Macromoléculas.** Las más comunes y de gran aplicación son las enzimas, pero pueden considerarse también los polisacáridos (gomas).
- Metabolitos primarios.** Esenciales para el crecimiento del microorganismo; se incluyen aminoácidos, vitaminas, ácidos orgánicos.
- Metabolitos secundarios.** Regularmente sintetizados una vez que el crecimiento cesa; se cuenta, por ejemplo, con antibióticos, toxinas, alcaloides.

Utilización de los microorganismos a gran escala

Antecedentes

La fermentación es fundamentalmente un proceso bioquímico, al que se ha definido en forma muy general como la transformación química de compuestos orgánicos mediante la actividad de enzimas provenientes de algunos microorganismos. Desde el punto de vista de la Fisiología y la Bioquímica microbianas, se le ha llamado fermentación a un tipo específico de catabolismo, frecuentemente referido al "rompimiento" anaeróbico de la glucosa, para obtener etanol y/o ácido láctico con la ayuda de microorganismos que utilizan los compuestos orgánicos tanto como donadores, como aceptores de electrones.

A mediados del siglo XVII se le nombraba *fermentum* a la levadura que transformaba un macerado de fruta en vino; a dicho proceso de conversión se le llamó entonces **fermentación**.

Los microorganismos han proporcionado alimentos y bebidas a la humanidad desde tiempos remotos, ya que la forma de obtener cerveza y algunas otras bebidas fermentadas era conocida por culturas tan antiguas como la sumeria y la babilónica. Alrededor del 4 000 antes de nuestra era, los egipcios notaron que al dejar

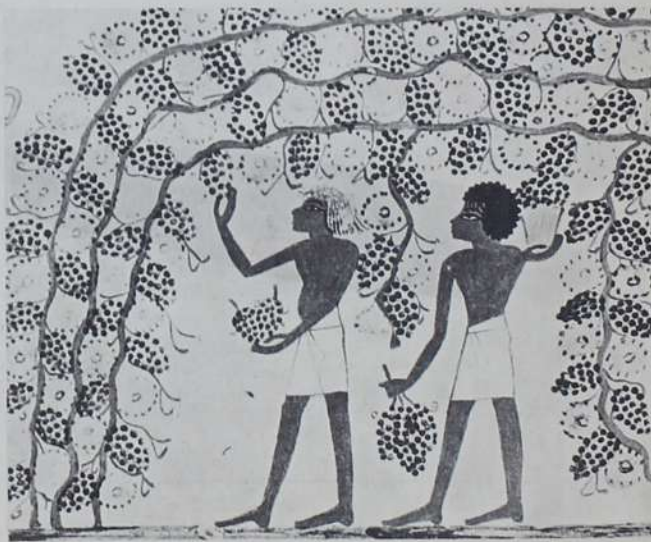
reposar la pasta de algún cereal, ésta aumentaba su volumen, su consistencia era más ligera y se generaba un gas (bióxido de carbono), semejante al que se produce cuando algún macerado o jugo de frutas es dejado en un lugar caliente.

Durante el siglo XIV, la destilación de licores a partir de granos fermentados, práctica que se piensa tuvo su origen en China o en Medio Oriente, era ya una industria común en muchas regiones del mundo. Otras fermentaciones útiles no evolucionaron tan rápidamente y se conservaron como tradiciones familiares; en ellas, sin saberlo, se empleaba la fermentación acético-láctica para hacer vinagre y conservar leche en forma de yogurt y el crecimiento de bacterias y hongos para producir quesos maduros y col agria (Sauerkraut).

Como se ha dicho, Fleming descubrió en sus placas de *Staphylococcus aureus* el efecto antimicrobiano de un metabolito liberado al medio por un hongo crecido como contaminante. La importancia que esto representaba en el tratamiento de enfermedades infecciosas principalmente, despertó el interés por los microorganismos productores de estos metabolitos y por la forma de obtener el producto en grandes cantidades y con una calidad uniforme. Con el advenimiento de los



Arte sumerio arcaico (alrededor de 3000 A.C.). Un sacerdote, en ritual desnudez, se dispone a realizar libaciones propiciatorias.



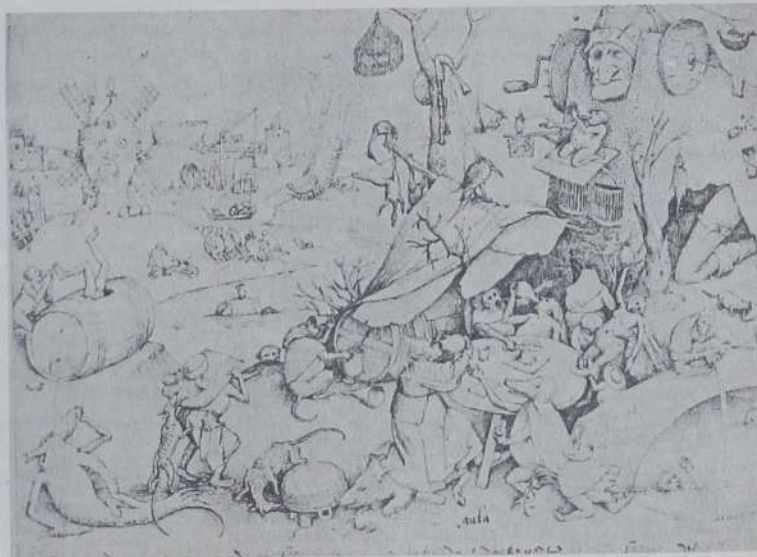
Detalle en la pared de la capilla de Nakht, en Egipto.



Grabado del siglo XIX. El trigo y el vino son objetos de una importante actividad mercantil.



Diego Velázquez (1599-1660). Los borrachos. Óleo sobre tela.



Pieter Brueghel (1530-1569). Gula. Dibujo realizado en 1557.

antibióticos se abrió una nueva era en el campo de las fermentaciones y aumentó el interés por obtener otros productos explotando los microorganismos. Así, en la actualidad esta disciplina requiere, tanto para su instalación como para su manejo, de la Ingeniería en todas sus áreas. Tal es el caso del diseño, montaje y control de un reactor químico. Requiere también de la Biología y sus respectivas áreas, como la Bioquímica, la microbiología y la Genética. Esto ha generado nuevos campos de investigación, como la Biotecnología y la Bioingeniería, con un solo propósito común: el manejo y control de procesos biológicos.

Uno de los puntos claves para mantener una industria de fermentaciones de manera productiva y competente es el mejoramiento genético del microorganismo responsable del proceso. Se ha logrado incrementar la producción de varios metabolitos por mutación de cepas y existen programas de mejoramiento de microorganismos de interés industrial. Sin embargo, el tiempo que se requiere para alcanzar incrementos en la producción en varios órdenes de magnitud, así como para obtener una buena estabilidad de la mutante, es largo.

En los últimos diez años se han creado nuevas

técnicas de manipulación genética *in vitro*, conocidas invariablemente como clonación de DNA, DNA recombinante, clonación de genes o bien Ingeniería genética. Su importancia radica en que permiten la formación de nuevas combinaciones de material hereditario por la inserción de fragmentos de DNA a un organismo huésped, mediante un sistema vector, evitando los múltiples mecanismos que restringen la transferencia de genes entre organismos no relacionados.

De esta manera se pueden "construir" cepas hiperproductoras de metabolitos de interés, mejorar la calidad de los mismos, evitar la acumulación de subproductos y, algo que ha causado asombro, transferir el DNA clonado de células animales o vegetales a microorganismos de fácil o rápido crecimiento para producir productos biológicos específicos.

Así, hormonas para uso terapéutico pueden ser producidas por un cultivo microbiano en lugar de ser extraídas de tejidos animales o vegetales. Actualmente, estas técnicas representan una gran herramienta para la industria de las fermentaciones, si bien es indudable que el éxito de una fermentación estriba en el microorganismo y su manejo.

El proceso de producción Industrial

El desarrollo de un proceso de producción en gran escala es el resultado de trasladar una tecnología desarrollada en el laboratorio a equipo utilizado en la industria, siempre y cuando sea rentable. Sin embargo, operar un proceso a nivel industrial no significa aumentar el tamaño del equipo utilizado en el laboratorio simplemente multiplicando las materias primas por un factor x , sino que deben incluirse nuevos conceptos para tratar los problemas de operación de gran escala. Así, en el escalamiento de un proceso se pueden usar técnicas y materiales considerablemente diferentes de los utilizados en el proceso a nivel de laboratorio.

En general, los procesos biológicos presentan un problema particular: operan con corrientes de materia prima y productos muy diluidos, aún después de su amplificación.

Tres son principalmente las áreas donde se concentra la actividad de los procesos biológicos: **desarrollo de organismos** (mejoramiento genético y/o selección de cepas), **desarrollo de medios** (formulación de medios con materiales económicos o de desecho) e **ingeniería de procesos de fermentación** (implementación de reactores, técnicas de separación-purificación de los productos).

El principal interés que la Biotecnología tiene por el desarrollo de organismos radica en alterar la composición genética de microorganismos de importancia industrial, a fin de incrementar la eficiencia del proceso para el cual el microorganismo está siendo utilizado y, por tanto, el rendimiento de un producto específico; no obstante, otros parámetros también son útiles, particularmente el mejoramiento de las características de crecimiento y la eliminación de los subproductos indeseables. Interesa, además, el establecimiento de cepas para obtener productos nuevos o modificados, principalmente por el uso de las recientemente desarrolladas técnicas de ingeniería genética, técnicas que, por otro lado, desempeñan un papel preponderante en la comprensión de las rutas biosintéticas que llevan a la producción de metabolitos comercialmente importantes y los mecanismos de control que las gobiernan.

El desarrollo de medios de cultivo se enriquece con frecuentes innovaciones; debe, sin embargo, tenerse siempre en consideración que una célula requiere para

su crecimiento y mantenimiento fuentes de carbono, energía, nitrógeno, fósforo, azufre, metales y, en algunos casos, factores de crecimiento como vitaminas o aminoácidos. Cuando el proceso es aerobio, el principal suministro de oxígeno es el aire. Pueden utilizarse, entonces, melazas, desechos agrícolas (pajas, rastrojos, cascarilla), hidrocarburos, materiales amiláceos, etcétera, como fuentes de carbono y de energía. En algunos casos se utilizan harinas de pescado, de sangre, harinolina y agua de cocimiento de maíz, como principales fuentes de nitrógeno. Todos estos materiales pueden proporcionar algunos otros requerimientos. Para la selección de un sustrato se tiene en cuenta el microorganismo a usar, tipo de proceso y disponibilidad, precio y localización del material.

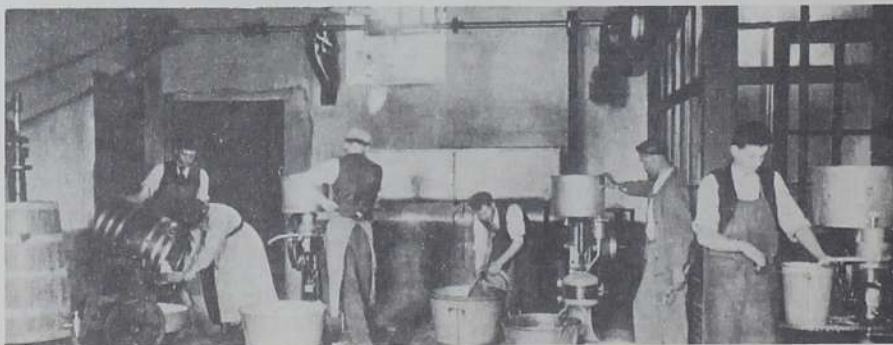
Los problemas que surgen en el proceso de escalamiento pueden ser clasificados en dos amplios grupos: aquellos que surgen del manejo de grandes cantidades de material y, seguido, el problema clásico de escalamiento (scale up), donde la naturaleza del proceso mismo se ve afectada por el tamaño de la operación.

Los problemas del primer grupo surgen porque una operación simple en el laboratorio puede involucrar industrialmente equipo complejo y caro, en el que grandes cantidades de material han de ser tratadas. Por ejemplo, el volumen pequeño de líquido en un matraz común de laboratorio puede ser calentado en un baño de agua o incubador, pero calentar cientos de toneladas de líquido implica bombearlo a través de intercambiadores de calor específicamente diseñados.

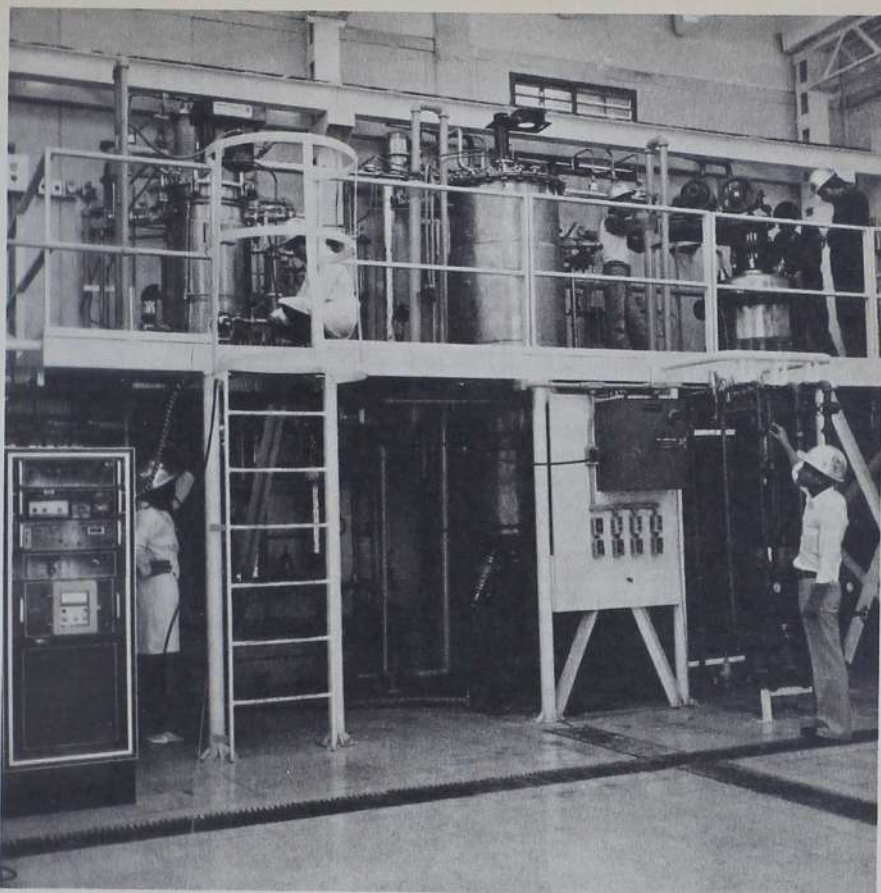
En el segundo grupo, los problemas de escalamiento son debidos a los parámetros que afectan un cambio de proceso en diferentes formas, como el tamaño o escala de la operación incrementada. Ejemplo de esto son los largos periodos requeridos para la descarga, limpieza, esterilización y nueva carga de los fermentadores.

Debe subrayarse que las tres áreas de desarrollo anteriormente mencionadas no son independientes y que el criterio principal es el costo unitario final del producto. Por ejemplo, una cepa con alto rendimiento, puede requerir nutrientes específicos, los cuales elevan el costo del medio de producción a pesar del rendimiento extra del producto obtenido. Similarmente, una materia prima barata puede incrementar el costo final del producto si es difícil de manejar o almacenar, o bien puede interferir con el proceso de recuperación del producto.

Una fábrica francesa de mantequilla y queso a fines del siglo XIX. La leche era desnatada y batida mientras una máquina de vapor hacía trabajar todo el aparato y calentaba la leche.



Vista general de la línea de fermentación instalada en el Cinvestav.



El corazón de un proceso de fermentación es el fermentador mismo. Un fermentador puede definirse como un recipiente en el cual se mantiene un ambiente favorable para la operación de un proceso biológico deseado. La palabra fermentador pudiera llevarnos a pensar en un reactor grande, brillante, de acero inoxidable, cubierto con instrumentación sofisticada; pero en realidad podemos considerar como fermentador desde un tubo de ensayo hasta un tanque completamente instrumentado.

El ambiente que se mantiene en un fermentador puede ser considerado sobre tres bases: biológica, química y física. El ambiente biológico es favorable únicamente cuando están presentes organismos deseables que contribuyen al proceso y se ha excluido a los organismos indeseables, destructivos, no productivos o ineficientes. Desde el punto de vista de la producción, esto implica también que el organismo deseado esté presente en cantidades suficientes para llevar a cabo el proceso a una velocidad "económica". Se dice que un sistema es aséptico sólo cuando contiene organismos deseados. Mantener el sistema aséptico en la planta industrial implica un diseño especial de la planta y condiciones de operación específicas que incremen-

tan los costos de inversión y de operación. Cabe enfatizar que el grado de asepsia requerido depende específicamente de cada proceso.

El ambiente químico se ocupa de la composición del medio de crecimiento, el cual debe contener la concentración deseada de sustrato o nutrientes y precursores sintéticos, libres de inhibidores, y mantener el pH deseado. En el caso de un proceso aerobio, se deben mantener los niveles de O_2 disuelto en un nivel adecuado. Para algunos procesos anerobios, el oxígeno debe ser excluido ya que es inhibitorio para el proceso.

El ambiente físico se refiere principalmente a la temperatura del sistema, ya que su control es indispensable para mantener al microorganismo bajo las condiciones óptimas de producción. Debe tomarse en cuenta que crear un ambiente favorable no implica necesariamente mantenerlo constante con el tiempo. La fermentación por lote ("batch") pasa a través de diferentes fases de crecimiento, las cuales pueden tener diferentes ambientes óptimos. Así, una fermentación puede seguir un perfil de cambio, en el que la disponibilidad de nutrientes, el pH, la temperatura, la presión parcial de oxígeno y otras variables son función del tiempo.

Forma de operación

Un proceso puede operar como un sistema continuo o como un sistema por lote.

En este último, el reactor es cargado con las especies reactantes, y como la reacción procede, las condiciones en el reactor cambian una vez consumidos los reactivos y formados los productos. Cuando el grado de reacción deseado ha tenido lugar, se descarga el reactor, se limpia y se repite el proceso. Los sistemas por lote son, de esta manera, procesos no estacionarios, es decir, sistemas en los cuales no se alcanza generalmente un estado de equilibrio.

En los sistemas continuos se bombean continuamente reactivos frescos al reactor, de manera que la corriente de salida de productos también fluya continuamente.

Existen dos sistemas básicos para el cultivo continuo: **flujo tapón** y **mezclado completo**.

En el sistema continuo de flujo tapón, el medio de cultivo es inoculado con microorganismos a la entrada del reactor, y el organismo lleva a cabo sus actividades biológicas conforme el líquido fluye a través del sistema; finalmente sale del reactor con el medio agotado. El organismo puede ser separado de la corriente de salida y recirculado nuevamente al reactor para inocular la corriente de entrada. Este sistema, en la forma de cámaras abiertas, se utiliza ampliamente para el tratamiento de aguas residuales. Para la sacarificación de almidón se utilizan reactores tubulares enzimáticos.

En el sistema continuo de mezclado completo, las condiciones son idealmente uniformes a través del reactor, en un equilibrio de mezclado de nutrientes, organismos y productos. La alimentación al sistema es libre de organismos, la corriente de salida es la mezcla en equilibrio en el fermentador y emerge a una velocidad tal que la pérdida de organismos en el flujo está balanceado con los que crecen en el fermentador.

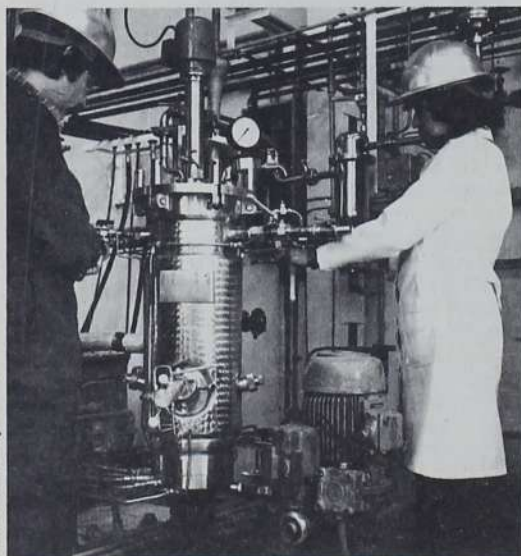
Debe notarse que en la práctica no existen sistemas perfectos ni de flujo tapón, ni de mezclado completo.

Comparando los beneficios relativos y los problemas que surgen tanto en los procesos por lote, como en los continuos, las principales desventajas de los primeros son: altos tiempos improductivos en operación del fermentador, dificultad en el diseño y operación de procesos en estado no —estacionario, variabilidad entre lote y lote, demanda irregular en servicios y utilidades y acumulación de productos inhibitorios en el proceso. Mientras que sus principales ventajas son el bajo riesgo de contaminación, flexibilidad de operación, posibilidad de llevar a efecto diferentes fases del proceso fermentativo en el mismo reactor, capacidad de controlar la estabilidad genética del organismo y habilidad para identificar todos los materiales involucrados en la manufactura de un lote particular de producto.

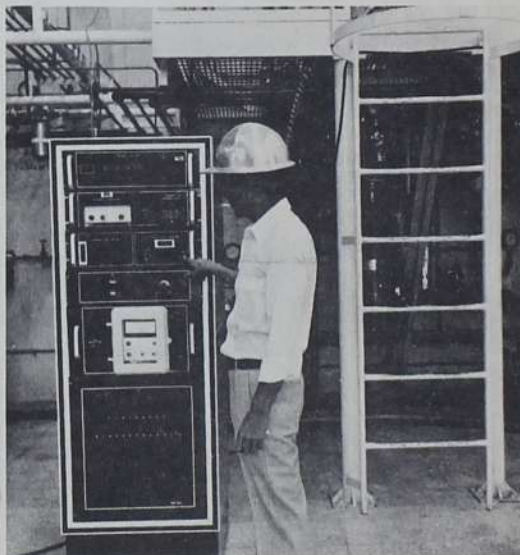
Los fermentadores deben ser vaciados, empleados, esterilizados y recargados antes de cada fermentación, todo esencial pero no productivo. En procesos por lotes, esto puede tomar tanto tiempo como la fermentación misma; en la producción de penicilina, por ejemplo, cada lote toma un total de 180 horas aproximadamente, de las cuales la fermentación ocupa solamente 100.

En un proceso continuo, una corrida puede durar semanas o meses, por lo que la proporción de tiempo muerto o no productivo es pequeña.

En consecuencia, se recomienda la fermentación continua para procesos asociados a crecimiento con un bajo riesgo de contaminación y con microorganismos genéticamente estables, obteniéndose un producto cuya demanda justifica largas corridas de producción. Los procesos continuos también son adecuados cuando durante la fermentación de metabolitos que inhiben la actividad microbiana o bien, cuando uno de los sustratos (generalmente la fuente de carbono y energía) es tóxico o tiene efectos adversos sobre el sistema.

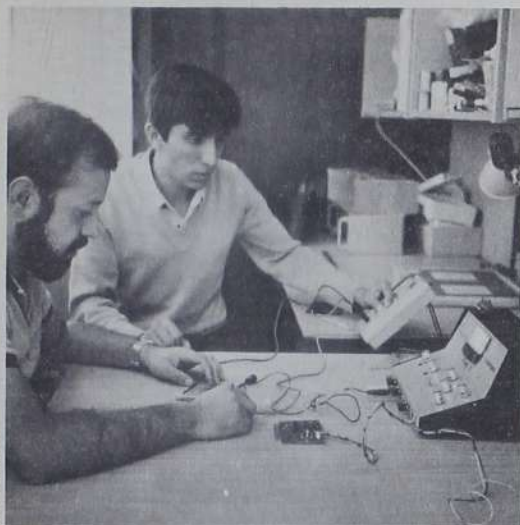


En este fermentador de 30 litros se lleva a cabo la esterilización para iniciar un proceso de fermentación.



Esta es una unidad de control acoplada al fermentador de 30 litros, construida en su totalidad por el personal de la planta y se encuentra en operación.

Control e Instrumentación



Los controladores que van acoplados a los fermentadores son construidos por personal de la misma planta.

Muchos de los parámetros ambientales en el fermentador pueden ser registrados por medio de pruebas analíticas, cuyas señales, después de la amplificación, pueden ser usadas para actuar como procedimientos de control. Así, señales de termistores que registran temperatura, pueden ser usadas para regular el flujo de agua de enfriamiento durante la fermentación o de vapor durante la esterilización. De igual manera, el control de pH puede ser efectuado por la inyección de un

ácido o una base, en respuesta a un electrodo de pH. Este principio puede ser empleado también en el control del nivel de oxígeno disuelto en el fermentador, modificando las velocidades de agitación y de aireación.

En los fermentadores se instalan mecanismos de control de espuma porque muchos nutrientes del medio contienen materiales tales como proteínas, las cuales estabilizan la espuma generada por el gas asperjado o producido durante la fermentación. La espuma es indeseable porque puede bajar los niveles de oxígeno disuelto, limitando la transferencia de oxígeno en el medio de cultivo. De esta manera, la espuma puede ser controlada mediante rompedores mecánicos, o inyectando antiespumante con bombas dosificadoras en intervalos preestablecidos basados en experiencia de operación o en respuesta a un detector de espuma. En el último caso, cuando la espuma alcanza el nivel preestablecido en el fermentador, se cierra un circuito entre dos electrodos o se cambia la capacitancia eléctrica entre placas metálicas, con lo que se provoca una señal.

Además de la instrumentación básica mencionada, existen una serie de sensores para medir variables específicas de importancia primordial para determinados procesos. Por ejemplo, en los procesos de producción industrial de levadura para panificación, mediante sensores que miden la concentración de etanol, se controla la adición de glucosa al fermentador. En general, la tendencia actual es desarrollar instrumentación para registrar y controlar el mayor número de las variables que tienen importancia para cada proceso de fermentación, con el propósito de incrementar productividad y rendimientos mediante un mejor control del medio ambiente.

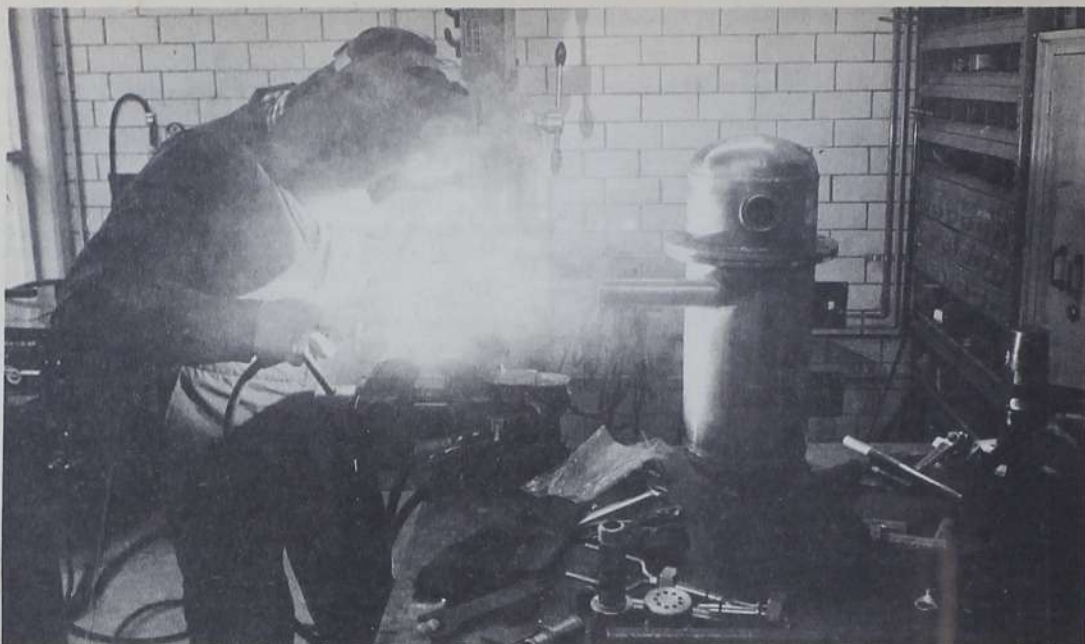
La automatización es también un factor clave para las modernas industrias de fermentación, por lo que es indispensable el empleo de computadoras acopladas a los fermentadores.



El desarrollo de los procesos de fermentación que se efectúan en la PPF son analizados desde una computadora.



La planta cuenta con un pequeño laboratorio donde se realizan análisis microbiológicos y químicos. En este espectrofotómetro se sigue el crecimiento celular desarrollado en los fermentadores.



Una Planta Piloto de Fermentaciones en el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería del Cinvestav*

La PPF consta de tres secciones: **fermentación, recuperación**—purificación de productos— y **secado**. Además, cuenta con un laboratorio de control y un taller mecánico.

La sección de fermentaciones incluye cinco fermentadores (tipo tanque agitado), con capacidades de 3.5, 7.01 litros (fermentador de vasos intercambiables), 30, 300, 1000 y 1,200 litros. Los fermentadores de 1000 y 1200 fueron diseñados y construidos en México; los equipos accesorios (separadores ciclónicos, condensadores de tubos, etc.) fueron diseñados y construidos en la PPF. La ingeniería de detalle de la PPF también fue elaborada por el personal de la planta. Para el futuro se piensa diseñar y construir otros tipos de fermentadores.

Los fermentadores cuentan con la instrumentación típica (controles de temperatura, pH y espuma, medidores de O_2 y de CO_2 disueltos). Parte de esta instrumentación fue diseñada y construida en el Cinvestav. Los instrumentos están acoplados a una microcomputadora que se utiliza para la adquisición de datos. La tarjeta para adquisición de datos y los programas fueron también diseñados y realizados en la PPF. En los próximos dos años se diseñará y construirá el resto de la instrumentación y se acoplará la PPF a una computadora de mayor capacidad para su control. Los algoritmos para

adquisición de datos, simulación y control serán diseñados y programados también en el Centro. Para este propósito existe un programa de cooperación entre la Sección de Control Automático del Departamento de Ingeniería Eléctrica, la Sección de Bioelectrónica del Departamento de Farmacología y Toxicología y la Sección de fermentaciones del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería.

La sección de recuperación-purificación de productos tiene una centrifuga de canasta (maquinaria mexicana, capacidad de la torta 80 kg), un separador continuo Alfa-Laval Mod YEB 1330 (capacidad máxima 600 l/h), un molino continuo para células Dyno-Mill Mod. KDL-Pilot (capacidad máxima: 40 kg/hora) y columnas modulares para cromatografía Pharmacia Mod. KS 370 (volumen del gel: 16 litros por módulo).

En la sección de secado existen un secador de charolas de tipo reforzado, construido por **Poli-Ingenieros**, de 2.5 m³, y una planta para secado por aspersión Nitro Atomizer Mod. P.6-3 (capacidad máxima de evaporación de agua: 60 l/h).

* La PPF fue diseñada, construida e instalada gracias al financiamiento de SEIT/COSNET y de CONACYT, y al financiamiento y apoyo de nuestra institución.

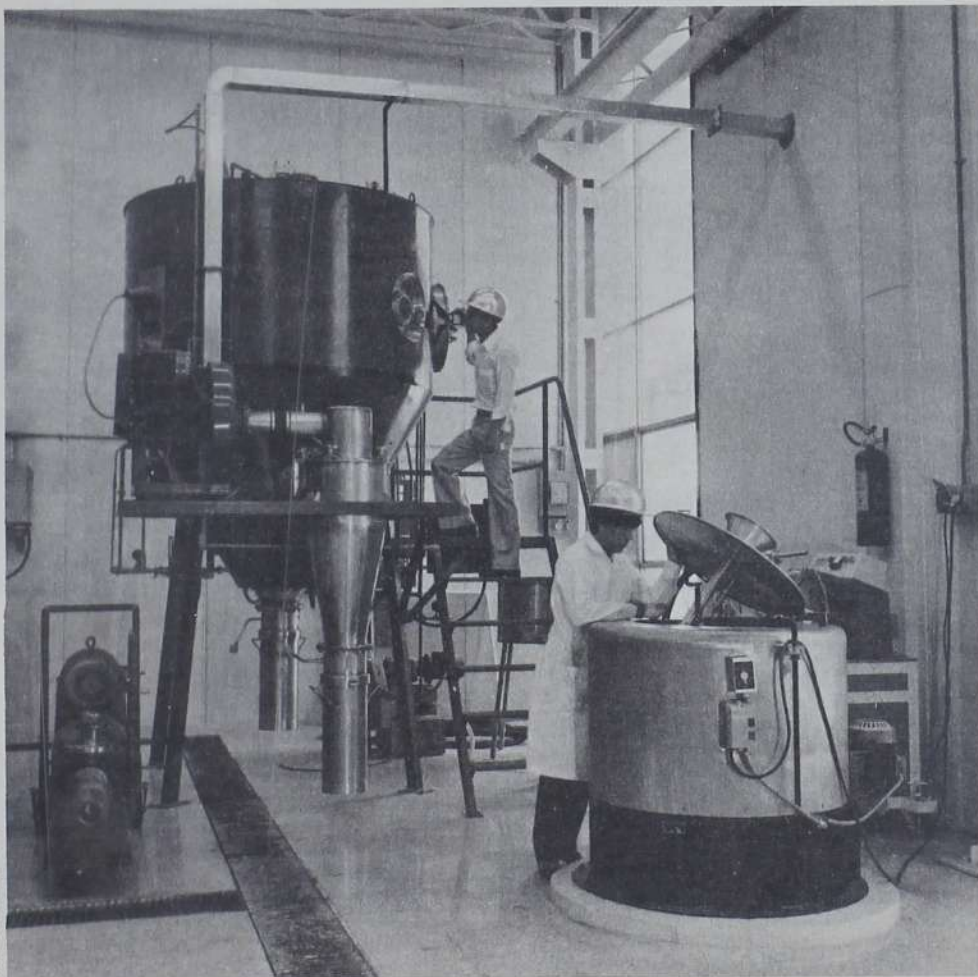
¿Por qué una Planta Piloto de Fermentaciones?

Los estudios a nivel de PPF son considerados indispensables para el escalamiento de procesos fermentativos, a pesar de que los costos de inversión y de operación sean elevados. Además, la opción de la PPF implica menos riesgo económico que el escalamiento directo del proceso a nivel industrial, tomando como base los datos de laboratorio.

Los reactores de laboratorio (1-50 l) se comportan como tanques perfectamente mezclados, mientras que los reactores industriales (80 a 220 m³) se alejan considerablemente del modelo ideal. Por otra parte, los problemas de transferencia de masa, particularmente oxígeno, pueden llegar a ser críticos en los fermentadores industriales, aunque raras veces representa problemas insolubles en los minifermentadores. Otras posibles complicaciones son la transferencia de calor y los esfuerzos cortantes generados por el sistema de agita-

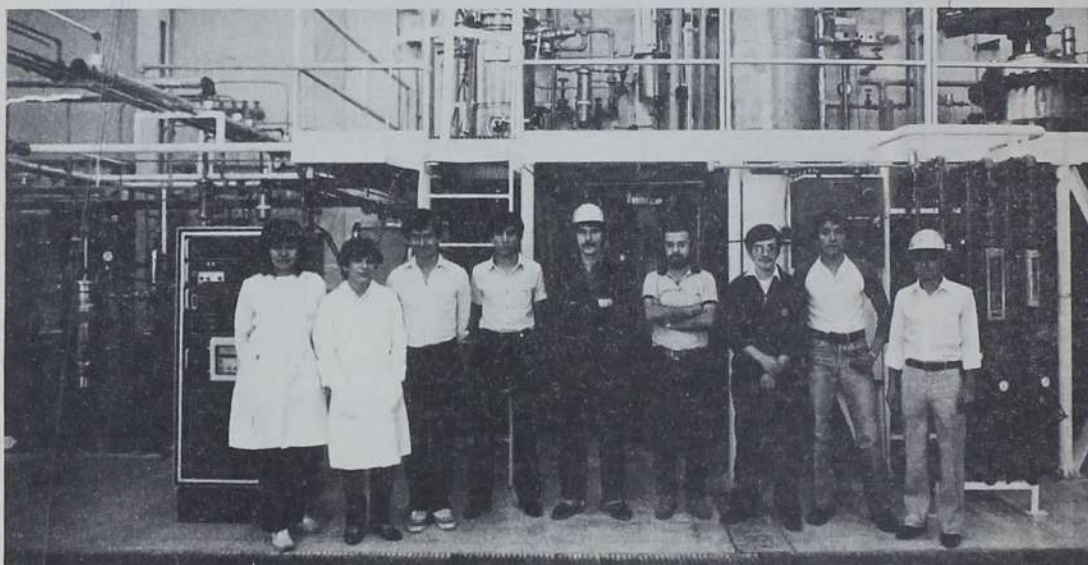
ción. En contraste, hay problemas que son críticos en los fermentadores de mesa y no lo son en fermentadores industriales, como por ejemplo el crecimiento filamentoso en las paredes del tanque. En la PPF, las tecnologías que se han desarrollado en el laboratorio se trasladan a equipo utilizado en la industria, simulándose el comportamiento de una planta de producción. Con ello se obtiene información más real acerca de los procesos que la que puede recogerse de los matraces agitados y minifermentadores. En consecuencia, y con base en estudios técnico-económicos, se elige la alternativa adecuada para el proceso, lo cual genera además la información necesaria para el desarrollo de la ingeniería básica de la planta industrial. Por eso se dice que la PPF es la interfase entre investigación y producción; el trabajo que ahí se realiza, como se ha visto, es interdisciplinario y, por ello, los científicos y técnicos que en ella trabajan adquieren nuevas habilidades y aprenden a internarse en el conocimiento de áreas aparentemente disímiles.

La PPF cuenta con equipo común, como un secador por aspersión (arriba), una centrifuga de canasta (derecha) y una centrifuga continua Westfalia (izquierda). Como dato curioso, el secador fue el primero que se construyó en México. Este equipo es utilizado para diversos procesos, como secar leche y biomasa, recuperar sólidos, etc.



Las funciones más importantes de la Planta Piloto

1. Trasladar tecnologías desarrolladas en el laboratorio a equipo industrial (scale up). En este caso, el conocimiento que generan institutos y centros de investigación es utilizado para desarrollar nuevos procesos que, una vez evaluados y optimizados en la PPF, pueden trasladarse a nivel industrial.
2. Innovar sobre procesos industriales ya establecidos en equipos de menor tamaño pero similares a los existentes en la industria, bajo condiciones también similares (scale down). En la PPF se pueden establecer nuevas estrategias de control y evaluar, tanto nuevas cepas como nuevas materias primas, sin los riesgos que implica hacer los ensayos en corridas de producción.
3. Desarrollar nuevos equipos y sistemas de control.
4. Optimizar procesos fermentativos.
5. Colaborar con la industria mediante la realización de evaluaciones técnico-económicas y consultorías para diseño de plantas, incluyendo adaptación del equipo existente y estrategias de control y métodos de trabajo.
6. Proporcionar servicios de producción a nivel piloto de productos de fermentación, tanto a instituciones científicas como a empresas del sector público o privado.
7. Capacitar recursos humanos, tanto técnicos como científicos.



Personal de la planta, de izq. a der.: I.B.Q. Felicitas Vázquez Lima, Dra. Mayra de la Torre Louis, M. en C. Alejandro Vega Salinas, estudiante de Ing. en comunicaciones electrónicas Nicolás Sánchez Chagoya, mecánico Pedro Valencia, Ing. en comunicaciones electrónicas Juan Antonio Torres Mendoza, I.Q. Isaac Contreras Ocampo, estudiante de I.Q. Martín Olivo Martínez, I.Q. Néstor Caro Valderrama.

En la PPF labora un grupo de especialistas de diversas formaciones que incluye profesores, auxiliares de investigación y técnicos, así como un grupo de asesores. Una de las grandes ventajas que representa el hecho de que la PPF esté ubicada en el Cinvestav es el acceso rápido a expertos altamente calificados, ya que diversas disciplinas convergen en ella: Microbiología, Bioquímica, Química Orgánica, Genética, Ingeniería Química, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecánica.

Las diversas funciones que se describen en este artículo son llevadas a efecto en la PPF, previa firma de

convenios o de contratos con las instituciones o empresas solicitantes.

En el rubro específico de formación de recursos humanos se ofrecen estancias por un período definido y la posibilidad de la elaboración de los trabajos de investigación de tesis de licenciatura y de posgrado. El número de personas que se admite es restringido y está en función de la infraestructura y de los proyectos de investigación que existan en la PPF. En todos los casos, el solicitante debe de tener un respaldo institucional o empresarial y disfrutar de una beca.

Fermentación del bagazo de caña para la producción de proteína unicelular

La producción de proteína unicelular (PUC) parece ser una opción atractiva para aquellos países que tienen un déficit de producción de proteínas y no tienen divisas para adquirir materias primas ricas en proteínas en los mercados internacionales. Estas proteínas unicelulares o biomasa microbiana se utilizan en algunos países para alimentación animal desde hace varios años. En México, los excrementos agrícolas y los residuos industriales de naturaleza lignocelulósica podrían ser un sustrato para la producción de PUC. En el Cinvestav se ha desarrollado una tecnología con este fin, la cual será evaluada en breve en la PPF.

El cultivo responsable de transformar la celulosa a proteína unicelular (biomasa) está constituido por un cultivo mixto bacteriano integrado por *Cellulomas flavigena* y *Xanthomonas sp.*, que fue aislado en el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería. El cultivo es una asociación simbiótica, específicamente un mutualismo. Se ha demostrado que es capaz de utilizar un amplio espectro de residuos lignocelulósicos, previo tratamiento de deslignificación parcial. Esta deslignificación es necesaria para aumentar la velocidad de hidrólisis de la celulosa, porque la lignina forma una barrera física que protege a la celulosa. En virtud del contenido de lignina de dichos materiales, los estudios de pretratamiento han mostrado que, a la fecha, el más

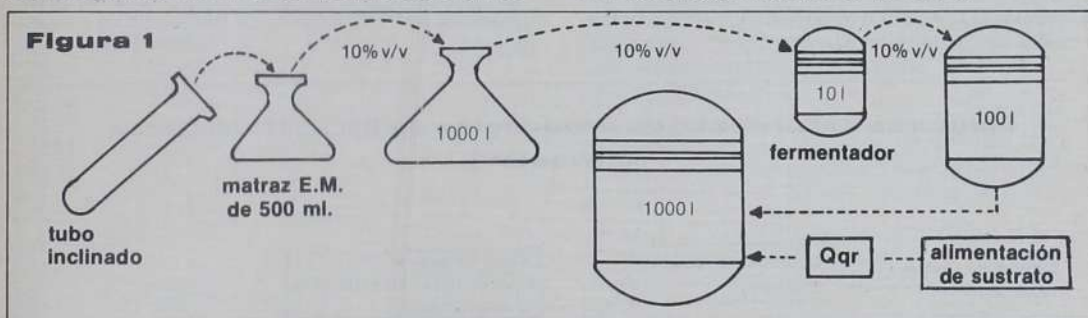
adecuado es el alcalino a temperatura de ebullición.

Se ha mostrado que en este sistema, la técnica más productiva es la de cultivo por lote, con alimentación intermitente de sustrato. Con esta técnica se han logrado obtener productividades comparables o mayores a las reportadas en otros procesos de producción de biomasa a partir de residuos celulósicos.

El proceso de producción de proteína unicelular (PUC) en una planta piloto tiene cuatro pasos principales:

1. Propagación del inóculo
2. Pretratamiento del sustrato
3. Fermentación
4. Recuperación de los productos

Descripción del proceso. Se parte del crecimiento obtenido durante 48 horas, a 37°C, en un tubo inclinado con carboximetilcelulosa (CMC), al cual se le añade en forma estéril 10 ml de medio cultivo. Se raspa con una asa la superficie del tubo para resuspender el crecimiento superficial; con esta suspensión se inocula el primer matraz erlenmeyer de 500 ml con 100 ml de medio cultivo. Este matraz se incubaba a 37°C y 150 RPM durante 48 h. El crecimiento obtenido así, sirve como propagación para cada uno de los pasos que se muestran en la figura 1. En cada uno se utiliza un inóculo de 10% v/v, hasta llegar al tanque de 1000 litros.

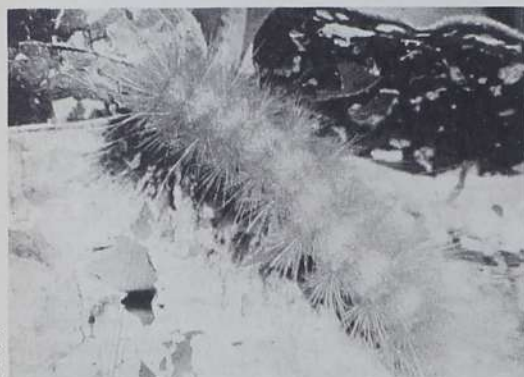


La fermentación es un cultivo por lote con alimentación intermitente de sustrato, utilizando como parámetro de control la velocidad de consumo de oxígeno del cultivo. Al final de dicha fermentación, se separa el sustrato residual de la biomasa mediante una filtración sencilla, obteniéndose dos productos: por un lado, un forraje enriquecido con proteínas y, por el otro, la biomasa misma (PUC). El sustrato residual obtenido después de la filtración se lava con el propósito de eliminar el exceso de sales y otros metabolitos para pasar posteriormente a un secador de charolas en el que se obtiene un forraje con un 7.6% de proteína, mientras que la parte líquida se centrifuga y lava antes de ser secada en un secador por aspersión hasta obtener un polvo con un 8% de humedad y un contenido proteico de 50.1%.

El diagrama de bloques se especifica en la figura 2.

Producción de *Bacillus thuringiensis*, variedad *kurstaki*, para el control de ciertas plagas agrícolas, y variedad *israelensis*, para el control de algunos vectores de enfermedades

Esigmeñe acrieo o gusano peludo, ataca una hoja de frijol.



La contaminación de productos agrícolas, tierra y agua por insecticidas químicos, es cada día mayor. Independientemente de los problemas de salud pública que estos insecticidas generan, los insectos blancos están "presentando" mecanismos de resistencia (tolerancia) que permiten soportar concentraciones de insecticidas cada vez mayores. El uso indiscriminado de insecticidas químicos que está afectando severamente al medio ambiente debe ser controlado mediante la

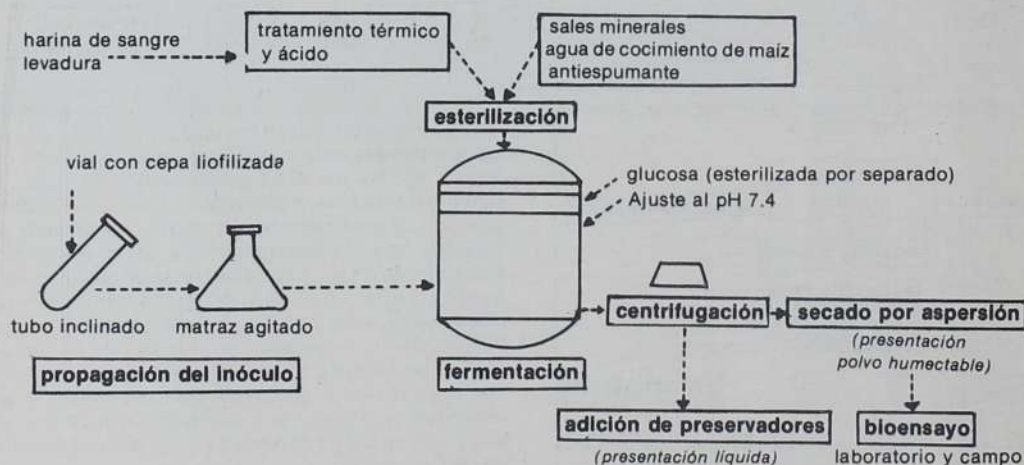
implementación de otros métodos de control de insectos no contaminantes. El control microbiano de insectos tiene su mejor exponente en el *Bacillus thuringiensis* para el combate de lepidópteros (palomillas) y dípteros (mosquitos).

En el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería se tienen en marcha los proyectos "Producción de *Bacillus thuringiensis*, variedad *kurstaki*, para el control de ciertas plagas agrícolas" y "Producción de *Bacillus thuringiensis*, variedad *israelensis*, para el control de algunos vectores de enfermedades", con la participación de otras instituciones, como la Dirección General de Sanidad Vegetal y la Organización Panamericana de la Salud.

Los objetivos que se persiguen en estos proyectos son, fundamentalmente, desarrollar la tecnología para la producción de bioinsecticidas de alta especificidad, inocuos al hombre, flora y fauna silvestres, por vía fermentativa a escala semi-industrial, empleando subproductos o residuos agropecuarios de bajo costo; formar recursos humanos capacitados en la producción de microorganismos entomopatógenos y reducir fuga de divisas por concepto de importación de bioinsecticidas de este tipo.

El siguiente diagrama muestra el procedimiento desarrollado en el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería:

Diagrama del proceso de producción de *Bacillus thuringiensis* (Cinvestav)





Bibliografía

A. General

- Demain, L. A., Solomon, A. N. (1981). Industrial Microbiology. En **Scientific American** 245 (3): 67.
- Haas, J. M. (1984). Methods and applications of genetic engineering. En **Food technology** 38: 69.
- Bushell, E. M. (1983). Application of the principles of industrial microbiology to biotechnology, en **Principles of Biotechnology**. Alan Wiseman (ed.) Surrey University Press. Nueva York, EUA, pág. 5.

B. Sobre la planta plilo de Fermentaciones.

- Meskanen A., Lundell R. I., Laiho P. Engineering of fermentation plants. Part. 3 Automation. En **Process Biochemistry**. Junio de 1976, pág. 31-36.
- Lundell R., y P. Laiho. Engineering of Fermentation Plants. Part. I. Design Aspect. En **Process Biochemistry**. Abril de 1976, pág. 13-18.
- Ovaskainen, P., R. Lundell y P. Laiho. Engineering of Fermentation Plants. Part. 2 Fermenter Design and Scale-up. En **Process Biochemistry**. Mayo de 1976, pág. 37-39.

El proceso consta básicamente de una fermentación sumergida, con temperatura controlada a 30°C, pH arriba de 7.0 y 10% de oxígeno disuelto. El medio de cultivo emplea subproductos de origen agropecuario, glucosa y sales minerales. Las cepas que se emplean son de la variedad *kurstaki* para el control de lepidópteros, conocidos comúnmente como palomillas, las cuales en su fase larvaria son muy perjudiciales para la agricultura, y de la variedad de *israelensis*, que sirve para el combate de dípteros (mosquitos) transmisores de enfermedades.

Al terminar la fermentación, el mosto se concentra y llega a un secador por aspersión. Una vez obtenido el producto seco, se formula con dispersantes adhesivos y se procede a su bioensayo, tanto en laboratorio como en el campo. Así, en colaboración con el Colegio de Posgraduados de Chapingo, se han probado estos bioinsecticidas contra *Spodoptera frugiperda* o gusano cogollero del maíz, *Spodoptera exigua* o gusano soldado de la remolacha y *Heliothis virescens* o gusano bellotero.

En cuanto a los bioensayos con vectores de enfermedades, se han realizado evaluaciones en el centro de investigación de la Organización Panamericana de la Salud, que tiene sede en Tapachula, Chiapas, con *Anopheles albimanus*, que es el vector del Paludismo, y con *Aedes aegypti*, que es el vector del Dengue. Los resultados de todos estos bioensayos y su comparación con bioinsecticidas de importación muestran valores de concentración letal media (CL₅₀) semejantes.

C. Sobre producción de Bacillus thuringiensis.

- De Bajac H. (1978) Información técnica sobre el agente de control biológico *Bacillus thuringiensis* (SH 14). Serie ecología No. 1. Coeditada por la Universidad Autónoma del Estado de México y el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud de la OPS/OMS.
- Dulmage H. T. y R.A. Rhodes (1971). Production of pathogens in artificial media. En Burges H. D. y N. W. Hussey (eds.) **Microbial Control of Insects and Mites**. A. P., Condow, Londres, págs. 507-540.
- Dulmage H. T. y colaboradores (1981). Insecticidal Activity of Isolates of *Bacillus thuringiensis* and their Potencial for Pest Control. En Burges H. D. (ed.). **A. P. Microbial Control of Pest and Plant Diseases**. Condow, Londres, págs. 193-220.

CH. Sobre producción de proteínas de origen unicelular.

- De la Torre, M. (1985). Aprovechamiento de esquilmos agrícolas y de residuos agroindustriales. En Rodolfo Quintero (ed.). **La Biotecnología en México**. CONACYT. En prensa.
- De la Torre, M. (1981). Producción de proteínas a partir de residuos lignocelulósicos. En **Ciencia y Desarrollo**. México. Año VII, núm. 37, pág. 111.
- Tusé D. (1981). Single-Cell Protein: Current status and future prospects. CRC critical reviews in food science and nutrition. 19 (4): 273-325.



Estado de la investigación científica en instituciones de educación superior del área metropolitana de la Ciudad de México

La actividad científica institucionalizada y con organización académica definida se inició en nuestro país hace unos 50 años con la creación, por una parte, de los institutos de Astronomía, Geología y Biología de la UNAM y, por la otra, de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, que luego, a la fundación de el IPN, se incorporó a éste.

Aunque existe alguna información publicada sobre la producción en ciertos campos de la investigación científica, hasta donde nosotros sabemos no hay datos cuantitativos generales sobre el estado actual de las instituciones que realizan investigación científica en México*.

El presente trabajo informa sobre el estado actual de la investigación en instituciones de educación superior del área metropolitana de la ciudad de México (AMCM), afiliadas a la ANUIES.

Los datos que constituyen la base de este estudio fueron recabados entre noviembre de 1983

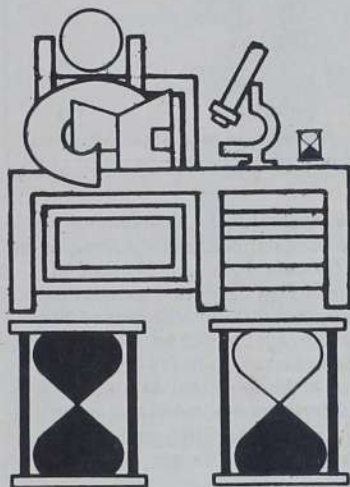
y enero de 1984 por el grupo de trabajo del área de investigación que realizó una encuesta con el instrumento elaborado por el grupo técnico de planeación del Consejo Regional de Planeación (CORPES) del AMCM. En dicho consejo participan nueve instituciones incorporadas a la ANUIES: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del IPN, Colegio de México (ColMex), Escuela Normal Superior (ENS), IPN, Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Universidad Iberoamericana (UIA), UNAM y Universidad Pedagógica Nacional (UPN).

El grupo de trabajo estuvo integrado por cinco representantes institucionales (Cinvestav, IPN, UAM, UIA y UNAM); fue asesorado por un representante del CORPES-AMCM y coordinado por un segundo representante del Cinvestav. Durante el periodo de la encuesta no funcionaron ENS y UPN, y por ello no enviaron representantes al grupo de trabajo. Tampoco hubo representantes designados por ColMex, ITAM y UAEM.

Los funcionarios responsables de la coordinación o administración de la investigación en cada institución recabaron la información respectiva; los cinco representantes que formaban

* Recientemente, en dos artículos seriales, E. Garfíel *Current Contents*, vol. 27, núm. 19, pp. 3-8 y núm. 20, pp. 3-10 (1984) analiza la investigación científica latinoamericana y hace referencia a varios estudios bibliométricos que comparan el desarrollo de algunas especialidades en México, principalmente de ciencias biomédicas.

**Enrique Campesino Romeo,
Rubén López-Revilla y
Miguel Angel Pérez-Angón**



Agradecimientos

Los autores agradecemos cumplidamente la colaboración y las sugerencias de los miembros del Grupo Técnico del Área de Investigación del CORPES-AMCM que participaron en la elaboración de la encuesta en la que se basa el presente trabajo: Miguel Angel Campos (CORPES; asesor del grupo), Juan José Ambríz (UAM), Leopoldo Hernández (IPN), Roberto Ibarra (IPN), José Luis Puente (UNAM), Javier Romero (UNAM) y Angel Torreblanca (UIA). También agradecemos la apreciable ayuda que nos brindó el personal de la Secretaría Técnica del Cinvestav, en particular la otorgada por la Sra. Gabriela Orozco.



Organización administrativa

Para los propósitos del presente estudio, se acordó distinguir entre "Unidades" y "Dependencias" de investigación de la siguiente manera:

Unidad de Investigación. División administrativa básica de la institución, que agrupa a investigadores con intereses comunes en cierta especialidad (Departamento, Centro, Sección, etc.).

el grupo de trabajo eran tales funcionarios o sus representantes. Los miembros del grupo de trabajo procesaron e hicieron un análisis preliminar de los datos globales. Los representantes del Cinvestav elaboraron el documento final sobre el área de investigación que, junto con los documentos finales de ocho áreas más, ha sido empleado por el grupo técnico de planeación del CORPES-AMCM para elaborar el Programa Regional Indicativo de la Educación Superior (PRIDES) del AMCM.

Aunque este artículo se basa en el documento final del grupo de trabajo, difiere sustancialmente del mismo porque ha sido elaborado y analizado más extensamente. Su inserción en *Avance y Perspectiva* cumple con la recomendación que el propio grupo de trabajo hiciera para que se difundan los resultados de la encuesta. Los puntos de vista que presentamos, sin embargo, son de nuestra exclusiva responsabilidad. A menos que se indique otra cosa en el texto, los resultados descritos corresponden al año de 1983.

Esperamos que este trabajo contribuya a mejorar el estado de la investigación en las instituciones de educación superior a través del planteamiento de parámetros fáciles de evaluar y a señalar la forma de superar las deficiencias de la encuesta en la que se basó.

Tabla 1

**Número de dependencias
y unidades de investigación
por institución**

Institución	Dependencias	Unidades
Cinvestav	4	24
Colmex	—	7
IPN	36	—
ITAM	1	—
UAM	4	41
UIA	—	28
UNAM ^{a/}	32	99
Total	77	199

Solamente se incluye al Subsistema de Investigación Científica.

Dependencia de Investigación. División administrativa que agrupa varias unidades de investigación (Instituto, Unidad, Escuela, Facultad, División, etc.).

Si bien de acuerdo con la tabla 1 existen en las instituciones metropolitanas consideradas 199 unidades de investigación agrupadas en 76 dependencias, debe considerarse que no todas las instituciones proporcionaron el número total de sus unidades de investigación. Conviene mencionar también que una medida del grado de organización de los investigadores más adecuada podría ser el "grupo de

investigación", el cual identificaría a conjuntos de investigadores que comparten especialidad y metas (o proyectos) comunes. Un estudio de los grupos de investigación que analice su tamaño, productividad, grado de escolaridad de los miembros, etcétera, sería más útil que el análisis del número de dependencias o investigadores aislados.

Características de los Investigadores

Tres fueron las características analizadas en este renglón: categoría académica, nivel académico y tiempo de contratación.

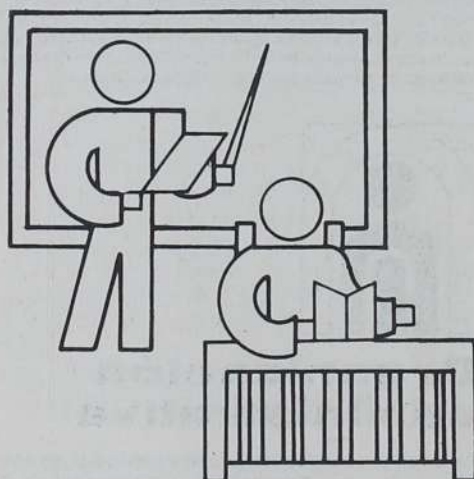
En la tabla 2 se muestra la distribución por categoría académica. Se observa en ella que los nombramientos son heterogéneos y diferentes en cada institución.

La distribución relativa de los investigadores en las ocho instituciones se muestra en la figura 1. Como era de esperarse, las tres instituciones que agrupan el mayor número de investigadores son el IPN, la UAM y la UNAM. Habrá que tomar en cuenta que en el caso de la UNAM no fueron incluidos los investigadores de las facultades ni los de las Escuelas de Nacionales de Estudios Profesionales.

En la tabla 3 aparece la distribución de los investi-

Tabla 2

**Distribución por categorías
del personal contratado
que realiza funciones de investigación^{a/}**



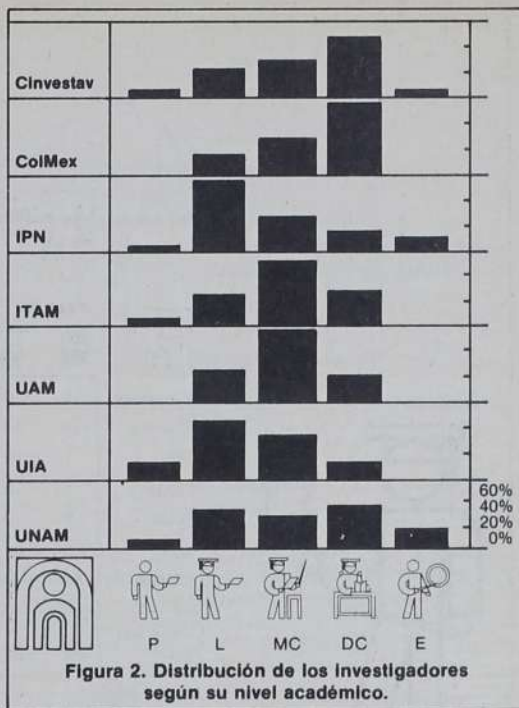
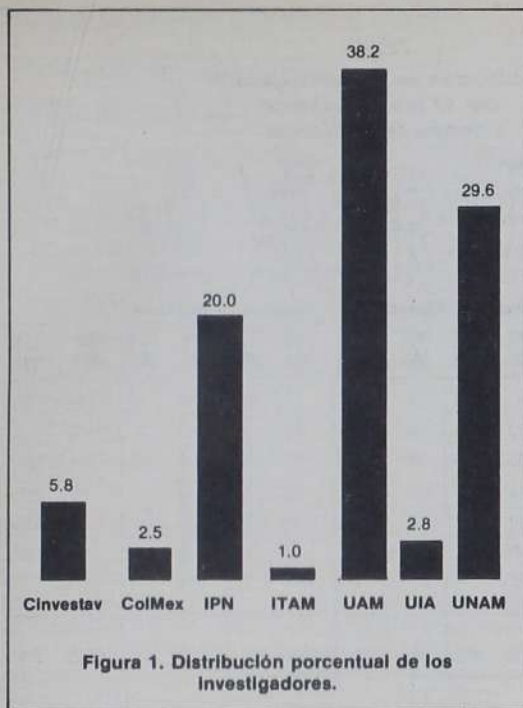
Institución	Categoría	Distribución Número (%)	
Cinvestav	Investigador titular	118	(38)
	Investigador adjunto	89	(28)
	Investigador auxiliar	76	(24)
	Instructor	32	(10)
		315	
Colmex	ND ^{b/}	144	—
IPN	ND	1,158	—
ITAM	ND	60	—
UAEM	ND	54 ^{c/}	—
UAM	Investigador titular	388	(18)
	Investigador asociado	1,271	(58)
	Investigador asistente	521	(24)
		2,200	
UIA	Investigador numerario	21	(13)
	Investigador titular	59	(36)
	Investigador asociado	61	(37)
	Investigador adjunto	22	(14)
		163	
UNAM ^{d/}	Investigador titular	652	(40)
	Investigador asociado	865	(54)
	Investigador auxiliar	101	(6)
		1,618	

^{a/} Total: 5,712 investigadores.

^{b/} ND, categoría no definida en las respuestas

^{c/} Número calculado a partir de los proyectos de investigación.

^{d/} Datos de institutos y centros de investigación solamente; no se incluyeron facultades ni ENEP.



gadores por nivel académico; el perfil de niveles académicos para los investigadores de cada institución se muestra en la figura 2. Del análisis global de estos datos se deduce que la mayoría (63%) de los investigadores tienen estudios de posgrado, siendo una y media veces mayor el número de maestros que el de doctores en ciencias.

En la misma figura 2 se aprecia que ColMex y Cinvestav tienen una distribución más cercana a la

que se esperaría en instituciones dedicadas a la investigación. En ambas, la mayor proporción del personal tiene doctorado (50-57%), seguido del personal con maestría (26%).

En la tabla 4 y en las figuras 3 y 4 se muestra la distribución de los investigadores por nivel académico y tiempo de dedicación. En todas las instituciones, excepto el IPN, predomina el personal de tiempo completo.

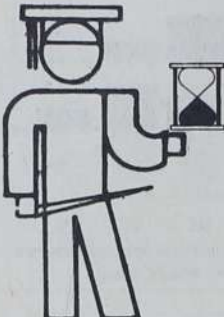
Tabla 3
Nivel académico de los investigadores

	Pasantes	Licenciados	Especialistas	Maestros	Doctores	Suma
Cinvestav	11	67	4	86	165	333
Colmex	0	25	0	37	82	144
IPN	4	671	75	256	152	1,158
ITAM	1	13	0	32	14	60
UAM	0	521	0	1,291	388	2,200
UIA	21	69	0	53	20	163
UNAM	68	571	23	408	636	1,706
Total	105	1,937	102	2,163	1,457	5,764

Se incluyen 52 más que en la tabla 2 (¿sin contrato definitivo?).

Tabla 4

**Distribución de los Investigadores
por su nivel académico
y tiempo de dedicación**







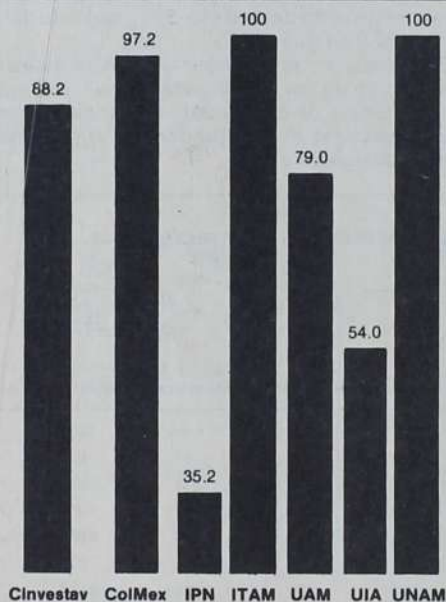

	Pasantes		Licenciados		Especialistas		Maestros		Doctores		Suma	
												
Cinvestav	11	0	54	13	1	3	67	19	161	4	294	39
Colmex	0	0	23	2	0	0	37	0	80	2	140	4
IPN	1	3	265	406	25	50	77	179	39	113	407	751
ITAM	1	0	13	0	0	0	32	0	14	0	60	0
UAM	0	0	349	172	0	0	1,049	242	352	36	1,750	450
UIA	0	21	38	31	0	0	38	15	12	8	88	75
UNAM	68	0	571	0	23	0	408	0	636	0	1,706	0
Total por nivel	81	24	1,313	624	49	53	1,708	455	1,294	163	4,445	1,319



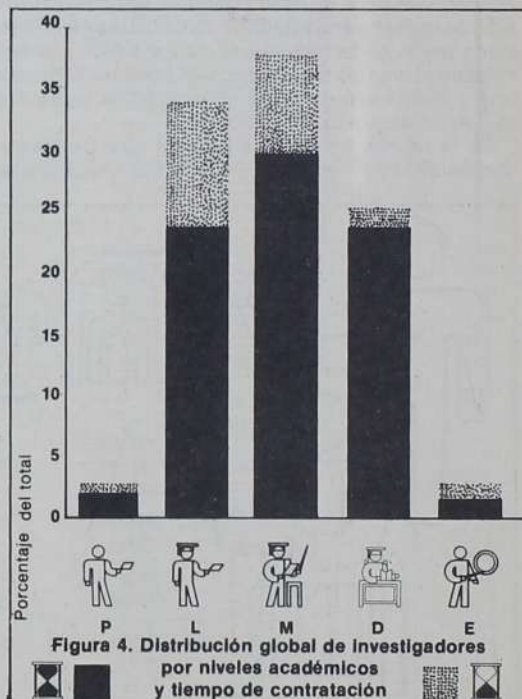
tiempo completo;



tiempo parcial.



**Figura 3. Porcentajes de Investigadores
contratados tiempo completo por diferentes
instituciones.**



**Figura 4. Distribución global de Investigadores
por niveles académicos
y tiempo de contratación**

Indices del nivel académico Institucional

Para tener una idea aproximada de la intensidad y calidad de la investigación en las diferentes instituciones, diseñamos el parámetro denominado **índice de nivel académico institucional**.

El proceso seguido para obtenerlo fue:

1º Asignar arbitrariamente puntos al nivel académico de los investigadores, como se muestra en la tabla 5. Esta asignación supone una relación directa entre la preparación académica y la posibilidad de realizar investigación original y en forma independiente, por lo que el puntaje mínimo (1) corresponde al pasante o licenciado y el máximo (10) al doctorado. Cabe aclarar que estas asignaciones no tienen bases estrictamente cuantificables, sino que reflejan la opinión de los autores.

2º Para cada institución, multiplicar la fracción de la población de investigadores en cada nivel académico por los puntos del nivel correspondiente (la suma de los productos obtenidos para cada nivel daría un índice institucional más alto a medida que predominase el número de investigadores de mayor nivel académico, pero no consideraría la intensidad, es decir, el tiempo que los investigadores dedican a la institución).

3º Hacer la corrección de acuerdo al tiempo de dedicación de los investigadores, que se obtuvo multiplicando los datos obtenidos en el paso anterior por la fracción de investigadores de tiempo completo en cada nivel. Este resultado constituyó el **peso específico** de cada nivel académico.

4º Finalmente, para obtener el índice de nivel académico institucional, sumar los pesos específicos de cada nivel y normalizarlos, tomando como unidad a la mayor de las sumas.

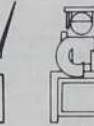


Tabla 5
Puntaje asignado a cada nivel académico

Nivel académico	Puntos
Pasantía o licenciatura	1
Especialidad	2
Maestría	4
Doctorado	10

Los pesos específicos y los índices institucionales se muestran en la tabla 6. Como era de esperarse por los datos presentados anteriormente sobre nivel académico y tiempo de dedicación de los investigadores, ColMex tuvo el índice más alto (1.00) y el IPN el más bajo (0.13). De la misma manera, es fácil entender que sólo tres instituciones (Cinvestav, ColMex y UNAM) tengan índices cercanos a la unidad. Dichas instituciones son las únicas cuyo personal académico está dedicado predominantemente a la investigación: en los casos del Cinvestav y ColMex, por la organización académica de estas instituciones, mientras que en el caso de la UNAM porque sólo consideramos al personal de los subsistemas de humanidades e investigación científica, y no al que realiza investigación en las facultades y en las ENEP.

Tabla 6
Índices de nivel académico institucional
Peso específico por nivel de los investigadores

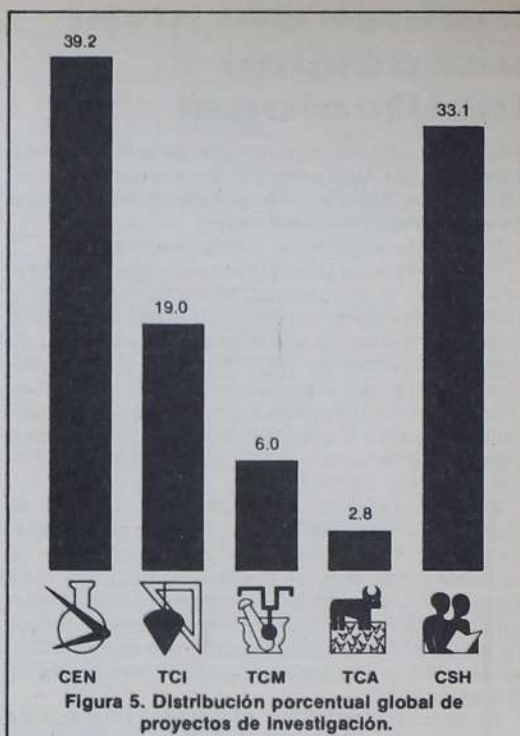
	    				Total	Índice
	P-L	E	M	D		
Cinvestav	0.19	0.02	0.80	4.80	5.81	0.86
ColMex	0.16	0	1.03	5.52	6.71	(1.00) ^{b/}
IPN	0.24	0.11	0.25	0.33	0.93	0.13
ITAM	0.23	0	2.13	2.33	4.69	0.69
UAM	0.16	0	1.90	1.58	3.64	0.54
UIA	0.23	0	0.92	0.74	1.89	0.28
UNAM	0.38	0.68	0.96	3.73	5.75	0.88

P-L: pasantes o licenciados; E: especialistas; M: maestros; D: doctores.
Normalizado arbitrariamente por tener el total más alto.

Perfil Institucional por áreas de Investigación

En la tabla 7 se da la distribución por áreas de investigación de los proyectos en proceso; un aspecto que sobresale aquí es la concentración de aproximadamente el 50% de los proyectos en la UNAM. En forma global (figura 5) se aprecia cierto balance en tres de las áreas consideradas: Ciencias Exactas y Naturales (CEN), Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería (TCI) y Ciencias Sociales y Humanidades (CSH). En las dos áreas restantes —Tecnologías y Ciencias Agropecuarias (TCA) y Tecnologías y Ciencias Médicas (TCM)— el número de proyectos de investigación fue muy limitado. Una explicación al bajo número de proyectos en TCA es que las ocho instituciones muestreadas están situadas en una zona urbana y ninguna se dedica preponderantemente al área agropecuaria. En la figura 6 se muestra la distribución de proyectos por áreas de investigación dentro de cada institución.

Quisiéramos comentar aquí que el término "proyecto de investigación" es demasiado vago y no puede usarse para cuantificar y comparar la productividad de los investigadores. Quizá sería mejor considerar aspectos tales como el número de publicaciones, reportes técnicos, patentes.



Presupuesto

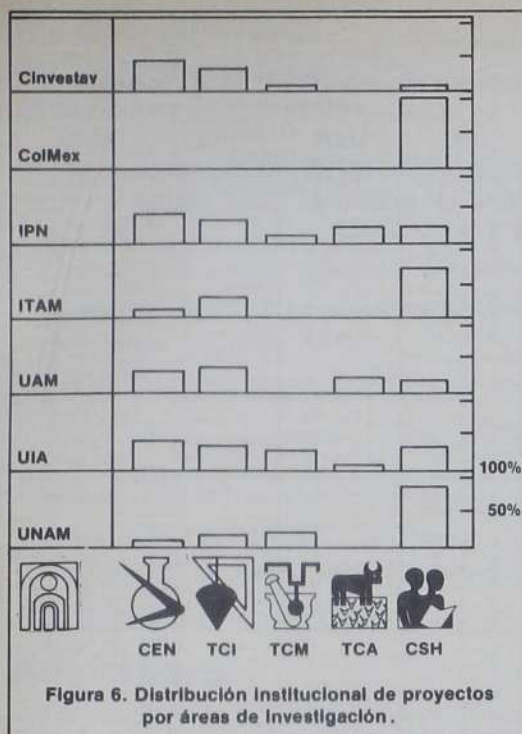
En la tabla 8 se indican los montos dedicados a la investigación por cada institución en los ejercicios

de 1978 a 1982. Se aprecian montos muy bajos en tres de las instituciones (IPN, UAEM, UIA), lo que posiblemente se debe a que no incluyeron los gas-

Tabla 7
Distribución de los proyectos por áreas de investigación

	CEN	TCI	TCM	TCA	CSH	Suma
Cinvestav	247	78	9	0	13	347
ColMex	0	0	0	0	177	177
IPN	132	98	26	65	67	388
ITAM	3	16	0	0	57	76
UAEM	15	17	0	12	10	54
UAEM	173	149	113	11	133	579
UIA	4	7	10	0	71	92
UNAM	775	289	49	7	610	1,730
Total por área	1,349	654	207	95	1,138	3,443

CEN: Ciencias Exactas y Naturales; TCA: Tecnologías y Ciencias de la Ingeniería; TCM: Tecnologías y Ciencias Médicas; TCA: Tecnologías y Ciencias Agropecuarias; CSH: Ciencias Sociales y Humanidades.



tos de la nómina de sus investigadores. Se observa también que los montos absolutos dedicados a la investigación se incrementaron en un 40% anual durante el periodo 1978-82. Mientras que este porcentaje superó a la inflación durante los cuatro primeros años (1978-81), fue en cambio mucho menor que ésta en 1982.

Por otra parte, los porcentajes dedicados a la investigación en los presupuestos globales de cada institución se mantuvieron casi constantes en el periodo descrito.

Finalmente, como el gasto nacional en ciencia y tecnología para 1981 fue de 27,618 millones de pesos*, las cinco instituciones metropolitanas incluidas invirtieron en investigación el 11% de dicho gasto.

* Flores, E. "El desarrollo de la ciencia y la tecnología en la actualidad", en *Ciencia y Desarrollo*, núm. 43, pp. 107-111, marzo-abril de 1982.

Formación de Investigadores

En la tabla 9 se proporciona la distribución por áreas y sub-áreas de los 541 programas de posgrado reportados por seis instituciones. Podemos observar que en 1983 estas instituciones ofrecían 160 programas de especialización, 273 de maestría y 108 de doctorado. Se aprecia un claro predominio en el número de éstos por parte de la UNAM. Para tener una idea de su operatividad y eficiencia, sería interesante conocer el número de egresados de cada uno de ellos.

Tabla 8

Monto (millones de pesos) dedicados a la investigación en los ejercicios Institucionales (1978-1983)

Años	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Cinvestav	163.0	213.0	346.0	589.0	875.0	1,542.0
IPN	6.1	30.0	42.8	42.5	86.2	111.2
UAEM	—	4.8	11.7	20.7	38.0	—
UIA	6.6	7.5	9.0	10.0	17.5	—
UNAM	1,161.0	1,330.0	1,567.0	2,371.0	3,460.0	5,834.0
Totales	1,336.0	1,585.3	1,976.5	3,033.2	4,476.7	7,487.2

Distribución de los programas de posgrado por áreas y subáreas

30

Problemas académico-administrativos

Los principales problemas de esta índole que manifestaron tener las instituciones se describen en la lista que constituye la tabla 10. Al revisarla se tiene la impresión general de que la investigación está desatendida, desorganizada y mal administrada.

Tabla 10

Principales problemas académico-administrativos

1. Monto insuficiente de salarios y becas.
2. Presupuesto insuficiente e inoportuno para gastos de operación y compra y reposición de equipo.
3. Administración inadecuada de los recursos humanos y materiales para la investigación.
4. Insuficiente preparación de los aspirantes al posgrado.
5. Falta de apoyos a la superación de los investigadores.
6. Incomunicación y falta de colaboración entre investigadores.
7. Planeación y evaluación deficientes o nulas.

Análisis

Conviene enfatizar que la encuesta que constituyó la base del presente análisis se hizo en muy poco tiempo y que la información solicitada fue limitada. Sin embargo, la primera conclusión importante del estudio es que los datos obtenidos sí dan una buena idea del estado actual de la investigación en las instituciones de educación superior del área metropolitana de la ciudad de México.

Los nombramientos y los requisitos académicos y curriculares que deben satisfacer los investigadores de las diferentes instituciones son diversos. Por lo tanto, con los datos obtenidos aquí no fue posible hacer un análisis comparativo de la calidad y la productividad globales de los investigadores de cada institución.

Como en la encuesta tampoco se incluyó al personal de apoyo, no pudo estimarse el tamaño promedio de los grupos y, con ello, el énfasis que cada institución da a la investigación.

Creemos que, con todas sus limitaciones, la parte más significativa del presente trabajo es la definición y cálculo del índice de nivel académico institucional. Con parámetros como éste y otros adicionales podría hacerse fácilmente un diagnóstico global del estado de la investigación en las instituciones.

Aunque es tradicional y difícilmente erradicable el utilizar el número de proyectos para obtener una idea del tipo y la intensidad de la investigación que se realiza, creemos que deberían analizarse también, al menos, otros dos aspectos pertinentes: la cantidad y calidad del personal que trabaja en los diferentes campos de investigación y la producción de los mismos (recursos humanos formados, tesis

elaboradas, publicaciones, informes técnicos, patentes obtenidas). Conocidos estos dos aspectos, podría calcularse entonces la productividad.

La información presupuestal solicitada en la encuesta resultó insuficiente y poco clara. Debería haberse desglosado en por lo menos tres aspectos: 1. nóminas (de los investigadores, del personal de apoyo directo y del personal de apoyo administrativo), 2. gastos de inversión (construcciones, instalaciones, equipo) y 3. gastos de operación.

Por último, creemos necesario contar con un sistema que permita obtener datos precisos sobre la investigación que estamos desarrollando en México y que sirva para elaborar informes y evaluaciones accesibles para los administradores y los investigadores. Sería importante que el registro de tal información fuese sistemático, de manera que con ella se pudiera evaluar el desarrollo de la investigación y planificar o corregir sus tendencias.

Dada su extensión, la implantación de un sistema completo de información sería muy difícil y costosa. Por lo mismo, creemos que podría limitarse inicialmente a las ciencias exactas, naturales y biomédicas en el AMCM, dadas las siguientes razones: 1. los proyectos de investigación en estas ciencias representan casi la mitad (45%) de todos los proyectos que realizan las instituciones miembros del CORPES en el AMCM (tabla 7); 2. más de 60% de los programas de posgrado (tabla 9) comprenden a estas ciencias; 3. la organización de los respectivos grupos de investigación es similar; 4. los principales productos finales de la investigación (publicaciones) y del posgrado (tesis, recursos humanos) son fácilmente cuantificables; y finalmente, 5. con tal sistema se generarían criterios generales que luego podrían aplicarse a otras áreas.

La estrategia y metodología involucradas en la creación de este sistema de información podría incluir los siguientes puntos:

1. Definición de los parámetros necesarios para conocer: a) el grado de organización, b) la calidad, c) la eficiencia y d) el impacto de las actividades de investigación y del posgrado en las diferentes áreas de las ciencias naturales, exactas y biomédicas.
2. Diseño de un instrumento sencillo y apropiado a fin de que cada institución reportase rápidamente los datos pertinentes. Para asegurar la veracidad y rapidez en la obtención de la información, tal instrumento podría ser llenado por los responsables institucionales de la investigación y el posgrado.
3. La información sería analizada y procesada periódicamente por un grupo reducido de expertos, encargados además de elaborar informes que resumieran los resultados, conclusiones y recomendaciones específicas.
4. Dicho documento sería difundido ampliamente y serviría de modelo y punto de comparación para estudios similares en otras regiones de ANUIES.





mayo
1984



IV Seminario Nacional de Física Electrónica



Del 16 al 18 se llevó a cabo en el Departamento de Ingeniería Eléctrica del Centro el IV Seminario Nacional de Física Electrónica, con el patrocinio de la Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológicas y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Este seminario nació en 1979, cuando un grupo de investigadores de la Física Electrónica sintió la necesidad de contar con un

foro para la exposición de ideas y experiencias, así como para discutir programas de actividades y resultados del quehacer científico y tecnológico en la Electrónica del Estado Sólido. En esta ocasión, los temas abordados fueron: estudios fundamentales, cristalogénesis, estudios de propiedades, procesos fisicoquímicos, dispositivos, aplicaciones y equipos para semiconductores.

Reconocimiento a Poggi Varaldo



El M. en C. Héctor Mario Poggi Varaldo, profesor auxiliar del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, recibió el Diploma que le otorgara el Departamento de Industrias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Chapingo, en reconocimiento a su destacada labor académica durante el ciclo escolar 1983.

junio



Visita el Cinvestav una delegación de la URSS

El día 19 recorrió nuestras instalaciones una delegación de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, constituida por el profesor Alexander Nikolaievich Kostanov, vicepresidente de la Academia de Ciencias; Sr. Alexander

Mijailovitch, subje de Comité Estatal de Ciencia y Técnica; Sr. Vladimir Vladimirovich Volghin, subje de Difusión de Asuntos Internacionales de la Academia de Ciencias; Sr. Guenadi Dimofevich Pentalchuk, experto del Comité Estatal de Ciencia y Técnica;

Profesor Vladimir Raievsky, del Instituto de Actividad Superior Nerviosa y Neurofisiología de la Academia de Ciencias.

La delegación departió con los directivos y personal académico un vino de honor ofrecido al término de la visita.



julio

El gobierno de Michoacán reconoce la labor de los exiliados españoles

Durante la ceremonia de inauguración del XXVII Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas, que tuvo lugar en la ciudad de Morelia, Michoacán, del 15 al 19, el Gobernador Constitucional del Estado, Ing. Cuauhtémoc Cárdenas, hizo entrega de Diplomas de Reconocimiento a cinco socios distinguidos de la Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas, los doctores Rafael Méndez, Augusto Fernández Guardiola, Dionisio Nieto,

Carlos Méndez y Ramón Álvarez-Buylla, quienes llegaron a México formando parte del grupo de exiliados españoles y han realizado en nuestro país una labor digna de encomio dentro de las ciencias fisiológicas.

Los doctores Carlos Méndez y Álvarez-Buylla, del Departamento de Fisiología y Biofísica, han sido investigadores distinguidos de nuestra institución.

Se reanudaron las labores de la Escuela Avanzada de Verano en Física

Con apoyo del CONACyT y del COSNET, el Departamento de Física reinició su programa de Escuela Avanzada de Verano, del 30 de julio al 10 de agosto, con la participación de un investigador del propio departamento y tres investigadores invitados del Georgia Institute of Technology, de la

Purdue University y de la University of Texas at Dallas.

El programa cubrió cuatro cursos cortos: dos en el área de Mecánica Estadística, uno en Relatividad General y otro en Mecánica Cuántica, y contó con la asistencia de 55 participantes.



agosto

Temas selectos en ciencia pesquera moderna

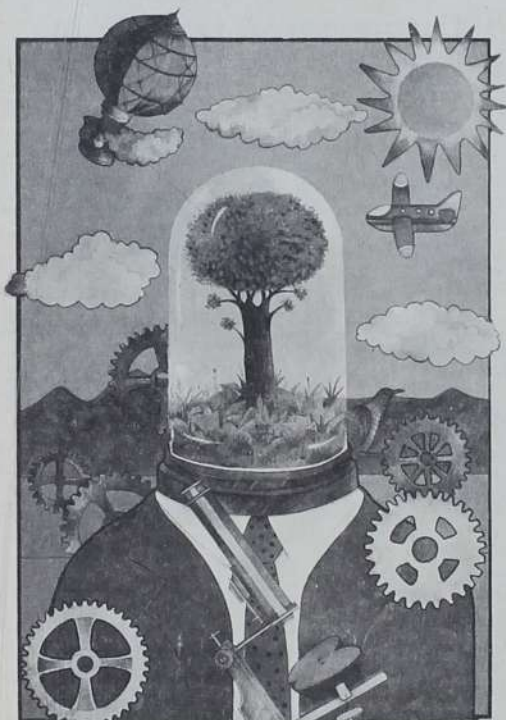
El curso Temas selectos en ciencia pesquera moderna, que recientemente concluyó en la Unidad Mérida, contó con la participación de dos expertos internacionales en la materia, el doctor David H.

Cushing, profesor retirado del Fisheries Laboratory, Loertoft, Inglaterra, y el doctor Gilbert G. Walter, del Department of Mathematical Sciences, University of Wisconsin, Milwaukee, E.U. así

como con el doctor Ernesto A. Chávez y los profesores del Departamento de Recursos del Mar de dicha Unidad, el M. en C. Francisco Arreguin Sánchez y el M. en C. Manlio Herrera.

El creciente interés por aprovechar los recursos pesqueros en México, así como el de comprender el complejo problema del comportamiento de las poblaciones de peces, reunió a 14 estudiantes provenientes de diferentes instituciones académicas y oficiales del país. Los temas abordados, con base en el uso de microcomputadoras, comprendieron: Ecología pesquera. Aplicación de modelos de rendimiento excelente en Biología pesquera y Métodos de análisis biológicos pesqueros.

El curso, copatrocinado por CONACYT, COSNET y Cinvestav, cumplió sus objetivos en cuanto a evaluación y diagnóstico del estado de explotación de los recursos con las herramientas biomatemáticas más avanzadas de que dispone la ciencia pesquera en la actualidad. El análisis comprendió desde las evaluaciones básicas de parámetros de la población, hasta la aplicación de modelos de simulación de pesquerías, respondiendo de esta manera a la motivación principal que dio cuerpo y fundamentación al curso.



Programa de Divulgación de la Tecnología y la Ciencia

*"La tecnología libera a la imaginación
de toda mitología
y compete con lo desconocido".*
Octavio Paz

Consejo del Sistema Nacional
de Educación Tecnológica



Dirección de Comunicación Social
Subsecretaría
de Educación e Investigación Tecnológicas

SEP



septiembre

El Estado de Guanajuato cede un terreno al Centro

Según el Decreto número 163, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato, con fecha 9 de noviembre de 1984, el Gobernador Agustín Téllez Cruces firmó la cesión del título de propiedad de un terreno ubicado en el municipio de Irapuato, con una superficie de 20 hectáreas, para la construcción —dentro de un plazo de dieciocho meses— de las oficinas y demás instalaciones de la Unidad Irapuato. En ella prepararán investigadores, profesores especializados y expertos en diversas disciplinas científicas y técnicas, referidas a la experimentación con granos, semillas y plantas de la región.



septiembre-octubre

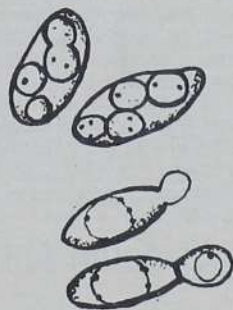
Primer curso nacional sobre Taxonomía y Biotecnología de levaduras

Subvencionado por el COSNET, se realizó en la ciudad de Mérida el primer curso nacional sobre Taxonomía y Biotecnología de levaduras, organizado por el Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, a través de la profesora Jovita Martínez Cruz.

El curso, con sede en el Instituto Tecnológico de Mérida, Centro de Graduados de Yucatán, tuvo lugar del 24 de septiembre al 10 de octubre. Sus propósitos se orientaron a familiarizar con los métodos y técnicas más modernos empleadas en la identificación, clasificación, conservación y aplicación industrial de las levaduras a la comunidad tecnológica. Los participantes, seleccio-

nados con base en su currículum relacionado directamente con la Microbiología y/o la Biotecnología a niveles de licenciatura de maestría y doctorado, trabajaron bajo la asesoría del M. en C. Miguel Cedeño, del Centro de Graduados e Investigación de Yucatán, del doctor C. P. Kurtzman, del United States Dept. of Agriculture, Peoria, Illinois; del doctor Sally A. Meyer, de la Georgia State University, Atlanta, y de la M. en C. Jovita Martínez Cruz.

Este primer curso fue también auspiciado por el Centro, el Instituto Tecnológico de Mérida, la Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológicas, y el CONACyT.





La Fundación MacArthur e investigadores mexicanos, en la lucha contra las enfermedades parasitarias

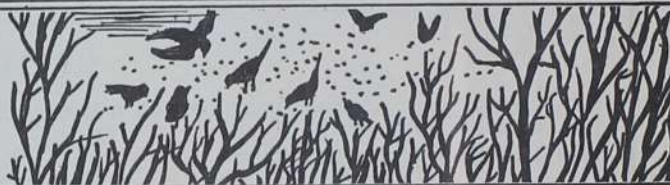


El doctor Adolfo Martínez Palomo, jefe de la Sección de Patología Experimental del Centro, asistió durante los días 15 y 16 a la reunión inicial del Programa de Biología del Parasitismo de la Fundación MacArthur, en Chicago, en la que también estuvieron otras personalidades, como el doctor Jonas Salk y el doctor James Hirsch.

Al doctor Salk se debe la investigación que condujo a la obtención de la vacuna contra la poliomielitis, misma que lleva su nombre; es fundador y director del Instituto Salk para estudios biológicos de

La Jolla, California, y miembro del Consejo Directivo de la Fundación MacArthur, en la que además preside su Comité de Salud. Por su parte el doctor James Hirsch, decano de la Universidad Rockefeller, es actualmente Presidente de la Fundación MacArthur, bajo cuyo patrocinio se han llevado a cabo estudios e investigaciones para erradicar enfermedades parasitarias en todo el mundo.

La Fundación otorgó una subvención por cinco años a un grupo de investigadores en Parasitología Molecular, que encabeza el doctor Martínez Palomo.



Ciclo de conferencias de la Sección de Computación

A partir del día 22, la Sección de Computación del Departamento de Ingeniería Eléctrica organizó un ciclo de conferencias sobre Patentes, Transferencia de Tecnología, Propiedad Industrial y Derechos de Autor, con las participaciones del Lic. Abraham Alegria Martínez, director de Invencciones y Marcas de la Secretaría

de Comercio y Fomento Industrial; del Lic. Fernando Sosa Manzur, subdirector del Registro de Transferencia de Tecnología de la Secofin; del Lic. Víctor Carlos García Moreno, asesor en Asuntos Internacionales de la Dirección General de Derechos de Autor de la SEP; y del Lic. Luis Vera Vallejo, titular de Vera Abogados, S. C.



Adscripción del Centro al IFIAS

A proposición y por recomendación del Sr. Dr. Víctor Urquidí, Director de El Colegio de México, la

Federación Internacional de Instituciones de Estudios Avanzados (International Federation of Insti-

tutes for Advanced Study, IFIAS) aceptó como Miembro al Centro de Investigación y de Estudios

Avanzados del IPN por votación unánime durante una sesión que tuvo lugar en España durante el mes de septiembre de 1984.

El Dr. Rolando García, Jefe de la Sección de Metodología y Teoría de la Ciencia, adscrita a la Dirección del Centro, en representación del Dr. Héctor O. Nava Jaimes, asistió a la reunión de la Mesa Directiva de IFIAS, que tuvo lugar en Copenhague, Dinamarca en noviembre de 1984. Uno de los puntos que se discutieron en esta reunión es el relacionado con el Programa conocido como "ABC" (Analyzing

Biospheric Changes), auspiciado y financiado por dicha institución. El Programa comprende cuatro áreas de investigación, una de las cuales se ha venido desarrollando en México desde 1982 bajo la dirección del Dr. García. Los estudios realizados comprenden el análisis de la dinámica natural de las regiones semiáridas y áridas, los llamados Desiertos Chihuahuenses y Sonorense, a fin de proponer formas alternativas de manejo que eviten tanto el deterioro del medio ambiente, cuanto los efectos sociales desfavorables de los actua-

les sistemas de explotación.

La Mesa Directiva de IFIAS aprobó los planes para el nuevo proyecto del Programa, ABC, llamado "Proyecto Integrado del Golfo de México", radicado en el CINVESTAV, que será el organismo que administre los fondos que IFIAS destine para ello. Colaborarán en dicho proyecto la Universidad Autónoma Metropolitana y El Colegio de México, así como el Instituto de Investigaciones de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social (UNRISD).



diciembre

Conferencia internacional sobre Geometría Algebraica, Topología Algebraica y Ecuaciones Diferenciales



El Departamento de Matemáticas organizó la Conferencia Internacional sobre Geometría Algebraica, Topología Algebraica y Ecuaciones Diferenciales, que tuvo lugar del 10 al 14 en nuestras instalaciones, en honor del Profesor Salomón Lefschetz, en ocasión del centenario de su nacimiento.

El acto contó con la asistencia y participación de distinguidos conferencistas, tanto nacionales como internacionales.

Entrega de los premios nacionales



El día 19, el C. Presidente de la República, Lic. Miguel de la Madrid Hurtado, hizo entrega de los Premios Nacionales de Ciencias, Letras y Artes de 1984, en Palacio Nacional.

Dos miembros del personal académico de nuestra institución fueron galardonados en esta ocasión: el doctor José Ruiz Herrera, profesor titular del Departamento de Gené-

tica y Biología Molecular, obtuvo el Premio Nacional de Ciencias Fisicomatemáticas y Naturales, y el ingeniero Jorge Suárez Díaz, jefe de la Sección de Proyectos de Ingeniería del Departamento de Ingeniería Eléctrica, el Premio Nacional de Ciencias en Tecnología y Diseño.

La labor científica del doctor Ruiz Herrera se ha centrado en el área de la bioquímica microbiana, a la que ha hecho relevantes

aportaciones. Actualmente encabeza el Instituto de Investigación en Biología Experimental en la Universidad de Guanajuato, dentro de un programa que se desarrolla mediante un convenio entre la SEP, el Centro y la Universidad de Guanajuato.

La obra del ingeniero Suárez Díaz se extiende por más de siete lustros y tiene múltiples facetas. Ha sido investigador, profesor, pionero introductor de la televi-

sión y telecomunicaciones por microondas a escala nacional, comunicaciones vía satélite, edición computarizada de periódicos, diseño óptimo de sistemas de comunicación ionosférica ayudados por computadora y promotor de diversas instituciones. Su prestigio profesional le ha valido recibir numerosas invitaciones para participar en comités y comisiones, tanto nacionales como internacionales.

enero 1985

Premio Nacional de la Juventud 1984

El C. Presidente Constitucional de la República, Miguel de la Madrid Hurtado, entregó el día 25 el Premio Nacional de la Juventud 1984, consistente en Diploma, Medalla y beca por un monto de cuarenta mil pesos mensuales a lo largo de un año para cada ganador.

El M. en C. Luis Manuel Villaseñor Cendejas, estudiante del doctorado en el Departamento de Física, compartió la presea con el Ing. Quím. Javier Armando Lara Arellano en

la Distinción de Creatividad e Inventiva en Ciencias y Técnicas.

El QBP Francisco Flores Murrieta, egresado reciente de la Escuela de Ciencias Químico-Biológicas de la Universidad Autónoma de Sinaloa, misma que lo comisionó para realizar sus prácticas profesionales en la Sección de Terapéutica Experimental del Departamento de Farmacología y Toxicología, se hizo acreedor a Mención Honorífica, en la misma Distinción.



Visita de una delegación del Centro Nacional de la Investigación Científica de París

Durante su estancia, los miembros de la delegación recorrieron los departamentos y secciones del Centro, intercambiando im-

presiones y puntos de vista que estrecharon las relaciones y posibilidades de mutuos intercambios científicos.

Jean-Francois Miguel, director del Centro Nacional de la Investigación Científica, agradeció al doctor Nava Jaimes la bienvenida.

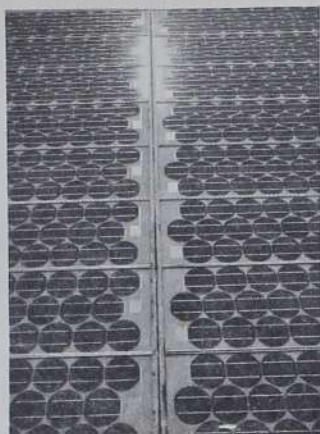
febrero

Un Premio Nobel en el Centro

El doctor David Baltimore, laureado con el Premio Nobel en 1970 por sus investigaciones sobre la interacción entre los virus tumor-

ales y el material genético de la célula, estuvo de visita el día 1º e impartió una conferencia en el Auditorio sobre un tema de su especialidad.

Visita del regente Ramón Aguirre



El día 19, el C. P. Ramón Aguirre Velázquez, regente del Departamento del Distrito Federal, recorrió las instalaciones del Centro en compañía de altos funcionarios de la misma dependencia. El itinerario incluyó los departamentos de Biotecnología y Bioingeniería y de Ingeniería Eléctrica. A la comida que se sirvió al término de la visita asistieron el doctor Manuel V. Ortega, Subsecretario de Educación e Investigación Tecnológicas, el doctor Saúl Villatreviño, secretario ejecutivo del COSNET, el doctor Nava Jaimes, el doctor Enrique Campesino Romeo, el Lic. Jorge Velasco Oliva, secretario administrativo, y los jefes de departamento.



Delegación argelina, interesada por la investigación que se desarrolla en el Centro

El día 28 visitó los departamentos de Farmacología, Biotecnología y Bioingeniería e Ingeniería Eléctrica una delegación de Argelia, constituida por el Prof. Maurad Khelladi, director general de Investigación Científica del Ministerio de Enseñanza Superior; el doctor Maurad Taleb, rector de la Universidad de Oran; el Prof. Ab-

derrazad Mesli, director general del Instituto Nacional de Enseñanza Superior de Sidi-Bel-Abbes, y el Prof. Mohamed Salh Khouri, director general del Instituto Nacional de Agronomía. Los visitantes mostraron gran interés por las instalaciones, así como por los temas de investigación y los materiales de laboratorio.



marzo

Premio "Miguel Otero" a María Esther Orozco

El Consejo de Salubridad General, a través del doctor Guillermo Soberón, otorgó el Premio Miguel Otero por investigación Biomédica, correspondiente al año 1984, a la doctora María Esther Orozco, profesora titular del Departamen-

to de Genética y Biología Molecular por el artículo titulado "Entamoeba Histolytica, phagocytosis as a virulence factor", escrito en colaboración con los doctores Gabriel Guarneros, Adolfo Martínez-Palomo y Tomás Sánchez.

El Premio, otorgado por unanimidad, fue entregado en la ceremonia conmemorativa del Día de la Salud, el 9 de abril, en la Unidad de Congresos del Centro Médico Nacional.



Departamento de Química
del Centro de Investigación
y de Estudios Avanzados
del Instituto Politécnico Nacional

anuncia los exámenes de admisión
para las



Maestrías en Química Orgánica y Fisicoquímica

del 15 al 18 de julio de 1985

las Maestrías se inician en septiembre

informes:

Sra. Laura Valencia Aguilar
CINVESTAV
Departamento de Química
Av. Politécnico Nacional No. 2508, Zacatenco
0700 México, D.F. Apartado Postal 14-740
Tel. 754-02-00, ext. 135

Relación de proyectos que el Centro mantiene vigentes 1984

Departamento de biología celular



Conacyt

Dirección adjunta de desarrollo científico

Proyecto

Investigador responsable

Respuesta de las células inmunes a infección por *Entamoeba Histolytica*

Dr. Jesús Calderón

Interacción de gránulos migratorios, con microtubulos de células nerviosas

Dr. Eugenio Frixione

Diferenciación de adipocitos en cultivo: 1) Fases del ciclo celular y la conversión adipocítica: 2) purificación y caracterización del factor adipogénico. Formación de recursos humanos en el área de biología celular.

Dr. Walid Kuri H.

Localización y cuantificación de tubulina y actina en células epiteliales

Dr. Isaura Meza

Identificación, caracterización y localización intracelular de las proteínas que constituyen a los geles citoplasmáticos de actina de tejido nervioso de rata.

Dr. Elizabeth Palmer

Estudios sobre la estructura y la organización supramolecular de las proteínas contráctiles en células no musculares

Dr. José Luis Saborio

Patogenia de la amibiasis y la giardiasis

Dr. Adolfo Martínez-Palomo

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

Dr. G. Mireya de la Garza

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

Dr. Isaura Meza

El papel de la glucosa en la capacitación, la reacción acrosomal y

el metabolismo glicolítico en el espermatozoide de cuyo Alteraciones histológicas y ultraestructurales de los nervios periféricos en individuos alcohólicos crónicos

Dr. Adela Mújica

Dr. Fernanda Texeira

Dirección adjunta de desarrollo tecnológico

Tecnología de hibridomas para el estudio de la amibiasis

Dr. Jesús Calderón.

Dirección adjunta de asuntos internacionales

Identificación y localización de componentes moleculares

Dr. Eugenio Frixione

Dirección adjunta de formación de recursos humanos

Convenio de colaboración para apoyar el fortalecimiento para la Maestría y Doctorado en Biología Celular

Dr. Rubén López Revilla
Cosnet

Dr. José Luis Saborio

Dr. Dalila Martínez

Dr. Walid Kuri

Dr. Rubén López Revilla

Dr. Eugenio Frixione

Fondo Ricardo J. Zevada

Biosíntesis y organización supramolecular de las actinas de células musculares y no musculares. Estudio sobre el papel en la infección amibiana

Dr. José Luis Saborio

Dr. Jesús Calderón T.

Identificación, caracterización y localización intracelular de las proteínas que constituyen a los geles citoplasmáticos de actina derivados de tejido nervioso de rata

Dr. Elizabeth Palmer M.

Departamento de Bioquímica

Conacyt

Dirección de desarrollo científico

Proyecto

Propiedades de permeabilidad de la membrana plasmática del espermatozoide

Investigador responsable

Dr. Alberto Darszon
Dr. Jorge Sánchez

Dirección adjunta de asuntos internacionales

Identificación, caracterización y aislamiento de los componentes de la membrana plasmática del espermatozoide de erizo de mar involucrado en los cambios de permeabilidad que ocurren durante la realización acrosomal

Dr. Alberto Darszon

Cosnet

Importancia de la carga de superficie en la membrana plasmática en la regulación de fenómenos membranales I. Transporte activo

Dr. Jorge Cerbón S.

Fondo Ricardo J. Zevada

Propiedades de permeabilidad de la membrana plasmática del espermatozoide de erizo de mar

Dr. Alberto Darszon
Dr. Jorge Sánchez

Departamento de Biotecnología y Bioingeniería

Conacyt

Dirección adjunta de desarrollo científico

Proyecto

Estudio de los productos intermedios y finales de la degradación de la lignina
Área de pruebas nutricionales

Investigador responsable

Dr. Fernando Esparza G.
M.A. Ma. de Jesús Franco

Dirección adjunta de desarrollo tecnológico

Producción de alimentos de origen no convencional mediante procesos de fermentación a escala de planta piloto
Instrumentación y control por computadora de una planta piloto de fermentación.

Dr. Fernando Esparza G.
Dra. Mayra de la Torre
Dr. Jaime Alvarez G.

Cosnet

Estudio para conocer los recursos humanos y materiales, y la capacidad actual de prestación de servicios que tienen los grupos dedicados a las actividades de enseñanza, investigación y desarrollo en la biotecnología y bioingeniería en el país.

Producción de alimentos de origen no convencional mediante procesos de fermentación a escala de planta piloto
Propagación de levaduras en cultivo semicontinuo empleando metanol como fuente de carbono y escalamiento del proceso en un reactor tipo Air-Lift
Enriquecimiento proteico de la Yuca

Dr. Fernando Esparza G.

Dr. Fernando Esparza G.
Dra. Mayra de la Torre

Ing. Leobardo Ordaz C.

Dr. Carlos Casas C.

M.C. Gilberto Iñiguez C.

M.C. Juan A. Salazar M.

Departamento de Farmacología y Toxicología

Conacyt

Dirección adjunta de desarrollo científico

Proyecto

Farmacología clínica de anticonvulsivantes
Alteraciones en los sistemas de transporte de la membrana plasmática del hepatocito-cirrótico y su reversión por agentes farmacológicos

Investigador responsable

Dr. Pedro Lehmann

Dra. Marisabel Mourelle

Cosnet

Diagnóstico de investigación y actividades de docencia farmacéutica
Caracterización de nuevos fármacos con utilidad terapéutica
Coadesarrollo de un nuevo analgésico
Síntesis química y caracterización biológica y farmacológica de neuropéptidos

Dr. Julián Villarreal

Dr. Enrique Hong Chong

Dr. Julián Villarreal

Dr. Julián Villarreal

Proyectos con otras instituciones

Contrato de evaluación y análisis de cibiossa (UNAM)
Proyecto multinacional de toxicología (OEA)

Dr. Julián Villarreal

Dr. Julián Villarreal

Departamento de Física

Conacyt

Dirección adjunta de desarrollo científico

Proyecto

Decaimientos leptónicos de mesones e hiperones
Estudio de celdas solares de heterounión GaAs/AlGaAs. Formación de recursos humanos en el área de alta tecnología de dispositivos.

Investigador responsable

Dr. Augusto García

Dr. Julio Mendoza

Dirección adjunta de desarrollo tecnológico

Dispositivos electroluminiscentes de películas delgadas de materiales II-VI, compatibles con la tecnología de Si y SiO₂

Dr. Ciro Falcony

Dirección adjunta de asuntos internacionales

Teoría de las propiedades estructurales de suspensiones de partículas Brownianas fuertemente cargadas (R.F.A.)

Dr. Magdaleno Medina N.

Teoría de transiciones de orden-desorden en sistemas adsorbidos y en superficies de aleaciones binarias (R.F.A.)

Dr. José L. Morán López

Fenomenología y estructura de modelos unificados (R.F.A.)
Estudio de celdas solares de heterounión GaAs/AlGaAs y reflectometría en cristales cuaternarios de InGaAsP (BRASIL)

Dr. Arnulfo Zepeda

Física de superficies (BRASIL)
Mecanismos de atrapamiento de carga y generación de estados de superficie en dispositivos MOS (E.U.A.)

Dr. Julio Mendoza
Dr. José L. Morán L.

Dr. Ciro Falcony

Influencia de la adsorción sobre la magnetización superficial de metales de transición (E.U.A.)

Dr. Juan Luis Peña

Deposición no reactiva por el método Greg de compuestos semiconductores para dispositivos en estado sólido y celdas solares (E.U.A.)

Estudio de semiconductores y de interfases semiconductor-electrolito mediante la técnica de desviación fototérmica (E.U.A.)

Investigación experimental sobre la estructura de películas de metal delgado y sus propiedades electrónicas a bajas temperaturas (U.R.S.S.)
Teoría electrónica del ferromagnetismo en la segregación en aleaciones binarias
Estudio de películas delgadas de CDTI impurificadas (Brasil)
Estudio teórico de superficies de metales y aleaciones (E.U.A.)

Dirección adjunta de formación de recursos humanos

Convenio de colaboración para apoyar el fortalecimiento para la Maestría y Doctorado en Física

Dr. Cornelius A. Menezes

Dr. Feliciano Sánchez S.

Dr. Feliciano Sánchez S.

Dr. José Luis Morán

Dr. Feliciano Sánchez S.

Dr. José Luis Morán L.

Dr. Miguel Ángel Pérez A.

Cosnet

Estudio de las propiedades de estabilidad frente a coagulación en suspensiones coloidales
Apoyo a la física teórica del CINESTAV

Fondo Ricardo J. Zevada

Propiedades ópticas y eléctricas de semiconductores compensados
Estudio de semiconductores y de interfases semiconductor-electrolito, mediante la técnica de deflexión fototérmica
Diodos electroluminiscentes construidos con películas semiconductoras tratadas electroquímicamente
Generación de masas y ángulos de mezcla de fermiones en la teoría de hipercolor extendido

Proyectos con otras instituciones

Propiedades ópticas y eléctricas de semiconductores (OEA)
Investigación y desarrollo de celdas construidas con películas delgadas semiconductoras (OEA)

Dr. Magdaleno Medina N.

Dr. Magdaleno Medina N.

Dr. Alfonso Lastras

Dr. Julio Mendoza A.

Dr. Feliciano Sánchez S.

Dr. Arnulfo Zepeda

Dr. Alfonso Lastras

Dr. Feliciano Sánchez S.

Departamento de Fisiología y Biofísica

Conacyt

Dirección adjunta de desarrollo científico

Proyecto

Caracterización bioquímica y fisiológica de péptidos neuroactivos en crustáceo. II Caracterización fisiológica
Estructura y función de monocapas celulares cultivadas
La bomba de sodio y potasio Na⁺K⁺ ATPasa de las células MDCK
Autoregulación del corazón de mamífero
Alteraciones de la regulación neurotrófica en la intoxicación producida por los principios activos de la tulitridina (*Karwinskia Humboldtiana*)

Investigador responsable

Dr. Hugo Aréchiga

Dr. Marcelino Cerejido

Dr. Marcelino Cerejido

Dr. Carlos Méndez

Dr. Julio Muñoz

Estudio de los patrones de activación de las interneuronas que median la depolarización de aferentes primarios en la médula espinal de los vertebrados

Acople excitación-contracción en músculo esquelético

Acción dopaminérgica y gabaérgica en neuronas dispersadas y cultivadas del cuerpo estriado y de la sustancia nigra. Investigación de recursos humanos

Modulación de la función endocrina de las glándulas sexuales por tiempo: mecanismo de acción

Dirección adjunta de asuntos internacionales

Calcio extracelular y activación mecánica de fibras musculares de mamífero y anfibios (E.U.A.)

Mecanismos de acción de neurohormonas y neurotoxinas en diferentes tejidos excitables (CUBA)
Estudio de canales iónicos en músculo esquelético de mamífero (E.U.A.)

Fisiología y Biofísica (CHECOSLOVAQUIA)

Dr. Pablo Rudomin

Dr. Enrique Stefani

Dr. Jorge Aceves

Dra. Martha C. Romano P.

Dr. Enrique Stefani

Dr. Hugo Aréchiga

Dr. Enrique Stefani

Dr. Pablo Rudomin

Establecimiento de un laboratorio de Biología Marina en Ensenada, B.C.

Dr. Carlos Méndez

Proyectos con otras instituciones

Diseño y desarrollo de nuevos fármacos (SEP)

Dr. Hugo Aréchiga

Departamento de Genética y Biología Molecular

Conacyt

Dirección adjunta de desarrollo científico

Proyecto

Mecanismos de expresión genética en células eucariotes
Unidad de microscopía electrónica de macromoléculas
Unidad de biología molecular de ácidos nucleicos
Estudio de la función CII del Bacteriófago Lambda. Factores que influyen su actividad síntesis y estabilidad
Relación huésped-parásito en amebas
Bases bioquímicas de la diferenciación de los hongos
Adhesión de *Entamoeba histolytica* a eritrocitos humanos y a células epiteliales en cultivo. Caracterización por medio de la obtención de mutantes deficientes en factores de adhesión
Mecanismos de patogenia viral. Cambios inducidos por el virus de la poliomielitis
Especialización en patogenia viral, supresión de funciones celulares durante infecciones
El minicromosoma de SV40 como modelo para estudiar la replicación y la transcripción eucariótica. Investigación y formación de recursos humanos en Genética y Biología Molecular
Conjugación y transformación genética en *Entamoeba histolytica*.

Investigador responsable

Dr. Patricio Gariglio
Dr. Patricio Gariglio
Dr. Carlos Fernández T.

Dr. Gabriel Guarneros P.

Dr. Gabriel Guarneros P.

Dra. Ma. Esther Orozco

Dr. José Ruiz Herrera

Dra. Ma. Esther Orozco

Dr. Carlos Fernández

Dr. Carlos Fernández

Dr. Patricio Gariglio

Investigación y formación de recursos humanos
Identificación y caracterización de antígenos de *Giardia Lambia* que participan en la relación huésped-parásito

Estudio de antígenos de superficie del nematodo parásito *Trichinella Spiralis*

Identificación y caracterización de nuevos factores involucrados en la terminación de la transcripción de organismos procariontes
Regulación de la expresión de los mRNAs de las proteínas ribosomales en la levadura *Saccharomyces Cerevisiae*

Dirección adjunta de desarrollo tecnológico

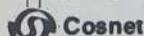
Obtención de una cepa transformante hiperproductora de lisina y metionina

Dirección adjunta de asuntos internacionales

Genética y biología molecular.
Estudio de mecanismos de síntesis proteica en células eucarióticas (ESPAÑA)

Dirección adjunta de formación de recursos humanos

Convenio de colaboración para apoyar el fortalecimiento para la Maestría y Doctorado en Genética y Biología Molecular



Cosnet

Creación de un Centro de Ingeniería Genética Molecular Aplicada

Dra. Ma. Esther Orozco

Dra. Cecilia Montañez

Dra. Ma. Guadalupe Ortega

Dra. Cecilia Montañez

Dr. Samuel Zinker

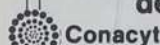
Dr. Gabriel Guarneros P.

Dr. Samuel Zinker

Dr. Gabriel Guarneros

Dr. Gabriel Guarneros

Departamento de Ingeniería Eléctrica



Conacyt

Dirección adjunta de desarrollo tecnológico

Proyecto

Diseño y realización de un transistor de potencia VMOS

Desarrollo de la infraestructura de un laboratorio de microelectrónica para dispositivos discretos de potencia y circuitos integrados para telecomunicaciones

Fortalecimiento de infraestructura tecnológica para el desarrollo de la conversión fotovoltaica de la energía solar

Ingeniería de sistemas fotovoltaicos

Terminal de abonado para la red de servicios integrados usando fibra óptica como medio de transmisión

Desarrollo tecnológico de filtros monolíticos

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

Crecimiento de capas epitaxiales de compuestos III-V por medio de la técnica OMCVD
Desarrollo de un esqueleto para sistemas expertos

Dirección adjunta de asuntos internacionales

Depósito químico de fases de vapor de silicio

Investigador responsable

Dr. José A. Moreno C.

Dr. José A. Moreno C.
Dr. Ruperto O. Saucedo
Dr. Mariano Gamboa

Dr. Juan Luis del Valle

Dr. Juan Luis Del Valle

Dr. David Muñoz

Dr. José A. Moreno C.

Dr. Adolfo Guzmán A.

Dr. Arturo Escobosa

M.C. Manuel González

Dr. Ruperto Osorio

Investigaciones de la teoría del teletráfico
Curso teórico experimental del FLM resonante y pulsada aplicada a la caracterización GaAs-CSVT (FRANCIA)

Caracterización de GaAs obtenido por CSVT y sus aplicaciones (FRANCIA)

Robótica (FRANCIA)

Apoyo metodológico (R.F.A.)

Depósito químico con fase de vapor de silicio (SUECIA)

Dirección adjunta de formación de recursos humanos

Convenio de colaboración para apoyar el fortalecimiento para la Maestría en Computación

Diagnóstico de los programas de posgrado del área de ingeniería eléctrica

Convenio de colaboración para apoyar el fortalecimiento para la Maestría en Ingeniería Eléctrica especialidad en comunicaciones

Maestría en Computación

Convenio INI-COSNET-SEP-CINVESTAV

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

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

Una heterarquía de microcomputadoras que comparten carga y colaboran en procesamiento en paralelo

Sistema electrónica de supervisión adquisición de datos y telecontrol
Fabricación de diodos y transistores

Convenio INI-COSNET-SEP-CINVESTAV

Desarrollo de un lenguaje de simulación digital de sistemas dinámicos

Proyectos con otras instituciones

Simulador electrónico de la red primaria de agua potable del D.F. (D.D.F.)

Caracterización eléctrica de semiconductores y dispositivos (OEA)
Red latinoamericana de computadoras (OEA)

Celdas solares en película delgada de arsenuro de galio crecidas sobre germanio (OEA)

Desarrollo de transistores FET de alta frecuencia para uso en telecomunicaciones (OEA)

Investigación de propiedades eléctricas de metales y de semiconductores

Dr. Juan Milton G.

Dr. Jaime Mimila

Dr. Jaime Mimila
Dr. Juan M. Ibarra
M.C. Rigoberto García C.

Dr. Ruperto Osorio S.

Dr. Adolfo Guzmán A.

Dr. Juan Milton G.

Dr. David Muñoz

Dr. Adolfo Guzmán A.

Dr. Del Valle
Ing. Suárez Díaz

Dr. Juan Milton G.

Dr. Jaime Alvarez G.

Dr. Adolfo Guzmán A.

M.C. Arturo Merino
Dr. Ruperto Osorio
Dr. Mariano Gamboa

Dr. Juan Milton G.

Dr. Joaquín Álvarez G.

Ing. Héctor Merino y G.

M.C. Rigoberto García

Dr. Juan Milton G.

Dr. Jaime Mimila

Dr. Jaime Mimila

M.C. Rigoberto García C.

Departamento de Investigaciones Educativas

Conacyt

Dirección adjunta de desarrollo científico

Proyecto

Uso de la calculadora en la escuela primaria

Investigador responsable

M.C. Raquel Domínguez

La educación formal y no formal agropecuaria en el contexto del desarrollo de la educación tecnológica en México
Formación de profesores: metodología de la enseñanza de la matemática en la escuela primaria
Un programa experimental de matemáticas en la escuela primaria

Dr. Eduardo Weiss H.

M.C. Irma Fuenlabrada

M.C. Raquel Domínguez

Dirección adjunta de asuntos internacionales

Visita del Sr. John Farrand. Convenio de intercambio de jóvenes técnicos y científicos (Gran Bretaña)

M.A. María de Ibarrola

Dirección adjunta de formación de recursos humanos

Convenio de colaboración para apoyar el fortalecimiento para la Maestría en Ciencias con Especialidad en Educación

M.A. María de Ibarrola

M.C. Raquel Domínguez

Dr. Eduardo Weiss H.

Dr. Juan M. Gutiérrez

Cosnet

La computadora en la escuela primaria
Diagnóstico del papel educativo de la producción de los planteles de la DGETA

Proyectos con otras instituciones

Centro michoacano de la enseñanza de la ciencia y la tecnología (SEP)

Sección Matemática Educativa

Cosnet

Proyecto

Investigador responsable

Maestría Abierta en Matemática Educativa en los institutos tecnológicos de Cd. Juárez, Morelia y Durango

Dr. Fernando Hilt

Proyectos con otras instituciones

Proyecto de producción de material educativo en matemáticas y via microcomputadoras (SEP)
Maestría abierta en matemática educativa (SEP)

Dr. Jesús A. Riestra

Dr. Eugenio Filloy Y.

Departamento de Matemáticas

Conacyt

Dirección adjunta de desarrollo científico

Proyecto

Investigador responsable

Variedades abelianas de baja dimensión y variedades de PRYM
Sistemas dinámicos y foliaciones
Sistemas de partículas y campos aleatorios
Publicación del boletín de la Sociedad Matemática Mexicana Vols. 28 y 29
Control adaptable de sistemas estocásticos

Dr. Horacio Tapia
Dr. Alberto Verjovsky

Dr. Luis G. Gorostiza

Dr. José Adem Ch.

Dr. Onésimo Hernández

Dirección adjunta de asuntos internacionales

Aproximación de tiempos de parada para soluciones de ecuaciones diferenciales estocásticas (BRASIL)

Dr. Luis G. Gorostiza

Modelos estocásticos de difusión de sistemas distribuidos e interactivos (CANADA)

Investigación en el área de álgebra C y álgebras W, operados positivos en diversos espacios de Banach ordenados especialmente en álgebra C y análisis armónico, teoría ergódica y semigrupos de operadores en diversos espacios de Banach, visita Prof. Wolfgang Schöder (R.F.A.)

Conferencia internacional de geometría algebraica, topología algebraica y ecuaciones diferenciales (E.U.A.)

Dr. Luis G. Gorostiza

Dr. Enrique Ramírez de A.

Dr. Enrique Ramírez de A.

Dirección adjunta de formación de recursos humanos

Convenio de colaboración para apoyar el fortalecimiento para la Maestría y Doctorado en Matemáticas

Dr. Enrique Ramírez de A.

Cosnet

Publicación del Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana
Identificación, aproximación y control de sistemas determinísticos y estocásticos
IV Coloquio de matemáticas

Dr. José Adem Ch.

Dr. Onésimo Hernández L.
Dr. Enrique Ramírez de A.

Proyectos con otras instituciones

Publicación del Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana (RICARDO J. ZEVEDA)

Dr. José Adem Ch.

Departamento de Neurociencias

Conacyt

Dirección adjunta de desarrollo científico

Proyecto

Investigador responsable

Estudio multidisciplinario del glúten, proteínas y los péptidos de las variedades de trigo mexicano. Su papel en la patología de la esquizofrenia y la enfermedad celíaca

Dr. Alejandro Oscós
Dra. Dalila Martínez

Dirección adjunta de asuntos internacionales

Estudio de los receptores serotoninérgicos en el SNC durante el desarrollo pre y postnatal (FRANCIA)

Dr. Jorge Hernández

Departamento de Química

Conacyt

Dirección adjunta de desarrollo científico

Proyecto

Investigador responsable

Síntesis de compuestos boro-fóforo
Reducción de oxígeno en carbonatos fundidos, aplicaciones a celdas de combustible

Dra. Rosalinda Contreras T.

Dr. Gerard Pollerat

Apagamiento de fluorescencia aplicada al estudio de transferencia de energía y electrones
Resonancia magnética nuclear
Síntesis y estudios espectroscópicos de complejos organometálicos

Síntesis de semiconductores por medio de transporte químico en fases gaseosas (CYT)
Estudio termoquímico de compuestos organometálicos
Síntesis y caracterización estructural de nuevos heterociclos de boro
Nuevas síntesis de sistemas nitrogenerados de diferente naturaleza y su aplicación en química

Dr. Dennis Rushfort
Dr. Joseph Nathan

Dra. Ma. de los Angeles Paz

Dr. Jorge G. Ibáñez

Dr. Luis Alfonso Torres G.

Dra. Rosalinda Contreras T.

Dra. Hilda Morales

Dirección adjunta de asuntos internacionales

Estudio de la conformación preferida y de la transferencia electrónica en heterociclos selectos conteniendo azufre (E.U.A.)
Investigación química en compuestos fosforo-boro (FRANCIA)

Dr. Eusebio Juaristi

Dra. Rosalinda Contreras

Dirección adjunta de asuntos internacionales

Investigación sobre la producción, almacenamiento y manejo de sorgo

Dr. Octavio Paredes

Cosnet

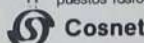
Proyecto estratégico de regionalización y coordinación de la enseñanza superior y media superior y de la investigación tecnológica

Dr. Alejandro Blanco L.

Proyectos con otras instituciones

Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en México (OEA)

Dr. Octavio Paredes



Cosnet

Estudio termodinámico de los sistemas químicos, usando la termoquímica como métodos de investigación y caracterización en fisicoquímica
Autoequipamiento del sistema tecnológico taller de soplado de vidrio del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Electrosíntesis
Metales amorfs, magnéticos y resistentes a la corrosión
Centro nacional de instrumentación en química

Dr. Luis A. Torres

Dra. Rosalinda Contreras T.
Dr. J. Manuel Aceves

Dr. J. Manuel Aceves

Dra. Rosalinda Contreras T.

Proyectos con otras instituciones

Uso del trans-2-tiobencil-ciclohexanol en síntesis asimétricas (FONDO RICARDO J. ZEVEDA)

Dr. Eusebio Juaristi



Conacyt

Dirección adjunta de desarrollo científico

Proyecto Investigador responsable

Manipulación genética de árboles frutales por fusión de protoplastos y estudios preliminares de métodos para transferencia genética, y la formación de recursos humanos en dichas áreas
Consolidación de la Unidad Irapuato del CINVESTAV

Alejandro Blanco L.

Dr. Alejandro Blanco L.

Dirección adjunta de desarrollo tecnológico

Unidad de investigación agrícola Alternativas tecnológicas para el desarrollo agropecuario de la Mixteca Oaxaqueña
Investigación y aprovechamiento de proteínas de oleaginosas (cártamo) y leguminosas (frijol)
Fortalecimiento de la investigación sobre macromoléculas de importancia alimentaria
Unidad de investigación en Biología Agrícola (Granos y Semillas)

Dr. Alejandro Blanco L.

Dr. Juan José Peña C.

Dr. Octavio Paredes

Dr. Octavio Paredes

Dr. Alejandro Blanco L.

Unidad Mérida

Conacyt

Dirección adjunta de desarrollo científico

Proyecto Investigador responsable

Análisis del ecosistema costero de Celestun y sus implicaciones en lo socio-económico

Dr. Luis Capurro

Dirección adjunta de desarrollo tecnológico

Investigación sobre las características bióticas y abióticas del litoral de Yucatán para desarrollar acuicultura

M.C. Carlos A. Martínez

Dirección adjunta de asuntos internacionales

Programa de investigación conjunta sobre recursos pesqueros multispecíficos. Investigación sobre cultivos marinos en Yucatán (JAPÓN)
Maestría en Biología Marina (EUA)

Dr. Alonso Fernández

Dr. Alfonso Fernández

Dirección adjunta

de formación de recursos humanos

Maestría en Biología Marina a través del curso avanzado en temas selectos en ciencia pesquera moderna
Maestría en Biología Marina

Dr. Alonso Fernández

Dr. Alonso Fernández

Cosnet

Evaluación y diagnóstico de los recursos de la Península de Yucatán

M.C. Ernesto A. Chávez

Requerimientos nutricionales de peces y elaboración de dietas balanceadas para cultivo intensivo CINVESTAV-Mérida
Obtención de silicio policristalino con calidad "celda solar" CINVESTAV-Mérida
Temas selectos en ciencia pesquera moderna

Dr. C. Antonio Martínez P.

M.C. Ramón Peña Sierra

Dr. Ernesto Chávez

Unidad de Metalurgia no Ferrosa

Conacyt

Dirección adjunta de desarrollo tecnológico

Proyecto Investigador Responsable

Establecimiento de una unidad de investigación en metalurgia no ferrosa

Dr. Alberto Pecina

Departamento de Matemáticas del CINVESTAV

- Una planta de investigadores activos, enriquecida con profesores visitantes.
- Un ambiente estimulante para los estudiantes, que ha permitido la formación de un buen número de Maestros y Doctores en Ciencias.
- Una biblioteca especializada, en constante crecimiento, 3 microcomputadoras IBM-PC y acceso a otras computadoras del Centro.

Profesores y áreas de Investigación

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

maestría y doctorado en matemáticas

Requisitos de admisión

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

Becas

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

Calendario

- Los programas se desarrollan por semestres
primer semestre: febrero a junio
segundo semestre: septiembre a enero

Información:
Departamento de Matemáticas, CINVESTAV-IPN
Av. Politécnico Nacional s/n, Esq. Av. Ticomán
México, D.F.
C.P. 07000
Apertado Postal 14-740
Tels. 754-02-00, exts. 182 y 290; 754-44-86 (directo)



**Centro de Investigación
y de Estudios Avanzados del IPN**



Estudio para retrato (1970).

Rolando García B.

La sombra de Bacon

Más de tres siglos y medio después de haber escrito su *opus magnus*, Francis Bacon¹ sigue proyectando su sombra y condicionando el pensamiento de muchos "metodólogos" de la ciencia, aunque quizás nunca lo hayan leído.

Fue Francis Bacon quien formuló con más precisión una concepción de la ciencia según la cual el conocimiento científico debe ser construido a partir de la generalización inductiva de la experiencia. No se trata, para él, de una inducción por simple enumeración, la cual está "expuesta al peligro de un ejemplo contradictorio". La inducción que preconiza Bacon es mucho más elaborada y está desarrollada en sus tres "Tablas y clasificaciones de los ejemplos": una tabla de "Esencia y Presencia"; una tabla de "Declinación o de Ausencia en el entorno"; y una tabla de "Grados o de Comparación". A través de la aplicación cuidadosa de estas tablas, Bacon asegura que el científico llega a descubrir "las formas",

Rolando García Boutigue, doctor en Filosofía por la Universidad de California en Los Angeles, es físico-matemático de origen. Ha sido alumno de Rudolf Carnap y Hans Reichenbach. Actualmente es profesor de la Sección de Metodología y Teoría de la Ciencia, adscrita a la Dirección.



"la naturaleza", y "la esencia" de los fenómenos².

Francis Bacon fue un hombre intelectualmente prolífico e influyente en su época. Como científico fue mediocre, no sólo porque no produjo nada importante, sino porque no supo evaluar el desarrollo científico que tenía lugar en su época. Sin embargo, su "nuevo" método inductivo pudo considerarse en su época como una importante contribución en la medida en que puso énfasis en la necesidad de observación y experimentación en la práctica científica³. Su influencia en la Royal Society —quizás no directamente, pero sí a través de "baconianos", como Boyle o Hooke— fue considerable. La correspondencia que se ha conservado concerniente a trabajos que fueron rechazados por la "Society" señalan, en la gran mayoría de los casos, que la no aceptación se debe a no estar basados en la observación y la experimentación⁴. Leibniz fue una de las víctimas de ese criterio estrecho. Esta posición de la Royal Society no duró mucho. Ya en el siglo XVIII eran pocos los baconianos.

Causa, pues, cierto estupor que se siga parafraseando a Bacon (¡aun sin saberlo!) a fines del siglo XX, ignorando la evolución del pensamiento científico durante los últimos tres siglos⁵.

Hoy sabemos que si la ciencia se hubiera quedado meramente al nivel de "generalización de hechos", "abstracción de lo esencial" (?) y "síntesis de las

Retrato de George Dyer en bicicleta (1966).



características más importantes" de los "objetos", no se habría producido la revolución científica del siglo XVII, ni mucho menos las que vinieron después.

Esto no significa que la inducción no juegue un papel importante en la actividad científica. Lo que afirmamos es que la utilización de la inducción no se reduce, en modo alguno, al papel ingenuo de "generalización de los hechos."

Hay un genuino problema de la inducción puesto de manifiesto con meridiana claridad por Hume: el de la utilización de la experiencia para validar el conocimiento científico o, dicho de otra manera, la relación entre evidencia empírica e inferencias lógicas. No es nuestro propósito desarrollar aquí este tema. Sólo queremos señalar que ha sido, de Hume en adelante, uno de los problemas centrales de la teoría del conocimiento.

Dos artículos recientes, uno escrito por un pedagogo y el otro por un matemático⁷ proveen nuevos ejemplos de perduración de las concepciones baconianas. En el primero de ellos encontramos aserciones como las siguientes:

"Los conceptos o ideas básicas son la esencia del conocimiento científico; consisten en la auténtica generalización de los hechos y por tanto poseen un alto poder para organizar conceptos más simples y/o hechos específicos. Representan la abstracción de lo esencial, la síntesis de las características más

importantes de un conjunto de objetos y su generalización. En general, se coincide que son la base de la estructura conceptual representada por determinados conceptos sobre relaciones causales, leyes científicas, principios matemáticos (p. 19)."

Nada de lo que aquí se dice es sostenible. Dejemos a un lado lo evidentemente absurdo o que hay en querer vincular, directa o indirectamente, "principios matemáticos" con generalizaciones empíricas. Tampoco las conceptualizaciones de la ciencia empírica van por esa vía. El principio de inercia o la ley de gravitación no son la expresión de generalizaciones empíricas. Fue necesario esperar hasta el siglo XIX para "observar y medir" la atracción gravitatoria en una experiencia de laboratorio (experiencia de Cavendish). Indudablemente las órbitas elípticas de los planetas responden a la ley de gravitación y Newton formuló su ley para "explicarlas". ¿Podría, sin embargo, afirmar el autor del artículo que la ley de gravitación "surge por generalización" de la observación del movimiento de los planetas? (¡y que ella nos da la "esencia" de los planetas!). Mas aún, ¿podría él, no siendo físico, explicar cómo una atracción que es rectilínea "produce" una trayectoria elíptica? En cuanto a la ley de inercia, fue necesario esperar a nuestro siglo, con los satélites artificiales, para poder "observarla". ¿Podría el autor, no siendo físico, mostrar la cadena de razonamientos que permite concluir que cierto tipo de experiencias en un satélite son "ejemplos" de (u observaciones de hechos vinculados con) la ley de inercia?

Indiscutiblemente que hay leyes científicas que surgieron como generalizaciones empíricas. Un ejemplo es la socorrida ley: "el calor dilata los metales". Aquí hay que observar, sin embargo, lo siguiente:

1o. Tal "generalización" provee una *ley empírica*, ¡no un concepto o idea básica!

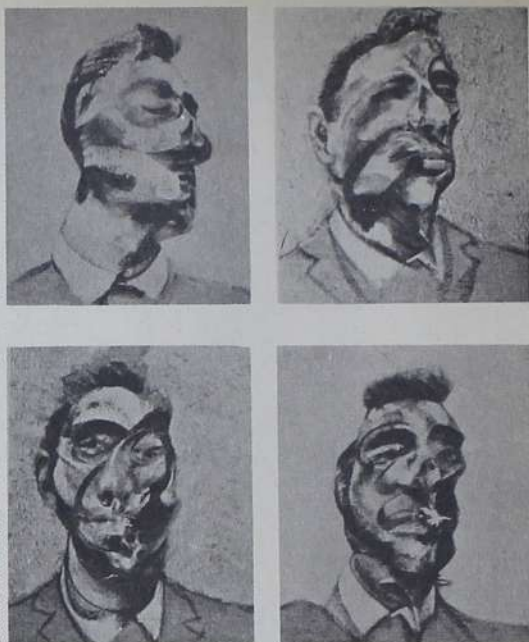
2o. ¿Qué quiere decir que tal ley empírica representa "la abstracción de lo esencial (sic), la síntesis de las características más importantes de un conjunto de objetos" (en este caso los metales)?

3o. Tal generalización empírica no es en modo alguno "la base de la estructura conceptual representada por determinados conceptos sobre relaciones causales". Sería absurdo afirmar que la estructura conceptual que permite a la física explicar "causalmente" la relación entre el calentamiento y la dilatación del metal es directa o indirectamente la expresión de "auténticas (?) generalizaciones de hechos".

En la cita a la que nos estamos refiriendo hay una evidente confusión entre los conceptos o ideas básicas, los principios y las teorías. Esto se confirma por la afirmación hecha en la misma página:

"A un tercer nivel (?) entraría en juego la determinación de *principios* que se entenderá como los nexos y/o relaciones esenciales y comunes, de va-

Cuatro estudios para un retrato de George Dyer (1964).



Retrato de Henrietta Moraes (1966).



Panel de la derecha del tríptico "Tres estudios para un retrato de Lucian Freud" (1966).



Segunda versión del "Estudio de un Papa rojo" (1971).



lidez universal, entre dos o más series de conceptos (p. 19)."

¿Podría el autor citar algún "principio" de cualquiera de las ciencias que haya sido "determinado" por "los nexos y/o relaciones esenciales entre dos o más series de conceptos? Juntando esta cita con la anterior, aparece una posición de tan crudo empirismo, que ha sido abandonada hace ya muchos años por los propios empiristas lógicos, con Carnap a la cabeza.

El empirismo lógico surgido de las escuelas de Viena (Schlick, Carnap, Neurath) y de Berlín (Reichenbach, Grelling, Hempel) llevó a sus últimas consecuencias y por el más riguroso camino la idea de reducir todo el conocimiento científico a observables y relaciones entre observables. Por eso mismo, ellos no caen en la búsqueda de "esencias". No obstante, tal empirismo radical fracasó. Las razones son varias, pero el nudo central del problema podría resumirse como sigue: Los conceptos básicos de la ciencia son **términos teóricos** (no "generalizaciones de la experiencia" o "abstracción de esencias"). Puesto que desde un comienzo fue obvio que ellos no pueden ponerse en correspondencia directa con observables, el empirismo lógico ofreció una explicación alternativa. Su tesis fue: "todo contexto que contiene términos teóricos es traducible en otro contexto en el cual figuran términos que sí pueden ponerse en correspondencia directa con observables". Fue el propio Carnap quien primero advirtió que tal traducción no era posible.

Al promediar el siglo, y durante dos décadas, las posiciones del empirismo lógico fueron sometidas a duras críticas por parte de filósofos como Russell, Hanson, Toulmin, Kuhn, Feyerabén, seguidos luego por una generación más joven, entre los que se destacan D. Shapere y L. Laudan. Analistas penetrantes, con profundo conocimiento de la historia de la ciencia, pusieron de manifiesto que la formación de los conceptos científicos, las leyes y las teorías es un proceso complejo no reducible a definiciones simples, ni en la formulación del empirismo lógico, ni mucho menos en las formulaciones de un empirismo más ingenuo a-la-Bacon. No todos los aspectos de esta crítica son válidos, ni tampoco compartimos la filosofía de la ciencia que emerge de allí (cf. J. Piaget y R. García: **Psicogénesis e Historia de la Ciencia**, Siglo XXI). Pero es indudable que después de esa crítica nadie tiene derecho a volver a plantear los problemas de la formación de los conceptos y teorías científicas como a principios del siglo.

La otra vertiente que dio origen a posiciones de un empirismo no menos ingenuo fue el materialismo dialéctico. Marx es inocente de tal imputación, pero muchos de quienes se proclaman sus continuadores son culpables de ingenuidad epistemológica. Las teorías del conocimiento científico que suelen en-

contrarse en los textos corrientes de materialismo dialéctico son insostenibles tanto a partir del análisis epistemológico como a partir de la historia de la ciencia. (Hay excepciones, como Lucien Goldmann o Jürgen Habermas.) El hecho no deja de ser sorprendente. Todo marxista recita el famoso pasaje de la **Introducción a la Crítica de la Economía Política**:

"Lo concreto es concreto por ser un conjunto de múltiples determinaciones o sea unidad de la diversidad. Por eso aparece en el pensamiento como un proceso de reunión, como resultado, y no como punto de partida, por más que sea el punto de partida real o consiguientemente el punto de partida de la intuición y de la representación".

¿Cómo puede luego afirmarse, sin caer en contradicción (que no es, por cierto, una contradicción dialéctica), que los conceptos son "generalizaciones" de la experiencia, o que ellos abstraen "la esencia" del objeto?

Un par de citas del segundo de los trabajos antes mencionados expresan una posición similar acerca de cómo se genera el conocimiento:

"En términos muy generales, el método para generar conocimientos para entender el mundo (método científico) consiste en la aplicación de esta idea de observar la realidad. Posteriormente, la información se procesa por medio de la mente humana, auxiliada por máquinas, aparatos, dispositivos de medición y computadoras, si es necesario, con objeto de extraer conclusiones acerca de los datos observados (p.6)."

"En cualquier caso, las observaciones se recogen en forma de frases de algún lenguaje elegido para ello (generalmente, el lenguaje natural). Estas frases se encadenan para formar razonamientos que desembocan en otras frases que a su vez pueden también referirse a hechos ya observados, y así constituir confirmaciones del cuerpo de conocimiento que se está construyendo. Las nuevas frases pueden también referirse a hechos aún no observados, y en este caso, se conocen como *predicciones* de dicho cuerpo de conocimiento (p.6)."

No es necesario detenerse en el análisis de estas citas a las cuales, *mutatis mutandis*, le son aplicables las críticas precedentes.

La razón por la que nos embarcamos aquí en la crítica de la posición representada por los dos artículos a los que hemos hecho referencia no es, en modo alguno, el temor de que ellos puedan influir en los científicos y conducirlos "por mal camino".

Si los hombres de ciencia hubieran estado obligados a leer los manuales de metodología que circulan en profusión y a seguir las indicaciones de los "metodólogos", creo que podríamos afirmar, con alta probabilidad de acierto, que los grandes avances logrados en el desarrollo científico no se hubie-

ran producido. Afortunadamente, ni físicos, ni matemáticos, ni químicos, ni psicólogos que hicieron avanzar el conocimiento científico, nunca se preguntaron cómo tenían que aplicar tales "normas" para hacer buena ciencia. Los buenos científicos se formaron y se forman trabajando con buenos científicos. Hubo, sin duda, grandes autodidactas, pero ellos tampoco se guiaron por tal "metodología".

Lo anterior no excluye, sin embargo, la necesidad de una reflexión de los científicos sobre su propia ciencia. Cada vez que los investigadores enfrentaron una situación de crisis se vieron forzados a cuestionarse la naturaleza de su propio quehacer. Pero aquí deben de tenerse en cuenta dos circunstancias: en primer lugar, dichos cuestionamientos nunca se generaron a partir de una pedagogía normativa; en segundo lugar, los problemas que surgieron se han referido generalmente a los conceptos básicos de la ciencia, a la estructura de las teorías. La metodología entraba de manera accesorio.

Tampoco el interés del tema es, por otra parte, puramente académico. La inquietud que provocan estos dos artículos es considerable y tiene otro origen. Si insistimos enfáticamente en rechazar ciertas posiciones es, fundamentalmente, por sus implicaciones en otros campos.

En particular nos preocupan las influencias que puedan tener quienes, sustentando tales ideas, pretenden, desde la pedagogía, dar normas sobre la enseñanza de las ciencias. La imagen deformada que del quehacer científico suelen transmitir los maestros de escuela a sus alumnos, tiene lamentablemente raíces en las concepciones que sustentaban quienes los formaron como maestros.

Volvamos, a este respecto, al artículo de **Avance y Perspectiva** ya comentado. En las páginas 17 y 18 el autor afirma que el maestro "deberá entender que la realidad, los objetos, los fenómenos de la naturaleza y de la sociedad, así como las transformaciones que en su desenvolvimiento histórico se producen, son inherentes, objetivas e independientes de la conciencia humana". Excepto algún solipsista trasnochado, nadie duda de esta afirmación en lo que respecta a los fenómenos naturales. La afirmación es, sin duda, muy audaz -o muy equívoca- referida a los fenómenos sociales. Pero no es éste el motivo de recurrir a la cita. El problema comienza cuando el autor extrae consecuencias de aquellas afirmación:

"La posibilidad de penetrar en esta realidad **por medio de la cognición** estará dada por el objeto mismo. La tarea del conocimiento será entonces captar las propiedades y leyes objetivas pertenecientes a dicho objeto. **El pensamiento tendrá que comprender**, apropiarse de las leyes que son determinadas por el propio objeto para conocer la realidad y transformarla." (Subrayados de RGB.)



Estudio para un retrato de George Dyer (1970).



Estudio para un retrato de Isabel Rawsthorne (1970).

Dicho de otro modo: hay "algo" que es "la cognición" que tiene la virtud de poder "penetrar (?) la realidad". Y hay "algo" que es "el pensamiento", que "tendrá que comprender, apropiarse de las leyes que son determinadas por el objeto". Quizás Herbert podría haber aceptado esta formulación bastante próxima a su concepto de "ideas aperceptoras" que él mismo nunca desarrolló claramente. Pero ya no queda nadie en educación que confiese ser herbartiano.

Con estas ideas, en el artículo se pasa luego a decir cómo debe proceder el maestro. La tarea del maestro no es "encontrar" (comillas en el original) las abstracciones que ya han sido elaboradas por el científico, sino que "consiste en seleccionar aquellas que den imagen real (sic) del concreto que representan; tendrá que seleccionar de la realidad o sector de ésta que interese los factores o elementos que se juzguen esenciales, eliminando los irrelevantes para su comprensión". De aquí surgen los pasos metodológicos "que el maestro deberá cubrir en su construcción:

- "a) Determinar, en primera instancia, el objeto o sector de éste a estudiar.
- "b) Señalar los conceptos que lo delimiten y expliquen.
- "c) Establecer la ley o leyes fundamentales o inherentes a dicho objeto.
- "d) Marcar los principios y teorías que permitan explicarnos un 'x' número de casos."

Sería interesante que el autor aplicara estos pasos a "objetos" como los átomos, o el electrón, o los genes, o el principio de entropía, utilizando la teoría del conocimiento científico explícito en su artículo o de aprendizaje implícito en él.

Aquí está el nudo del problema. En ausencia de una teoría de aprendizaje, explícita, coherente, fundada en **investigaciones empíricas concretas**, la metodología de la enseñanza se reduce a un conjunto de reglas que, como las famosas "reglas" de Descartes sobre el choque de dos cuerpos elásticos, o son triviales, o son falsas. Y una teoría del aprendizaje no surge de una pedagogía normativa, surge de una pedagogía que incorpore los avances logrados en la psicología y la epistemología (con su doble componente sociogenético y psicogenético).

En el mundo actual, la relación entre ciencia, tecnología y sociedad es de tal complejidad que exige una completa revisión de contenidos y métodos en todos los niveles de la enseñanza. El problema es cómo deben realizarse dichos cambios y quiénes deben proponerlos. Sobre la crítica a lo que existe es relativamente fácil lograr acuerdos. Analizando "propuestas de cambio", sin embargo, es frecuente encontrarse con situaciones desconcertantes. Mencionaremos sólo algunas:

—A nadie se le ocurriría que puede escribir un currículum para formación de ingenieros electrónicos sin saber electrónica. Sin embargo, son muchos los que opinan sobre enseñanza de la ciencia y carecen por completo de formación científica.

—A nadie se le ocurriría opinar sobre cuál es la mejor manera de pulir una lente para un telescopio sin haber participado nunca en la producción de una lente. Sin embargo, son muchos los que opinan sobre cómo se "produce" la ciencia, sin haber producido nunca un trabajo científico.

—A nadie se le ocurriría que podría formar un piloto sin hacerlo subir a un avión y ponerlo realmente en situación de conducir. Sin embargo, los métodos con los que suele enseñarse la ciencia que es, por excelencia, producto de la creatividad, consisten fundamentalmente en transmitir información sin poner a los alumnos en situaciones que impliquen poner en práctica su creatividad.

No es necesario aclarar que no basta saber teoría del aprendizaje para ser un buen pedagogo, ni es suficiente con haber producido buenos trabajos científicos para poder opinar sobre los fundamentos del conocimiento científico. Se trata de condiciones necesarias, pero no suficientes. Para los fines de este artículo, queremos poner el énfasis en el orden inverso: si bien **no** son condiciones suficientes, **sí** son condiciones necesarias.

Lo que hoy se sabe sobre estos temas no estuvo al alcance de Bacon. Su *Novum Organum* precede en 67 años a los *Principia* de Newton, con el cual culmina la revolución científica del siglo XVII. Fue Kant en el siglo XVIII quien intentó una fundamentación filosófica de la mecánica newtoniana. Aunque su esfuerzo fracasó, vio claro que tal fundamentación no podía provenir del empirismo de la tradición inglesa. Es importante señalar que la demostración del fracaso de Kant en cuanto a intentar fundamentar los conceptos básicos de la ciencia, a partir de sus "juicios sintéticos *a-priori*" no fue dada por la filosofía especulativa. Fue el propio desarrollo científico quien puso en evidencia la insostenibilidad de la teoría Kantiana.

Este año se cumplen 200 años de la primera edición de la *Crítica de la Razón Pura* y 365 del *Novum Organum*. ¿No será hora de enterrar solemnemente a Bacon?



Francis Bacon (el pintor). Es la soledad del hombre el tema principal en la obra de este artista, nacido en Dublín en 1909. Con colores primarios, agresivos, plasma en sus lienzos la angustiante realidad de una mitad de siglo sin esperanza. Aunque es difícil clasificar a Bacon dentro de una corriente definida, es evidente que se nutrió, en su búsqueda autodidacta, del espíritu de libertad postcubista, aprovechando elementos tanto del arte abstracto, como del surrealismo y convirtiéndose a su vez, en los años 60, en una influencia importante para el surgimiento del arte pop inglés. La similitud de nombres con el otro Bacon no es mera coincidencia; su parentesco ha sido históricamente comprobado.

notas

¹Francis Bacon: *Novum Organum* publicado en 1620, con el subtítulo "Una presentación de un nuevo método de lógica". Nuestros comentarios se refieren a este texto que es el más conocido, aunque quizás el tipo de empirismo que criticamos en este artículo esté más crudamente expresado en su obra póstuma *Sylva Sylvarum*.

²Las definiciones de los términos que usa Bacon como "forma", "naturaleza" y "esencia" son muy ambiguas. En particular, el concepto de "forma" que utiliza recurrentemente parecería referirse a propiedades muy generales de los objetos físicos. Así por ejemplo, en el aforismo 16 del Libro II se lee:

"Decimos pues, que el primer procedimiento de la verdadera inducción para el descubrimiento de las formas consiste en rechazar y excluir sucesivamente cada una de las naturalezas que no se encuentran en tal ejemplo donde la naturaleza dada está presente, o que se encuentran en algún ejemplo donde esta naturaleza está ausente, o aún que crecen en los sujetos donde esta naturaleza es decreciente o, finalmente, es decreciente en aquellos donde esta misma naturaleza es creciente. Entonces, solamente, en segunda instancia, después de las exclusiones o rechazos convenientes, una vez que se han esfumado todas las opiniones volátiles, permanecerá en el fondo del crisol, la forma afirmativa, verdadera, sólida y bien delimitada."

En otros casos, el concepto de "forma" parece reducirse a estructura geométrica y movimiento.

³Debe recordarse que la discusión metodológica sobre el papel de la inducción y la experimentación en ciencia tiene una larga tradición en Inglaterra. Ya en el siglo XIII, Robert Grosseteste y Roger Bacon habían inaugurado en Oxford, con mucha profundidad, este tipo de discusiones que se extenderían durante los tres siglos siguientes. No debe confundirse Roger Bacon con Francis Bacon. El primero merece un lugar más prominente, en su época, que el segundo en la suya.

⁴En "La correspondencia de Henry Oldenberg", editada por A. R. Hall y M. B. Hall, hay numerosos ejemplos de esta posición. Oldenberg fue Secretario de la Royal Society durante el periodo que estamos considerando, y tuvo a su cargo responder a los numerosos científicos de toda Europa que sometían trabajos a la "Society". Dos citas de dicha correspondencia (ambas tomadas del interesante artículo de M.B. Hall, titulado "Science in the Early Royal Society") son suficientemente ilustrativas. Las dos llevan fecha marzo y abril de 1663. La primera está extraída de una carta al astrónomo Johannes Hevelius, explicando los objetivos de la Sociedad:

"It is now our business, having already established under royal favour this form of assembly of philosophers who cultivate the world of arts and sciences by means of observation and experiment... to attract to the same purposes men from all parts of the world who are famous for their learning, and to exhort those already engaged upon them to unwearied efforts."

La segunda es una respuesta al doctor Eccard Heichner, quien había sometido un libro sobre educación que fue, naturalmente, rechazado:

"The Royal Society says it is not its concern to have any knowledge of scholastic or theological matters, for it is its sole business to cultivate knowledge of nature and useful arts by means of observation and experiment, and to promote them for the safeguarding and convenience of human life. These are the bounds to which the Royal Charter limits this British assembly of philosophers, which they think it would be improper to transgress."

⁵Hay que reconocer, sin embargo, que el *Novum Organum* encierra un empirismo más elaborado que el que expresan los trabajos a los cuales nos referimos más adelante.

⁶El primer artículo, obra de un pedagogo, fue publicado en *Avance y Perspectiva* (agosto-diciembre de 1983). Su autor es Eduardo Remedy y lleva por título "Currículum y quehacer docente: el maestro y la organización". Sólo consideramos aquí las ideas de tipo epistemológico y metodológico contenidas en este trabajo. La propia concepción de Currículum explícita o implícita en el artículo es también pasible de crítica, pero no la abordaremos aquí.

⁷El segundo artículo, obra de un matemático, fue publicado en la revista *Contactos* (vol. 1, núm. 3, julio-septiembre de 1984). Su autor es Diego Bricio Hernández y lleva por título "La matemática como lenguaje para expresar conocimiento".

No es nuestro propósito comentar in extenso este trabajo, que consideramos objetable desde su mismo título.

**El Departamento de Ingeniería Eléctrica
invita a los egresados de licenciaturas
en las áreas de ingeniería y Ciencias Físico-Matemáticas
a cursar**

Maestría y Doctorado en Ingeniería Eléctrica

con opciones en las áreas de:

Electrónica del Estado Sólido

Áreas de Investigación: Conversión Fotovoltaica • Microelectrónica • Dispositivos de Potencia • Semiconductores No Cristalinos • Compuestos III-V

Exámenes de Admisión: 17 y 18 de junio de 1985
Posteriormente se harán exámenes previo acuerdo

Informes: Dr. Arturo Escobosa Echavarría

Tels. 754-02-00 exts. 247-256

754-68-03

Comunicaciones

Áreas de Investigación: Redes de Computadoras
Fibras Ópticas • Centrales Telefónicas Controladas
por Computadoras • Redes de Servicios Integrados
• Teoría Estadística de las Comunicaciones
• Sistemas de Supervisión.

Exámenes de Admisión: Abierto previa cita

Otros Programas: Diplomado en Comunicaciones
y Cursos de Educación Continua

Informes: M. en C. Arturo Merino Castellanos

Tels. 754-02-00 ext. 187

586-12-82

Control Automático

Áreas de Investigación: Robótica • Control con Microprocesadores. • Tratamiento de Imágenes • Modelado • Simulación y Control de Procesos Industriales • Control Adaptable • Sistemas No lineales

Cursos Propedéuticos para el Examen de Admisión del 3 al 24 de junio de 17:00 a 19:00 hrs.

Exámenes de Admisión: 1 y 2 de julio de 1985

Informes: Dr. Rogelio Lozano Leal

Tels. 754-02-00 exts. 186-258

754-76-01

Computación

Áreas de Investigación: Reconocimiento de Formas • Programación de Sistemas • Software de Aplicaciones • Firmware/Hardware • Robótica • Teleinformática

Exámenes de Admisión: Abierto previa cita
Fecha límite: 1º de agosto

Otros Programas: La Sección de Computación ofrece además Diplomado en Computación y Cursos de Educación Continua

Informes: Ing. Hugo García García

Tels. 754-02-00 exts. 141-144

754-77-97

Inicio de cursos: 19 de agosto de 1985.

Los estudiantes admitidos serán apoyados ante el CONACYT en su solicitud de beca.

La fecha límite de entrega de documentos es el 15 de julio de 1985.



Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

Departamento de Ingeniería Eléctrica
Av. Instituto Politécnico Nacional No. 2508. Zacatenco
Apartado Postal 14-740
07000 México, D.F.



libros

Jaime Moreno Villarreal



Una Edad Media a nuestra medida

Edward Grant. **La ciencia física en la Edad Media.** México, Fondo de Cultura Económica, 1983, 241 pp. (Breviario 352).

La búsqueda de la verdad objetiva tiene todos los visos de una pasión, de un amor por los objetos, de una fe ciega en la realidad. Hay un optimismo del corazón que lleva al científico a desdeñar las dudas del filósofo respecto de lo real: para la ciencia (para una ciencia vulgar), basta que lo real nos responda para que *de verdad* exista. Considerada como una voluntad de afirmación del conocimiento y de la acción sobre el mundo, esa ciencia tiene su luminoso halo de ingenuidad, no se hace preguntas que de antemano sepa que no podría responder.

Que hubo un tiempo en el que la verdad de la ciencia no dependía de la objetividad de los resulta-

dos, de la aplicabilidad del conocimiento; que hubo un tiempo en que la verdad científica consistía en la sola argumentación lógica independiente de los hechos, depurada de toda corrupción por contacto con lo real, ciencia del puro razonamiento; que hubo un tiempo en que la ciencia era un ejercicio de la imaginación —en que la ciencia era imaginación— es una de las grandes lecciones que permanecen abiertas e insondables para nosotros en ese lindero extremo del mundo conocido que es la Edad Media.

Solemos considerar el fin del medioevo como la primera superación de un periodo histórico marcado ostensiblemente por

avances en los campos de la ciencia. Aparentemente (y prehistoria aparte), el papel que la ciencia jugara en el desarrollo previo de la humanidad nunca habría sido tan vario y trascendental.

El Renacimiento entrega a nuestra imaginación un hombre absolutamente diferente al medieval, un nuevo hombre ampliado, físicamente distinguido en su interior y en su exterior por un ímpetu de abarcar la materialidad antes desconocida o apenas intuida, de acometer y esclarecer el reino de lo real. Por ello, la gran metáfora (falaz) del espíritu renacentista es el viaje de Colón en busca de una nueva ruta que revelaría en cambio un nuevo continente y,



Grabado en madera. Siglo XV.



Naturaleza (Luis Estrada, director), vol. 15, núm. 2(102): La tabla periódica de los elementos. El microscopio electrónico. La demostración indirecta. Aspectos cronobiológicos de las depresiones.

Naturaleza, vol. 15, núm. 3(103): La alergia experimental. Física nuclear experimental: los iones pesados. La esquizofrenia.

Prenci, boletín del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia, septiembre de 1984: Un día en la clínica, por Ana Ma. Sánchez; La genética de la sociobiología, por James C. King (2a. parte).

con él, el perfecto círculo de un mundo físicamente abrazado por el hombre.

Así de ancho es, correlativamente, nuestro prejuicio ante el mundo anterior, ese medioevo superstitioso, errado e incompleto a nuestros ojos.

Uno de los prejuicios de nuestra corriente realidad en el campo de la teoría científica ha sido precisamente considerar toda teoría, todo descubrimiento anterior a la "revolución experimental" o a la "revolución racionalista" como meros escalones hacia la fundación de la ciencia. La ciencia sería copernicana, galileana, cartesiana de acuerdo con aquel "momento" en que la razón cristalizara en experimentación o en método y expulsara al mito del terreno de un saber expresable en términos de leyes naturales. Y si actualmente este prejuicio no puede resistir la amplitud de miras de una filosofía de la ciencia o de una historia del pensamiento científico, el rechazo que ejerciera en especial contra la autoridad de los criterios "precientíficos" del medioevo ha redundado en nuestra actual ignorancia y generalizada falta de atención sobre los orígenes de la ciencia moderna. La pasión por la objetividad es una forma de ver ciegamente, de no mirar.

¿La historia de la ciencia debería ser la historia del conocimiento objetivo? Si fuese así sería la historia de un determinado tipo de ciencia. ¿Cómo ignorar la historia de la ciencia como conocimiento in-objetivo?

En su libro **La ciencia física en la Edad Media**, Edward Grant publicó hacia 1971 el recuento — en términos de la física y la astronomía, sobre todo — de lo que es el aspecto más característico de la ciencia medieval hasta donde, positivamente, la conocemos: el debate entre el aristotelismo dominante y el anti-aristotelismo emergente. Publicado doce años después en español, este librito (de "divulgación") desemboca ahora con toda naturalidad a nuestros ojos en una tesis que nadie pone en duda, pero que alumbra sólo un aspecto del saber medieval concerniente a la ciencia física: que la ciencia experimental fue el resultado de la superación de la crisis que había descrito la ciencia aristotélica en los dos últimos siglos de la Edad Media. Esta tesis, proveniente de la obra de Pierre Duhem **Le Systeme du Monde**, fue defendida en la década de los sesentas por historiadores (como Jacques Le Goff) y filósofos (como Giulio Preti) de manera tal que hoy se halla suficientemente documentada y avalada, por lo menos lo necesario para justificar la raigambre (o la continuidad) de la ciencia moderna.

Sin embargo, el debate sobre el aristotelismo en el medioevo tardó poco nos informa sobre la situación de la ciencia anterior a la introducción en Europa de las obras de Aristóteles; mucho menos nos informa sobre las tradiciones platónica y hermética, que evidentemente no rendirían el fruto de la ciencia **tal como la cono-**

ce-mos, pero que fueron acervo del conocimiento antiguo y motor de una ciencia tan material como imaginaria: la alquimia.

En la Europa medieval, el pensamiento aristotélico rige efectivamente sólo de los siglos XII al XV, pues las obras de Aristóteles comienzan a ser traducidas y difundidas muy tardíamente: antes del siglo XII sólo se les conoce por referencias. Casi exclusivamente, nuestro conocimiento de la ciencia medieval se centra en estos siglos.

La llegada de las obras de Aristóteles va a influir decisivamente en la formación de las dos grandes instituciones del pensamiento medieval que serán antecedentes indispensables de la ciencia moderna: la universidad, institución escolar, y la escolástica, institución del discurso. Aristóteles en la escuela, Aristóteles en la filosofía; el conflicto será evidentemente Aristóteles en la religión.

Si, por un lado, la lógica aristotélica, de carácter silogístico, va a dotar a la escolástica de un método de conocimiento basado en la demostración, por el otro — y ya en términos de ciencia — su "filosofía natural" (tanto física como metafísica) va a oponerse al dogma cristiano. Esta va a ser la contienda viva en el seno de las universidades, plegadas al papado y seguidoras del gran maestro pagano.

En el siglo XIII Aristóteles se hallará en el centro del debate sobre la verdad. Por un lado, ha sido instalado por Santo Tomás de Aquino como el modelo de su sis-

Prenci, diciembre de 1984: Un regalo de navidad (por la transcripción, A.D.N.); El científico y sus mediums, por Ana Ma. Sánchez; Termodinámica y mecánica estadística, Ilya Prigogine entrevistado por Jorge Wagensberg (1a. parte).

Prenci, enero de 1985: Hamilton & Co., por Ana Ma. Sánchez; Una parábola geométrica, por J. A. Coffa; Termodinámica y

mecánica estadística, Ilya Prigogine entrevistado por Jorge Wagensberg (2a. parte).

La Gaceta, revista mensual del FCE, abril de 1985: Los primeros pasos de la ciencia ficción, por Jean Gattégno; Del origen extraterrestre de la vida, por Francis Crick; Los selenitas, por Amado Nervo; Karel Capek o ellos están entre nosotros, por Darko Suvin; La ciencia ficción y el arte de la

tema teológico; por el otro, fomenta la herejía con una filosofía que plantea, entre otras cosas, que el mundo es eterno (lo cual niega al Dios creador); que un accidente no puede existir sin una sustancia (lo cual niega la Eucaristía, según la cual el pan es el cuerpo y el vino es la sangre de Cristo en virtud de la Consagración); que el alma muere con el cuerpo (idea originalmente antiplatónica y para el cristianismo herética). En nombre de Aristóteles y en su contra se entablarán las batallas decisivas para el futuro de la ciencia.

El libro de Edward Grant es una discusión sumaria que sigue el desarrollo de dos teorías aristotélicas (sobre el movimiento y sobre el Universo) a través del medioevo, y logra de manera sobresaliente el cometido de explicar la revolución copernicana de acuerdo con el lugar común: la instauración de la verdad de los hechos por sobre la verdad de los argumentos. Por desgracia, la historia de la verdad no es sólo la historia de nuestra verdad, y si Grant deja bien claro cuál fue el proceso que llevó a las hipótesis de ser meramente plausibles a ser necesarias para explicar lo real, no deja de conformarse con un prejuicio, según el cual, la ciencia física medieval sólo puede ser la que en su extinción entregara la ciencia física (y astronómica) moderna.

Nuestros conocimientos sobre la ciencia medieval son escasos sobre todo porque una de las

grandes lagunas de la investigación en historia de la ciencia se extiende sobre los mundos bizantino y árabe. Nuestro desconocimiento con respecto al último es casi total, aunque —irónicamente— fue gracias a las traducciones árabes que Aristóteles, Hipócrates, Ptolomeo y Euclides “volvieron” a Europa por España. Si a esto se suma el desprecio que buena parte de los historiadores de la ciencia muestran contra la tradición herética, el cuadro de nuestra ignorancia se ve considerablemente ampliado.

El libro de Grant se disculpa al pasar por alto la ciencia arábica, e ignora soberanamente lo que

podría haber detrás de dos menciones ligeras de Hermes Trismegisto, para situarse de lleno en la polémica del aristotelismo, polémica que ha de desembocar en la legitimidad de una ciencia de los hechos. Sin embargo, el libro se llama en extenso **La ciencia física en la Edad Media**. Si esta pequeña obra termina con un elogio de Copérnico como el gran introductor de la realidad (y la necesidad de lo real) en la ciencia moderna, es porque ha elegido una Edad Media que se resolviese en una ciencia a la medida de nuestro entendimiento, una Edad Media a la medida de nuestra ignorancia.

Estrella Burgos Ruiz

Para conocer el Universo



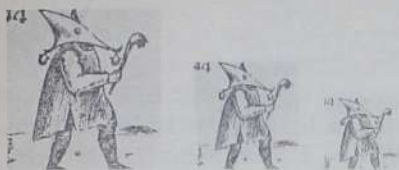
Galaxia del Triángulo
9 22 M33

Luis F. Rodríguez. **Un Universo en Expansión**. Fondo de Cultura Económica, CONACYT. 1985. [Col. La Ciencia Desde México, no. 2].

En el transcurso del siglo XX se ha descubierto que el Universo evoluciona. Su origen ha sido situado hace quince mil millones de años, en la llamada Gran Explosión. Se piensa que el Universo surgió a partir de un estado indescriptible, en el cual toda la materia del Cosmos se encontraba en un núcleo infinitamente condensado y caliente. El núcleo explotó y la materia que encerraba empezó a expandirse a gran velocidad.

Los científicos tratan de recons-

conjetura, por Umberto Eco; La sobremesa cósmica, por Juan Villoro.



Wald, Robert M., **Espacio, tiempo y gravitación**, FCE, México, 1984, la reimpresión

Historia de la Ciencia en México, Tomo II: siglo XVIII, Elías Trabulse (comp.), FCE, México, 1984. ISBN: 96846-1472-0 (obra completa); 968-16-1628-6 (Tomo II).

Hamburger, Jean, **El diario de William Harvey**, FCE, México, 1985, [Col. Popular 384]. ISBN: 2-08-064568-4

truir la historia del Universo y también de predecir si la expansión continuará indefinidamente o si se detendrá para invertir el proceso que la Gran Explosión desencadenó. Simultáneamente, muchas investigaciones se orientan a los cambios que ocurren de manera constante en las unidades constitutivas o "células" del Universo: las galaxias. En estos gigantescos conglomerados de estrellas, gas y polvo, transcurre la evolución estelar.

Un Universo en Expansión expone estos temas con un lenguaje accesible a un público que no necesita saber más física y astronomía de la que se enseña en la educación media. El libro muestra al lector cuánto ha transformado la astronomía contemporánea la apreciación del Cosmos. Hace ya mucho tiempo que el hombre asimiló que la Tierra no ocupa un lugar privilegiado en el espacio; sin embargo, la idea de un Universo estático prevaleció hasta la década de

los veinte, época en que se descubrió que las galaxias se alejan unas de otras a gran velocidad, es decir, que el Universo está en expansión.

Luis Rodríguez inicia su libro explicando la formación de las estrellas y, en particular, la del Sistema Solar. Posteriormente expone la relación que existe entre el nacimiento y la muerte de las estrellas y de qué manera se incluyen en esta evolución objetos cósmicos como los cuasares y los hoyos negros. Las galaxias y los desconcertantes fenómenos que muestran algunas de ellas se abordan a continuación. Y en los capítulos correspondientes a la Cosmología moderna se presenta la teoría de la Gran Explosión, sus fundamentos y los posibles futuros del Universo.

Un Universo en Expansión nos da el panorama de la astronomía contemporánea y relata algunos de los métodos de investigación que se utilizan en el estudio del Cosmos. El libro cuenta con un

apéndice en donde se exponen las contribuciones más importantes de los investigadores mexicanos a la astronomía.

Sin duda, Luis F. Rodríguez es una de las personas más indicadas para abordar estos temas. Combina dos virtudes que escasamente pueden encontrarse juntas, ya que además de ser un radioastrónomo con un sólido prestigio internacional, tiene una larga experiencia en la divulgación de la ciencia. Su libro, sin embargo, requiere de una lectura cuidadosa porque condensa una gran cantidad de información y de conceptos en pocas páginas.

Un Universo en Expansión no es solamente un estupendo trabajo de divulgación, también es uno de los escasos libros escritos por investigadores mexicanos que van dirigidos a un público amplio.

Este libro es una importante contribución a la incipiente divulgación de la ciencia en nuestro país, que tan necesitada está de apoyo.



Nebulosa del Velo
NGC 6942-5
Cortés de Monte Palomar.

Biología y pensamiento de sistemas: una aproximación bibliográfica, (Raúl Garduño O., coord.) Raúl Garduño Ochoa y Raúl Carvajal, CONACyT, México, 1985 (Col. Hacia un sistema de enfoques biológicos núm. 1). ISBN: 968-823-167-3.

Debus, Allen G., **El hombre y la naturaleza en el Renacimiento**, FCE, México, 1985 (Breviarios 384). ISBN: 0-521-29328-6



Facetas, revista del Servicio Informativo y Cultural de la Embajada de los Estados Unidos (Albert Roland, director en jefe), núm. 65: Ingeniería genética, inquietudes actuales; Barbara McClintock, científica

Carlos Chimal

Sigüenza: tribulaciones de un sabio criollo

Irving A Leonard, **Don Carlos de Sigüenza y Góngora, un sabio mexicano del Siglo XVII**. México, FCE, 1984, 315 pp.

Hacia la segunda mitad del siglo XVII, la sociedad novohispana descansaba ya sobre dos ejes que se habían impuesto dolorosamente a las antiguas culturas de Mesoamérica: evangelización y edificación. La capital de la Nueva España, "una de las más dilatadas y mejores plazas que tiene el mundo", escribe Sigüenza, estaba poblada por indios, mestizos, y criollos y españoles, cada grupo regido por un sistema de jurisdicciones especiales y todos bajo un patrimonialismo que Weber caracteriza en su **Economía y Sociedad**. A diferencia de la vida en la península, cargada de disturbios e intrigas, la Nueva España transcurría en calma y prosperidad, aunque el saqueo de riquezas no disminuyera. La apertura a la ciencia moderna era posible gracias a figuras como Juan Diego Rodríguez, quien difundió desde su cátedra de astrología y mate-



Don Carlos de Sigüenza y Góngora. Retrato tomado del libro "Piedra heróica de don Fernán Cortés" por Jaime Delgado.

premio Nobel; Invención de la computadora.

Facetas, núm. 66: Molinos de viento en acción; Opiniones sobre imprenta, computadoras y sociedades democráticas.

Facetas, núm. 67: Conversación con Lewis Thomas; Los secretos de las células cancerosas; Biología y enfermedad mental; la era de las vacunas; la ética en la toma de decisiones.



García de León, A., **Resistencia y utopía**, 2 tomos, ERA, México, 1985.

Pitol, Sergio, **El desfile del amor**, Anagrama, Barcelona, 1984. (Col. Narrativas Hispánicas 13). ISBN: 84-339-1713-7.

máticas las teorías de Copérnico, Tycho Brahe, Kepler, Galileo, Gilbert, Reinhold y Longomontano, así como las de Tartaglia, Cardano y Clavio. Sin embargo, otras calamidades azotaban a la población: las epidemias y los propietarios de los cuerpos, las almas y la tierra. En efecto, a finales del siglo que nos ocupa, más de la mitad de los campos eran propiedad de las órdenes religiosas y del clero secular. Además, los terratenientes criollos terminaron por imponerse al coto que la corona quiso hacer valer procurando que la propiedad comunal, cuyo origen se remontaba al *calpulli*, tuviera efectos legales. Así, según Octavio Paz en su obra **Las trampas de la fe**, en esta centuria se dibuja con mayor claridad la división dual en la cumbre de la sociedad. El poder político y militar era español; el poder económico, criollo; el poder religioso tendía a repartirse entre unos y otros. En esta "sociedad rica y sensual pero devota y supersticiosa, obediente al poder real y sumisa a los mandatos de la iglesia pero sacudida por extrañas delicias a un tiempo fúnebres y lujuriosas", se cría Carlos de Sigüenza y Góngora, hijo de una familia de noble linaje, que se había distinguido en la defensa de España desde los remotos días de Isabel la Católica y entre cuyos antepasados próximos figura el poeta Luis de Góngora y Argote, autor de las **Soledades**, ejemplo soberbio de intensos y voluptuosos juegos verbales.

El joven criollo, talentoso y cortesano, fue atraído al colegio jesuita del Espíritu Santo en Tepotzotlán, en donde profesó votos simples. Ahí pasó alrededor de seis años, combinando el estudio de la filosofía, la literatura y la sagrada teología con las fugas nocturnas a las calles de Puebla. Como siempre sucede, fue descubierto y, como casi siempre, experimentó arrepentimiento. Pero, caso no muy común, a pesar de repetidas súplicas nunca fue aceptado de nuevo en la orden. Incluso, siendo ya catedrático de la Real Universidad de México, insistió una vez más, y de igual manera fue rechazado. Seguramente este hecho imprimió su huella en el carácter de Sigüenza, que desapareció los siguientes cinco años.

Simultáneamente, otra marca indeleble permanecía en la conducta del criollo; el sincretismo que había emprendido la Compañía de Jesús en sus misiones por América y Asia. Según Paz, el núcleo espiritual e intelectual de esta estrategia era una visión de la historia del mundo como el paulatino desvelamiento de una verdad universal y sobrenatural. La totalidad de esa verdad eran el cristianismo y la Pasión de Jesús pero, en otras partes del mundo y en otras épocas, el mismo misterio se había manifestado, no plenamente, sino por signos, señas y prodigios coincidentes.

No debe confundirse este sincretismo intelectual con el que llevó a cabo la población indígena como una forma de restaurar en

su conciencia desnuda y martirizada las creencias de un pasado "genuino". Sigüenza era extraño a esta crisis psíquica pues su visión del mundo pertenecía a un nuevo ámbito, más parecido al purgatorio que al infierno indio, de donde después de todo los nativos habían sido rescatados gracias al bautismo, o que al cielo hispano, en el que las canonjías se vendían a precios muy altos y las caídas eran verdaderos descabros, sobre todo al final del reinado de Felipe IV y durante el periodo de Carlos II, la época del sabio criollo.

A los veintisiete años, asumiendo la tradición autodidacta, aunque se especula que los cinco años que no han sido registrados los pasó estudiando derecho canónico e historia y lenguas indias, se presentó al concurso por la cátedra de astrología y matemáticas que había dejado vacante por su deceso don Luis Becerra Tanco, famoso autor guadalupano, amigo de Sigüenza, cuya mentalidad estaba saturada del hermetismo que aún no había abandonado las concepciones aristotélico-tolemaicas acerca de la conformación del cosmos, según nos ilustra Elías Trabulse en la **Historia de la Ciencia en México**, vol. I.

En esa ocasión, uno de los otros dos contrincantes, José Salmerón de Castro, arguyó que sólo él podía aspirar a la cátedra ya que ninguno de sus oponentes tenía alguno de los diversos grados que otorgaba la institución. Sigüenza respondió que tal regla no era



Blanco, Alberto, **Tras el rayo**, Cuarto Menguante eds., Guadalajara, 1985.

Villoro, Juan **Albercas**, Joaquín Mortiz, México, 1985, (Serie el Volador).

Benítez, Fernando, **Los demonios en el convento**. Sexo y religión en la Nueva España, ERA, México, 1985, la reimp. ISBN: 968-411-126-6.

Blanco, José Joaquín, **Calles como incendios**, Ed. Océano, México, 1985.

aplicable a dicha cátedra pues en ese departamento no podía haber "bachilleres graduados" (citado en Francisco Pérez de Salazar, **Obras de Carlos de Sigüenza y Góngora**, vol. XI); recordó además a las autoridades que el conocimiento de la materia era un suceso superior a la obtención de un diploma. Así se ganó el derecho a concursar, y puesto que sus opositores casi no habían seguido curso alguno de astrología o matemáticas, y en cambio Sigüenza era conocido por sus "lunarios", especie de almanaques con predicciones astronómicas y meteorológicas, obtuvo por amplio margen la ansiada cátedra.

Esto lo impulsó definitivamente, los honores y las invitaciones a otras cortes (O.P. asegura que esto es falso) empezaron a llegar, mas no la fortuna y con ella la posibilidad de ver publicada su obra personal, ya que en esa época harto difícil y costoso era llevar un manuscrito a la prensa.

Cumplió en 1682 el primer decenio como profesor universitario y al fin logró que una de las instituciones más antiguas de la capital, el Hospital del Amor de Dios, lo aceptase como capellán, en donde luego fue jefe de éstos y limosnero bajo las órdenes del arzobispo de México, Francisco de Aguiar y Seijas.

Irving A. Leonard, y antes que él Menéndez Pelayo, nos muestran que Sigüenza sucumbió a las modas literarias, de exposición afectada, con un pesado bagaje de alusiones clásicas y mitológicas;

Paz, por su parte, afirma que su espíritu no era sintético, es decir, carecía de la capacidad de relacionar hechos, conceptos y situaciones. Esto es cierto parcialmente, y en ello se resuelve la difícil naturaleza del sabio criollo. Por un lado crece el hombre docto, el lector del que, en palabras del ensayista inglés William Hazlitt, esperar a que arroje su libro y piense por sí mismo sería como pedir al paralítico que salte de su silla y se deshaga de las muletas o que, sin milagro alguno, "tome su lecho a cuestras y eche a andar" (San Mateo, IX,6). Los doctos son simples peones literarios. Por otro lado, ante los acontecimientos el sabio se revela como un hidalgo de gran talante, como veremos luego; sigamos ahora con el señorito dispuesto a redactar de manera preciosa los libros que alguna persona u organización quisiera y pudiera costearlos.

Las tribulaciones no se hacían esperar, ya que el criollo era digno e ingenuo heredero de la gloria de su tío. Pero tal ingenuidad fue sustituida por una aguda visión de la realidad que lo circundaba. En una de las pocas obras que de él se conservan, encargada por las autoridades eclesiásticas deseadas de honrar a la Virgen de Guadalupe, las **Glorias de Querétaro**, casi llegamos a sospechar que el humanista mexicano se complace socarronamente en la descripción de acontecimientos tales como una "máscara" de los indios, las corridas de toros y otras diversiones. El joven impe-

tuoso y altivo, que había contraído culpabilidad por aquellas noches poblanas, debe someterse a la disciplina de un mundo oscurantista, creyendo en ella y abominando a un tiempo. Porque, ¿cómo es posible leer a Descartes y a Cassendi, dar lecciones de modernidad, como la que dio al retrógrado jesuita Eusebio Kino, y simultáneamente escribir la crónica del convento de la Inmaculada Concepción, en la que da fe de muchos milagros y prodigios?

Una mezcla de misticismo y vida mundana, de origen ultramarino y residencia en la tierra colonial, se combinan en las **Glorias de Querétaro**, obra de escaso valor pero que muestra verdaderas minas de información miscelánea. El caso de las crónicas conventuales es más patético ya que, como afirma Octavio Paz, es imposible saber qué pensaba realmente Sigüenza. No es posible dejar de pensar que algo de ironía tienen las palabras del sabio cuando, al referirse a todas aquellos sangrientos y metafísicos sucesos que aseguraban se habían efectuado, dice que "son cosas muy santas". Baste leer el interesante ejercicio de imaginación que recientemente ha publicado Fernando Benítez, **Los demonios en el convento**. El Santo Oficio operaba con regularidad en la Nueva España, y Sigüenza, lejos de comportarse "nerviosamente", obtiene un puesto de corrector, de manera que lee de primera mano todas las obras prohibidas.

Otro aspecto de la ambigüedad

Aguilera, Gaspar, **Zona de derrumbe**, Ed. Katún, México, 1985. ISBN: 968-850-024-0

Deltoro, Antonio, **Hacia dónde es aquí**, Ed. Penélope, México, 1985 (Col. Libros del Salmón).

Tucker, Nicholas, **El niño y el libro**, FCE, México, 1985. (Col. Popular 302). ISBN: 968-16-1543-3.



a la que estaba sometido Sigüenza fue el arco triunfal que le fue encargado para recibir al nuevo virrey, Conde de Paredes. Mientras que Sor Juana elevaba el suyo sobre los mitos grecolatinos, en el de Sigüenza aparecían las efigies de los emperadores aztecas. Su actitud, según Paz, manifiesta los vaivenes de su época, dividida entre la admiración por el imperio indio y el temor a sus descendientes. Por un lado se imbuía de la cultura prehispánica, trabando incluso amistad con la familia de Alva Ixtlilxóchitl, descendiente de los antiguos reyes de Tezcoco, y por otro culpaba a los indios y a las castas de lo ocurrido durante el motín de 1692, el estallido social más grave de todo el periodo novohispano, al que nos referiremos más adelante.

Si en materia astronómica como hemos dicho, supo desembarazarse de falsas creencias, en materia histórica sus conjeturas no pasan de ser opiniones descabelladas. Por ejemplo, en su obra **Fénix del Occidente**, por desgracia perdida pero de la que da cuenta don Sebastián de Guzmán y Córdova, asegura que el dios azteca Quetzalcóatl era el glorioso apóstol Santo Tomás, puesto que los apóstoles habían predicado por todo el mundo, lo cual quedaba demostrado mediante el estudio del significado del nombre, el atuendo, la doctrina y las profecías del santo; era necesario reconciliar el conocimiento descubierto por el Hombre con la sabiduría revelada por la Biblia. Estaba firme-

mente convencido de la existencia de la Atlántida, por donde habían llegado los olmecas a América procedentes del Este y, junto con Sor Juana, compartía la idea de que los mexicas y otras tribus de Anáhuac eran descendientes de Neftum, hijo de Misraim y sobrino de Cam.

No obstante tal sincretismo, es de lamentar el que su historia de los chichimecas y otros manuscritos, que él poseía como una historia de los mexicanos escrita por Hernando de Alvarado Tezozómoc, hijo de Cuitláhuac, se hayan extraviado o pertenezcan a bibliotecas europeas.

Desde 1668 había laborado infatigablemente con las lenguas antiguas y los jeroglíficos de las tribus indias, y había descifrado muchos de sus monumentos. Gracias a su sabiduría, llevando a cabo acuciosos cálculos de los eclipses y cometas registrados en las pinturas históricas de los primeros mexicanos, estableció correspondencia entre las épocas de la historia prehispánica y las del mundo occidental. Así descubrió el método empleado por los indios para contar sus meses, años y siglos.

Pero, cuidado, Sigüenza se elevó por encima de su medio y se adelantó a su época en otros aspectos; en realidad, respondió a las circunstancias como lo han hecho los hombres valiosos de todos los tiempos. En tres momentos de su vida se manifiesta la otra cara de Sigüenza que es, por extensión, la otra Nueva España

que atisbaba la modernidad y cuyo proyecto nacional quebró en los albores de la independencia y luego durante la revuelta de 1910. Dice Paz: "las ideas venían del sincretismo propagado por los jesuitas; los sentimientos de la sociedad criolla y de sus confusas aspiraciones". Estos tres momentos corresponden a su famosa polémica con el padre Kino, al motín de 1692 y, hacia el final de su vida, a una respuesta contra las calumnias de un advenedizo oficial de la armada española, Andrés de Arriola.

Sigüenza fue nombrado cosmógrafo del reino por una cédula penal, expedida por Carlos II, probablemente en 1680, heredando el cargo que ilustres estudiosos como Enrico Martínez habían desempeñado antes. Se le consultaba constantemente y por varios asuntos; conducía certámenes poéticos y confeccionaba el primer mapa general de toda la Nueva España, según se sabe. Así las cosas, el jesuita alemán Eusebio Francisco Kino llegó a playas indianas, precedido de fama como matemático. Sigüenza, impelido por otra de las características que aún hoy perduran, buscó afanosamente al europeo y lo introdujo en los círculos seculares y eclesiásticos. Kino visitó varias veces la casa de Sigüenza y tomó prestados unos mapas de la región del Cabo San Lucas a la Punta de Buen Viaje, que habían sido trazados por marinos avezados. Kino nunca devolvió los mapas y ni siquiera lo mencionó cuando hizo referencia

a la manera como los obtuvo; finalmente pudo Sigüenza recuperarlos en bastante mal estado. Pero el momento culminante del enfrentamiento tuvo lugar por la aparición de un cometa que se vio en noviembre de 1680. La virreina, condesa de Paredes, asustada por el fenómeno buscó alivio en la profunda ciencia del sabio criollo, de manera que éste publicó en enero de 1681 un **Manifiesto filosófico contra los cometas despojados del imperio que tenían sobre los tímidos**. En él, arremete contra los que creían que los cometas eran causas de infortunios y calamidades.

Esta pequeña obra fue piedra de escándalo para tres personas. El más importante de ellos fue el padre Kino, quien aprovechándose de la admiración que Sigüenza sentía por él, le dejó en sus manos antes de partir hacia Sinaloa un ejemplar de su **Exposición astronómica de el cometa**, con la que, dijo Kino, si nada tenía a qué dedicarse por el momento, después de leer su libro no le faltaría qué escribir ni en qué ocupar su tiempo. Esta diatriba, en la que no lo mencionaba directamente y que estaba además dedicada al mismo conde de Paredes, es de fuerte contenido hermético y tradicionalista en cuanto a su visión del cosmos. El segundo detractor fue don Martín de la Torre, quien desde Campeche salió en defensa de la naturaleza maligna de los cometas con un **Manifiesto cristiano de los cometas en su natural significación**, obra actualmente perdida. El tercero en oponerse a Sigüenza fue Joseph de Escobar Salmerón con un **Discurso cometológico y relación del nuevo cometa**, libro de innumerables alegorías herméticas y de apasionados argumentos en favor del geocentrismo-tolémico, el cual no tuvo respuesta debido a que Sigüenza consideró absurdas e inaceptables sus proposiciones. En cambio Escobar Salmerón recibió algo de su estatura, un pedante **Beloforonte matemático contra la quimera astrológica**, obra también perdida, pero en la que,

se sabe según Guzmán, analizaba los cometas de manera racional, tocando puntos técnicos como paralajes, refracciones, la teoría del desplazamiento de los cometas, etcétera.

Contra el padre Kino escribió la **Libra astronómica y filosófica**, que resultó ser una de las obras capitales de la Nueva España científica, según Elías Trabulse. Ahí, Sigüenza da fe del avance astronómico y matemático a que había llegado la Colonia en el siglo XVII, mostrando la superioridad que guardaban dichos estudios con respecto a la mayoría de los europeos y angloamericanos de la misma época. Sin embargo, la ambigüedad persistía, ya que junto a los cálculos hechos sobre el mismo cometa, en los que Newton y Sigüenza coincidían, en la misma **Libra** el criollo citaba repetidas veces al hermético Kircher. Frente a la irrupción del mecanicismo en la ciencia novohispana se encuentran obras bellas, llenas de imágenes astrológicas y de alusiones alquimistas y musicales, como lo es el poema *Primer sueño*, de Sor Juana Inés de la Cruz.

La **libra**, dice Trabulse, es un claro ejemplo de la posibilidad real de que dos teorías hasta cierto punto excluyentes entre sí, coexistan en un medio científico determinado. El poema de Sor Juana y otras obras que surgieron bajo la sombra del peripatetismo son, respecto de la **Libra**, muestra del desfasamiento ideológico en el campo de las ciencias que empezaba a hacerse sentir en la Nueva España, y que se agudizaría al finalizar la primera mitad del siglo XVIII.

Un hecho singular remata este asunto. Ha sido un piadoso lugar común en la crítica, dice Octavio Paz, la amistad entre la poetisa y el sabio. Nada más falso. Sabemos que, presentados por el mismo Sigüenza, Kino envió su **Exposición** a Sor Juana y ésta, en respuesta, le dedicó un soneto en el que afirma que el saber del padre alemán "les dio luz a las luces celestiales". Probablemente-

te, continúa Paz, fue el trato habitual entre escritores que conviven en un medio cerrado: Sor Juana y don Carlos se veían con frecuencia, leían los mismos libros, estaban unidos por los mismos intereses intelectuales y desunidos por piques y celos encanados.

El segundo acontecimiento se remonta a las fiestas por la boda de Carlos II de España con doña Mariana de Neoburgo, durante el mes de junio de 1691. A los pocos días, intensas lluvias devastaron los valles y el exceso de agua se movió hacia la ciudad. Las cosechas, las casas de adobe, todo se arruinó. El pan fue más pequeño pues las perturbaciones atmosféricas no cesaban y además surgió una plaga, la del temido gusano chahuixtle que, por cierto, Sigüenza descubrió al examinar espigas de trigo con su microscopio. Las tortillas reemplazaron al pan como principal alimento de todas las clases.

Gobernaba ya el conde de Galve, protector de Sigüenza, quien se apresuró a tomar medidas para obtener subsistencias, además de encargar al sabio las obras necesarias para desahogar los canales que amenazaban a la ciudad con una inundación tan destructiva como la de 1629. Su conocimiento de la vida de los indios le hizo calcular con gran acierto las posibles soluciones a la crecida de las aguas de Tezcoco; en opinión de él, los canales necesitaban una limpieza minuciosa, y bajo su supervisión todo el desecho fue arrastrado a una distancia prudente, salvo lo necesario para construir el parapeto. El lector docto fue capaz de arrojar las muletas, tomar su lecho y echar a andar.

Sin embargo, nada fue suficiente contra la carestía, la negligencia de los proveedores y la mezquindad de los capitalinos. Criollos y clérigos inquietaban al populacho; para Sigüenza, el origen de los males estaba en el consumo del pulque, causa de robos, sodomía y sacrilegios, y sobre todo en sus consumidores: negros, mulatos, mestizos, indios y "zaramu-

llos", estos últimos españoles renegados que eran los peores.

Finalmente el domingo 8 de junio de 1692, una multitud asuzada por los rumores de que el abasto en la alhóndiga se acababa, irrumpió en ella y el caos se generalizó. Más tarde, los amotinados se lanzaron a las puertas del Palacio, gritando su odio a los españoles; el Cabildo y el ayuntamiento fueron incendiados. Al cabo de unas horas, las fuerzas del orden impusieron la calma, no sin pasar por las armas a una decena de alzados. Sigüenza, mientras tanto, al ver amenazados documentos preciosos que se encontraban en las casas del Cabildo, pagó a dos voluntarios para que, junto con él y su sobrino don Gabriel, quien atestigüó sobre lo sucedido, trasladaran aquellos legajos y otros registros públicos y valiosos libros que se encontraban en el Palacio Real. Sólo un verdadero amante de la cultura puede apreciar debidamente la magnitud de la acción. Este hombre, escribe Irving Leonard, de hábitos tranquilos y de naturaleza apacible, se vio movido a un impremeditado despliegue de valor físico y un considerable desembolso de fondos de sus propios bolsillos.

La recompensa no se hizo esperar. El estallido impulsó la necesidad de desalojar del centro de la ciudad a los cientos de indigentes que en endeblez puestos de madera, paja y petates (que, por lo demás, habían servido para incendiar el palacio) vendían o cambalacheaban toda clase de objetos, y en general para que ningún español aceptara en su casa a indio alguno. Arrastrados por la pobreza, se les asignó habitación en nuevos barrios ubicados en la periferia. Sigüenza, amante de su patria y encolerizado con la población sucia e ignorante, puso su mejor empeño en trazar un mapa para crear un ámbito apropiado en el centro de la capital, así como para formar los nuevos barrios bajo su supervisión.

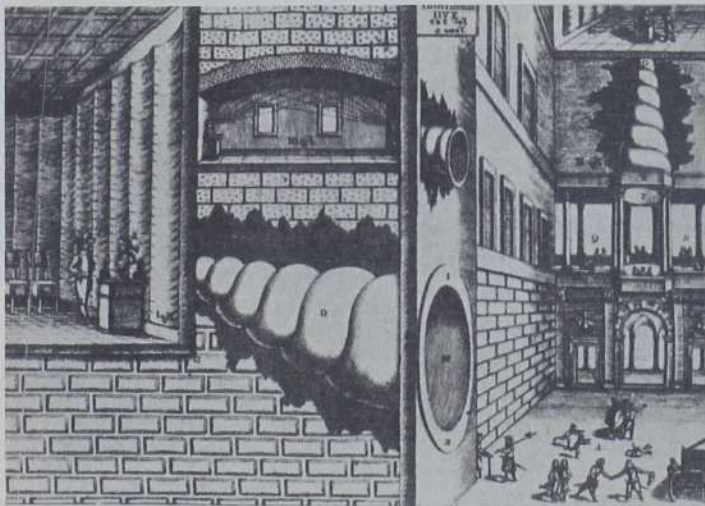
Estaba en su mejor momento; no así su colega Sor Juana, quien a la muerte del Conde de Paredes

en España, y debido a la defensa de su oficio literario frente al Obispo de Puebla, así como por el aumento del poder que gozaba el Obispo de México, el misógino Aguilar y Seijas, se hallaba en una situación desfavorable. A sus 48 años, Sigüenza era experto en artillería y fortificaciones militares, y poseía un excelente conocimiento de las teorías de la navegación. Por esas fechas, un antiguo intento por colonizar la vasta región que va de Tampico a los Apalaches fue recordado ya que, luego de una primera expedición en 1682, cinco años más tarde La Salle había regresado a tratar de conquistar para Francia, en vano, las tierras de la desembocadura del río Mississippi. Once expediciones fueron enviadas por la corona española en busca de dicha colonia, hasta que en abril de 1689 una de ellas descubrió las ruinas en lo que hoy se conoce como bahía de Matagorda, sobre las costas de Texas. Así que el virrey y el gobierno español comprendieron la necesidad de una

acción inmediata, que incluía el establecimiento de misiones en Texas y la ocupación de la bahía de Pensacola. He aquí el tercer acontecimiento que marca la vida de Sigüenza.

El 25 de marzo de 1693, por órdenes de Carlos II y del virrey Conde de Galve, Sigüenza se embarcó junto con el almirante Andrés de Pez, a quien aquél había escrito su extensa crónica acerca del motín del año anterior, y un funcionario del rey, Guzmán, con el fin de realizar observaciones minuciosas de toda la circunferencia de la bahía, anotar dónde era el lugar más apropiado para instalar una colonia, trazar un mapa de los rasgos físicos de la rada, indicando su canal, y buscar un abasto natural de materiales para construcción, así como detallar árboles frutales y otras plantas que pudiesen dar alimentos e informarse sobre el carácter de la población india. Una vez registrado todo esto, había de continuar explorando con la expedición desde este puerto hasta la

Estatuas hablantes. A. Kircher. *Musurgia Universalis*. T./II p. 303 Roma 1650





bahía del Espíritu Santo, hoy Mobile, y de ahí hasta encontrar el río Colbert.

A su regreso, cada uno rindió su informe según sus ojos, sabiduría e intereses. Guzmán, Administrador real, se opuso resueltamente a toda empresa que requiriera un desembolso considerable, a pesar del peligro que representaban las fuerzas francesas. No obstante, presentó un modesto plan de ocupación de la bahía. Pez, que había presentado un ingenioso plan para abandonar San Agustín en la Florida y trasladar el presidio a Pensacola, afirmando que allí se le podría mantener con menos gastos y que sería igualmente eficaz para proteger el comercio entre la Florida y Cuba, quería para sí el gobierno de la nueva colonia, de manera que hizo todo lo posible por adecuar las condiciones. Pidió un plazo para procurar abasto y dinero en España. El plan de Sigüenza, razonado, desinteresado y bien documentado, pasó a segundo término. Según Sigüenza, habría que ocupar de inmediato la bahía ya que el rey de Francia, en cuanto quedara libre de las guerras que por ese entonces lo ocupaban en Europa, intentaría establecer una colonia en el Golfo. El Conde de Galve, como buen político, desdén la opinión del científico por parecerle que respondía a un hombre sabio pero aislado, sin experiencia en los asuntos prácticos del Estado. En cambio aprobó el plan de Pez, quien gozaba de prestigio como hombre de acción y de cierta influencia en la corte de Madrid. Así, el almirante partió a España a defender personalmente su plan. Año y medio después, nada había pasado, ya que si bien el voluminoso informe del virrey sobre el asunto, que incluía el mapa y diario de Sigüenza, había convencido a la Junta de Guerra en Madrid, Pez había recomendado calma e inclusive estaba de nuevo en América, con lo que la cédula real que ordenaba la ocupación de la bahía quedó archivada. Peor aún, a comienzos de 1696 el Conde de Galve murió

con lo que el proyecto perdió a uno de sus más entusiastas partidarios.

Sigüenza, envejecido, irascible y triste, alejado de la corte virreinal, muerta ya Sor Juana, fue objeto de una intolerable calumnia a raíz del asunto de la bahía de Pensacola. En septiembre de 1697 se firmó la Paz de Ryswick, con lo que las potencias beligerantes obtenían un respiro. Entonces, las predicciones de Sigüenza tomaron forma real. Apresuradamente, el nuevo conde de Moctezuma recibió órdenes de ocupar cuanto antes posible, de manera provisional, la bahía de Santa María de Galve o de Pensacola. El conde llamó entonces a quienes hubiesen estado involucrados en el conocimiento de dicho lugar. Pez, en ese momento acusado de cobardía e incumplimiento del deber en un combate con los piratas ante las costas de Cuba, no pudo ser localizado. Entonces recurrió el virrey a Sigüenza en busca de ayuda técnica, y a un tal Andrés de Arriola, oficial de la armada, en busca de información. Este joven se había hecho famoso porque había capitaneado una nave de Aca-pulco a Cavite, Filipinas, de ida y vuelta, en diez meses, cuando regularmente tomaba dos años. Por tal fue nombrado comisionado para combatir a los piratas y, en una de tantas persecuciones, entró por casualidad a la bahía de Pensacola, sin siquiera haber aprendido a los tunantes.

Con semejante impresión, por supuesto estuvo en desacuerdo de habitarla. Pero ante la presión del viejo sabio y los requerimientos reales se vio obligado a zarpar de Veracruz el 15 de octubre de 1698. El clima adverso de la temporada y la aparición de una flota francesa, impacientaron al charlatán que, ni tardo ni perezoso, buscó la manera de regresar a la Nueva España, con el pretexto de procurar abastos para su hambrienta colonia y refuerzos para un plan de agresión contra los franceses. A su regreso, se encontró al Virrey muy ocupado en otros asuntos y eso le permitió

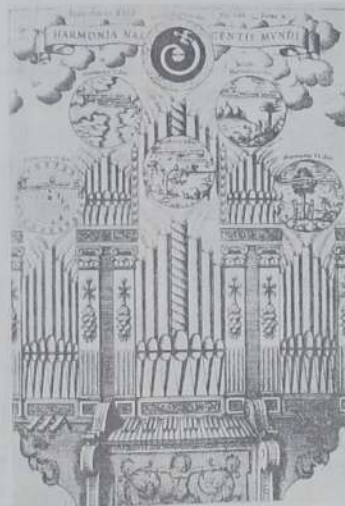
demorar el regreso. Viendo Sigüenza que Arriola pretendía abandonar el asunto, lo acusó ante el virrey de no cumplir con su deber y de mentir acerca de las condiciones que realmente prevalecían en Pensacola. Arriola respondió de forma violenta, pidiendo al conde de Moctezuma ordenar al catedrático volver con él a Pensacola y probar sus afirmaciones. En esa carta, a sabiendas de que

era ya un tipo enfermo, lo reta a realizar nuevas observaciones, dado que, según él, eran erróneas, con lo cual dudaba de su sabiduría.

Las quejas de Arriola parecieron justificadas al fiscal, de manera que se le pidió que se embarcara a fin de disipar de una vez por todas el velo de niebla que envolvía la cuestión. El virrey, al comunicarle a Sigüenza la resolución, incluyó una advertencia; en caso de no ir, su informe recibiría "el perjuicio que pudiere corresponderle". Estas últimas palabras fueron particularmente hirientes ya que dejaban entrever dudas sobre su honestidad intelectual. Era otros tiempos, no había dado el paso definitivo hacia la modernidad, así como Sor Juana había preferido el silencio; y ahora ella estaba muerta y él, envejecido. Pero dio una última batalla en el arte de la polémica. Con extraordinaria deliberación redactó su respuesta, refutando punto por punto las afirmaciones de Arriola. El cuidado con que lo hizo, escribe Leonard, y la quemante ironía que a menudo se permitió nos hacen recordar su encuentro con el padre Kino casi veinte años antes. El virrey se dio cuenta entonces de que las acusaciones de Arriola eran infundadas y liberó al viejo sabio de su obligación, restituyéndole la confianza. Poco tiempo después, a los 55 de edad, murió "más viejo y más pobre, pues mis camisas no pasan del número dos".

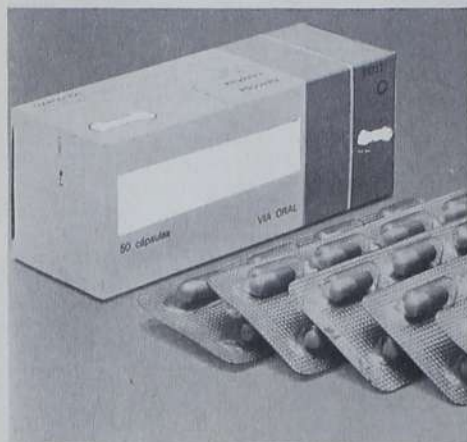
No obstante su genio, al igual que el de Sor Juana y el de otros, estaban aislados, nos cuenta Paz, y vivían en un mundo cerrado al porvenir. Su cultura intelectual era, esencialmente, para el tiempo en que vivieron, un anacronismo... Una cultura de silencios, reticencias, charadas y circunloquios no es una cultura moderna. Sigüenza atisbó el nuevo paisaje intelectual y, al punto dio marcha atrás. Sor Juana cerró los ojos.

Portada de la obra "Libra Astronómica y Philosophica".



Harmonia nascentis mundi. A. Kircher. Musurgia Universalis T. II p. 366. Roma 1650.





¿Qué es Secaec?

Somos una sección del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, fundada hace 20 años para realizar auditoría de la calidad de los medicamentos del sector público. Durante este tiempo el grupo ha dedicado gran parte de su esfuerzo al desarrollo, adaptación y diseño de procedimientos analíticos exactos, rápidos y precisos que le permiten detectar desviaciones de la calidad. Estamos integrados por las dos áreas básicas de los laboratorios de control: Química y Microbiología. El personal profesional lo forman 21 químicos egresados de las carreras de Químico Farmacéutico Biólogo, Químico Bacteriólogo Parasitólogo y Químico Farmacéutico Industrial, apoyados por personal técnico especializado.

Actualmente Secaec tiene interés en brindar apoyo a los laboratorios de la industria químico farmacéutica e industrias relacionadas en beneficio y protección de la salud.

¿Cuáles son sus necesidades?

- ¿Desarrollar nuevos procedimientos de control analítico?
- ¿Elaborar estándares secundarios?
- ¿Validar métodos analíticos?
- ¿Realizar estudios de estabilidad o toxicidad?
- ¿Contar con asesoría en control microbiológico?
- ¿Adquirir cepas tipo?

En resumen, ¿tiene problemas para evaluar la calidad de sus productos o para cumplir con los requisitos de los organismos oficiales?

Si este es su caso, le ofrecemos nuestros servicios.

SERVICIOS DE CONTROL ANALITICO Y EVALUACION DE CALIDAD

área química

QFB, Artemisa Posada Retana

área microbiológica

MSP, Ma. Teresa Rivas Villafuerte



CINVESTAV

Ave. Instituto Politécnico Nacional No. 2508
C.P. 07360

Tels: 754*68*02 754*02*00 exts. 136-192 229-292

A.P. 14-740 C.P. 07000

Servicios Analíticos

- identidad y valoración de principios activos
- potencia microbiológica de antibióticos y vitaminas
- contaminantes y/o productos de degradación
- contaminación cruzada de antibióticos.
- disolución de formas farmacéuticas
- uniformidad de contenido
- licuefacción y rango de fusión
- viscosidad
- metales y sales minerales por absorción atómica
- pureza óptica
- cristalinidad
- esterilidad
- toxicidad y pirógenos
- coeficiente fenólico de desinfectantes
- cuentas microbianas e investigación de microorganismos objetables
- control sanitario de aguas
- servicios de información bibliográfica

Capacidad instrumental





CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN

EL DEPARTAMENTO DE GENETICA Y BIOLOGIA MOLECULAR, INVITA A LOS EGRESADOS DE LICENCIATURAS EN BIOLOGIA, BIOQUIMICA, MEDICINA, QUIMICA, FARMACOLOGIA Y RAMAS AFINES A CURSAR:

MAESTRIA Y DOCTORADO EN GENETICA Y BIOLOGIA MOLECULAR

- REGULACION DE LA EXPRESION GENETICA
- BASES MOLECULARES DE LA PATOGENIA EN VIRUS, PROTOZOARIOS Y NEMATODOS

- BIOLOGIA MOLECULAR DE PROTEINAS RIBOSOMALES
- ONCOGENES
- INGENIERIA GENETICA

INICIO DEL PROGRAMA: 15 de Septiembre de 1985

EXAMEN DE ADMISION: 30 de Agosto de 1985

GUIAS DE ESTUDIO PARA EL EXAMEN: A Partir del 3 de Junio de 1985

Informes: Departamento de Genética y Biología Molecular. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Av. IPN No. 2508 (Esq. Calzada Ticomán). Apartado Postal 14-740

C.P. 07000 México, D. F. Tels. 754-09-27 ó 754-02-00 Ext. 108



Maestría y Doctorado en Biología Celular

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

CURSOS PROPEDEUTICOS

El Departamento de Biología Celular exige acreditar los siguientes cuatro cursos propedéuticos como un prerrequisito para la inscripción de los candidatos a la maestría: Biología Celular, Bioquímica, Matemáticas y Química Orgánica. Estos cursos se imparten en el CINVESTAV durante el segundo semestre (septiembre-enero) de cada año.

BECAS

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

INFORMACION ADICIONAL

Para mayor información sobre el programa de posgrado en Biología Celular, dirigirse a:

Coordinador Académico
Departamento de Biología Celular
CINVESTAV
Delegación Gustavo A. Madero
Ap. Postal 14-740
07000 México, D.F.

Teléfonos: 754 68 14 (directo)
754 02 00, Exts. 107 y 277

Télex: 017-72826 PPTME



REQUISITOS DE ADMISION

Para los cursos propedéuticos

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

Para la maestría

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

Para el doctorado

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



CENTRO DE INVESTIGACION
Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL IPN

Maestría en Ciencias BIOTECNOLOGIA O BIOINGENIERIA

Exámenes de admisión:

del 5 al 9 de agosto

Iniciación de cursos:

primera semana de septiembre

Informes:

Departamento de Biotecnología
y Bioingeniería
CINVESTAV del IPN
Av. IPN No. 2508 esq. Calz. Ticomán
Col. San Pedro Zacatenco
Delegación Gustavo A. Madero
07360 México, D.F.
Tels.: 7-54-02-00 exts. 298 y 280

areas de estudio:
alimentos • contaminación
enzimas • fermentaciones

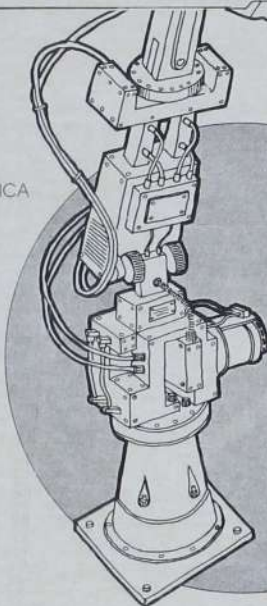


ASOCIACION DE MEXICO DE CONTROL AUTOMATICO, A.C.

IV COLOQUIO DE CONTROL AUTOMATICO

TEMAS:

- CONTROL ADAPTABLE E IDENTIFICACION
- SISTEMAS DE POTENCIA ELECTRICA
- MODELOS Y SIMULACION
- TEORIA DEL CONTROL
- ROBOTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL
- APLICACIONES INDUSTRIALES
- CONTROL CON MICROPROCESADORES
- INFORMATICA.



FECHA Y LUGAR:

5, 6 DE SEPTIEMBRE DE 1985

DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA ELECTRICA
DEL CINVESTAV-IPN

INFORMES:

DR. JUAN MANUEL IBARRA ZANNATHA

TELEFONO 754-02-00 EXT. 276
AV. I.P.N. N°. 2508
ESQ. CALZADA TICOMAN
A.P. 14-740 LINDAVISTA
07000-MEXICO, D.F.

EVENTO PATROCINADO POR:



CENTRO DE INVESTIGACION Y
DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL IPN



SUB-SECRETARIA DE
EDUCACION E INVESTIGACION
TECNOLOGICAS-SEP



ASOCIACION DE MEXICO
DE CONTROL
AUTOMATICO, A.C.



INTERNATIONAL
FEDERATION OF
AUTOMATIC-CONTROL



CENTRO DE INVESTIGACION
Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL IPN