

bibl.
Area
Biologica

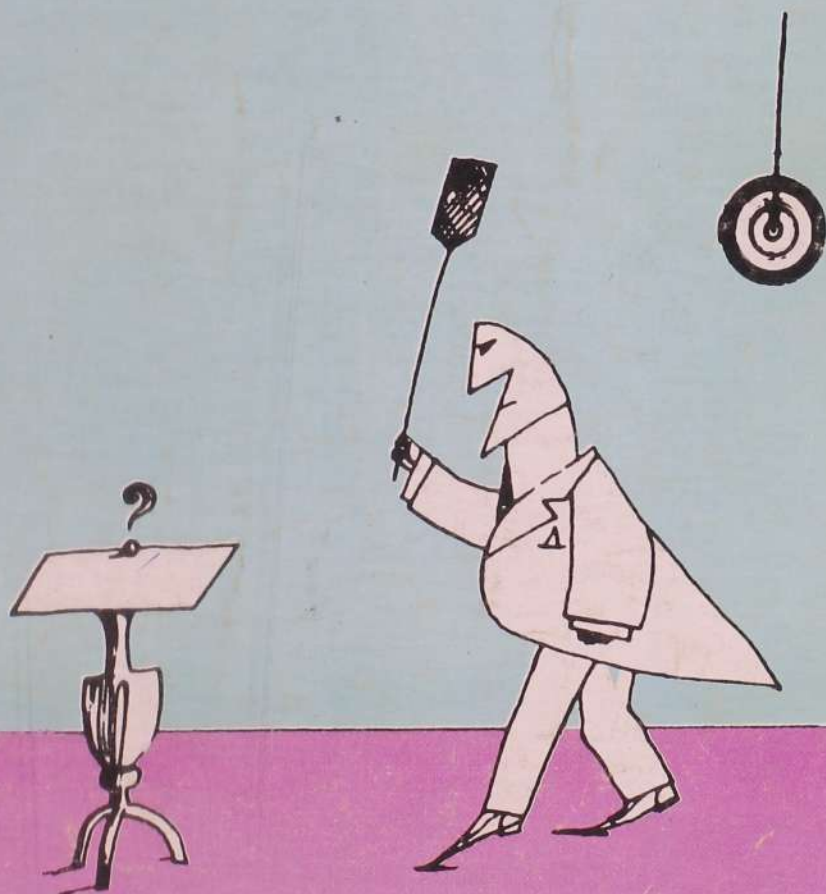


AVANCE Y PERSPECTIVA

num. 29 Invierno 1986-87

México ISSN 0185-1411

La formación de investigadores en México
Materiales magnéticos para grabación





Maestría en Ciencias en Metalurgia no Ferrosa

REQUISITOS PARA INGRESO

- Ser egresado a nivel licenciatura en algunas de las siguientes áreas:

Metalurgia Mecánica
Química Física
Otras afines

- Aprobar exámenes de selección
- Presentar documentación requerida.

INFORMES E INSCRIPCIONES

Cinvestav - IPN Unidad Saltillo
Coordinación de Estudios Avanzados
Olmo # 100 Col. Jardín
Apdo. postal 663
Tel: 5-24-82 y 5-12-56
Saltillo, Coah.

OBJETIVO

Formar metalurgistas de calidad, creativos y capacitados para abordar con éxito los problemas que se les encomienden en diferentes campos y niveles de la Metalurgia no Ferrosa.

Calendario Escolar

Periodo

1987 - 1988

1988 - 1989

Examen de selección: 17 y 18 de Agosto 1987

24 y 25 marzo 1988

Resultados: 24 de Agosto

31 de marzo

Inicio de cursos: 15 de Febrero 1988

29 de agosto

**CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN
UNIDAD SALTILLO**

María de Ibarrola
La formación
de investigadores
en México
Invitación al debate

pág. 3

Juan Manuel Aceves
y
Subrata Dey
Materiales magnéticos
para grabación

pág. 22



noticias del centro



pág. 32

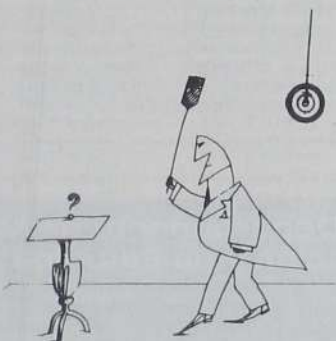
Relación
de nuevos proyectos
que cuentan con
financiamiento
adicional externo
diciembre-marzo 1987

pág. 36

BIBLIOTECA
Depto. de Fisiología

bibl.
Area
Biologica

sumario



Portada: Dibujo de Saul Steinberg.



matifics



Marcelino Cerejido
El científico cachorro

pág. 38



libros



Carlos López Beltrán
Nuevas colecciones
de libros científicos

pág. 42



espacio abierto



Eusebio Juaristi
Seis cualidades
fundamentales
para la investigación

pág. 46

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

Director Dr. Héctor O. Nava Jaimes

Editor Dr. Enrique Campesino Romeo

Editor asistente Carlos Chimal

Fotografía Agustín Estrada

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

Tipografía: Letras, S.A. Tlatetipa 17, Coyoacán.
Formación: Alejandro Estrella, J. Manuel Estrella y Francisco Rivera.

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



correspondencia

Señor editor:

Aprovecho este medio para manifestarle mi beneplácito al leer su revista. Las implicaciones de dicha publicación son amplias y colaboran para el progreso del trabajo académico en México. Estoy seguro que para la maestría en Ciencias Microbiológicas que ofrece la Universidad Autónoma de Puebla *Avance y Perspectiva* servirá como un excelente material de discusión, dado el carácter diverso de los temas científicos que se consideran en ella.

Por todo ello lo anterior, quisiera que nuestro departamento la reciba sin falta y, de ser posible, obtener números atrasados.

En espera de su fina respuesta, me despido de usted reiterándole mis felicitaciones.

Rodolfo Acevedo Chávez
Profesor investigador
Departamento de Investigaciones Microbiológicas
Instituto de Ciencias
Universidad Autónoma de Puebla



Señor editor:

Por este conducto me permito expresar mis felicitaciones por el valioso contenido de su revista, el cual considero de gran utilidad para el enriquecimiento intelectual de la comunidad de este centro de investigación.

Señor editor:

En un gran esfuerzo por optimizar el acceso a la información científica y tecnológica a los especialistas de los países en vías de desarrollo, la Unesco hace llegar a Ud. por mi intermedio un ejemplar de los números 141 y 142 de la revista científica *Impact of Science on Society*, publicado para la Unesco por Taylor & Francis Ltd. que pensamos poder seguir enviando en forma periódica. Dicha revista actualmente sólo se publica en inglés.

Dado el elevado costo que significará para la Unesco este esfuerzo, es muy importante que seleccionemos adecuadamente las instituciones que puedan realizar una amplia difusión del contenido de dicha publicación. Por esta razón, luego de estudios efectuados en consulta con los especialistas de programa de ROSTLAC, se ha elegido la institución que Ud. tan dignamente representa a fin de designarla como depositaria de la citada publicación.

Agradeciéndole desde ya su colaboración, hago propicia la ocasión para saludar a Ud. muy atentamente.

Gustavo Malek
Director
Casilla de Correo 859
Montevideo, Uruguay



Dr. Gustavo Malek:

Me refiero a su atento escrito de fecha 15 de diciembre de 1986, el cual se recibió en estas oficinas el 12 del presente mes de enero, adjunto al cual tuvo la amabilidad de hacernos llegar un ejemplar de los números 141 y 142 de la revista científica *Impact of Science on Society*, publicación auspiciada por UNESCO.

Agradezco muy cumplidamente su atención y me es grato hacer de su conocimiento que la institución a mi cargo acepta ser depositaria de la interesante publicación aludida, a la cual se le dará amplia difusión.

Reitero a usted las seguridades de mi consideración distinguida.

Dr. Héctor O. Nava James
Director

Dr. Héctor O. Nava James
Director

Dr. Héctor O. Nava James
Director

V Coloquio del Departamento de Matemáticas del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

Cursos

- Cálculo de variaciones
- Métodos de la programación lineal
- Introducción a las ecuaciones diferenciales parciales
- Modelos estadísticos para series de tiempo univariadas
- Acerca del cálculo diferencial e integral
- Introducción al método de elementos finitos para la solución numérica de ecuaciones diferenciales
- Solución numérica de ecuaciones diferenciales parciales por diferencias finitas
- Introducción a la teoría y solución de ecuaciones integrales
- Matemáticas aplicadas a la Ecología
- Un segundo curso de variable compleja

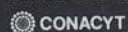
Talleres

- Programación matemática
- Análisis complejo y geometría algebraica
- Ecuaciones diferenciales. Teoría, métodos y aplicaciones

Conferencias generales

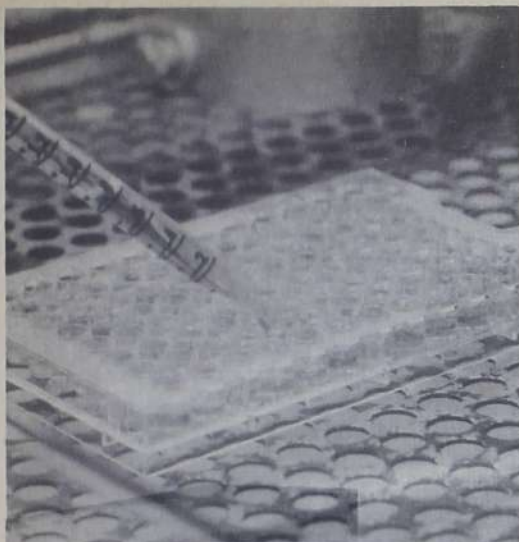
del 2 al 22 de agosto de 1987
Instalaciones del CREFAL
Pátzcuaro, Michoacán

Patrocinadores



Para mayor información:
Departamento de Matemáticas, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados/IPN
Av. Instituto Politécnico Nacional 2508
Apdo. Postal 14-740 México, D.F. 07000
Dirección Cablegráfica: POLINVEST
Telex: 57 72826 PPTIME
Tels: 754-0200 Ext. 182 y 290, 754-4466





La formación de investigadores en México

Invitación al debate*

María de Ibarrola

profesora titular e investigadora
del Departamento de Investigaciones Educativas

A pesar de la importancia que adquiere la formación de investigadores en el Cinvestav, pocas veces se presentan en nuestro órgano de comunicación interna y externa, *Avance y Perspectiva*, análisis o discusiones sobre la problemática que indudablemente encierra ese proceso.

En general, el registro y documentación de la valiosa experiencia institucional en materia de formación de investigadores se reduce a la presentación formal de los planes de estudio y a la publicación de las listas de graduados. La problemática del proceso se discute con periodicidad variable sólo en reuniones departamentales; con mucha más frecuencia en pláticas de "pasillo", y en muy raras ocasiones en reuniones interdepartamentales. Las soluciones o logros, que —indudablemente también— se han generado o experimentado en los diferentes departamentos, no quedan sistematizados ni registrados como objeto a su vez susceptible de investigación científica.

Por contraste con la parquedad de los registros y documentos sobre la formación de investigadores, esta última constituye en la institución uno de los objetivos primordiales y uno de los logros más importantes. En el Decreto de creación del Cinvestav se le coloca como primero en el orden frente a otros tan importantes como desarrollar e impulsar investigaciones científicas y tecnológicas, divulgar conocimientos y experiencias de orden científico o contribuir a la solución de problemas nacionales y regionales de carácter tecnológico¹.

En la práctica diaria profesional de los investigadores abarca un tiempo de dedicación, si no

mayoritario, por lo menos casi tan importante como la investigación directa. (En el Departamento de Investigaciones Educativas, por ejemplo, hemos calculado que entre la impartición de cursos o seminarios básicos marcados por el plan de estudios, la conducción de los seminarios de investigación —que incluyen a investigadores y alumnos— y el trabajo directo con alumnos para la dirección, supervisión y revisión de las tesis, se invierte entre el 40 y el 50% del tiempo de la mayoría de los profesores-investigadores.)

En los criterios internos de valoración del trabajo académico, se adjudica 30% de puntos por docencia; los criterios que se refieren a graduar alumnos alcanzan puntuaciones tan elevadas como la producción de artículos científicos y de revisiones; la puntuación más alta se otorga en aquellos casos en que el trabajo de un estudiante ha logrado reconocimiento público.

Menos ponderable, pero igualmente presente, está el orgullo institucional ante el reconocimiento nacional a la labor del Cinvestav en la formación de investigadores. En efecto, el Cinvestav, en sus

* Este trabajo, que resultó mucho más largo que el ensayo originalmente previsto, consta de cuatro apartados, la presentación del problema y el análisis de tres diferentes tipos de mediaciones que intervienen en el proceso de formación de investigadores: las escolares, las laborales y las de construcción social de un campo de investigación. Por razones de espacio se presenta en dos partes, que aparecerán en dos números de *Avance y Perspectiva*.

Decreto por el que el Cinvestav mantendrá su carácter de organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propios. Diario oficial (México) 24-sept.-1982 Art. 2.

25 años de historia ha graduado 1074 estudiantes: 898 maestros y 177 doctores² en las áreas que maneja. Más allá de los límites del Cinvestav, a nivel nacional, la formación de los investigadores también se reconoce como un asunto de suma importancia, por lo menos a nivel discursivo, ya que no a nivel presupuestal. El tan anhelado desarrollo independiente del país se ligaría estrechamente al desarrollo de su ciencia y su tecnología y a la existencia de grupos capaces de impulsarlo³.

El objetivo deseable: Formar más y mejores investigadores

De acuerdo con el diagnóstico que ofrece el Programa Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico 1984-1988, México contaría actualmente con un total de alrededor de seis mil investigadores, distribuidos en diversas disciplinas del conocimiento; lo anterior equivale a una tasa de menos de un investigador (.8) por cada diez mil habitantes. Esta cifra se valora en el propio Diagnóstico como sumamente reducida, en especial si se la compara con la de países más industrializados cuyos índices oscilan entre 20 y 45 investigadores por cada diez mil habitantes.

Los datos del Sistema Nacional de Investigadores reportan para 1986 un número muy inferior de investigadores, que apenas sobrepasa la mitad del

que menciona el Diagnóstico: pero esta última cifra refiere a quienes responden a la denominación de investigador de acuerdo con criterios muy precisos que se analizan más adelante.

Por otra parte, los profesores de tiempo completo y exclusivo, quienes supuestamente realizan e integran actividades de investigación y docencia en las instituciones de educación superior y posgrado, alcanzan por el contrario un número muy superior: 19988⁴.

La referencia a los datos anteriores, que sólo recupera los aspectos más superficiales de los diagnósticos existentes sobre la situación de la investigación en el país, pretende únicamente resaltar dos tipos de antecedentes que resultan interesantes y pertinentes para el análisis sobre la formación de investigadores en México que se propone en este texto; de acuerdo con ellos, en efecto, es posible partir de dos supuestos básicos (aunque lógicamente también se abren al debate):

- a) el número de investigadores en el país resulta, desde cualquier ángulo del que se le vea, sumamente reducido; es posible afirmar entonces que es necesario formar más investigadores;
- b) la condición de investigador es confusa: la naturaleza de sus funciones, los ámbitos de su acción, los productos que se esperan de ella, no son claros ni siquiera para fines de estadísticas. Esta confusión necesariamente afecta las políticas, los objetivos y los procesos de formación de nuevos investigadores, en particular cuando se intentan establecer con alcance nacional y general.

Un tercer punto, que no debería ser necesario explicitar, plantea de entrada la necesidad de formar "buenos" investigadores; investigadores de "calidad". Sin embargo, este supuesto es el que abre tal vez el más importante de los debates; qué es lo que define a un "buen" investigador y qué es lo que lo constituye como tal. De manera a veces explícita, a veces implícita, esta discusión estará presente a lo largo del texto.

Las definiciones conceptuales de lo que constituye un buen investigador refieren al desarrollo de



² Datos proporcionados por el Departamento de Servicios Escolares del Cinvestav, actualizados a marzo de 1987. La autora agradece la colaboración del Dr. Enrique Campesino y del Lic. Alejandro para el acceso a la información sobre la institución que aparece aquí.

³ Poder ejecutivo federal. *Programa Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico 84-88*. México, 1984.

⁴ El total de profesores de tiempo completo para licenciatura es de 19988; el de posgrado es 2185. No se pueden adicionar ambas cifras porque el tipo de registro no permite distinguir cuántos de ellos son la misma persona impartiendo docencia en los dos niveles. ANUIES. *Anuario estadístico 1985*. Vol. I. Licenciatura, Vol. II. posgrado, México, ANUIES, s.f.

la ciencia y del conocimiento; por ende a (la persona que realiza)... "análisis y proposición de soluciones a nuestros propios problemas"... (contribuye) "al conocimiento universal"... (a) desarrollar una actitud racional para analizar el presente y para influir en el futuro" (a) "dominio de las formas universales de pensamiento"... (a) "niveles elevados de análisis y la posesión de métodos objetivos para resolver desaciertos"...⁵.

Al lado de definiciones conceptuales como la anterior, han cobrado vida cada vez más activa y poderosa definiciones operacionales que se encuentran en los criterios valorativos de las Comisiones Dictaminadoras de los Centros e Institutos de Investigación, de los Comités de Apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y de las

⁵ Martínez Palomo, Adolfo. Palabras del Doctor... Presidente de la Academia de la Investigación Científica en la Ceremonia de Entrega de los Premios de Investigación Científica 1985, en *Ciencia*, Revista de la Academia de la Investigación Científica (México), Vol. 37 no. 2, junio, 1986.

⁶ La existencia de estos parámetros se observa en los Reglamentos respectivos y en particular en los rubros que exigen las distintas comisiones evaluadoras para completar la información relevante sobre el currículum académico de un investigador. Estos parámetros aparentemente conforman el procedimiento deseado para evaluar a los investigadores mediante "juicios objetivos y criterios cuantificables" pero en realidad constituyen básicamente el umbral que separa a quienes se definen como investigadores de quienes simplemente desempeñan funciones académicas, umbral que está sujeto a presiones y negociaciones entre los investigadores. Lo anterior se demuestra, por ejemplo, por el aumento en el número de investigadores del área de ingeniería y tecnologías calificadas como investigadores nacionales una vez que los ingenieros lograron conformar su propia comisión, la cuarta, dentro del SNI y proponer sus propios parámetros.

Una vez transpuesto ese umbral en realidad no existe claridad en los criterios que permitirán distinguir la diferente calidad entre los investigadores. A partir de ahí opera la confrontación de los criterios de los distintos miembros de las comisiones evaluadoras que, como dice el Dr. Ruy Pérez Tamayo, se basan "en juicios individuales o colectivos hechos de manera subjetiva por la comunidad científica relevante"; esta confrontación se podría describir como un proceso de negociación académica en este caso.

La subjetividad y el carácter negociador del proceso concreto de evaluación impiden la explicitación y publicación de los criterios, más allá de los parámetros arriba señalados, a pesar de las reiteradas demandas de los investigadores al respecto.

En un artículo reciente el Dr. Ruy Pérez Tamayo explicita algunos de los criterios que las comisiones dictaminadoras suelen tomar en cuenta en ese proceso que he denominado de negociación académica; propone además la distinción entre la evaluación de los productos de un investigador y la evaluación de la prospectiva de un proyecto en ciernes. Pérez Tamayo, Ruy. "Sobre la calidad de la ciencia", en *Ciencia y Desarrollo* (CONACYT), México, marzo-abril, 1987, no. 73, pp. 95-105.

⁷ Según un inventario realizado por CONACYT en 1974, para 1973 los investigadores de tiempo completo se distribuían de la siguiente manera según su formación escolar: Doctorado, 788; maestría, 139; especialidad, 472; licenciatura, 2422; inferior a la licenciatura, 472.

En 1984 el Sistema Nacional de Investigadores planteó como requisito escolar mínimo el grado de maestría, para el candidato a investigador, y el de doctorado para el investigador nacional.

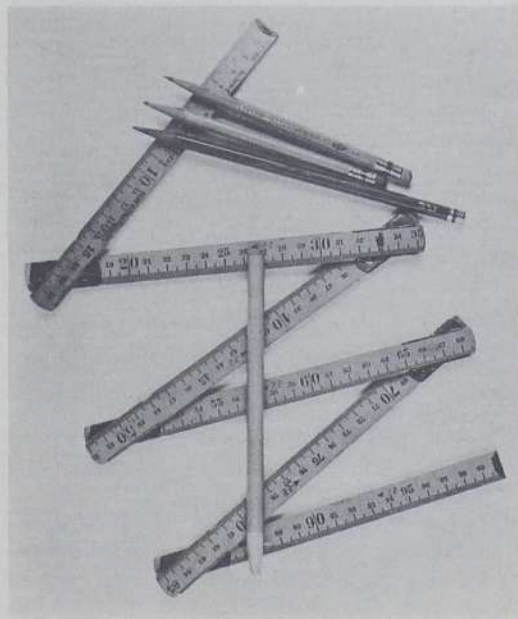
Datos citados en el *Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico...* op. cit. *Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores*.

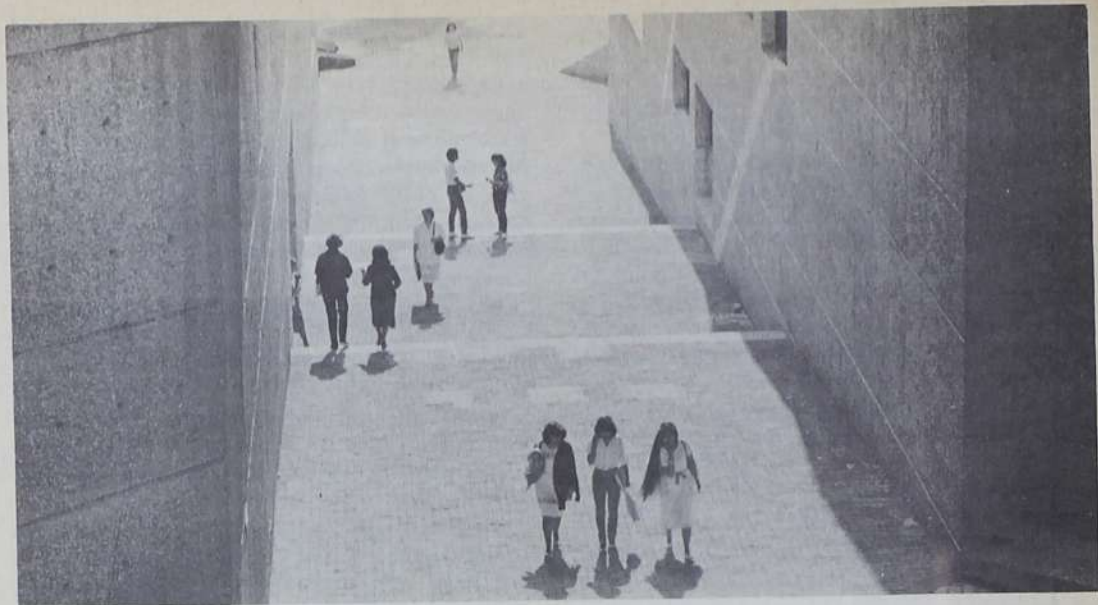
Comisiones Dictaminadoras del Sistema Nacional de Investigadores.

La importancia de estas definiciones operacionales radica en que son ellas las que se utilizan para valorar la calidad y el trabajo de un investigador y encauzar decisiones tales como la contratación o promoción de los investigadores, el apoyo financiero interno y externo a sus planes de trabajo, los reconocimientos sociales (y recientemente salariales adicionales) a su labor, los apoyos al desarrollo institucional de programas de investigación y —más importante en este contexto— los apoyos a programas institucionales de formación de investigadores.

Según estos parámetros⁶, un científico (o un investigador, parece ser que los términos se usan indiscriminadamente o a discreción) es aquel que como mínimo:

1. Tiene una rigidamente secuenciada y bien documentada formación escolar superior a la licenciatura; cada vez más, el doctorado⁷ es el requisito previo indispensable para que, a partir de la posesión de ese grado, puedan otros —doctores a su vez— proceder a discutir si la producción de un profesional dedicado de tiempo completo a la investigación es científica o no.
2. Trabaja de tiempo completo en actividades definidas como de investigación, en la medida en que los resultados de aquellas se adapten a los criterios valorativos que se describen en segui-





da. Necesita, además, que esas actividades se realicen al amparo de alguna organización institucional orientada fundamentalmente a este tipo de actividades. (No es redundancia, así lo exige por ejemplo, el reglamento del SNI; quienes no demuestran esa inserción institucional —aunque hagan investigación— no son aceptados en el mismo.)

3. Demuestra tener una producción que culmina preferentemente en la comunicación escrita de los procesos o resultados de su actividad, la cual deberá atenerse a ciertos cánones de presentación; predomina el denominado "artículo científico". (Para desesperación de los investigadores que realizan sus actividades en áreas de Ingeniería, Tecnología o inclusive Ciencias Sociales y Educación; para los primeros el producto adquiere muchas veces la forma de un objeto o de distintos servicios —sin embargo, sólo para los segundos la comunicación escrita, que es primordial, rebasa claramente la concepción del artículo científico; incluye ensayos, informes, diseño de cursos y programas curriculares, material didáctico, y otros textos dirigidos a públicos muy diversos, lo que necesariamente afecta el carácter y la modalidad que deberán adquirir los escritos.)
4. Demuestra haber formado a otros profesionales semejantes a él dentro de los límites descritos en los apartados anteriores; esto es, a su vez estos nuevos investigadores debieron for-

marse dentro de organizaciones escolares que otorguen certificados de maestría o doctorado y, una vez formados, orientarse a la producción de artículos científicos.

5. Ha sido plenamente aceptado por otros científicos (podríamos decir sus pares), a través de dos mecanismos básicos:
 - a) el "refereo" o dictamen de terceros por lo que se refiere a la aceptación de la publicación de sus comunicaciones en revistas científicas de "reconocido" prestigio. (En el área de tecnologías e ingenierías se aceptan las patentes y las licencias.)
 - b) el número de veces que esa expresión escrita del trabajo de investigación de un científico ha sido citada por otros; en ocasiones se valora no sólo cuántas veces ha sido citada, sino quiénes son los que citan, qué tipo de trabajo se cita y para qué momento de la producción de un tercero es útil la cita de referencia.

El contraste de las definiciones conceptuales de un investigador y las expectativas sobre su papel en el desarrollo independientes del país con las definiciones operacionales con las que se parametriza actualmente su actividad profesional es enorme⁸. La explicación de este contraste es apa-

⁸ Lo que no es sencillo es explicar por qué los científicos aceptan usarlas, aunque es evidente la correlación que guarda la rigidez de los parámetros con la restricción presupuestal.

rentemente⁹ sencilla: las definiciones operacionales han caído en una generalización empirista de las experiencias de algunos grupos de investigación¹⁰ y reúnen los diferentes vicios de este tipo de categorías:

- a) Califican el investigador en base a criterios que responden a un modelo acabado del (buen) investigador. Son por naturaleza criterios de valoración y control de los logros alcanzados, sin tomar en cuenta la diversidad de procesos implicados en ellos. Como valoración de logros son justificables en aquellas disciplinas que ya han alcanzado, o todavía conservan, un alto grado de congruencia interna entre sus procesos de producción científica, las formas que alcanzan sus productos y las formas de control y valoración de los mismos. Las disciplinas que tienen ese grado de congruencia interna alcanzan también una fuerza paradigmática muy alta¹¹ que las convierte en modelos de otras disciplinas, desvirtuando al mismo tiempo el desarrollo propio de estas últimas.
- b) Se centran en los logros individuales y al hacerlo olvidan o descuidan el hecho de que el trabajo de investigación es cada vez más un trabajo de grupo que requiere y exige una constante confrontación social del trabajo individual y apoyos institucionales específicos¹².
- c) Confunden aceptación internacional de un trabajo con calidad del mismo, negando implícitamente (y a veces explícitamente) las determinaciones sociales, económicas y políticas que

afectan la orientación y el mayor o menor desarrollo de ciertas áreas de conocimiento según los intereses de grupos de poder en los diferentes países. Indirectamente aceptan que si una investigación contribuye al conocimiento universal así definido, contribuye por ende a la solución de los problemas nacionales (y no necesariamente lo contrario).

- d) Suponen que los canales y las formas sociales de expresión de la calidad de los productos de un investigador preexisten necesariamente o acompañan y encauzan de manera natural el desarrollo de una disciplina como campo de investigación y objeto de trabajo de un grupo. Suponen, por ejemplo, la preexistencia de instituciones escolares que ofrecen posgrado en todas las áreas de conocimiento, siendo que la institucionalización escolar para la enseñanza de una disciplina específica se logra sólo después de que existe un grupo ya constituido y con cierta claridad respecto de lo que constituye su ámbito de conocimiento y los métodos específicos para aproximarlo, apropiarlo y desarrollarlo. Suponen también la existencia previa de canales de comunicación entre los científicos: congresos, foros, revistas, cuyo prestigio sería objetivo e innato de manera que la aceptación de un trabajo en cualquiera de estos canales constituiría por sí una expresión fiel del valor de la contribución del mismo al conocimiento universal. Suponen la preexistencia de comités editoriales cuyo dictamen efectivamente asegura que el autor logró niveles elevados de análisis. Valoran el avance tecnológico a través de su momento más formal: la legislación internacional que regula la propiedad del mismo. Suponen inclusive la existencia de grupos de administración de la investigación en áreas concretas de conocimiento cuya función reconocida es la de recuperar, sistematizar, valorar y hacer públicas las veces que un trabajo de investigación ha sido citado por otros¹³.
- e) Son categorías indirectas y sumamente agregadas; supuestamente recuperan con fidelidad la calidad (en dos sentidos, esencia y valor) del trabajo del investigador pero el proceso (implícito) de agregación y la valoración indirecta de los productos o procesos esperados propician la pérdida de la esencia y le dan cada vez mayor peso a la forma, en detrimento del contenido real, en particular cuando se aplican de manera indiscriminada a diferentes disciplinas. (Con lo anterior no se quiere descartar la noción

⁹ Véase por ejemplo la colección de libros sobre ciencias y método científico difundidos por CONACYT en 1981; entre otros Rosenblueth, Arturo, *El método científico*, R. Harri, A. *El método de la ciencia*. Ambos autores hacen hincapié en el desarrollo histórico de los conocimientos. Véase también el artículo de Juanisti, Eusebio, en este número de *Avance y Perspectiva*.

¹⁰ Sobre el empirismo véase el artículo de Rolando García B. "La sombra de Bacon" en *Avance y Perspectiva*, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, México, núms. 22 y 23, pp. 48-54.

¹¹ En la segunda parte se verá que esta fuerza paradigmática tiene que ver también y sobre todo con el mercado internacional de trabajo de la investigación.

¹² Los investigadores han argumentado y presionado para que lo que en términos generales se denomina "creación de infraestructura" sea aceptado como parte importante del trabajo de un investigador, que impide o dificulta otro tipo de producción mientras no se cuenta con la infraestructura adecuada. Algo semejante podría argumentarse a favor del trabajo y el tiempo que requiere la organización y constitución de los grupos con los que todo investigador interactúa cotidianamente. En la segunda parte de este artículo se verá que este grupo puede organizarse de diferentes maneras, diferencia que afecta el ritmo y monto de la producción individual y total del grupo.

¹³ Valdría la pena preguntarse cómo se patrocina el *Citation Index* y cómo se decide el tipo de publicaciones que se analizan para elaborarlo.

de que el trabajo de investigación alcanza productos específicos, los cuales a su vez adquieren formas precisas; se intenta simplemente rescatar la diversidad de formas de expresión que pueden adquirir los resultados de diferentes procesos de investigación, en diferentes momentos de la historia de una disciplina e inclusive en diferentes momentos de la vida de un investigador¹⁴.)

Los criterios operacionales olvidan o descuidan el hecho de que cada uno de esos logros, al igual que la manera de delimitarlos y definirlos como tales, implican un proceso social más o menos largo y conflictivo de construcción orgánica de una disciplina o área de conocimiento y de aceptación social en cada caso de la actividad que ahora llamamos científica. Ese proceso conlleva esfuerzos igualmente largos y conflictivos de institucionalización y profesionalización de un campo de conocimiento. Olvidan o descuidan, además, que este proceso o conjunto de procesos difieren de país a país y de un área a otra de conocimiento. Por lo anterior resultan si no inválidos por lo menos improcedentes como modelo del que se desprendan, mediante algún acto de congruencia curricular, los procesos de formación de investigadores.

Lo que importa entonces es entender la naturaleza de esos procesos, identificando y haciendo explícitas las mediaciones institucionales e históricas que los determinan. La manera como interactúa una gran cantidad de factores adscritos —analíticamente— a esas diferentes mediaciones convierte el panorama de la formación de investigadores en uno infinitamente más complejo de lo que regularmente se piensa.

Al intentar rescatar la complejidad del proceso de formación de investigadores (en México) e identificar las diferentes escalas y dimensiones por las que transcurre se pretende únicamente convertirlo a su vez en objeto de investigación y aplicarle las actividades intelectuales que más han hecho avanzar el conocimiento, la ciencia y a los investigadores de todos los tiempos: el escudriñamiento, el cuestionamiento, la auto reflexión, la crítica e inclusive el rechazo de lo previamente aceptado como conocimiento o valor al respecto.

Sin pretender agotar la variedad de elementos que intervienen o la amplia gama de niveles de complejidad que puede observarse en cada una de ellas interesa proponer el análisis de tres mediaciones institucionales: las escolares, las laborales y las de construcción social de una disciplina científica que desde un enfoque socio-educativo resul-

tan sumamente significativas en la formación de los investigadores.

Estas tres mediaciones tienen que ver también con tres grandes espacios sociales en los que suceden de hecho los procesos de formación de investigaciones.

- Un primer espacio, claramente distinguible, se refiere al conjunto de procesos —fundamentalmente escolares— previos al desempeño de la investigación como profesión. Abarca el espacio institucional escolar.
- Un segundo espacio se refiere a la dimensión autoformativa o de formación colectiva que necesariamente implica toda ejecución o realización de las actividades profesionales cotidianas de investigación. Abarca el espacio laboral institucional.
- Un tercer espacio refiere a la dimensión autoformativa o de formación colectiva que necesariamente implica toda confrontación pública de los trabajos de un investigador. Este espacio es muy difuso y poco sistemático; abarca desde publicaciones formales, presentaciones en congresos, foros o simposios hasta las calificaciones que obtiene el trabajo de un investigador en comisiones dictaminadoras o los usos y aceptaciones sociales que amerita. Está íntimamente vinculado con la organización social nacional e internacional de los científicos como gremio.

Se propone entonces agrupar la variedad de procesos que intervienen en la formación de los investigadores en tres grandes categorías que corresponden a cada uno de esos espacios.

Al interior de cada uno de ellos, a su vez, se abren mediaciones que operan a distinta escala y que pueden ser enfocados en diferentes niveles¹⁵. En ese sentido, se proponen los siguientes análisis:

Mediaciones escolares

- a) Las oportunidades escolares de formación de investigadores en México,

¹⁴ Los diferentes momentos de la productividad de un investigador a largo de su vida se reconocen únicamente en términos cuantitativos.

¹⁵ Para el concepto de escala véase: Rolando García. "Conceptos básicos para el estudio de sistemas complejos" en Left, Enrique (coordinador) *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*. Siglo XXI, eds. México, 1986, pp. 45-71. Rockwell, Elsie. "Cómo observar la reproducción". *Crítica* (Revista de la UAP) no. 28, jul-sept. 1986, pp. 159-168.

- b) El recorrido escolar por los niveles previos al posgrado,
- c) La problemática curricular (al interior de una institución escolar de posgrado).

Mediaciones laborales

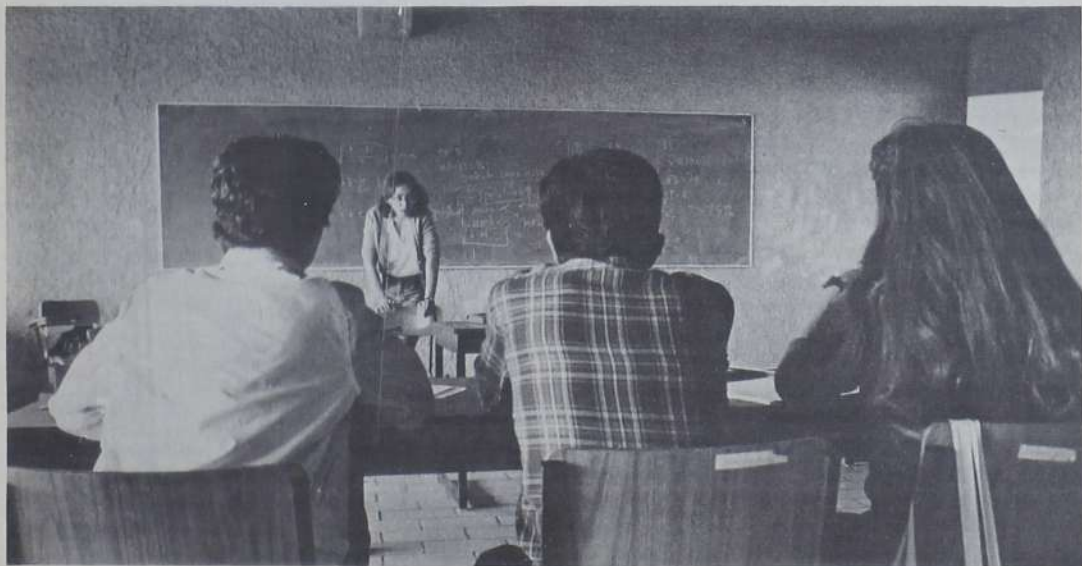
- a) Los espacios laborales que abre al desempeño de la investigación la estructura dependiente y desigual de producción y empleo en México. Influencia del mercado académico internacional,
 - b) las condiciones de trabajo del investigador, según esos espacios,
 - c) la organización y división del trabajo al interior de los grupos de investigación.
3. La construcción social de un campo de investigación. (El caso de la investigación educativa en México.)
- a) La construcción de un ámbito de estudio socialmente reconocido como importante,
 - b) la construcción de métodos propios y fructíferos para la aproximación al objeto de conocimiento, la elaboración de teorías y la propuesta de soluciones eficientes a la problemática estudiada,
 - c) la construcción de ámbitos institucionales para el ejercicio de la investigación (educativa) como profesión y modo de vida,
 - d) la construcción de espacios institucionales para la formación de nuevos investigadores,

- e) la construcción de una organización institucional para encauzar y formalizar la producción y la distribución de la investigación (educativa),
- f) la construcción de un status reconocido de la investigación (educativa) en el ámbito de la investigación científica en el país.

Es importante señalar que existe una estrecha interrelación entre los distintos procesos agrupados —para fines analíticos— en esas tres grandes mediaciones. Esta interrelación se hace más evidente en el tercer apartado del artículo, en el que se intenta entretejer el desarrollo de un campo de conocimiento con sus determinantes escolares, laborales y sociales más amplios.

Las mediaciones escolares

Introducir el análisis de esta mediación en el proceso de formación de investigadores refiere en términos generales al estudio de los límites y posibilidades que tienen las nuevas generaciones para recorrer con éxito (mayor, o más bien menor) los distintos grados y niveles escolares que se exigen como prerrequisito necesario (la licenciatura) para iniciar la formación de un investigador, y cada vez más como prerrequisito para iniciar el desempeño profesional como tal (el posgrado). Refiere en particular al papel que han jugado los investigadores en funciones para intervenir en aquellos aspectos del sistema escolar que influyen en el



interés y las posibilidades de la población de pregrado —sustrato del que surgirán los posibles investigadores— de dedicarse a la investigación como profesión y modo de vida.

Caben aquí diferentes tipos de análisis, se proponen tres en este texto:

- Las oportunidades escolares de formación como investigador en México;
- el recorrido escolar por los niveles previos al posgrado;

- la problemática curricular y pedagógica al interior de una institución escolar de posgrado.

Las oportunidades escolares para formarse como investigador en México

El panorama del posgrado en México se presenta de acuerdo con las últimas estadísticas ofrecidas por ANUIES de la siguiente manera:

Distribución de la matrícula de posgrado por nivel de estudios y área de conocimiento¹ 1985

	<i>Especialización</i>	%	<i>Maestría</i>	%	<i>Doctorado</i>	%
Ciencias Agropecuarias	109	.9	836	3.5	22	1.7
Ciencias Naturales y Exactas	84	.7	2 124	9.0	301	22.8
Ciencias de la Salud	9 552	78.7	1 215	5.1	151	11.4
Ciencias Sociales y Administrativas	1 554	12.8	12 545	53.2	380	28.8
Educación y Humanidades	410	3.4	2 487	10.5	408	31.0
Ingeniería y Tecnología	426	3.5	4 379	18.6	57	4.3
SUBTOTAL	12 135	100.0	23 586	100.0	1 319	100.0
		32.7		63.7	3.6	100%
TOTAL						37 040

¹ ANUIES, op. cit. V. II. Posgrado

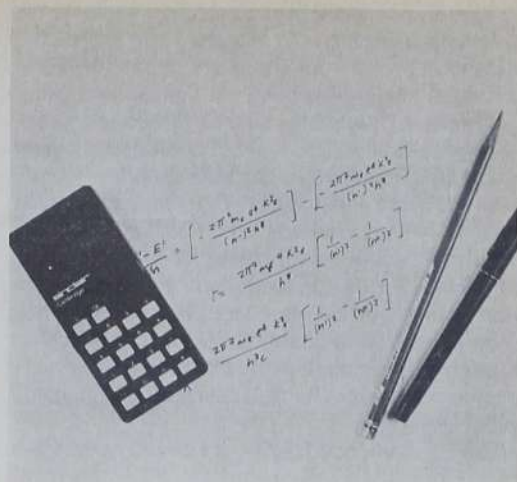
Los datos estadísticos anteriores expresan ya uno de los resultados más importantes que señalan las escasas investigaciones sobre el posgrado en México¹⁶: el posgrado se desarrolla en el país más bien orientado hacia la especialización, el mejoramiento profesional, la superación de las deficiencias de la licenciatura y la docencia en educación superior (32.7% y 63.7% de la matrícula de posgrado en especialización y maestría respectivamente). Un factor que se revela cada vez más con mayor nitidez como motivante del desarrollo del posgrado es la devaluación de la licenciatura en ciertos sectores laborales y el credencialismo que se utiliza en ellos como criterio de selección ante un exceso en la oferta de fuerza de trabajo con licenciatura¹⁷.

¹⁶ Castrejón Díez, Jaime y otros. *Prospección del posgrado 1982-2000*. Grupo de estudios para el financiamiento de la educación, México, 1982, 2v.

¹⁷ de Ibarrola, María y Reynaga, Sonia. "Estructura de producción, mercado de trabajo y escolaridad superior en México" en *Revista latinoamericana de estudios educativos* (México), Vol. XIII, no. 3, 1983, pp. 11-81.



Sólo el 3.6% de quienes se encuentran en posgrado se orienta explícitamente a una formación para la investigación a través de estudios de doctorado. Esta población representa el .05% de la matrícula total del sistema escolar. Más grave aún, la cifra total de 1319 alumnos de doctorado, oculta sin embargo algunas sorpresas. Por ejemplo, el 31% (401) se refiere a estudiantes de Doctorado en Educación y Humanidades. Un análisis más cuidadoso de ese porcentaje revela a su vez que el 76% de ellos (298, 22% de la matrícula total) está inscrito en el Doctorado en Pedagogía ofrecido por la Escuela Normal Superior de México, cuyo programa de estudio no se caracteriza por orientarse hacia la investigación.



Si bien algunas maestrías empiezan a dar énfasis a la formación en investigación, lo que permite suponer que el número de investigadores en formación pudiera resultar mayor que el que indica la matrícula del doctorado, los escasos seguimientos de egresados del doctorado indican, por el contrario, que en algunas áreas, en particular ingenierías y ciencias administrativas, el doctorado no estaría conduciendo al desempeño de la investigación sino al ejercicio correspondiente a la profesión¹⁸.

En 1984, el CONACyT propició una serie de diagnóstico sobre el posgrado en México que recientemente se hizo pública. Los problemas encontrados en el área de educación¹⁹ parecían no ser muy diferentes a los de las otras áreas^{20, 21}.

Tal vez la diferencia más notable entre los posgrados en educación y los de otras disciplinas sea su excesivo crecimiento, en particular a partir de 1980. La explicación evidente —y declarada por los organizadores de los programas— está ligada con el crecimiento de la población estudiantil de licenciatura, el crecimiento igualmente importante del número de profesores y la absoluta necesidad que tienen las instituciones de educación superior

- Falta de consolidación de los programas, programas demasiado recientes,
- falta de infraestructura, en este caso bibliotecas, revistas, textos de estudio,
- ubicación de los programas fuera de centros de investigación
- estudiantes vespertinos o de fin de semana; en todo caso de dedicación parcial,
- profesores por horas y en muchas ocasiones profesores "volantes", de fin de semana, provenientes de otras instituciones; además, la formación escolar de los profesores de los programas varía de manera errática entre el doctorado, la maestría, la especialidad y la licenciatura.
- programas de estudios verbalistas, basados a veces en el estudio de un sólo texto, uso de textos anticuados, uso muy errático del tiempo de estudio programado,
- mínima práctica de la investigación como método de enseñanza aprendizaje,
- tasas elevadas de deserción y en particular de

¹⁸ Malo, Salvador citado por Castrejón Díez, *op. cit.* Vol. II p. 100.

¹⁹ Ornelas Navarro, C.M. Arredondo, V. Arredondo, M. de Ibarrola, C. Muñoz Izquierdo. *Los posgrados en educación en México. Reporte de la investigación*. Documento de trabajo no publicado.

²⁰ Barnés, Dorotea. Directora Adjunta de Formación de Recursos Humanos de CONACyT. Conferencia presentada en el Foro: La Investigación en las Universidades e Institutos de Enseñanza Superior, U.A.Y., CONACyT, SEP, Mérida, Yucatán, Febrero, 1987.

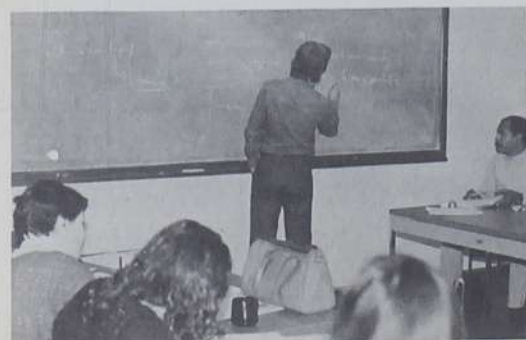
²¹ Véase también CONACyT, *Los estudios de posgrado en México. Naturaleza, funciones diagnóstico*, en *Ciencia y Desarrollo*, número especial, abril de 1987. Contiene los resultados de los diagnósticos efectuados por los Comités Técnicos Asesores del CONACyT sobre los programas del posgrado en trece áreas de ciencia y técnica del país.

de formarlos. Lo anterior se liga igualmente con la evolución que ha tenido el sistema de educación superior y media superior como mercado de trabajo para los egresados de las distintas profesiones, pero en particular con el "credencialismo" (exigencia de certificados) tan poderoso que este mercado laboral cada vez más saturado —por un lado— y con serias restricciones presupuestales por otro— está provocando. El problema es que son las maestrías en "Enseñanza Superior", con contenidos en los que predomina una concepción tecnicista del problema educativo y se hace muy poco énfasis en la problemática del contenido de la disciplina misma, los que más están incidiendo en la formación de los profesores universitarios de todas las áreas.

Las oportunidades que se abren en el extranjero para formarse como investigador —que aparentemente tienen un mejor respaldo institucional— no son más numerosas. A partir de 1971, el CONACyT ha otorgado una cantidad anual de becas que varía entre 2000 y 4500²² entre las que se incluyó un fuerte porcentaje de becas para estudios técnicos y de las cuales, a partir de 1980, el mayor porcentaje ha sido para estudios en instituciones nacionales. En 1985 el CONACyT otorgó 1500 becas para estudios en instituciones nacionales y 500 para estudios en instituciones extranjeras, además de 100 becas para estudios post-doctorales.

El recorrido escolar por los niveles previos al posgrado

La problemática escolar de formación de los investigadores aparece desde los primeros grados del sistema, aunque ello pueda parecer demasiado alejado de una posible intervención de los investigadores en funciones para incrementar el número y mejorar la calidad de los investigadores del país.



Este tipo de problemática se observa a partir de un análisis de la distribución de la matrícula entre los diferentes niveles del sistema escolar, mismo que ofrece una idea del muy escaso número de personas que se inscribe en el posgrado por comparación con la población total del sistema:

Distribución de la matrícula escolar por niveles 1986-1987¹

	<i>absolutos</i>	<i>porcentuales</i>
pre-escolar	2 579 063	10.2
primaria	14 951 302	59.6
secundaria	4 384 616	17.5
profesional media	417 213	1.7
media superior	1 627 387	6.5
educación normal	26 664	.1
licenciatura	1 050 922	4.1
posgrado	40 378	.2
Total	25 077 540	100.0

¹ Fuente: Estados Unidos Mexicanos. Presidencia de la República. Miguel de la Madrid, *IV Informe de Gobierno*, 1986. V. II. Anexo estadístico.

Para los propósitos de este artículo interesa resaltar dos tipos de datos:

- Por un lado: el altísimo número de personas que abandona el sistema escolar entre un ciclo y otro²³, expresado a través de la configuración tan agudamente piramidal que adquiere la distribución de la matrícula escolar entre los distintos ciclos; este proceso, calificado como deserción escolar, ocasiona un número proporcional muy escaso de personas que llegan a la licenciatura. (Apenas el 4% de la matrícula total.)
- Por otro: el número aún más reducido de personas inscritas en el posgrado: apenas el .2% de la matrícula total. Vista en relación con la matrícula de educación superior, esta cifra representa el 3.7% de ese nivel escolar.

Interesa aquí resaltar el concepto de calidad ligado con cantidad que ofrece la lógica dialéctica. Expresado de manera muy superficial esta lógica señala que la posibilidad de mayor calidad se da en la medida en que haya una base cuantitativamente numerosa que dé las condiciones objetivas para una transformación calitativa. Lo anterior es inclusive empíricamente comprobable; los premios Nobel tienden a concentrarse entre investigadores

²² Márquez, Ma. Teresa. 10 Años del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. CONACyT, México 1982. Recuérdese que el monto de becas anuales no significa que cada año se forme ese número de personas.

²³ La deserción al interior de cada ciclo es la que más determina esta configuración. Por razones de espacio no se analiza aquí.

de países que tienen una mayor tasa de investigadores por número de habitantes; los premios deportivos se obtienen por deportistas en cuyos países hay un enorme apoyo y amplia distribución social de las oportunidades para hacer deporte. En este sentido se podría afirmar que mientras no haya una mayor distribución social de una mejor escolaridad en cada uno de los niveles del sistema escolar mexicano, difícilmente habrá de dónde escoger buenos candidatos para los posgrados. Este planteamiento no elimina la consideración de que la mejor educación de mayor número de personas requiere mayores recursos y una organización cualitativamente diferente de los mismos.

Históricamente ha habido una tendencia de mejoramiento de retención de la población dentro del sistema escolar en todos los grados escolares, que favoreció el incremento del acceso a la educación superior, en especial a partir de 1970. La tasa de acceso al posgrado aunque también ha aumentado, no lo hace por igual en los tres niveles que incluye. En 1970, la matrícula de maestría y doctorado (no hay datos sobre la matrícula del nivel de especialidad) representaba el 1.8% de la matrícula de educación superior; en 1985, representó el 2.3%. El mejoramiento corresponde —sin embargo— al acceso a la maestría. En 1970, la maestría incluía el 1.4% de la población en educación superior; para 1985, al 2.2%. En el caso del doctorado se observa una ligera reducción proporcional: de .3% a .1% en las dos fechas analizadas. En 1970 se registra un total de 746 estudiantes de doctorado, .3% de la matrícula de educación superior; en 1986, de 1319, .1%.

Las explicaciones al hecho escueto de un escaso número de personas que, de una población escolar de 25 millones, accede al posgrado y aspira

a formarse como investigador pueden ser varias y de distinto orden.

En el siguiente apartado se verá con mayor detalle cómo la dimensión laboral tiene una muy fuerte incidencia en la atracción de la población escolar hacia ciertas áreas y niveles de estudios o en la formación de investigadores. Lo que interesa destacar aquí es la existencia de un amplio y descuidado campo de acción que los investigadores en funciones tienen en el sistema escolar como una vía para mejorar el número y calidad de los investigadores del país.

El problema de la deserción —ligado a la estructura jerárquica y gradual del sistema escolar— y a las oportunidades que éste ofrece ha recibido atención de los investigadores sociales en México desde hace ya tiempo. La deficiencia de recursos a lo largo de todos los niveles escolares fue de los primeros resultados fácilmente sistematizables en México, tal vez por evidentes. Se descubrieron también hace varias décadas, las correlaciones —ahora lugar común— entre las condiciones socioeconómicas de existencia de la población y sus posibilidades de acceder a la escuela o permanecer en ella; se incluían entre las "posibilidades" desde la disponibilidad de cierta cantidad de ingresos frente a la necesidad de trabajar hasta el interés por continuar en la escuela²⁴. Al mismo tiempo, se demostró que escuelas, maestros y presupuesto se distribuyen también en correlación con las condiciones socioeconómicas de la gestoría del país²⁵. Más recientemente se hicieron estudios sobre el proceso escolar de la deserción: se genera con ausentismo, malas calificaciones, reprobación, desinterés por el estudio²⁶. De aplicarle este tipo de análisis a la población que accede al doctorado o al posgrado seguramente resultaría una población que, en términos relativos, tiene mejores condiciones socioeconómicas que el promedio de la población escolar total o de la población inscrita

²⁴ De Ibarrola, María, Granja, J. y Reynaga, S. "Las investigaciones sobre procesos educativos y estructura de clases en México. Reflexiones sobre su aportación al conocimiento de la problemática socioeducativa en México" *Congreso Nacional de Investigación Educativa. Documento base*. México, 1983, V.I.

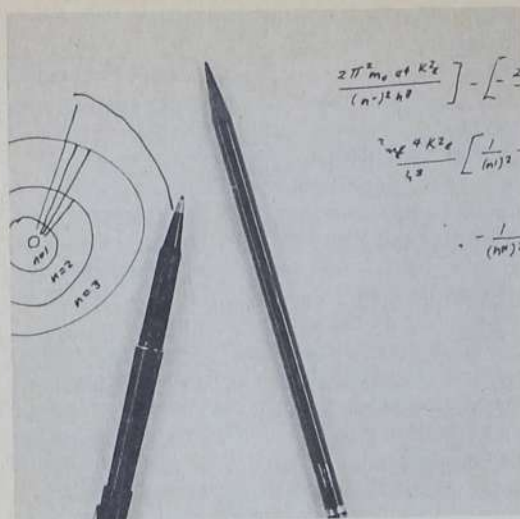
Se analizan en este texto las investigaciones que han ido demostrando —inicialmente— y explicando en parte —posteriormente— cómo y por qué las desiguales condiciones socioeconómicas de vida de la población del país se correlacionan estrechamente con la desigual escolaridad lograda.

²⁵ Hasta la fecha, las oportunidades de estudiar posgrado se concentran en un 52% en el D.F., proporción que varía por niveles: 62% para la especialización; 45% para la maestría y 92% para el doctorado. ANUIES, *Anuario estadístico*, 1985, op. cit.

²⁶ Muñoz I. Carlos y Guzmán, Teófilo. "Una exploración de los factores determinantes del rendimiento escolar en la educación primaria" en *Revista del Centro de Estudios Educativos* (México) Vol. I, núm. 2, 1971.

CONACyT Simposio de Investigadores en educación. *Factores determinantes del rendimiento escolar*, memorias 7-9 dic. 1978.





en educación superior, mejores calificaciones, poco ausentismo, poca reprobación y mucho interés por el estudio, desprendido éste seguramente de un ambiente familiar favorable.

Sin embargo, enfocar el abandono del sistema escolar —o para el caso que aquí interesa, el estudio del acceso al posgrado— estrictamente desde esos ángulos conduce al serio peligro de exonerar al sistema escolar de cualquier complicidad o incidencia en ese tipo de resultados y de negar el papel que pueden jugar los investigadores en la transformación de los mismos. La organización del escolar, sus formas de operar, la manera como se selecciona a través de esta institución los contenidos a aprender, se reglamentan y ordenan de manera unitaria; se fija el tiempo disponible para hacerlo y el orden en que hay que hacerlo son ahora el centro de atención de muchos investigadores en educación. Transforman lo que muchas veces se identificó como la "Caja negra"²⁷ de la educación en una realidad susceptible de ser investigada: la institución escolar y la acción y estructuración del acceso social al conocimiento a través de ella y de la práctica cotidiana de maestros y alumnos²⁸. Algunos ejemplos expresados de manera sencilla pueden aclarar esta influencia del sistema escolar como institución; resulta importante entenderla porque es en ella en la que si pueden incidir los investigadores en funciones para ampliar y aumentar las bases de estudiantes de las que podrían surgir mayor número de investigadores.

Las investigaciones realizadas en el DIE sobre los procesos psicogenéticos de adquisición de la

lengua escrita²⁹, demuestran que **todos** los niños pasan por diferentes etapas en la construcción de las estructuras cognitivas que les permitirán finalmente apropiarse de la lengua escrita. El período de elaboración es muy variable; sin embargo, el sistema escolar fija el primer año de primaria —en la práctica de octubre a marzo del año escolar³⁰— para que los niños aprendan a leer. La enorme tasa de reprobación y la incomprensión de su causalidad podrían ser una de las mayores causas de deserción entre el primero y el segundo año de primaria, donde se da todavía el 18% de la deserción total que ocurre en ese ciclo, y por ende en el sistema. (La deserción en primaria afecta todavía el 45%³¹ de la población del país que se inscribe en el sistema escolar.)

Las investigaciones sobre la enseñanza de las matemáticas, en las que juegan un papel muy importante en México algunos grupos del Cinvestav, han demostrado que los problemas de reprobación en esta materia están estrechamente ligados a los problemas de reprobación en esta materia están estrechamente ligados a los problemas curriculares, (selección y organización del contenido matemático, enseñanza del mismo) y de formación de los profesores en Matemáticas. En Ciencias Naturales el problema tal vez sea más dramático de lo que ha sido en matemáticas. La reprobación en esta área sigue siendo la mayor de todas, los problemas de su enseñanza los menos atendidos y el tiempo y prioridad que se le otorga en los planes de estudio de primaria y secundaria proporcionalmente el más bajo³².

Y los que no desiertan ¿qué aprenden? De hecho no hay investigación al respecto; en el mejor de los casos se cuenta con información acerca del número de estudiantes, formalmente acreditados como egresados de un ciclo, que dan o no una respuesta correcta a preguntas concretas (generalmente de opción múltiple) en momentos específicos el día

²⁷ Muñoz I. C. y Rodríguez P.G. citados por de Ibarrola *op. cit.*

²⁸ Véanse en particular los trabajos de Elsie Rockwell en el Departamento de Investigaciones Educativas, Cinvestav.

²⁹ Ferreira, Emilia y A. Teberosky. *Los sistemas de escritura en el desarrollo del niño*. Siglo XXI, México, 1979.

³⁰ Ferreira, E. Gómez Palacio, M. y colaboradores. *Análisis de las perturbaciones en el proceso de aprendizaje escolar de la lectura y la escritura*. (5 fascículos) México, Dirección General de Educación Especial, 1982.

³¹ Cifras para la generación 82-83/86-87. *Cuarto informe de Gobierno*, 1986. *op. cit.*

³² Gálvez, G. Rockwell, E. y otros. *La enseñanza de las Ciencias Naturales en Primaria. El uso del tiempo y de los libros de texto*. DIE. *Cuadernos de investigación educativa*, no. 2, México, 1982.

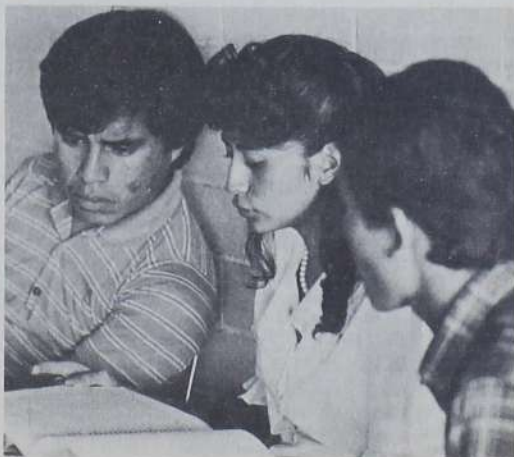
del examen de admisión al ciclo siguiente³³. Se puede además afirmar —a riesgo de fundarse en anécdotas— que los maestros se quejan reiteradamente de la escasa preparación con la que ingresan sus alumnos. Sin embargo, este tipo de información no es ni adecuada ni suficiente para poder proponer e intentar soluciones.

Entre la serie de reformas educativas que se dieron en el sistema escolar mexicano a partir de 1970 destacan algunas innovaciones pedagógicas y organizativas que en principio deberían favorecer el acercamiento de los estudiantes a la investigación como método de conocimiento e inclusive como profesión. Los libros de texto gratuito, que incorporaron en buena medida la reforma en la primaria, fueron diseñados y elaborados por grupos de investigadores expertos en las diferentes disciplinas para incluir en particular ese enfoque.

En el nivel superior los principios de interdisciplinariedad, vinculación docencia-investigación, integración teoría-práctica, mayor participación del estudiante en la relación de enseñanza-aprendizaje, la investigación como método de enseñanza-aprendizaje, la investigación como método de enseñanza-aprendizaje, etc. fueron asumidos con entusiasmo —por lo menos en lo declarativo— en todas las instituciones de educación superior y guiaron directamente muchas reformas curriculares e inclusive la creación de nuevas instituciones como el Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, las Escuelas Nacionales de Estudios Profesionales de la misma UNAM, la Universidad Autónoma Metropolitana, la UPICSA y el CICS del IPN. En 1973 se establece la primera —y hasta la fecha única— licenciatura en investigación: la de Biomédica básica, a partir de un acuerdo entre el Instituto de Investigaciones Biomédicas y la Unidad Académica Profesional y de

Posgrado del CCH-UNAM³⁴. En todas las instituciones de educación superior se amplía significativamente el número de profesores de tiempo completo. En 1970 la proporción era del 9.8%, más un 5.9% de profesores de medio tiempo. Para 1985 la proporción aumenta a 20.86% mientras que los docentes de medio tiempo alcanzan un 8.27%³⁵. El interés por este cambio radica precisamente en impulsar la investigación en esas instituciones y en vincularla con la docencia.

A pesar de estos esfuerzos, es posible afirmar que el aprendizaje de la investigación —en el grado en que corresponda— no ha recibido todavía el suficiente respaldo institucional y curricular en los niveles previos al posgrado, imbricada esta deficiencia entre otras muchas que afectan el recorrido por el sistema escolar. Diversos resultados apoyan esa afirmación: la muy reducida tasa de titulación; la distancia temporal entre egreso y titulación en el nivel profesional (la tesis de licenciatura exigiría algunas habilidades más relacionadas con la investigación que con el ejercicio profesional, que no se aprenden durante la estancia en la escuela profesional); el escasísimo número de estudiantes interesados en ser investigadores, y el tiempo que tardan en formarse debido, supuestamente, a serias deficiencias en su formación previa. No es posible proponer aquí la manera de propiciar la enseñanza y el aprendizaje de la investigación en los distintos niveles del sistema escolar y para cada una de las áreas del conocimiento. Los escasos esfuerzos al respecto demuestran claramente que el problema resulta un objeto de investigación tan complejo como cualquiera de los proyectos científicos que se llevan a cabo en los centros de investigación³⁶.



³³ Apenas recientemente el Dr. Carpizo hizo públicos algunos resultados del examen de admisión aplicado por la UNAM a los egresados de secundaria que aspiran a ingresar a esa institución. La estricta delimitación con la que aquí se hace referencia a ese tipo de información se debe a la serie polémica y cuestionamiento que amerita en México lo que se ha llamado "evaluación educativa".

³⁴ Esta licenciatura atiende alrededor de 32 estudiantes. El contraste entre la matrícula total de educación superior y la matrícula de la única licenciatura en investigación ameritaría mayor reflexión. Los estudios de Larissa Lomnitz sobre esta licenciatura hacen pensar que en ella se realiza la formación de los "herederos" de los investigadores actuales, conforme al concepto de reproducción pedagógica expresado por Pierre Bourdieu y J. C. Passeron en su libro, *Les héritiers*. Les éditions de minuit, Paris, 1978.

³⁵ ANUIES, *op. cit.*

³⁶ Los problemas y dificultades que han tenido los grupos de investigación sobre enseñanza de la Ciencia y Enseñanza de las matemáticas podrían dar una luz al respecto.

Un ejemplo fácil de entender es el de la problemática que encierra la formación de profesores de la licenciatura, cuyo papel en la calidad de la formación que puedan lograr los estudiantes en ese nivel no necesita argumentarse mayormente en este texto.

Después de muy costosas experiencias algunos grupos de investigadores en educación —responsables en buena medida de los programas de formación de profesores universitarios— han ido descubriendo que estos últimos no se pueden formar, como se pretendió durante toda la década pasada y todavía pretenden algunas instancias formadoras de maestros, a base de cursos aislados de actualización, perfeccionamiento o capacitación, de "tecnología educativa" o de "sistematización de la enseñanza". Se descubren ahora dimensiones muy complejas en ese problema: la práctica cotidiana de los profesores; la naturaleza de la institución escolar en la que laboran; los cambios en su práctica docente, la velocidad en la transición social y cultural de la mayoría de los docentes hacia un nuevo status, el hecho de que el docente universitario ha pasado la mayor parte de su vida dentro del sistema escolar; la ausencia de práctica profesional en muchos de ellos, que no ha podido ser sustituida por una supuesta investigación sobre la profesión o sobre la enseñanza de la misma³⁷.

Resalta en particular dentro de los problemas que empiezan a identificar y a precisar los investigadores educativos la necesidad de formar en la enseñanza de la propia disciplina, de integrar dos dimensiones que hasta ahora se han manejado por separado (en lo que se refiere a la formación de profesores)³⁸ el contenido y la manera de enseñar ese contenido, no cualquier contenido.

La necesidad de integrar esta doble dimensión se revela también con cierta claridad para los investigadores en educación, una vez más después de muy costosas experiencias, para el diseño curricular, la elaboración de programas de estudio, el diseño y la organización de textos y materiales, tareas para las que los investigadores

educativos deberían contar con el apoyo de los investigadores en las distintas disciplinas.

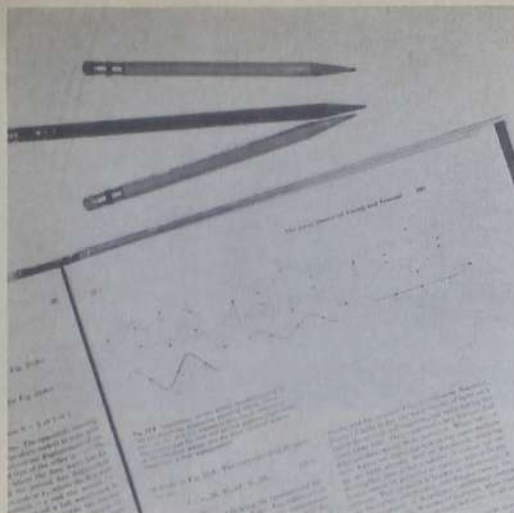
Por otra parte, estos últimos difícilmente reconocen a su vez la existencia de una dimensión esencialmente pedagógica y educativa específica de los distintos procesos mediatos o inmediatos que conducirían —es el tema que interesa aquí— a la formación de un investigador y específica también para lograr un dominio adecuado en cada una de las áreas del conocimiento. Reducen la problemática en el aprendizaje de estas distintas áreas a una de desconocimiento disciplinario³⁹. En este sentido caen en el mismo error que algunos investigadores educativos, en particular en las primeras épocas de desarrollo de este nuevo campo de investigación: pretender que el problema de la didáctica o de los métodos de enseñanza es genérico y aplicable como un simple aditamento a la enseñanza de estas disciplinas a través de la escuela, conducen a una situación cualitativamente negativa para el desarrollo y mejoramiento de la investigación en el país e inclusive provocan una verdadera ausencia de vocaciones en ciertas áreas disciplinarias.

Aun incluyendo a los investigadores en educación, los investigadores han estado y siguen estando muy alejados de la problemática de la adquisición del conocimiento a través del sistema escolar. Es cierto que son muy pocos los investigadores en el país y muchas las áreas y problemáticas a investigar en cada disciplina; pero también es cierto que no se ha reconocido la importancia de darle una elevada prioridad a este problema que afecta la existencia misma de la investigación. Lo anterior se expresa en los criterios operativos de valoración del trabajo de un investigador. Desconocen o desvalorizan todo lo referente a la acción de investigadores en los niveles escolares propios al posgrado. Desconocen o desvalorizan la dimensión investigativa que puede tener el trabajo de diseño curricular, elaboración de materiales de estudio y formación de profesores. Son casi inexistentes los grupos de investigación sobre la enseñanza, el aprendizaje o la intervención escolar en las distintas disciplinas y en los distintos niveles del sistema escolar y hay un divorcio total entre los escasísimos grupos dedicados a ello y los que se dedican al estudio e investigación en la misma disciplina. Un resultado es que son psicólogos, pedagogos o tecnólogos de la educación —o en el mejor de los casos, investigadores educativos— los que acaban decidiendo cómo se debe enseñar la Física, la Biología, la Ingeniería o las Ciencias Sociales, en las escuelas primarias, secundarias y normales, e

³⁷ Una muy buena síntesis del avance de la investigación educativa en México sobre este tema es la lograda por Rollin Kent Serna "Quiénes son los profesores universitarios. Las vicisitudes de una azarosa profesionalización" en *Crítica*, revista de la UAP, no. 28, jul.-sept. 1986, pp. 5-19.

³⁸ La excepción son las maestrías en Matemáticas Educativa, Docencia Económica, Diseño Arquitectónico, de las cuales sólo la primera ha tenido el suficiente alcance a nivel nacional.

³⁹ Se incluyen ahí no sólo los conocimientos y la información sino también, las habilidades y las actitudes que requiere cada disciplina para ser comprendida y desarrollada.



inclusivo en las universidades tal y como lo expresa el crecimiento excesivo de las Maestrías en Enseñanza Superior. Otro resultado es que no hay demanda para estudios de posgrado en algunas áreas del conocimiento⁴⁰.

La problemática curricular y pedagógica al interior de una institución de posgrado

El panorama de tanta pobreza institucional para la formación de investigadores en el país que se ha visto alude ya a algunas de las formas de operar de la institución escolar que influyen decididamente en la posibilidad de la población escolar de interesarse desde el nivel escolar básico por cierto tipo de estudios y de incorporarse a ellos en su momento. La escasez de recursos disponibles y la deficiente formación de algunos profesores son algunas de las más conocidas; además, contrarrestan directamente la idea, demasiado generalizada, de que la problemática educativa del país se provoca exclusivamente por la incapacidad socioeconómica o académica de los alumnos. Pero no son estos los únicos factores institucionales, identificados desde las deficiencias en los recursos del sistema escolar, los que intervienen en el proceso de formación de investigadores ni en todos los casos son los más importantes. Otro tipo de problemática, la curricular, lo afecta también aún en instituciones que relativamente hablando reúnen mejores condiciones y recursos para enfrentarse a esta tarea como es el Cinvestav⁴¹.

Según datos de ANUIES⁴², en 1985 el Cinvestav tenía 496 alumnos de maestría y 101 de doctorado. Los estudiantes de maestría constituían el 4.7% del total nacional para las maestrías en Ciencias Exactas y Naturales, Ciencias de la Salud e Ingeniería y Tecnología y el 5.2% del total nacional para maestrías en Educación y Humanidades. Por lo que se refiere al doctorado, la proporción aumentó considerablemente: en 1985, en el Cinvestav se formaba casi el 20% del total de alumnos de doctorado en las tres áreas primeramente señaladas. Las cifras anteriores, unidas al total de maestros y doctores graduados por el Cinvestav, dan idea de la importancia nacional de esta institución en la formación de investigadores.

Al mismo tiempo, las condiciones institucionales para ello son más favorables por comparación con las de otras instituciones: el Cinvestav cuenta con 306 profesores todos de tiempo completo⁴³ con los siguientes antecedentes escolares: Doctorado 165; maestría, 86; especialidad, 4; licenciatura, 67; pasantes, 1144.

En el Cinvestav la escolaridad es gratuita totalmente y los estudiantes están becados de tiempo completo, por lo que, en principio, tendrían todas las condiciones para dedicarse exclusivamente a su formación.

En otras instituciones los recursos registrados no señalan condiciones tan favorables. Por ejemplo, la UNAM registra 10774 alumnos de posgrado y 2820 profesores, de los cuales el 70% son profesores por horas⁴⁵. Sólo los estudiantes inscritos en

⁴⁰ No se pretende desconocer la importancia de razones de tipo económico (en particular la cantidad de becas disponibles y el monto de las mismas) o la influencia de las escasas oportunidades laborales previstas en esa ausencia de demanda. Se quiere, por el contrario, ampliar el espectro de las razones posibles e identificar aquellas menos coyunturales sobre las que deberían actuar los investigadores.

⁴¹ Esta problemática se localiza en cada uno de los niveles escolares y de las instituciones que los atienden. En este caso se pretende señalar la importancia de un análisis de este tipo al interior de una institución de posgrado.

⁴² Se usan los datos de ANUIES para controlar comparaciones con otras instituciones. Es importante advertir que las estadísticas de educación superior todavía adolecen de serios defectos en su recuperación y en su categorización.

⁴³ Se incluyen en este total los profesores auxiliares.

⁴⁴ Campesino R., E. López Revilla, R. y Pérez Angón, M.A. "Estado de la investigación científica en instituciones de educación superior del área metropolitana de la Cd. de México" en *Avance y Perspectiva* (México), nos. 22-23, s.f. Estos datos difieren de los de ANUIES, ya que reportan un total de 333 profesores, de los cuales 39 son de medio tiempo.

⁴⁵ Muy probablemente muchos de ellos son profesores investigadores de tiempo completo pero con sede institucional separada del lugar de docencia. Sería importante conocer por qué la vinculación investigación docencia no se logra tan fácilmente en esos casos.

los posgrados del CCH son becados de tiempo completo. En el IPN, las estadísticas de ANUIES reportan 2227 alumnos y 550 profesores, ninguno de tiempo completo.

Otras estadísticas localizadas apoyan la indicación de condiciones institucionales comparativamente más favorables: la tasa de estudiantes/profesor, 2; estudiantes/laboratorio, 2; libros en biblioteca/alumno, más de 1000.⁴⁶ El promedio nacional está muy por debajo de esas tasas.

No sólo estos datos cuantitativos explícitos en las estadísticas contribuyen a explicar la diferencia entre el Cinvestav y otros posgrados en México.

Hay factores eminentemente cualitativos que ameritarían un análisis más a fondo. Uno de ellos, sin duda muy importante, es la efectiva y orgánica vinculación entre los proyectos institucionales de investigación y la formación de los alumnos en tanto investigadores a través de su participación en ellos. Parecen haber diferentes maneras de lograr esta vinculación, según las áreas y los departamentos. Lo interesante sería precisarlas, sistematizarlas y estudiarlas comparativamente según su impacto, a la vez que analizar su posible transferencia a otras instituciones.

Otro factor cualitativo muy importante tiene que ver con la continuidad institucional en el desempeño de la función. Lo anterior se reconoce en términos muy agregados en conceptos tales como "experiencia institucional" o "grado de consolidación de un posgrado". En el caso del Cinvestav es doblemente importante por ser una institución que ha consolidado ya una cierta experiencia en lo que se refiere a la efectiva y orgánica vinculación investigación-formación de investigadores.⁴⁷ Una recapitulación histórica (no estrictamente cronológica) debería permitir la localización de las diferentes estructuras que se fueron constituyendo en la institución para propiciar esa función. Todos los ante-



cedentes señalados sobre los recursos disponibles en la institución y el logro de ciertos niveles de organización muy importantes para la formación de nuevos investigadores indican efectivamente condiciones favorables, en particular si se comparan con los de otras instituciones de posgrado del país. Sin embargo no agotan la problemática institucional escolar; de la manera como se han descrito hasta ahora, en realidad aparecen únicamente como contexto.

El problema institucional fundamental en la formación de investigadores, al igual que en otro tipo de formaciones, es el curricular. Surge ante la necesidad de una respuesta concreta a la pregunta genérica acerca de cómo se aprende a investigar en una institución escolar y conforme a un programa temporalmente delimitado.

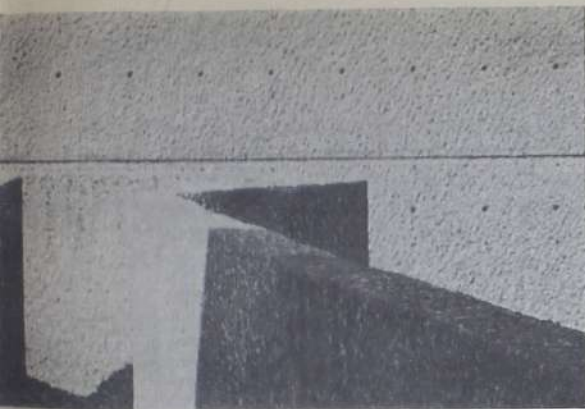
La respuesta aparentemente más sencilla: a investigar se aprende investigando, no aclara los elementos que intervienen en ese gerundio ni precisa la manera como se estructuran en función del contexto institucional en el que se dinamizan.⁴⁸

El currículum en una institución escolar se constituye a través de una serie de decisiones importantes, algunas de las cuales se expresan formalmente y se estructuran con apoyo de otras estructuras institucionales: la legislación, el presupuesto, la administración; pero muchas otras se expresan de manera informal e irregular. Esas decisiones tienen que ver con diversos elementos: qué conocimientos tendrán prioridad como objeto de estudio durante el proceso escolar de formación de un investigador; cómo se organizarán esos conocimientos en unidades temático-temporales; cuál será el orden de presentación y secuenciación de las mismas; cómo se desarrollará y se delimitará el proceso curricular central, en este caso, la participación en un proceso de investigación institucio-

⁴⁶ Elaboraciones hechas en base a la información ofrecida por el Cinvestav para el *Censo universitario latinoamericano*. Unión de Universidades de América Latina, México, 1981.

⁴⁷ En las Universidades del país la separación entre la docencia, asignada a las escuelas y facultades, y la investigación, asignada a los institutos de investigación preservó a estos últimos de los vaivenes de la movilización estudiantil durante cierto tiempo pero tuvo repercusiones muy negativas para la formación de más investigadores.

⁴⁸ La disponibilidad de recursos humanos, financieros y organizativos es sumamente importante, pero no por sí misma sino en función de su organización curricular y dado un cierto mínimo —techo— que puede variar de institución a institución. Las restricciones presupuestales que afectan al Cinvestav a partir de 1982 están empezando a resquebrajar la infraestructura mínima de la institución para la formación de nuevos investigadores. En estas circunstancias, la falta de recursos se vuelve determinante frente a cualquier otro tipo de problemática.



nal y la generación y desarrollo de un proyecto propio del alumno; qué tipo de relaciones educativas y sociales se propiciarán entre maestros-alumnos-conocimiento para lograr esa formación; cómo se entablarán las relaciones más fructíferas entre lo que se desarrolla en el aula y lo que se desarrolla en el laboratorio o en el trabajo de campo; qué recursos se destinarán a la docencia, etcétera. En todas y cada una de estas decisiones intervienen consideraciones de muy distinto orden, la lógica que las rige puede ser muy diferente e inclusive contradictoria según cada uno de los elementos en consideración: los contenidos, los alumnos, los procesos de aprendizaje, la institución escolar y sus recursos, los docentes, los objetivos previstos según futuros profesionales enfocados de diferentes maneras, etcétera. No es el avance de la ciencia (que a su vez no es lineal, ni está exento de conflictos y desarrollos desiguales, o se da por igual entre países o grupos disciplinarios) la única razón fundadora del proceso de formación de investigadores, ni hay un pasaje automático entre esos avances en el campo disciplinario, su incorporación en una institución escolar y finalmente su apropiación o dominio por parte de profesores y alumnos. La problemática curricular aparece entonces como la síntesis por excelencia de un conjunto de relaciones y tensiones que involucran a la sociedad en su conjunto, a la institución académica, a la institución escolar, al conocimiento organizado y legitimado, al conocimiento no organizado; cada una de estas relaciones y tensiones expresadas a través de los individuos involucrados y los grupos de poder (académico en este caso) que se constituyen en cada caso, de las estructuras que históricamente han construido y de las acciones que emprenden para transformarlas.

Una situación reconocida como problemática en el Cinvestav puede ayudar a aceptar y entender la importancia que llega a adquirir la dimensión curricular: el tiempo que requiere efectivamente la formación de un investigador frente al que propone la institución formalmente. Este último adquiere una fuerza paradigmática formal y legal muy elevada al ser aceptado como la norma por otras instituciones financiadoras o certificadoras; por ejemplo CONACyT y Profesiones.

En el Cinvestav se considera que la formación escolar de un investigador culmina con la aprobación de la tesis de grado, la cual se constituye por un trabajo de investigación cuyo contenido, calidad y forma queda estipulado por cada Departamento.

Explícitamente, el Cinvestav declara que la categoría de "egresado" implica la graduación; no hay una diferencia entre egresado y titulado en esta institución como la hay en muchas otras instituciones de posgrado.

De acuerdo con información proporcionada por la Secretaría Académica y la oficina de Servicios Escolares del Cinvestav, para 744 maestros graduados entre 1971 y 1985⁴⁹, cerca del 65% requirieron más de 30 meses para terminar la tesis y obtener el grado.

Para esa población la duración de su formación completa (nivel maestría) varió de la siguiente manera:

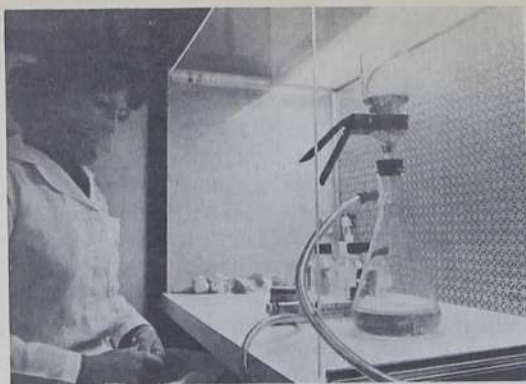
Graduados en menos de 25 meses: 115; entre 25 y 30 meses: 147; de 31 a 48 meses: 322; más de 49 meses: 160.

La información desglosada caso por caso permite apreciar que en varias ocasiones se requirieron más de 80 meses para obtener el grado.

El problema del tiempo que transcurre entre el ingreso a la institución y el egreso una vez obteniendo el grado constituye entonces un indicador muy claro de la existencia o no de una problemática curricular. Otros indicadores, que no se pueden apreciar en el Cinvestav por falta de información sistematizada serían la deserción y la reprobación.

Los planes de estudios de las maestrías del Cinvestav proponen formalmente una duración de 24 a 30 meses para la formación de un Maestro en

⁴⁹ La Secretaría Académica registró la duración total de los estudios desde primer ingreso (sin incluir pre-requisitos) hasta la obtención del grado para 744 maestros y 142 doctores graduados entre 1971 y 1985. Los datos están organizados por Departamento/Especialidad. Se toman los datos de maestría con el fin de evitar las confusiones por el hecho de que los doctorados pueden absorber parte del tiempo realmente empleado con cargo a la formación previa como maestros.



Ciencias. Por su parte el CONACyT, institución financiadora, ha empezado a exigir que esa duración se cumpla, a través de dos mecanismos, uno directo: otorga becas de maestría únicamente por un período máximo de 30 meses, dentro del cual los últimos seis meses se conceden sólo previa y plena justificación; el otro mecanismo es indirecto, se toma en cuenta la tasa de graduación (relación graduados/inscritos en el período fijado por el plan de estudios) como criterio para otorgar o no el apoyo financiero para los programas de posgrado.

Sin embargo, la experiencia real de la institución y los datos empíricos disponibles evidencian una duración muy superior del período necesario para graduarse⁵⁰.

Sólo el 15% de los estudiantes de maestría de una institución como el Cinvestav, que puede dedicar profesores y alumnos de tiempo completo a la formación de nuevos investigadores, se gradúa en el período de estudios formalmente previsto para ello en los planes y programas oficiales y con el respaldo presupuestal adecuado⁵¹ a esa programación. Cerca de un 20% más se gradúa dentro de los seis meses siguientes aceptados inclusive por CONACyT como una prórroga razonable. El 43% de los graduados requirió entre 31 y 48 meses para obtener el grado y el 21% requirió más de 49 meses. Es cierto que a partir de los 30 meses formalmente aprobados y respaldados institucionalmente, la elaboración de la tesis pasa a ser en la mayoría de los casos un proceso realizado a tiempo parcial y en períodos discontinuos sujetos a todo tipo de eventualidades individuales entre las que destaca una dedicación laboral de tiempo completo una vez terminados los cursos o seminarios que implican trabajo de grupo. (En el caso de la población analizada hay que descartar un proceso paulatino de desinterés o falta de motivación

para obtener el grado ya que todos llegaron finalmente a graduarse.) Pero también es cierto que sólo el 35% de los estudiantes se gradúa en el tiempo previsto y respaldado institucionalmente, aún en una institución que ha logrado una muy alta tasa de graduación. Es evidente que esas cifras esconden problemas de orden institucional y curricular y en particular de enfrentamiento o contradicción entre este último y las necesidades educativas concretas de grupos de investigadores en formación.

La afirmación anterior se refuerza con las importantes diferencias entre Departamentos en la duración del período de graduación. Por ejemplo, los Departamentos de Física y de Matemáticas graduaron el 78% y el 71% respectivamente de sus estudiantes en un máximo de 30 meses; lo anterior implica una cierta congruencia curricular entre el programa, la periodicidad marcada y su cumplimiento. Pero inclusive en el caso del Departamento de Matemáticas, único que no requiere trabajo de tesis para graduar a sus maestros y que tiene la más alta tasa de graduación dentro de los primeros 24 meses de estudio, 46.8%, podría preguntarse por qué la tasa de graduación dentro de los 24 meses programados no es mayor.

En cambio otros departamentos no han logrado graduar ni al 10% de sus estudiantes en el tiempo formalmente previsto para ello.⁵²

⁵⁰ Esta situación se evidencia en todos los niveles escolares, en los que además es muy grave el problema de la deserción: inscritos que nunca llegaron a titularse, que no fue posible medir en el caso del Cinvestav. Véase: Granja, J. Juárez, R. y de Ibarrola, M. "Análisis de las posibilidades de permanencia y egreso en cuatro instituciones de educación superior del D.F. 1960-1978" en *Revista de Educación Superior* (México), Vol. XII no. 7, jul-sept. 1983, pp. 5-35.

Y Camarena, R.M. Chávez A.M. y Gómez, J. "Eficiencia terminal en la UNAM 1970-1981" en *Perfiles educativos* CISE-UNAM (México), no. 7 oct.-dic. 1984, pp. 3-14.

Josefina Granja analiza actualmente las razones que fundamentan la necesidad de la certificación académica y trata de identificar la verdadera naturaleza de los procesos que se exigen para lograrla: "La certificación en la enseñanza tecnológica agropecuaria de nivel medio superior: rituales normativos, saberes legítimos, sujetos constituidos". DIE-Cinvestav-IPN Tesis de maestría (en proceso).

⁵¹ Por supuesto no es un respaldo suficiente; en cualquier institución escolar mexicana los recursos siempre son insuficientes. Pero de hecho se presupone un programa de dos años de duración para las maestrías.

⁵² Cabe por supuesto una consideración referente a la "experiencia institucional" y a las diferencias en recursos y organización entre departamentos al interior de una misma institución. En general, las instituciones nuevas tardan un tiempo mucho mayor que el fijado tradicionalmente en los planes y programas de estudio para graduar a sus primeros egresados. Después de un cierto tiempo —a precisar según instituciones— se alcanza una cierta regularidad en las tasas de graduación y sólo con la intervención de cambios curriculares intencionalmente dirigidos a ese fin —y eficientes al respecto— se modifican o mejoran esas tasas.

La información anterior demuestra que el proceso de elaboración de las tesis, de conformidad con los requisitos de calidad establecidos por los departamentos, escapa todavía a los límites y estructuras curriculares en el que se le pretende encajonar.

Aunque es posible precisar los productos que se esperan de un maestro o un doctor en distintas áreas del conocimiento, no se sabe gran cosa desde el punto de vista curricular sobre el proceso central en la formación de un investigador: la generación, desarrollo y terminación de una investigación propia. No hay expresiones científicas que conceptualicen y sistematicen, en base a la experiencia empírica, ese proceso de acercamiento a la construcción de conocimiento nuevo que exige la investigación, o los ritmos, etapas y secuencias del desarrollo de los individuos en relación con la adquisición y apropiación paulatina de los conocimientos, actitudes y habilidades que se requieren para ello.

Por experiencia los investigadores reconocen, usando expresiones comunes, que ese proceso es titubeante, irregular, discontinuo, exige constantes reestructuraciones, implica retrocesos y muchas veces errores y fracasos que hay que detectar y corregir. Sin embargo, el tiempo que todo ello implica, más en el caso de investigadores apenas en formación, se fija de manera arbitraria en base a una tradición que opera en otros países⁵³ o en base a limitaciones presupuestales.

Al igual que para otros problemas que aquejan a la formación de los investigadores, de los que el anterior es solamente un ejemplo que resulta fácilmente ilustrativo, vale la pena aplicar los mejores procedimientos y métodos de conocimientos de que disponemos para entender sus causas y proponer soluciones.

Debería ser posible explicar a través de la investigación cuánto tiempo y qué tipo de organización curricular requiere la formación de un investigador y de qué forma las condiciones institucionales reales afectan el proceso.

Debería ser posible oponer argumentos académicos a las decisiones administrativas y presupuestales que pueden tener efectos negativos en la necesaria formación de más y mejores investigadores. O bien por el contrario, debería ser posible transformar las condiciones institucionales que

hacen de un proceso complejo algo más costoso y largo de lo que debería ser. Llegar a estos argumentos exigiría la constitución de grupos interdisciplinarios para abordar el problema en sus condiciones complejas y más significativas.

El enfoque sociológico permite prever que no son las condiciones institucionales escolares las únicas que afectan la formación de investigadores. Actualmente en México las condiciones laborales podrían tener una incidencia más determinante, por lo mismo conviene incorporarlas como relación muy significativa en la que sería la delimitación de un objeto de conocimiento: el problema de la formación de investigadores en México.

En la segunda parte de este artículo se analizarán las otras dos mediaciones previstas: las laborales y las de la construcción social de un campo de investigación académica. (Continuará.)



SOCIEDAD QUIMICA DE MEXICO

La Sociedad Química de México invita cordialmente a los profesionales y estudiantes de la química a participar en el **VII Congreso Nacional de Educación de Química Pura y Aplicada** y al **VII Congreso Nacional de Educación Química** que se realizarán del 7 al 11 de septiembre en el Puerto de Veracruz.

Actividades Científicas

Se presentarán trabajos originales relacionados con aspectos científicos de la química tanto pura como aplicada.

Conferencias Plenarias.

Conferencias Plenarias de División.

Paneles.

Cursos cortos.

Seminarios.

Simultáneamente a estos congresos se llevará a cabo la Exposición Química de equipo, reactivos y libros.

Mayores Informes:

SOCIEDAD QUIMICA DE MEXICO

Dr. Jaime Torres Bodet 176

Col. Santa María la Ribera

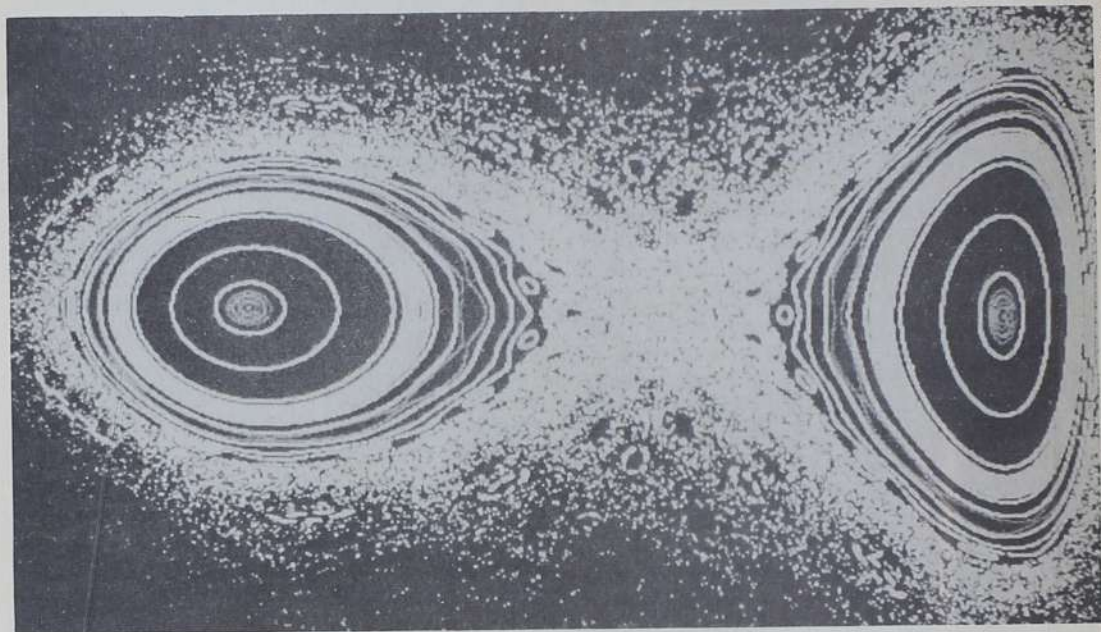
Deleg. Cuauhtémoc

06400 México, D.F.

Tel.: 547 07 90

⁵³ Valdría la pena conseguir datos, sobre el tiempo promedio de duración real que transcurre entre el primer ingreso y la titulación en las instituciones que muchas veces se toman como modelo para argumentar medidas administrativas.

MATERIALES MAGNÉTICOS PARA GRABACIÓN



Tomado de Facetas

En esta representación matemática altamente abstracta de un sistema mecánico, los gráficos computarizados de Seigenbaum revelan regiones de orden (remolinos) y de desorden (puntos). Ecuaciones enteramente diferentes parecen producir las mismas configuraciones.

Juan M. Aceves H. y Subrata Dey

El doctor Juan Manuel Aceves es profesor titular e investigador del Departamento de Química

El doctor Subrata Dey labora en la Universidad de California en San Diego

En la época actual, hay un gran interés en usar los medios de grabación, cassettes de audio y de video, para almacenar información musical y visual.

No existe datos confiables, pero se estima que en 1985 se vendieron más de 100 millones de cassettes para grabadora y 5 millones de videocassettes, solamente en México.

La parte activa de estos cassettes es un material procesado químicamente y que se conoce como γ -Fe₂O₃ (gamma óxido de hierro III), cuyo proceso de obtención optimizado fue desarrollado en el Departamento de Química del Cinvestav.

Aquí, se están realizando investigaciones sobre metales amorfos, los cuales son obtenidos al enfriar, a una velocidad de un millón de grados Kelvin por segundo, una aleación líquida a 1800°C.

Estos metales amorfos están siendo investigados en muchos laboratorios a nivel mundial y ya se han encontrado distintas aplicaciones, entre las que destacan su uso como núcleos de transformadores y balastros, como materiales resistentes a la corrosión y como catalizadores.

Por otro lado, el proceso de óxido-reducción para obtener el polvo magnético γ -Fe₂O₃, cuya tecnología ya fue transferida a la industria, se encuentra en la etapa de estudios de ingeniería para su escalamiento a nivel industrial. Además, se pretende usar este polvo magnético para la producción de ferritas duras y suaves, y en núcleos para motores de corriente directa.

Los datos del proceso se describen detalladamente en este artículo.

Antecedentes históricos

La grabación magnética ha llegado a ser hoy en día un enorme negocio, especialmente con el advenimiento de la grabación de video y las computadoras. Su invención por el Ing. Danés Valdemar Poulsen data de 1898¹. El construyó un aparato en el cual un alambre de acero devanado en un cilindro era movido entre dos piezas de una cabeza magnética que sirvió para grabar y para reproducir. De esta manera, fue capaz de registrar la corriente de un micrófono y de reproducir ese registro en forma de sonido, con un audífono. Este aparato, el telégrafo, fue recibido con gran entusiasmo en la exposición de París en 1900. Aunque la reproducción de sonido era ya conocida desde 1877, año en que Edison mostró su fonógrafo, fue hasta la invención de Poulsen que se grabaron los primeros discos comerciales; la energía obtenida del disco fue suficiente para obtener un nivel de sonido razonable en un cuarto. Un registro magnético sin amplificación, por el contrario, sólo pudo ser escuchado con audífonos y debido a este hecho el interés en la grabación magnética decayó hasta el año de 1925. Posteriormente, con la posibilidad de la amplificación electrónica, la investigación se reanudó, los alemanes manufacturaron y vendieron grabadores en cintas de acero. Debido a esto hubo un gran progreso en la investigación de nuevos equipos. Así por ejemplo, en la máquina de Stille en 1930, la reproducción de frecuencias se efectuaba arriba de 5000 Hz, frecuencias requeridas en la cinta de acero para funcionar en una velocidad de 2 mg/seg, lo cual era casi dos órdenes de magnitud que la obtenida en la actualidad²; la razón de la diferencia en calidad comparada con las actuales es la clase de cinta usada en cuanto a la alta permeabilidad y baja coercitividad de las primeras cintas, contra una alta coercitividad y remanencia^{3,4} en las cintas actuales. En 1929, un científico alemán llamado Fritz Pfleuner, demostró que la grabación podía ser hecha en cintas de papel cubiertas con una laca que contenía partículas de hierro. Esto constituyó un enorme adelanto, por lo que se desarrolló la cinta cubierta de polvo magnético. Este tipo de cinta, combinada con la cabeza de anillo de Schüller, habilitó a la grabación con longitudes de onda mucho más cortas, a fin de que para la misma serie de frecuencias pudiera ser reducida la velocidad de la cinta.

El paso decisivo fue la introducción de la polarización de alta frecuencia⁵; anteriormente la linea-

rización era obtenida con una polarización de corriente directa como lo hicieron Paulsen y Pederson en 1907. El método de polarización de corriente alterna parece haber sido inventado tres veces. Primero en 1922, Carlason y Carpenter usaron una polarización sobrepuesta de alta frecuencia para la grabación en alambre de acero; sin embargo, el método cayó en desuso. En 1938, Nagai, Sasaki y Erdo, describieron el método, esta vez para grabar en cinta de acero obteniendo una modificación sustancial, lo que mejoró la calidad de la grabación al disminuir el ruido y extender la parte lineal de la grabación magnética. Pero fue hasta 1941 que VonBraun, Mühl y Weber introdujeron el método simultáneamente con las cabezas y cintas mejoradas, elevando de esta manera la calidad de la grabación magnética arriba del estándar de cualquier otro sistema de grabación de sonido.

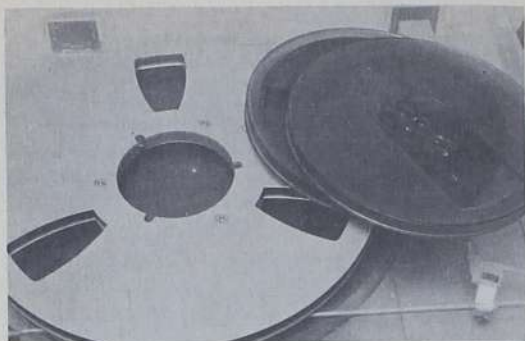
Desde entonces la grabación magnética ha tenido un constante crecimiento en la calidad y usos dentro de los sistemas de audio, video y de computadoras⁶. El crecimiento ha sido explosivo desde la introducción del *diskette* o disco redondo para el almacenamiento de datos digitales por la IBM en 1970, como un aparato periférico para ahorrar tiempo, con una capacidad inicial de almacenamiento de algunos cientos de kilobytes.

La tecnología del disco está siendo mejorada constantemente, ya que los sistemas de disco ofrecen flexibilidad, seguridad, conveniencia, y lo que es más importante, velocidad de procesamiento de los datos.

Se espera que el disco blando, en su nuevo tamaño de aproximadamente 3 1/4" x 8.25 centímetros, sea muy utilizado en los sistemas portátiles de cómputo, de igual manera que se usan los tamaños tradicionales.



El proceso de grabación



La grabación de datos en un medio magnético se basa actualmente en los mismos principios que los aplicados en el aparato de Pulsen. Si una corriente fluye en una bobina de alambre, produce un campo magnético. Este es confinado en su mayor parte en un núcleo toroidal de material magnético alrededor del cual está devanado el alambre; se corta previamente una ranura estrecha en el material magnético. Es el campo magnético en la vecindad de la ranura el que magnetiza el medio magné-

tico sobre el disco, registrando los datos de esta manera; por lo tanto, la cabeza que escribe los datos también puede ser usada para leerlos.

En el caso de una cabeza lectora posicionada arriba de un disco magnético giratorio, en el cual han sido escritos los datos, la información es leída por medio de las corrientes inducidas en la cabeza, originadas por el campo magnético que emana de las regiones magnetizadas del disco. Durante el tiempo en que la cabeza está sobre una región magnetizada individual, el campo es más o menos uniforme. Por lo tanto, no se desarrolla ningún voltaje a través de la bobina que es parte de la cabeza. Cuando una región en la cual la magnetización del medio se invierte de un estado al otro y pasa debajo de la cabeza, hay un cambio rápido en el campo, por lo que, debido a la ley de Lenz, se desarrolla un pulso voltáico. De esta manera son leídos los datos digitales almacenados. La escritura y la lectura de datos depende, por supuesto, de las propiedades magnéticas de ambos dispositivos: el medio en el cual los datos son almacenados y de la cabeza que los escribe y los lee⁸.

Almacenamiento en disco

La tecnología de los discos *floppy* permitió llevar la velocidad y la flexibilidad de los sistemas profesionales al hogar y a la computación personal. Un pequeño disco de poliéster y óxido de hierro puede hacer una gran diferencia en el mundo de las computadoras. Al igual que las cintas de cassette de audio, los discos blandos *floppy* almacenan información magnéticamente; las partículas de óxido magnético en forma de aguja que cubren la superficie del disco, se alinean en la dirección del recorrido del disco para maximizar la magnetización; las partículas en la superficie de los discos están inicialmente orientadas al azar. El proceso de grabación ya se ha explicado anteriormente, pero ahora se da una breve descripción de la forma en que se graba la información digital en el disco. La información digital se graba en una serie de círculos concéntricos o caminos llamados *tracks*, cada uno de los cuales está dividido en sectores por una serie de pulsos. Cada sistema de microcomputadora tiene un método diferente para dar formato a los *tracks* y sectores, los cuales son realmente creados en la superficie del disco por la cabeza-impulsor o "drive", que realiza el proceso de lectura/escritura. Cuando se hace funcionar o



"correr" el sistema, al iniciar el programa, se corren los *tracks* marcando y definiendo los sectores sobre el disco.

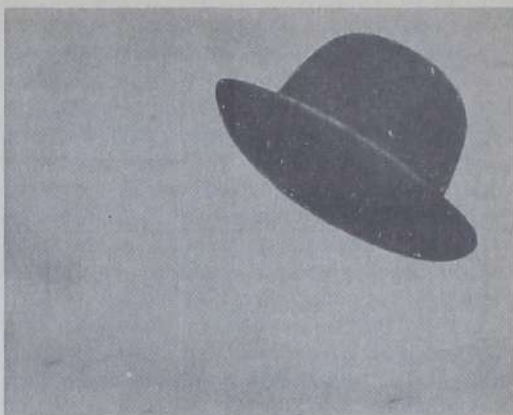
La mayoría de los discos están contruidos para contener 48 tracks por pulgada (tpi). Algunos diskettes de alta densidad de 5 1/4 de pulgada requieren *drives* especiales; tienen una estructura de 96 "tpi" y están generalmente arreglados o "formateados" para contener 80 *trakcs*⁹.

Proceso de manufactura de discos convencionales

Una hoja continua de película de plástico se corre a través de una máquina recubridora, que deposita un líquido viscoso hecho de 40% de óxido magnético y 60% de aglutinante de poliéster, las hojas recubiertas se secan en estufas grandes y temperaturas entre 60 y 90°C y se introducen en rodillos para comprimir y pulir la superficie.

El material terminado es rolado y se convierte en lo que se llama "rollo plano" y el proceso se repite por el otro lado. Para estabilizar la base de poliéster del disco, la película se lleva a estufas de curado donde permanece por 24 horas. Después de ese tiempo, el material se coloca en una máquina de estampado, en donde se le forma al disco, se hace el agujero central, el agujero indicador que indica el inicio del "camino" o *track* y los agujeros del sector. Se agrega entonces otro producto químico para dar durabilidad al disco.

Finalmente, el disco se coloca en una cubierta de PVC que protege los *diskettes*. Esta cubierta tiene un recubrimiento especial que limpia y lubrica el disco para prevenir daños a la superficie por



partículas de polvo, así como para disminuir el desgaste por uso¹⁰.

En las siguientes secciones, se analizarán los diferentes tipos de materiales magnéticos que son usados como medio de magnetización en los discos.

Material magnético de almacenamiento



En los pasados 10 años, el campo de los materiales magnéticos de almacenamiento demandó una notable cantidad de investigación para continuar con el desarrollo del *hardware* y mantenerse entre la competencia, siempre en aumento, de los productos de cintas y discos¹¹. Se puede describir en pocas palabras lo que se espera de una cinta o disco magnético.

La señal eléctrica de entrada, que es transformada por la cabeza de escritura en un campo magnético variable, debe ser almacenada por la cinta/disco de tal manera que la señal eléctrica de

salida de la cabeza de lectura se parezca tanto como sea posible a la entrada original.

Las pérdidas en magnetización deberán ser, por lo tanto, tan bajas como sea posible. Las propiedades magnéticas esenciales del material de almacenamiento son la remanencia y alta coercitividad.

Para un mejor funcionamiento del sistema, se desea que la remanencia y coercitividad sean altas.

Las pérdidas mencionadas con anterioridad, durante la magnetización, tienen principalmente los siguientes orígenes^{12,13}:

1. Pérdida por grosor. Información perdida debido al grosor del medio magnético.
2. Pérdida por espacio. Información perdida debido a la distancia entre la cabeza y el medio.
3. Efectos de la desmagnetización intrínseca debido a la interacción de las partículas magnéticas.
4. Pérdidas por la longitud de onda corta debido al incremento de la componente vertical del campo magnetizante, y al crecimiento de la densidad del momento dipolar.

La pérdida por grosor puede ser minimizada por un compromiso entre la velocidad de la cinta/disco y el grosor de recubrimiento; esto no es básicamente debido a la naturaleza de los medios. Las

otras pérdidas están intrínsecamente relacionadas con los medios magnéticos y los fenómenos del proceso de escritura.

Una consideración importante es la no-uniformidad de las partículas de grabación; éstas tienen un intervalo de coercitividades y magnetizaciones y son, por tanto, afectadas en forma diferente por la misma señal de grabación y por su magnetización entre ellas mismas.

La distribución de campo de contacto y los efectos de la interacción de las partículas deberían tener las siguientes propiedades para minimizar las pérdidas de grabación y dar un mejor comportamiento de la cinta/disco magnético:

1. Una distribución estrecha de tamaño y forma de las partículas magnéticas.
2. Alta coercitividad para grabación de alta frecuencia.
3. Alta densidad de empaquetamiento y orientación de las partículas.
4. Estabilidad (en temperatura y tiempo) de la grabación magnética.

Las partículas magnéticas, las cuales son ampliamente usadas como medio de almacenamiento, son las siguientes:

1. γ -Fe₂O₃

Las propiedades del γ -Fe₂O₃ están principalmente determinadas por la forma y distribución de

tamaño de la materia prima, a saber, el α -FeO(OH) (goetita) o γ -FeO(OH) (lepidocrocita) los cuales se obtienen generalmente por precipitación de "semillas" y crecimiento de una solución acuosa de Fe²⁺. Una alta elongación de γ -FeO(OH) lleva a obtener materiales de alta coercitividad y al controlar los pasos de la precipitación es posible obtener buena homogeneización del γ -FeO(OH), a partir del cual se obtiene el γ -Fe₂O₃, que es fácilmente dispersable y orientable, aunque su coercitividad, debido a la densificación (ver adelante), no excede los 345 Oersted.

Este tipo de material produce cintas/disco con propiedades de grabación mejoradas debido a la relación de cuadratura de la curva de histeresis y al estrechamiento de la distribución del campo de contacto, lo cual tiene un notable efecto en las propiedades de la cinta/disco. La dispersabilidad del γ -Fe₂O₃ puede ser mejorada al agregar compuestos orgánicos tales como ácidos grasos o polímeros carboxílicos.

La densificación de los polvos permite obtener cintas/discos, cuya salida se incrementa notablemente debido a densidades más altas de empaquetamiento. Los efectos laterales de la densificación son el incremento de interacciones entre las partículas y la disminución en la coercitividad.

Propiedades del γ -Fe₂O₃

Propiedades intrínsecas:

Magnetización de saturación	$\sigma_s = 74 \frac{\text{emu}}{\text{gr}}$
Temperatura Curie	$\theta_c = 861 \text{ K}$
Constante de anisotropía magnetocristalina	$K_I = -4.64 \times 10^4 \text{ erg/cc}$
Constante de saturación-magnetostricción	$\lambda_s = -5 \times 10^{-6}$

Aun la más alta coercitividad lograda con el γ -Fe₂O₃ puro (400 oersted), no es suficientemente

Propiedades extrínsecas:

Coercitividad	250-400 (comercialmente disponible)
Relación de cuadratura	0.5-0.8
Relación de orientación	1.5-3.0

alta para la grabación de audio y señales de video a altas frecuencias¹⁴.

Cintas y discos de óxido de hierro dopado con cobalto y con cobalto absorbido

Bickford y colaboradores encontraron, en 1957, que la constante de anisotropía magnetocristalina podía ser invertida en signo y triplicada en magnitud al sustituir 4% de Co²⁺ por Fe²⁺; las partículas producidas de esta manera contienen cerca de 2-3% de cobalto y tienen coercitividades arriba de

800 oersted. Desafortunadamente las partículas resultantes no fueron muy aciculares; además, los materiales tienen las siguientes desventajas:

- i) Fuerte dependencia con la temperatura de la coercitividad debido a la dependencia con la temperatura de la anisotropía magnetocristalina.

lina, dando como resultado pobres características de grabación.

- ii) Alta constante de magnetostricción, la cual puede producir cambios en la magnetización, debido a choques mecánicos y uso repetido de la cinta o disco.
- iii) Anisotropías conflictivas, esto es, las fáciles anisotropías del CoFe no coinciden con las del $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ causando una menor orientabilidad de las partículas.

Todos estos inconvenientes han sido vencidos por los investigadores japoneses, quienes introdujeron los llamados óxidos de hierro de "superficie modificada"¹⁵; el nuevo material magnético, óxido de hierro "cobalto absorbido" es una partícula acicular de dominio simple desarrollada para medios de grabación magnética de alta densidad. Generalmente, la partícula para medios de grabación

magnética es uniforme en su estructura desde la superficie hasta la parte interna, pero el material mencionado es un material heterogéneo, la parte interna es óxido de hierro puro y la superficie es una estructura con un alto contenido de cobalto formada por los iones cobalto absorbidos. La anisotropía de la superficie debido al ion de cobalto absorbido está en el orden de 10^6 erg/cm³. Tal anisotropía superficial es uniaxial y su dirección coincide con la de la anisotropía de forma de partícula acicular.

El coeficiente de temperatura de la coercitividad de este material es tan pequeño como la del $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ puro.

Se da, en la Figura 1, una comparación entre un material de alta coercitividad con el $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dopado con cobalto (obtenida de TDK Electronics, Japón).

Características de grabación

El desarrollo de los sistemas de grabación demanda medios de alta densidad. En la actualidad, la más corta longitud de onda de los sistemas de grabación de video ha decrecido a menos de $1\text{ }\mu\text{m}$. Para este propósito son útiles las partículas de alta coercitividad, como las del tipo de Co absorbido en $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

Se cree que la partícula de óxido de hierro con Co absorbido tiene un alto potencial para fabricar sistemas de grabación magnéticos en un futuro cercano. Recientemente, tales partículas de cobalto absorbido han sido aplicadas a los discos para computadora.

El grupo Verbatim Corporation de Sunnyvale, California, por ejemplo, hace tales discos de alta coercitividad a fin de que sean usados en los siste-

mas de cómputo para oficina marca Lisa Apple, mientras que Dysan Corporation en Santa Clara, California, está proporcionando discos a varios fabricantes para su evaluación¹⁶.

Figura 2. Comparación entre la alta coercitividad de $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dopado con cobalto y el $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ absorbido en una relación $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+} = 0.24$ ($\text{Co}^{2+} = 1.0 \text{ W/O}$, $\lambda = 47.5 \text{ mm}$)

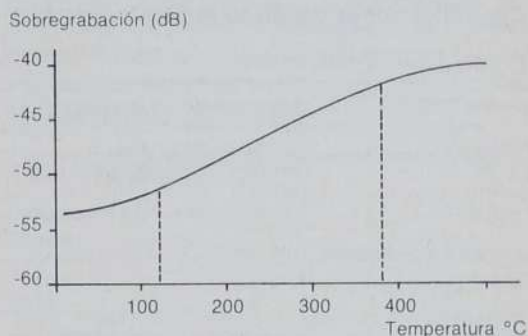


Figura 3. Salida de grabación en función de la corriente de grabación para diferentes valores de λ .

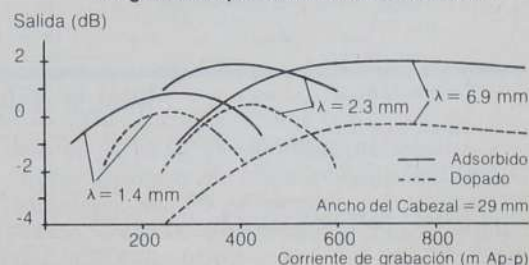
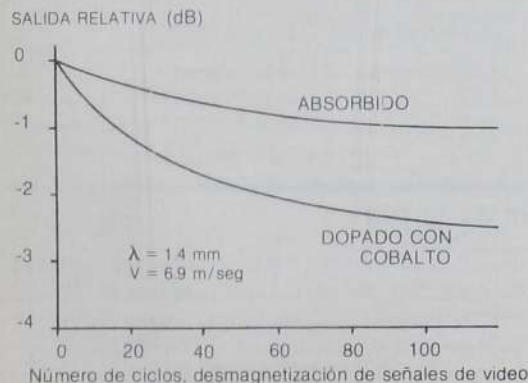


Figura 1. Desmagnetización después de varios ciclos de las señales de video (TDK electronics, Japón).



Medio isotrópico

Recientemente, Spin Physics, San Diego, California, ha desarrollado una emulsión isotrópica de lectura/escritura de 800 oersted llamada **isomax**. Esto significa que un disco de doble lado de 5 1/4" será capaz de contener 10 megabytes para ser usado en cualquier medio de almacenamiento de disco, y costará menos por byte de los que están disponibles actualmente¹⁷.

El material usado como medio de grabación **isomax** es esencialmente el mismo que el usado en la fabricación de discos convencionales. Los elementos individuales del medio magnético son verdaderamente isotrópicos cristalográficamente en naturaleza. Esto significa que la estructura magnética de cada partícula es exactamente la misma en todas direcciones; los elementos isotrópicos y, por tanto, la superficie de grabación entera, pueden ser leídos y escritos horizontal y verticalmente¹⁸; cuando se compara la capacidad del disco convencional con el disco recubierto "isomax", se pueden observar las siguientes diferencias:

1. Con la tecnología actual de los discos de 5 1/4" con doble densidad y doble lado, se puede grabar con una densidad de 5000-6000 BPI;



por otro lado, los discos que usan un medio isotrópico pueden grabar con una densidad arriba de 40000 BPI.

2. Un disco de doble densidad de un solo lado **isomax** tiene la capacidad de contener hasta 5 megabytes, mientras que los discos actuales disponibles de doble densidad y doble lado de 5 1/4" contienen sólo 720 kilobytes.

La tabla I proporciona los parámetros físicos, magnéticos y funcionales del **isomax**.

TABLA I

Especificaciones del disco ISOMAX-UHD809*

Física:

Diámetro:	5.12 pulgadas (13.02 centímetros)
Tamaño de la cubierta:	5.25 pulgadas (13.33 centímetros)
Sustrato:	Tereftalato de polietileno
Recubrimiento:	Óxido de Hierro modificado isotrópico
Espesor:	5 micrones (200 ± 10 micro pulgadas)
Acabado superficial:	0.08 micrón (3.0 micro pulgadas)

Magnéticas:

Cuadratura:	0.85 (nominal)
Remanencia:	1500 gauss (nominal)
Coercitividad:	790 Oe (nominal)

Funcionales:

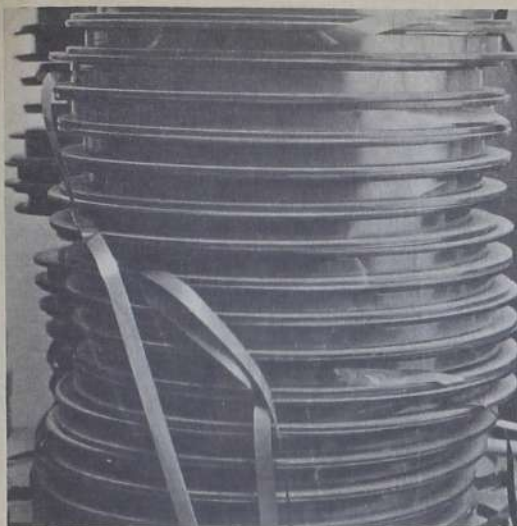
Densidad de empaquetamiento:	Hasta 40 000 BPI
Densidad de caminos tracks	140 tpi sin servo a 300 tpi con servo
Vida media:	Más de 5 millones de revoluciones con menos de un 20% de reducción en la amplitud de track
Relación señal/ruido:	Mayor de 35dB
Sobre grabación:	Mayor de 24dB

* Referencia¹⁹

Película delgada de ferrita

El sistema de **drive** con disco flexible ha sido usado ampliamente como memoria de archivo externo. Los componentes de los discos flexibles convencionales consisten en una capa de poliéster recubierta con partículas aciculares dispersa-

das de γ -Fe₂O₃. Para lograr una más alta densidad de grabación se ha requerido del desarrollo de medios magnéticos, que tengan un recubrimiento más delgado y una fuerza coerciva más alta. Los discos rígidos y películas delgadas de aleaciones



de ferritas y metal, se están usando en muchos sistemas de grabación. Estas películas consisten puramente de material magnético más que de partículas magnéticas en una base no magnética. Estos tienen más material magnético en un volumen dado, incrementando así la señal leída; más aún, los granos individuales de óxido que constituyen la película son mucho más pequeños que las partículas en el medio convencional. Como resultado se tiene una reducción del ruido debido a la granularidad de metal; también las películas delgadas de ferrita tienen ventajas en resistencia mecánica y estabilidad química²⁰.

Los laboratorios Fujitsu y N.N.T. en Japón (1976) han desarrollado el proceso de dispersión reactiva para obtener tales películas delgadas de óxido férreo.

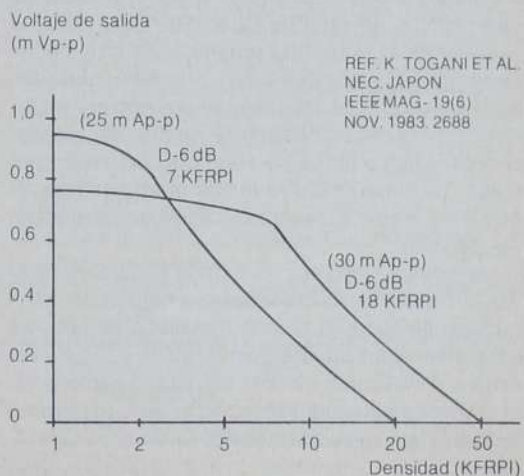
En el proceso Fujitsu, un blanco de hierro es bombardeado en una atmósfera de argón-oxígeno, resultando en una película de Fe_2O_3 ; luego, esta película es tratada con calor en una atmósfera de oxígeno para convertir el Fe_3O_4 en $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Este proceso de bombardeo es muy lento. En 1981, científicos de Nippon Electric Corporation usaron exitosamente bombardeo planar con magnetómetro usando placas de Fe_3O_4 sinterizado como blancos; de esta manera se forman directamente películas de Fe_3O_4 sobre un amplio rango de condiciones de bombardeo en una atmósfera de argón. Con esto se han logrado velocidades de bombardeo más altas, llegando a tener 2000 Å/min. Se han preparado exitosamente por este método discos de película delgada de $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dopado con Co y Cu, de 8 pulgadas sobre sustrato de aleación

de aluminio. El proceso es muy simple, porque en un amplio rango de condiciones de bombardeo, las películas de Fe_3O_4 son directamente depositadas con alta reproducibilidad. Esto se puede lograr con un Magnetron para bombardeo a velocidades elevadas; por lo tanto, puede lograrse una productividad elevada. La densidad de grabación de D-6dB es tan alta como 1140 bits/mm y ha sido confirmada en un ancho de *track* de 20 μm (NEC, 1981)²¹. Fujitsu ha sido capaz de demostrar densidades de grabación de 2.5 megabits/cm² con discos de películas de óxido de hierro, usando cabezas especiales de abertura estrecha (abertura de 0.15 μm), la densa película de 0.12 μm permitió densidades hasta de 6Mb/cm². Una característica importante que restringe la densidad de bits por área es la relación señal/ruido para los discos de película delgada de $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

Se han obtenido las relaciones señal/ruido de 36 decibels más altas que las relaciones de discos convencionales, de 25 dB. Los investigadores de Fujitsu creen que pueden ser alcanzadas densidades tan altas como 10 Mb/cm², que son cinco veces más que las densidades alcanzadas actualmente.

Los reportes de confiabilidad revelan que una disminución en la salida es sólo del 6% cuando la temperatura se eleva hasta 120°C. La resistencia de uso al contacto de la cabeza mostró una disminución de la salida de sólo el 5% después de 100 000 contactos de cabeza en el arranque-paro. Como se muestra en el siguiente cuadro, las características de densidad de grabación son superiores a las del disco flexible convencional.

Figura 4. Voltaje de salida vs características de la frecuencia de grabación.



PROPIEDADES DEL DISCO*

Medios	Densidad de grabación	Espesor de la película	Aspereza de la superficie	Fuerza Coerciva	Preparación:	
	(BPI)	(μm)	(μm)	(Oe)	Blanco de Fe_3O_4	bombardeo
					Película de Fe_3O_4	oxidación
Ferrita bombardeada	24 000	0.18	0.02	700	$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{x}$	$\text{O} \times 0.33$
Partículas de $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	12 000	0.70	0.12	400	Recubrimiento magnético	

* Referencia²².

Películas delgadas metálicas

La desventaja de los medios convencionales de óxido radica en la magnetización, ya que para más altas densidades lineales se necesitan recubrimientos más delgados, pero eso disminuye la magnetización; la relación señal/ruido eventualmente llega a ser un factor limitante. Para vencer este problema, los científicos usaron metales magnéticos puros: hierro, cobalto y níquel. Sin embargo, los metales en forma de partículas no fueron apropiados, aunque sus magnetizaciones son más grandes que las de los óxidos; sus coercitividades son muy bajas para propósitos de grabación. La solución al problema fue el uso de películas delgadas continuas, las cuales son intrínsecamente muy apropiadas para grabación de alta densidad, ya que los rangos de valores de remanencia y coercitividad pueden ser producidos en películas de sólo unos cientos de Angstroms de espesor. Las técnicas de deposición incluyen electroplateado, deposición química, deposición por vacío y bombardeo, pero sólo los dos primeros métodos son usados comercialmente.

Los discos de video usados para reproducción instantánea son hechos por electroplateado de una película delgada de Co-P o de CoNi-P en un sustrato de aluminio. Las propiedades magnéticas son atribuidas a la estructura cristalina, que consiste en pequeños cristales separados por fosforos no magnéticos de Co y Ni; se pueden obtener coercitividades arriba de 1000 Oe con estas películas. La remanencia reducida puede ser mayor que 0.9 y las películas son isotrópicas en el plano del depósito.

La Ampex Corporation²³, de la ciudad de Redwood, California, ha comenzado a comercializar un número limitado de discos metálicos de película de cobalto con costos comparables a los de los discos Winchester. La IBM ha estado explorando el uso de calentamiento con haz de electrones para evaporar las películas de $(\text{Fe}_{0.5}\text{Co}_{0.5})_{0.85}\text{Cr}_{0.15}$. Al evaporar el sustrato en un ángulo oblicuo, el eje

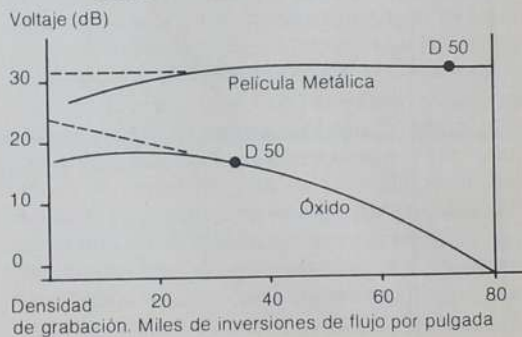
de magnetización puede ser orientado circunferencialmente más fácil; aquí se usa el cromo como elemento resistente a la corrosión. Como los medios metálicos contienen más materiales magnéticos por unidad de volumen que el medio del óxido, entonces pueden soportar una densidad más alta de grabación sin disminuir la relación señal/ruido.

Se puede confirmar experimentalmente que los discos metálicos pueden lograr 10 millones de bytes/cm², comparables a lo que se puede lograr con óxidos de película delgada. La Figura 5²⁴, muestra una comparación entre el funcionamiento de un medio recubierto de óxido y un disco de película metálica.

La relación señal/ruido de los óxidos disminuye 6 decibeles en aproximadamente 25000 ciclos/pulgada, mientras que este decaimiento no se obtiene hasta tener 70000 ciclos/pulgada para los medios plateados.

El principal inconveniente para la comercialización de los discos metálicos radica en la pobre resistencia a la corrosión de los mismos; también tienen poca adhesión a los sustratos flexibles, debido principalmente a la diferencia en sus coeficientes térmicos.

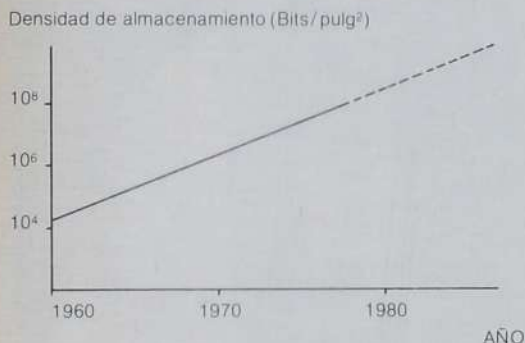
Figura 5. Voltaje de salida contra la densidad de grabación para películas metálicas y óxido depositado, D 50 es la mitad de la intensidad de la señal.



Conclusión

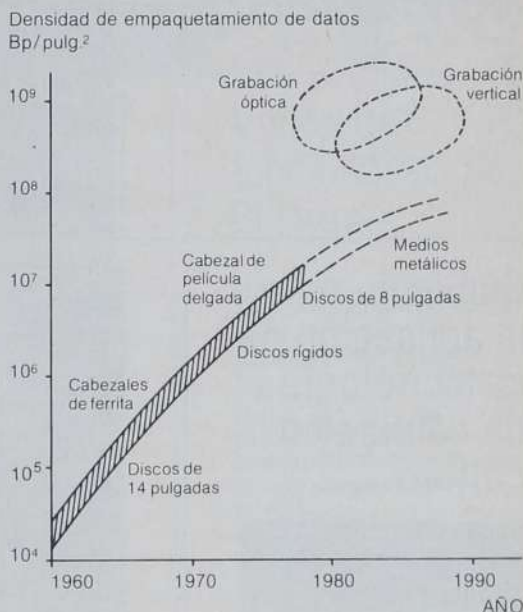
La grabación magnética continuará haciendo mayores contribuciones en beneficio del procesamiento de información, el significativo bajo costo de información almacenada en disco y el tiempo de acceso que permite un uso interactivo de una base de datos; además, proporciona la llave para muchas aplicaciones avanzadas. Las densidades se incrementarán arriba de 100 millones b/pulg² (Figura 6)²⁵, y se tendrán próximamente capacidades de varios miles de megabytes/pulgada con discos fijos y de arriba de 10 millones en discos suaves.

Figura 6. Densidad de almacenamiento en discos a través del tiempo.



Finalmente, los avances en la tecnología de discos es graficada en la Figura 7²⁶, para dar una idea del futuro desarrollo en esta área.

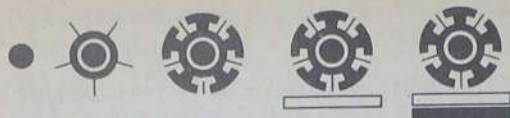
Figura 7. Avances en la tecnología de discos.



Referencias

- V. Pulsen, U.S. Patent No. 661619 (1900).
- D. Gordon, Computers and Electronics, 50-52 (1984).
- A. Mogilmer, Computers and Electronics, 53-55 (1984).
- D. Spiliotis y L. Lueck, Paper MMMS-C, SMY Symposium, Hawaii (1983).
- E.D. Daniel y I. Lerine, *Journal of Acoustic Society of America*, vol. 32, no. 1, p. 1-15, (1960).
- Bortz, A.B. y S.B. Dunkle, Report of the Workshop on Magnetic Information Technology, Office of Interdisciplinary Research, Directorate for Engineering, NSF (1983).
- C.H. Bajorek, Director (GPD, IBM, San José, Private Communication (1984).
- Finn Jorgensen, *Handbook of Magnetic Recording*, TAB.
- CIT Engineering News*, Pittsburgh, volume 2, no. 2 (1982).
- M.P. Sharrock, "Magnetic Recording Media Technology", 3M Center Report (1982).
- Robert Sehr, *Mini-Micro Systems*, 130 (1984).
- A.R. Corradi et al, IEEE Trans. *Mag.*, MAG-18, 1101 (1982).
- Y. Suganuma et al, IEEE Trans. *Mag.*, MAG-18, 1215 (1982).
- Ver referencia (8).
- G. Bate, *Ferromagnetic Materials*, Cap. 7, vol. 2, E.P. Wohlfarth, Ed., North Holland Publishing Company, Nueva York (1980).
- Symposium on Magnetic Media Manufacturing Methods, Honolulu, Hawaii, Mayo 25-27 (1983).
- J.V. Lemke, *Journal of Applied Physics*, 53, 2561 (1982).
- Ver referencia (3).
- Ver referencia (3).
- Robert M. White, IEEE, *Spectrum*, 32 (1983).
- NEC, reporte (1981).
- K. Togani et al, NEC, Japón, IEEE, MAG-19 (6), Nov. 1983, 2688.
- H.N. Bertram, paper C1.2, Materials Research Society Symposium, Albuquerque, Feb. (1984).
- Ver referencia (20).
- IBM Journal Report* (1980).
- Robert M. White, *Scientific American*, p. 138 (1980).





NOVIEMBRE



Convenio para la aplicación de la tecnología de células en cultivo



El Centro ha firmado un convenio con el DDF a fin de que se establezca un programa piloto en el Hospital Pediátrico de Tacubaya, con objeto de que la Unidad de Investigación y Transferencia Tecnológica de Células en Cultivo del Departamento de Biología Celular proporcione la epidermis cultivada in vitro, necesaria para el tratamiento de pacientes que han sufrido quemaduras.



El Centro transfiere tecnología a empresa privada

Hace algunos meses, el Cinvestav y Química Cuautitlán firmaron un contrato para la instalación en dicha empresa de una planta piloto con el propósito de producir Gluconato de calcio, compuesto importante para la fabricación de fármacos. Debido a que se demostró la factibilidad económica del proceso por los buenos resultados (se obtenían hasta esta fecha 350 kg), el

presente mes se hizo el registro de la transferencia de tal tecnología ante autoridades de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

En 1987 se espera producir 120 toneladas para el mercado nacional y el año siguiente iniciar su exportación. Cabe hacer notar que esta tecnología es totalmente mexicana, con un 98% de integración en materias primas y equipo.



Se llevó a cabo la II Escuela Mexicana de Partículas y Campos

Entre el 4 y el 12 de diciembre se celebraron los trabajos de la II Escuela Mexicana de Partículas y Campos, organizada por los Dres. José Luis Lucio y Arnulfo Zepeda, del Cinvestav, y M. Moreno, del Instituto de Física de la UNAM, en la ciudad de Cuernavaca. Participaron D. Cline (Universidad de Wisconsin en Madison), con el tema "Search for new particles"; R. Dixon (Laboratorio Fermi), "Fermilab fixed target program"; G. Kane (Universidad de Michigan en Ann Arbor); E. Kolb (Laboratorio Fermi), "Cos-



mology"; P. Ramond (Universidad de Florida), "Superstrings"; y R. Rajas (Laboratorio Fermi); "Physics at $s=2000$ GeV". La Escuela estuvo patrocinada por el propio Centro, CONACYT, ICTP/Trieste, SEP-SESIC y SEP-Cosnet.

Visita de funcionarios de Fertimex

El día 9, diversos funcionarios de Fertilizantes Mexicanos, encabezados por el Ing. Jesús Avila Galinzuaga, gerente de Planeación, y el Dr. Armando Puente Berumen, gerente de campo, recorrieron los departamentos de Química, Biotecnología y Bioingeniería e Ingeniería eléctrica, en particular el proyecto MicroSEP, la sección de Proyectos de Ingeniería y la sección de Metrología, así como la sección de Servicios de Control Analítico y Evaluación de Calidad. Estuvieron acompañados por los Dres. Héctor Nava y Enrique Campesino, y por los jefes de dichos departamentos y secciones.

El Premio Nacional de Ciencias 1986 al Dr. Martínez Palomo



El jueves 18 tuvo lugar la ceremonia de entrega de los premios nacionales de Ciencias y Artes 1986 en el Patio de Honor de Palacio Nacional, a manos del Presidente de la Madrid. El Dr. Adolfo Martínez Palomo, jefe de la sección de Patología Experimental del Departamento de Biología Celular, recibió el Premio de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales; los

otros distinguidos mexicanos que recibieron tal reconocimiento fueron el Dr. Luis Villoro Toranzo, Premio de Historia, Ciencias Sociales y Filosofía; Arq. Mario Pani, Premio de Bellas Artes; Rafael Solana, Premio de Lingüística y Literatura; Daniel Malacara Hernández, Premio de Tecnología y Diseño; grupo de Danza Regional Chichimeca de Querétaro y Sociedad de Artesanos indígenas Sna-Jolobil de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, Premio de Artes y Tradiciones Populares.

Convenio con el Instituto Mexicano del Petróleo

El Departamento de Ingeniería Eléctrica, sección de Computación, firmó un convenio con el IMP para impartir un curso

sobre redes de datos de informática a personal de la Subdirección de Servicios Profesionales de dicho instituto.

Celebración por el XXV aniversario

El día 12 se celebraron en el Departamento de Física diversas actividades con el propósito de conmemorar 25 años de Física en el Cinvestav y, por ende, un cuarto de siglo de nuestra institución. El acto coincidió con la clausura de la II Escuela Mexicana de Partículas y Campos, por parte del Dr. Héctor Nava. Además, el Dr. Gordon Kane hizo una exposición acerca de por qué el mundo necesita la Física de Partículas y por qué ésta requie-

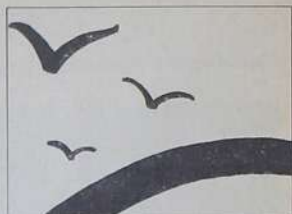
re de más máquinas. Luego, el Dr. Jerzy Plebański recordó los primeros años del departamento y el desarrollo de la Física Teórica en el Centro. Enseguida, el Dr. Arnulfo Zepeda, actual jefe del departamento, esbozó su estructura, logros y metas. Más tarde, el Dr. Feliciano Sánchez habló del desarrollo de la Física experimental aquí. Finalmente el Dr. Nava se refirió a la labor de la institución y entregó diplomas a profesores distinguidos del departamento.

La Medalla Yucatán al Dr. Alonso Fernández

El 15 de este mes se entregaron por primera vez las medallas Yucatán a cinco personas "seleccionadas en atención a sus obras o actividades científicas, artísticas, económicas

o culturales, que prestigien a Yucatán o contribuyan a su desenvolvimiento y progreso". El Dr. Alonso Fernández, director de la Unidad Mérida del Cinvestav, recibió medalla, diploma y premio.

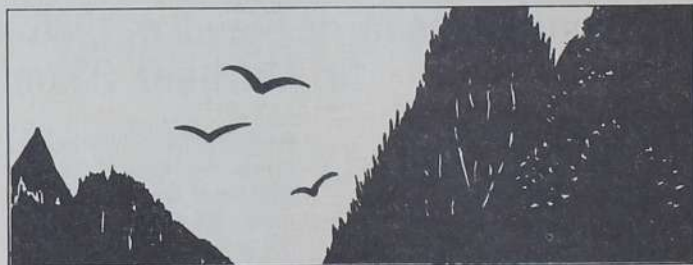
ENERO 87



Quince años de investigación educativa

El Departamento de Investigaciones Educativas celebró su décimo quinto aniversario con una mesa redonda sobre La enseñanza de las Ciencias Naturales en el nivel básico. Logros y perspectivas. Los participantes fueron los Dres. Juan Manuel Gutiérrez Vázquez (DIE), Luis de la Peña (Instituto de Física, UNAM), Romilio Tambutti (Centro de la Enseñanza de la Física, UNAM), Salvador Jara Guerrero (Centro de Investigación y Desarrollo del estado de Michoacán) y Ma. Antonia Candela (DIE). La coordinación de las exposiciones estuvo a cargo de la Dra. Elsie Rockwell, actual jefa del departamento.

FEBRERO



Curso sobre inteligencia artificial

Las secciones de Computación y Comunicaciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica clausuraron con éxito este mes un curso sobre la inteligencia

artificial y algunas de sus aplicaciones. La coordinación fue responsabilidad de los Dres. Ana Martínez Enriquez y Hugo Sánchez Salguero.



El Cinvestav en la ExpoSEP 87

Con la presencia de las más altas autoridades educativas, encabezadas por el Secretario de Educación Miguel González Avelar, se llevó a cabo una muestra más de los logros y actividades del sector educativo público en el país. En esta ocasión, la Sección de Bioelectrónica del Departamento de Farmacología y Toxicología, presentó el equipo que está construyendo: una cabecera de cuidados intensivos, un detector de movimientos oculares, un fijador de voltaje de epitelios y una unidad de enseñanza para la fisiología.

El Departamento de Biotec-

nología y Bioingeniería mostró mediante fotografías la planta piloto de fermentaciones, cuya segunda fase ha sido terminada.

Hubo también un área de publicaciones de venta al público con trabajos de Ingeniería Eléctrica, Matemáticas, Investigaciones Educativas y Matemática Educativa.

Finalmente, Matemática Educativa preparó un audiovisual en el que se hacía un esbozo de la historia de las matemáticas, con lo cual concluía la visita al pabellón del Centro en la ExpoSEP 87.

Nombramientos

El Dr. Fernando Esparza, Jefe del Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, fue ratificado en su cargo por la Junta Directiva por cuatro años más, a partir del primero de febrero de 1987.

Asimismo, el Dr. Juan Milton Garduño, Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica, también fue ratificado en su cargo por la Junta Directiva para un periodo de cuatro años más, a partir del 16 de febrero de este año.

Premio de la Academia de la Investigación Científica 1986 a la Dra. Rosalinda Contreras



En una ceremonia llevada a cabo el lunes 23 en el salón

Venustiano Carranza de los Pinos, el Presidente de la Madrid entregó los premios de la Academia de la Investigación Científica 1986 a la Dra. Rosalinda Contreras, jefa del Departamento de Química, Ciencias Exactas; Dr. Jesús A. García Sáinz, Ciencias Naturales y Jaime Serra Puche, Ciencias Sociales.

Medallas de la Academia de la Investigación Científica a investigadores del Centro

Medallas de la Academia, que se otorgan a los mejores trabajos en diversas áreas de la investigación científica, correspondieron este año, en Medicina y Fisiología, entre otros,

a los Dres. Marcos Solodkin, Ismael Jiménez y Pablo Rudomin, profesores-investigadores del Departamento de Fisiología y Biofísica, por su trabajo en identificación de interneuronas comunes espinal del gato; y al Dr. Pedro A. Lehmann, del Departamento de Farmacología y Toxicología, por su investigación sobre análisis cuantitativo de la estereoselectividad de receptores. De igual manera, los premios Weizmann, que se dan a las cuatro mejores tesis doctorales en Ciencias Exactas y Naturales, correspondieron, en Ciencias

Exactas, a los Dres. José Luis Arauz Lara, del Departamento de Física, por su trabajo sobre las propiedades dinámicas de suspensiones de partículas Brownianas interactuantes; y Rolando Cavazos Cadena por su labor respecto de las aproximaciones finitas y control adaptable de procesos de decisión Markovianos con factor de descuento. Cabe hacer notar que esta tesis fue elaborada bajo la supervisión del Dr. Onésimo Hernández, profesor-investigador del Departamento de Matemáticas del Cinvestav.



Relación de nuevos proyectos que cuentan con financiamiento adicional externo Diciembre 86-marzo 87

Departamento de Biología Celular

 **Conacyt**

Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico

Proyecto	Investigador responsable
----------	--------------------------

Cultivo de células para la producción de epidermis humana para el trasplante.

Dr. Walid Kuri-Harcuch

 **Cosnet**

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

Dr. Rubén López-Revilla

Departamento de Bioquímica

 **Conacyt**

Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Proyecto	Investigador responsable
----------	--------------------------

El papel del pH intracelular en la reacción acrosomal del espermatozoide de erizo de mar.

Dr. Alberto Darszon-Israel

 **Cosnet**

Caracterización de los sistemas de transporte de aminoácidos en *Entamoeba h.*

Dr. Jorge Cerbón-Solorzano

Importancia de los canales iónicos en la fisiología del espermatozoide.

Dr. Alberto Darszon-Israel

Departamento de Biotecnología y Bioingeniería

Conacyt 

Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico

Proyecto	Investigador responsable
----------	--------------------------

Hidrólisis de lactosa en leche por B-Galactosidasa inmovilizada en un reactor tipo centrífuga de canasta, a nivel semi-piloto.

Dr. Ignacio Magaña-Plaza

Departamento de Física

Cosnet 

Proyecto	Investigador responsable
----------	--------------------------

Programa Interinstitucional para la caracterización mediante análisis de superficies de materiales y procesos en la industria electrónica (continuación).

Dr. Juan Luis Peña-Chapa

Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias

Conacyt 

Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Proyecto	Investigador responsable
----------	--------------------------

Mecanismos presinápticos de la transmisión de información en la médula espinal.

Dr. Pablo Rudomin-Zevnovaty

Integración de un grupo de especialistas en biología de membranas (continuación)

Dr. Marcelino Cerejido-Matiboli

Departamento de Genética y Biología Molecular

Proyecto

Investigador responsable

Los complejos de Ca^{2+} - calmodulina con posibles reguladores de la patogenicidad de *Entamoeba histolytica* (continuación).

Dra. María de Lourdes Muñoz-Moreno

Departamento de Ingeniería Eléctrica

Proyecto

Investigador responsable

Diseño de circuitos integrados y fabricación via multiproyecto.

Dr. Juan Milton Garduño-Rubio

Control y programación de robots manipuladores industriales (continuación).

Dr. Juan Manuel Ibarra-Zannatha

Departamento de Investigaciones Educativas

Proyecto

Investigador responsable

Programa de Especialización en formación docente.

M.A. Elsie Rockwell

Unidad Irapuato

Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Proyecto

Investigador responsable

Desnitrificación, su repercusión en el uso adecuado de fertilizantes nitrogenados en el bajo

Dr. Juan José Peña-Cabralles

Unidad Mérida

Proyecto

Investigador responsable

Creación de un laboratorio de análisis e instrumentación para la Unidad Mérida del Cinvestav.

Dr. Alonso Fernández-González

Metaloproteínas en el camarón rosado *Penaeus duorarum* expuesto al cobre.

M.C. Gerardo Gold-Bouchot

Unidad Saltillo

Proyecto

Investigador responsable

Viabilidad de fabricación de filtros cerámicos para aluminio líquido.

Dr. Manuel Méndez-Nonell

En información económica...



...la oportunidad hace la diferencia

colección AVANCES

La colección **AVANCES** de Información Económica constituye una serie de nuevos productos de edición periódica —mensual y trimestral— que ofrece con mayor actualidad, oportunidad y anticipación, información de corto plazo sobre las principales variables de

la actividad económica nacional.

Elaborada con información obtenida de encuestas realizadas por el propio INEGI, así como de diversas fuentes, esta colección reúne obras sobre siete temas específicos:

- Balanza Comercial
- Construcción
- Empleo
- Encuesta de Establecimientos Comerciales
- Encuesta Industrial Mensual
- Industria Maquiladora de Exportación
- Industria Minero-metalúrgica

Para mayores informes llame al teléfono 598-99-05 de la Subdirección de Comercialización ubicada en Patriotismo No. 711, Torre "A", 2o. Piso, Col. Mixcoac, 03910 México, D.F., o acuda a nuestros Centros de Información y Venta distribuidos en toda la República Mexicana:

CENTROS DE INFORMACIÓN Y VENTA

AGUASCALIENTES, AGS. Plaza de la República No. 111. Esq. Plaza Peña, Centro CP 20000 Aguascalientes, Ags.	DIRECCIONES REGIONALES MÉRIDA, YUC. Paseo Monterrey No. 442 Plaza Centro CP 97100 Mérida, Yuc. Tel. 91 992 612-12	SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P. Independencia No. 1025, Centro CP 78000 San Luis Potosí, S.L.P. Tel. 91 481 230-75
DISTRITO FEDERAL INSURGENTES SUR No. 795, P.B. Col. Nápoles Deleg. Benito Juárez CP 03810 México, D.F. Tels. 687 46 91 y 687 29 11 ext. 289	QUADALAJARA, JAL. Av. Alcaide No. 788 Esq. Jesús García Sector Hidalgo CP 44100 Guadalajara, Jal. Tel. 91 36 14 19 09	HERMOSILLO, SON. CP 83220 Hermosillo, Son. Tel. 91 821 611-03
AEROPUERTO DE LA CIUDAD DE MÉXICO "Benito Juárez" Local 65 Deleg. Venustiano Carranza CP 15620 México, D.F.	DURANGO, DGO. Frisco Pasador No. 706, Oriente entre Laureano Roca y Voladores CP 34000 Durango, Dgo. Tels. 91 181 282 30 y 254 04	MONTERREY, N.L. Carretera a Bahía Kino Km. 0.5 CP 83220 Hermosillo, Son. Tel. 91 821 611-03
RIO RHEN No. 68 Col. Ciudad Satélite Deleg. Cuajaltemec CP 06400 México, D.F.	OAXACA, OAX. Calz. Porfirio Díaz No. 317 Esq. Dr. Demetrio Mayoral Pardo Col. Reforma CP 68050 Oaxaca, Oax. Tel. 91 951 565-67	PUEBLA, PUE. 19 Sur No. 1102 Esq. 11 Poniente Col. San Mateo CP 72000 Puebla, Pue. Tel. 91 72 41 29-49
FRANCISCO SOSA No. 383 Esq. Salvador Novis Col. Coyacán Deleg. Coyacán CP 04000 México, D.F.		TOLUCA, EDO. DE MEX. Hidalgo Ote. No. 1227 Esq. Jaime Nardi CP 50000 Toluca Edif. de Mex Tels. 91 721 422 99 y 422 00

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA



El científico cachorro

Marcelino Cerejido

Muchas veces, ante la noticia de que este año no llegará al Centro el dinero de un donativo ya aprobado, ante un apagón que ocurre justo en medio de un experimento, o ante la evidencia de que las gestiones para comprar un radioisótopo recargan su precio en un doscientos por ciento y no me quedan fondos para comprarlo, me he preguntado con cierto reproche por qué demonios me habré metido a científico. Y, contra todo lo que uno podría suponer, la respuesta no siempre adopta la forma de una imprecación contra mis genitales. Por el contrario, hubo veces que he podido rastrear los orígenes de algunas de mis curiosidades científicas. En este artículo narro cómo fui incorporando nociones sobre el tiempo y sus consecuencias, o mejor dicho: cómo me imagino hoy que ocurrieron aquellas cosas.

El Presente

De niño, el pasado y el futuro no existían para mí. Siendo mi historia tan cortita, no tenía sentido ordenar los sucesos cronológicamente. Todo ocurría en aquel *entonces*, que era mi *ahora*, y del que jamás se me ocurrió sospechar de que no fuera permanente. Si a lo sumo reconocía un "esta mañana" y un "ayer" estos no eran más que ampliaciones espaciales de un presente demasiado lleno de cosas como para que le cupieran todas. Nada había cambiado, yo no necesitaba un pasado desde esos ratos que yo sentía simultáneos. Por ejemplo ¿qué otra cosa podría ser (o haber sido) mi abuelo que, precisamente, mi abuelo? Incluso cuando él me explicaba que yo llegaría a ser presidente de la República, yo me veía desempeñando dicho cargo a los cinco o seis años de edad, de pantalones cortos y con remolinos rematando la raya del peinado, pero fingiendo la solemnidad que la primera magistratura requeriría. Dentro de treinta o cuarenta años yo, que continuaría teniendo cinco, sería el presidente más precoz de la historia.

Marcelino Cerejido es profesor titular e investigador del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias.

Para mí no tenía significado que mi abuelo me dijera que, allá en Piamonte, él había sido un niño trabajador. ¿Niño? Mi abuelo no podía haber sido niño. A lo sumo alcanzaba a imaginármelo de menor estatura que la actual, pero de anteojos, boina azul, bufanda y charruto en la comisura de la boca, realizando las tareas que solía enumerar y que, a medida que pasaban los años, él declaraba haber desempeñado a edades más y más tempranas. "A los cinco años repartía pan" afirmaba mi abuelo cabeceando su autoconmiseración admirativa. Y si algún tío lo provocaba diciendo que Malaberti había comenzado a vender pan a los cuatro, el viejo no tenía el menor empacho en aseverar que, a decir verdad, él había salido con su canasta de pan desde que tenía tres años, pero que lo había ocultado por temor a que no lo creyesen. De manera que cuando mi abuelo mencionaba su niñez piamontesa, yo lo representaba como un viejito canoso, con bifocales, cigarro de hoja y bufanda de lana, sólo que de apenas treinta centímetros de estatura, y deambulando por las calles dormidas de su Piamonte. La edad era algo que a uno le tocaba en suerte, y esa suerte había determinado que yo fuera un chico de cinco años de edad, y que él en cambio tuviera que ser mi abuelo. Para mí *él ahora* era una luz con la que yo podía iluminar cualquier imagen, se llamara recuerdo o anticipación, pero *ahora*. Bastaba pensar las cosas para vivirlas en un presente único y eterno.

El Futuro

Conocí al futuro como angustia porque mi mamá tuviera que atender a mi hermano, a su negocio, o al timbre de la puerta, y ubicar su regreso en un "más tarde" que yo no diferenciaba de la eternidad. Lo conocí también como sopa que yo debía tomar como requisito para merecer pastel de chocolate. Ese pastel quedaba así ubicado en un *después* hecho de asqueroso minestrón. Y digo "asqueroso" respetando mis gustos de aquel entonces, y para explicar que mi tiempo no estaba dividido en horas, minutos y segundos, sino en puerros, tocinos, zanahorias y cebollas. Para desasquerosar el minestrón yo separaba a punta de cuchara los colgajos de puerro, y los deposi-

taba en el borde del plato. La cebolla hervida me daba náuseas: ¡fuera con sus repelentes vitrosidades! Los trozos de tocino me resultaban intragables; mi repulsa por las rebanadas de zanahoria (y ni hablar de las de papa) era ya conocida por mi familia, que consentía en que yo los exiliara en la orilla. Mi plato terminaba pues con una gruesa rosca de ingredientes que enmarcaban al caldo turbio, y ya frío, que no tendría más remedio que tomarme, de lo contrario el "entonces nada de pastel" hubiera sido para mí un "nunca más", una postrera eternidad sin postre.

Ni mi perro ni yo alcanzábamos a comprender que la promesa "Mañana tío Marcos te llevará a pescar", se cumpliría después de una tarde, de una noche y de un trozo de la mañana siguiente. Al recibir la noticia, nosotros nos alistábamos a esperar: yo con el consabido chaleco por si hacía frío, y el perro meneando la cola, que es la forma canina de concebir la relatividad y acortar el tiempo. Ni aun cuando al crecer llegué a utilizar las expresiones *después, mañana, más tarde, luego, la próxima semana*, pude lograr imaginarme un futuro en el que mis padres no fueran a existir, en el que mi casa se pusiera vieja y despintada, en el que me llegaría a rodear de seres que todavía no habían nacido. Para colmo, yo ni me daba cuenta de que iba adoptando dichas nociones. Simplemente me fui encontrando con un futuro ya instalado en mi visión del mundo, que aguardaba pacientemente a que yo le fuera inaugurando.

El Pasado

El pasado era un lugar chato, hacia el que yo proyectaba toda esa información que mis mayores ubicaban en el pretérito. Era una especie de función puramente mental, con la que yo le daba sentido a frases tales como "Cuando construyeron esta casa", "Colón descubrió América", "San Martín cruzó los Andes". La chatura consistía en esa puntualidad tozuda, producto de no discriminar entre un *antes* y un *después* dentro de un mismo pasado, de no entender que hubiera algunos pasados más viejos que otros, de atribuirle una coetaneidad a mis abuelos, a Colón, a San Martín y a Jesús.

Un juguete roto no era un objeto que yo recordara sano, sino una fatalidad presente. Lo fundamental de que mi madre no regresara del mercado, era simplemente una angustia actual, no una memoria de presencias anteriores. Yo decía "no está" sin recordar un "estuvo". Mi memoria era lo que recordaba *ahora*, y no tenía pasado. Cuando comencé a tenerlo, el pasado surgió como una tajada súbita de historia que yo me había perdido por ser un niño: todo aquello que había ocurrido cuando yo aún no estaba.

El Infinito

Ocupaba una lata cilíndrica color verde, que contenía exactamente cinco litros de aceite: el infinito. Era un bote lustroso con un óvalo estampado junto al nombre "Aceite Cocinero", que enmarcaba a un cocinero sonriente, tocado con sombrero blanco de sacerdote griego, como todos los cocineros que se precian de tales y hacen honor a su estirpe. Risueño, el guisandero exhibía en la palma alzada de su mano una lata verde lustroso de Aceite Cocinero, idéntica a la primera y que, por lo tanto, también mostraba en un óvalo a un cocinero sonriente que lucía orgullosamente una lata lustrosa color verde. Acerqué mi ojo, y pude distinguir que, por supuesto, dicha lata tenía un pequeñísimo óvalo, apenas discernible, en el que imaginé otro cocinero, con otra lata, y otro óvalo, y...

Comprendí así la idea de series infinitas convergentes, si bien en realidad no lo era, ni yo en ese entonces podría haberla llamado así.

La Relatividad

Landau, el eminente físico ruso, afirmaba que el hombre conoce la relatividad desde que estaba en las cavernas. Así, cuando un señor veía que su hermano gemelo tenía una estatura de apenas veinte centímetros, no desesperaba porque éste se hubiera encogido; simplemente comprendía que su hermano estaba lejos. Nosotros, los argentinos, por más que dibujaran a nuestro país en la parte de abajo de los globos terráqueos, sabíamos muy bien que en el Universo no hay un arriba y un abajo, sino que todo depende de quién (o mejor dicho *dónde*) está



Foto de Diane Arbus.

situado el que lo anuncia. Mi gente tenía una relatividad cromática, y no solamente una basada en el espacio-tiempo, por eso decían "todo es según el color del cristal con que se mira". Parece que para ellos los sistemas de referencia eran entonces sus anteojos.

Si por *percatarse* de la relatividad entendieramos "darse cuenta de sus efectos", y no meramente el "poder formularla en ecuaciones", creo que yo comencé a encontrarme con ella de muy diversas maneras. Veamos.

Uno de esos encontronazos tuvo lugar nada menos que en el dormitorio de mis padres. Uno de esos parientes que no nos visitaban nunca, se había aparecido de pronto por mi casa con el semblante circunspecto, y correspondió con presagiosa parquedad a los saludos efusivos de mi padre. Se encerraron en el dormitorio y, al rato, cuando me dejaron entrar, mi mamá me explicó que había muerto mi abuela paterna. Rato después entró también la muchacha con tres cafés y, mientras los dejaba sobre una cómoda, sus ojos trataron de informarse sobre la razón de tanto misterio. "Hoy se murió mi

abuela paterna..." comencé a contarle, a lo que mi madre me corrigió: "Hoy no, fue el mes pasado, sólo que recién ayer la noticia le llegó al tío de España". Y yo, que en alguna oportunidad había escuchado el aforismo "Más rápido que una mala noticia", entendí que la transmisión de los mensajes no podía ser instantánea.

Otro de los encuentros con la relatividad lo tuve en la puerta de la casa de mis abuelos maternos. Se festejaba no sé qué santo, y alguien me señaló la torre de la iglesia de Santa Rita, distante unas ocho cuabras. Vi cómo se deshacía en el aire una granada y, un instante después, me llegó un estruendo atenuado. Algo me explicaron sobre la velocidad del sonido y, aunque ahora me doy cuenta de que cometieron el error de decirme que en cambio la luz no demoraba, el efecto no dejó de maravillarme.

Así y todo, cierta vez que en el cine noté con estupor que las ruedas de una diligencia norteamericana giraban al revés (¡otra vez la relatividad con respecto al Hemisferio Norte!) no hubo nadie en el barrio que pudiera explicarme el porqué. Ni siquiera mi tío Pascual. Este tío era un noctámbulo que pasaba horas y horas fumando al oscuro, oyendo los grillos, y mirando las estrellas. Cuando en vacaciones me quedaba en casa de mis abuelos, me permitían quedarme levantado en su compañía. Tío Pascual solía despertarme una y otra vez para oír mi afirmación "Pero si no tengo sueño", y me cubría con su saco para que yo durmiera tranquilamente sobre un banco del patio. Cierta vez, para hacerme comprender la enorme distancia a las estrellas y el significado del Año Luz, mi tío se aventuró a decirme que había una estrella a cuatro años luz de la Tierra. "Suponte que hubiera ahí un espejo y que te pudieras mirar en él a pesar de la distancia. Pues bien, los rayos de luz que abandonan tu cara y tu ropa en un momento dado, taradarían cuatro años en llegar al espejo, y otros cuatro en reflejarse y volver a tus ojos. Ocho en total ¿no es así? Entonces tu aún no podrías mirarte en él, porque sólo tienes seis. Ni aún podrías ver a tu mamá embarazada; ella ni aún estaría casada; tus padres ni hubieran aún..." se interrumpió. Yo no sé qué habría estado por decir, pero el ejemplo fue suficiente.

Por supuesto que esos encontronazos no

siempre tuvieron que ver con la velocidad de la luz, ni se limitaron únicamente a fenómenos físicos. Es más: a veces ni siquiera tuvieron nada que ver con la realidad. Ahí está por ejemplo la vez que le escuché decir a mi madre, que no había que mirar al agua que había puesto sobre el fuego, de lo contrario no herviría jamás. Mi madre que, estoy seguro, no sabía un rábano de cuántica, suponía que el punto de ebullición depende del observador. En otra oportunidad, al escuchar a un señor que afirmaba ser de izquierda, un vecino le acotó por lo bajo a mi padre: "Si... de izquierda... con respecto a Adolfo Hitler". Por eso que en estos rastreos para descubrir el cómo y el cuándo me habré ido percatando de ciertos conceptos sobre el tiempo las huellas me suelen llevar a territorios imprecisos, de los que hoy apenas si me queda una nostalgia. 

la
ciencia
desde México

Las revoluciones de la ciencia descritas
con sencillez por científicos mexicanos

Carlos Ruiz Mejía

27. TRAMPAS DE LUZ

Jesús Adolfo García-Sainz

28. HORMONAS

Mensajeros químicos y comunicación celular

Carlos E. Rangel Nafaille

29. LOS MATERIALES DE LA CIVILIZACIÓN

Ricardo Tapia

30. LAS CÉLULAS DE LA MENTE

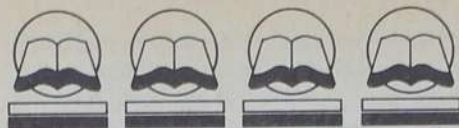
Luis de la Peña

31. ALBERT EINSTEIN: NAVEGANTE SOLITARIO

Ana María Cetto

**32. LA LUZ EN LA NATURALEZA
Y EN EL LABORATORIO**

SEP 



libros

Nuevas colecciones de libros científicos

Carlos López Beltrán

1986 fue un año crítico para los proyectos de divulgación de ciencia a nivel popular en los Estados Unidos. Significó una especie de amargo despertar después de la euforia de los años precedentes en los que la difusión televisada, la creación de revistas y la edición continua de libros con temas científicos dirigidos a audiencias amplias parecía haber

entrado a un crecimiento exponencial sin aparentes límites. Seguidos a cierta distancia por los países europeos, los norteamericanos parecían estar dando pasos enormes en la dirección trazada décadas antes por algunos visionarios, pioneros del esfuerzo por incorporar el conocimiento científico a la cultura.



Ilustraciones tomadas de *The Sciences*, marzo-abril de 1987.

Prenci, boletín mensual del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia, UNAM, enero de 1987. (Coordinación: Ana María Sánchez y Nemesio Chávez.) Bajo el nombre de núcleos activos de galaxias se ha originado un vasto campo de investigación, que comprende los cuasares, las galaxias Seyfert, las radiogalaxias y otros objetos. El desarrollo de este campo pudo proporcionar claves para la comprensión de la naturaleza de las galaxias y la evolución del universo. Estrella Burgos nos ofrece una panorámica de los cuasares en este número. Además, el Dr. José Luis Sánchez Bribiesca, Premio Nacional de Tecnología 1985, hace una amena revisión de los pensadores que se han ocupado del tiempo.

Representaciones deslumbrantes de la fracturada corteza terrestre flotando sobre un mar de magma ("El Planeta Tierra"), de los helados y activos fragmentos que conforman los anillos de Saturno ("Cosmos"), grabaciones del escalofriante canto de las ballenas jorobadas e imágenes de su rítmico nado ("La vida sobre la Tierra"), etcétera, se incorporaron, televisor de por medio, a la imaginaria popular anglosajona y, poco después, a la de ciertos sectores de sus colonias. Palabras sonoras y enigmáticas como *cuasar*, *cuark*, *pión*, *clona*; frases como "salto cuántico", "gene egoísta", "el Gran Pum", "catástrofe umbilical" y otras encontraron su camino hacia los más variados contextos, en donde igual podían servir de arrojado autoritario que de constructiva metáfora, siempre con escasa relación con su poderosa pero inexpugnable cuna. Los científicos y divulgadores parecían estar encontrando los secretos de una nueva forma de comunicación de las complejas ideas de la ciencia. Audacia al bautizar los hallazgos de modo que en los puros nombres existan ya anzuelos, resonancias atractivas al lego, y la utilización de todos los desarrollos de la comunicación visual, auditiva e histriónica realizados en esos países para refor-

zar su cultura del espectáculo, fueron elementos que los nuevos mensajeros de la ciencia aprendieron a manejar con sabiduría. Las audiencias de lo científico crecieron dramáticamente y con ellas el interés de publicistas y publicadores en hacer de eso un negocio.

El año pasado resultó así del desencanto. Tanto el público como los patrocinadores resultaron menos interesados de lo que se pensaba en el proyecto cultural del que (según algunos) estaban siendo parte. Las características de "moda" del fenómeno se pusieron en evidencia. El apoyo tanto del público "consumidor de ciencia" como el de la "publicidad" decayó, y varias de las revistas de divulgación quebraron y se vieron obligadas a subastarse (*Scientific American*, *Science* 86) o a cerrar (*Science Digest*). *Scientific American*, la revista de divulgación científica de mayor tradición y calidad, pasó a manos alemanas; las listas de suscripción y los "logos" de *Science Digest* y *Science* 86 fueron adquiridos por *Time-Life Inc.*, dueña de la sobreviviente *Discover*, que no obstante declaró tener pérdidas por 50 millones de dólares. En fin, un panorama triste.

No sé si la publicación de libros con temas científicos sufrió una con-

Revista de la Universidad Surcolombiana, núm. 7, año III, vol. 2, julio-septiembre de 1986 (William Fernando Torres Silva, director): ¿La Universidad para qué? Utilidad y vigencia del enfoque de investigación participativa en el estudio de los fenómenos educativos. El pensamiento psicoanalítico de Estanislao Zuleta. Stephen R. L. Clark, **La naturaleza de la bestia**, FCE, México, 1987. (Breviarios núm. 423.) En este libro, el autor pretende aclarar los problemas suscitados por la herencia acumulada y la fantasía al imputarle a los animales todo tipo de disposiciones, sentimientos y cualidades morales que también asignamos a los hombres.

tracción similar durante el año pasado en los EUA, pero en todo caso no creo que haya sido tan severa pues no hay en éstos una dependencia estrecha de la publicidad.

De cualquier modo, lo que a estas alturas sí resulta claro es que aunque los cálculos más optimistas hayan fallado, sí existe en el primer mundo un público creciente para la divulgación de la ciencia y un número cada vez mayor de personas están incorporándose a la antes impensable profesión de escritor-científico. Esto ha motivado que las casas editoriales inauguren espacios para esas obras. El "establishment" cultural tradicional ha dado, en esos países, una carta de identidad a tan novedosa actitud ante el conocimiento científico.

Como se ha repetido innumerables veces, la tradición cultural hispánica parece más refractaria al conocimiento científico, y sea o no ésta la causa, lo que sí es innegable es que hasta muy recientemente poco caso le ha hecho la industria editorial a la divulgación científica en nuestro idioma. Me refiero, claro, a los escritos sobre ciencia como el género literario moderno que han llegado a ser, y no a la edición de libros de texto ni de folletines o enciclopedias hechizas.

La colección de divulgación científica **La Ciencia desde México**, que publican conjuntamente el Fondo de Cultura Económica, la SEP y Conacyt, tiene ya en circulación, entre otros, los siguientes títulos: **La gran ilusión. II. Los cuarks**, de Jorge Flores Valdés; **El desarrollo de la tecnología. La aportación de la física**, de Fernando Alba Andrade; **De las bacterias al hombre: la evolución**, de Daniel Piñero; **Arquitectura de sólidos y líquidos**, de Elie-

zer Braun; y **Trampas de luz**, de Carlos Ruis Mejía.

Paul Davies, El universo accidental, Salvat Editores, Barcelona, 1986, 174 págs. (Biblioteca Científica Salvat núm. 56.) Davies, profesor de Matemáticas aplicadas en el King's College de Londres y de Física teórica en la Universidad de Newcastle, es un activo divulgador de la ciencia. En este libro ofrece un panorama de las características fundamentales del origen y des-

Entre las empresas editoriales que obviamente destacan con ya varios años de esfuerzos por poner la escritura científica al alcance de los lectores de español se conocen en México las azarosas (por criterios y dificultades de obtener derechos) colecciones, básicamente de traducciones, del **Fondo de Cultura Económica** (México), y **Alianza Editorial** (España). A la primera debemos, entre muchas otras cosas, el conocimiento en nuestro país de autores magníficos como P. B. Medawar, E. O. Wilson, J. Bernstein, P. Thuillier, Lewis Thomas y P. C. W. Davies. A la segunda, la lectura en nuestro idioma de S. Weinberg, C.U.M. Smith, I. Lakatos, P. Cloud, etc. Con cierta solidez, debido básicamente a la intervención del hábil físico catalán Jorge Wagensberg, la porción de la colección marginal de **Tusquets** dedicada a la ciencia, ha hecho valiosas aportaciones a nuestro acervo; desde la difusión de los clásicos *El azar y la necesidad* de J. Monod y *¿Qué es la vida?* de Schrödinger, hasta la de las obras de R. Thom, I. Prigogine, Ch. Sherrington, N. Weiner, etc. En biología hay que mencionar a los carísimos pero bien escogidos títulos de **H. Blume Editores**, entre cuyos aciertos está el haber traducido la estupefaciente obra ensayística de S. J. Gould. A pesar de todo ello el panorama hasta hace poco parecía desolador. Bastaba asomarse a ver lo que en otros sitios ocurría en ediciones sobre ciencia para percibir un contraste deprimente.

Por inescrutables designios, fue en nuestro país el año pasado el que mayor movimiento ha presenciado respecto a la circulación de libros de divulgación científica. Por lo menos cinco nuevas colecciones empezaron a circular con la intención de alcanzar audiencias relativamente amplias. La primera de ellas es la colección "Viajeros del Conocimiento", coeditada por **Conacyt** y **Ediciones Gatopardo**, que son pequeñas antologías de textos clásicos de científicos famosos con presentaciones relativamente amplias. Lamarck, Galileo y Darwin fueron elegidos para los primeros títulos. Dirigidos a un público amplio, estos libritos dejan qué desear en cuanto al manejo de la información histórica. El año pasado también llegaron a nuestras librerías y, sobre todo, estanterías, dos sorprendentes colecciones españolas, básicamente de libros traducidos, que contra todos los buenos deseos han tenido una recepción más bien lamentable por parte del público nacional. Se trata de las series que aparecieron bajo los rubros de **Orbis/Muy Interesante** y **Salvat** respectivamente.

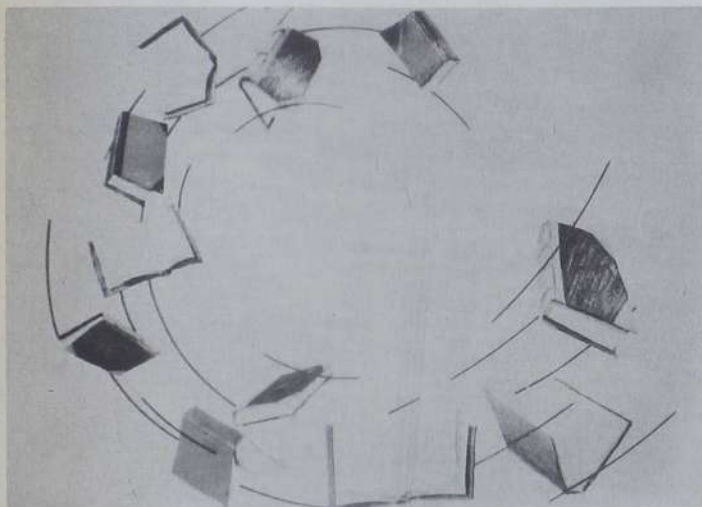
La primera de ellas ha tenido al parecer una relativamente mejor acogida y, en mi opinión, es una colección más bien desequilibrada. Hereda los defectos de la revista *Muy Interesante* que, como se sabe, es la traducción española de *Ça m'intéresse*, revista francesa amena pero peligrosamente ecléctica e incluso amarillista. Así, al lado de ex-

celentes títulos que toman prestados los acervos de **Tusquets** y **Blume**, haciéndolos accesibles por menos dinero, se encuentran algunos títulos de dudosa estirpe. Hay, no obstante, obras imprescindibles. Entre las que recuerdo, menciono con todo entusiasmo *El pulgar del panda* de Gould, *La formación de la Humanidad* de Leakey, *Controversia sobre Mente y Máquinas* de A. Ross Anderson y *Gaia* de Lovelock, además de los libros de Monod, Heisenberg y Schrödinger.

No me cabe duda de que el más sólido esfuerzo reciente por reflejar en una colección de libros en español una panorámica de la ciencia actual es el de la **Biblioteca Científica Salvat**. De los cuarenta y tantos títulos que a nuestro país han llegado, muy pocos son medianos, diez o doce son buenos nomás, y el resto son muy buenos. Casi cualquier aspecto del conocimiento científico sobre la naturaleza ha sido incluido, y de los temas más relevantes hay ya dos y hasta tres versiones. Tomando en cuenta los laberínticos problemas que por conseguir derechos de traducción enfrentan los editores y la no menor dificultad por estar más o menos al día en lo que en otros lares se produce, el logro de esta colección es magnífico. En ella se traducen tanto cosas muy nuevas como se rescatan viejas joyas hace tiempo fuera de circulación, con un equilibrio envidiable. Enlisto, de entre los que he alcanzado a leer, los que me han parecido los mejores: *El gen egoísta* de R. Dawkins,

arrollo del universo y expone el principio antrópico, pues resulta ya una obsesión la búsqueda de una ley última que concilie la simplicidad con la aparente diversidad de la naturaleza. "Procesos ocurridos en el todavía poco conocido universo primitivo podrían ser responsables de que el movimiento cósmico tuviera un comportamiento inesperadamente simétrico", dice Davies, y agrega: "Si estos futuros éxitos [alcanzar una teoría de superunificación] se hacen reali-

dad y nos proporcionan razones físicas de la disposición aparentemente accidental del mundo, entonces el principio antrópico perderá su capacidad de explicación. Sin embargo, no dejará de ser extraordinario que la física básica haya sido organizada de manera tan propicia para la vida".



En busca del gato de Schrödinger de J. Gribbin, *Gorilas en la niebla* de Jane Goodall (libro del que **Avance y Perspectiva** publicó una reseña en su número 28), *Naturalistas curiosos* de N. Tinbergen, *El universo de Stephen Hawking* de John Boslough, la excelente antología de ensayos científicos de todos los tiempos *El escarabajo sagrado* de Martin Gardner, y también de él *Izquierda y derecha en el Cosmos*, además de los varios títulos publicados de Paul Davies y James Trefil.

No puedo negar que me ha resultado extraña la poca circulación (y aún promoción) de esta colección. Y no puedo dejar de pensar que la causa es que hay todavía mucha distancia entre el mensaje científico

contemporáneo y nuestra tradición cultural.

Dos colecciones más aparecieron en 1986. No se trata ya en ella de hacer circular traducciones de libros.

libros extranjeros, sino de promover material sobre ciencia escrito en nuestro país. "La Ciencia desde México" es un esfuerzo conjunto del **Fondo de Cultura Económica**, **SEP** y **Conacyt**. Su intención es abrir un espacio para que los mejores científicos mexicanos se comuniquen directamente con el público en general. Caben por tanto en ella todos los temas, enfoques, niveles e intenciones concebibles. Lo que sí parece aún lejos del científico mexicano es la actitud del *escritor científico*. Los

resultados, creo, son desiguales. La amplísima promoción y distribución de esta serie parecen estar surtiendo efecto y en verdad es importante (para los que estamos interesados en esta tarea) estar atentos a lo que el tiempo nos diga sobre los resultados de dicho esfuerzo. Entre los veintitantos títulos que circulan, hay algunos que alcanzan muy buen nivel. Menciono algunos: *Un Universo en expansión* de Luis Felipe Rodríguez, *La gran ilusión* de Jorge Flores V., *Cosas de la Ciencia* de Fernando del Río y León Máximo (en el que sí se aprecian cualidades estilísticas diferentes) y *De las bacterias al hombre: la evolución* de Daniel Piñero.

Poco hablaré de "Imágenes la naturaleza", pues he participado en ella. Editada por **SEP** y **UNAM**, su intención es brindar una visión panorámica del conocimiento científico actual accesible a quien haya cursado la secundaria. Al lado de cada científico que escribe cada libro, trabaja un equipo de editores que intenta llevar el mensaje hacia un estilo y una forma que faciliten la comunicación. El resultado de este esfuerzo, del que ya circulan once títulos a través de El Correo del Libro (SEP), es también incierto.

La "incorporación" de la ciencia a la cultura es un fenómeno que se está dando sin lugar a dudas. Cómo y cuándo se llegue a consolidar es aún un misterio. Pero el libro, según parece, juega un papel central en ese drama. 



Seis cualidades fundamentales para la investigación

Eusebio Juaristi



Una investigación exitosa depende de factores que van desde la buena fortuna para hallar datos valiosos hasta el carácter del investigador. En tanto que la fortuna es una compleja e ilógica trama de riesgo, hechos circunstanciales y un intelecto atento, las características del investigador pueden ser descritas con mayor precisión. En términos generales, un buen investigador debe poseer seis cualidades.

Primera, la **curiosidad**, es decir, la actitud que nos entusiasma por el deseo de saber cuando nos enfrentamos a lo desconocido y sorprendente que puede llegar a suceder en nuestra labor. Esto establece una diferencia entre el

Eusebio Juaristi es profesor titular e investigador del Departamento de Química.

buen investigador y los que simplemente hacen su trabajo rutinario para asegurarse un ingreso.

La curiosidad es el origen del progreso humano, desde el dominio del fuego y la invención de la rueda hasta el lanzamiento de satélites y la construcción de computadoras. La curiosidad es una característica fundamental humana; la podemos observar cuando un bebé indaga el mundo que lo rodea: su primera pelota, una hoja de papel, una sonaja de plástico. No obstante, muchos de nosotros perdemos este espíritu aventurero; la sociedad y los medios masivos de comunicación nos hacen indolentes o nos vuelven escépticos. Pasamos días enteros siguiendo fervorosamente la trivia deportiva por televisión o nos obsesionamos por acumular dinero, a costa de perder la emoción por el descubrimiento y a riesgo de dejar escapar el *jeureka!*, que sólo se da una vez en la vida.

Segunda, la **observación atenta**, así como un pensamiento visionario. Debemos tener una mente lógica para diseñar experimentos e interpretar los resultados correctamente. Gracias a esto, se obtienen las consecuencias más útiles e interesantes de la investigación. Por ejemplo, en 1962 Barnett Rosenberg, de la Universidad Estatal de Michigan, encontró que la aplicación de una corriente eléctrica a bacterias suspendía su reproducción.¹ Una observación cuidadosa lo llevó a la conclusión de que este efecto era ocasionado por los electrodos de platino más que por la corriente misma. El resultado fue el 3cis—platino, uno de los agentes terapéuticos más eficaces contra el cáncer.

En tercer lugar, la **firmeza**. Esta característica es esencial para todo empeño humano, particularmente si se desea hacer bien el trabajo. Sin embargo, en el caso del investigador la firmeza es vital ya que el avance en investigación científica normalmente es lento. Sólo con disciplina y perseverancia podrá un investigador desarrollar experimentos y reunir información suficiente que tal vez lo conduzcan a un adelanto en el conocimiento. La capacidad de un joven investigador para no abandonar la tarea inminente tiene su primera prueba en la universidad y en la escuela de graduados. Un grado de doctor representa no sólo el aumento de

conocimientos, sino también la motivación y perseverancia para terminar un proyecto más importante.

La cuarta cualidad es tener los **conocimientos actualizados**. Es de capital importancia que los investigadores posean una educación tan amplia como les sea posible. Esto les permitirá reconocer la relación entre el tema de interés y los progresos hechos por otros al rechazar las fronteras del conocimiento. Más aún, tal conocimiento amplio de las cosas les revelará usos de herramientas antes desconocidos.



Además, por supuesto, un conocimiento concienzudo del propio campo de investigación prevenirá la disipadora repetición de esfuerzos. El conocimiento científico es acumulativo. El progreso es posible sólo cuando el trabajo se construye sobre sólidos fundamentos científicos.

En el trabajo dentro de la ciencia extendemos nuestros sentidos con instrumentos. Podemos ver en el infrarojo y en el ultravioleta. Podemos pesar pisogramas y observar los efectos de los electrones. Podemos analizar los rastros de vapor mediante cromatografía y medir la temperatura hasta fracciones de grados. Todo esto es posible debido a los instrumentos que empleamos. Un buen investigador comprende cabalmente las limitaciones de los ins-

¹ Young, G. *Nat Geographic* 1983, 164, 686.

trumentos, el alcance de los datos, y el significado de la información resultante.

La ciencia es una actividad social. Estar actualizado significa que debemos leer continua y críticamente publicaciones científicas, asistir a encuentros técnicos y conferencias, buscar oportunidades para discutir con otros investigadores y pasar los años sábiticos en otras instituciones. Mediante estas actividades pueden florecer nuevas actividades, se pueden perfeccionar técnicas y experimentos, y se puede analizar la información más apropiadamente.

Si bien la **honestidad** es una virtud de toda la humanidad, es esencial para el científico. Un investigador nunca debe ceder a la tentación de alterar los resultados o exagerar beneficios en aras de alcanzar un mayor impacto. Puesto que, como he dicho, el conocimiento científico es acumulativo, la deshonestidad puede desviar a futuros investigadores. Es más fácil sorprender a los embusteros en ciencia que a charlatanes como aquel artista contemporáneo que afirmaba haber "hallado" ciertos lienzos pintados por el holandés del siglo XVII Jan Vermeer. Teñir lomos de ratones y sostener que se ha hecho un importante hallazgo en biotecnología puede ser rápidamente descubierto en cuanto se sepa que los datos han sido falseados, y el culpable, cualquiera que haya sido su motivación, es aislado de la comunidad científica.

Desde luego, cierta información falsa se debe no a la codicia, sino a explicaciones alternativas o modelos inapropiados.

La honestidad es algo más que ausencia de charlatanería. También exige que el investigador otorgue el crédito justo a sus colegas y ayudantes por su ayuda al obtener cualquier información, y que proporcione las citas de todas las referencias bibliográficas significativas.

Finalmente, la **destreza**. Un investigador de laboratorio debe tener algunas habilidades manuales para efectuar adecuadamente los experimentos involucrados en la mayoría de los proyectos. Esto no excluye a los minusválidos de aspirar a una carrera productiva en ciencia. Uno de los editores de la revista *ChemTech* me hizo saber que uno de sus estudiantes, víctima de miastenia gravis, se graduó en la universidad con los más altos honores y fue a Princeton a obtener su doctorado en Química. Eran las manos de su esposa las que maniobraban en el laboratorio.

La destreza no sólo nos permite instalar aparatos complicados, sino el manejo seguro de reactivos. Un buen investigador en el laboratorio mantiene su mesa de trabajo limpia y considera los riesgos inherentes de la experimentación.

Un buen investigador necesita unir la curiosidad de un niño con la perseverancia y una personalidad altamente moral. Sólo entonces puede alcanzar con éxito los confines del conocimiento.

Reconocimientos

El autor está en deuda con Ernest L. Eliel por su estímulo y por su lectura crítica de este artículo. Algunas de las ideas expresadas por Joseph F. Bunnet en recientes editoriales publicadas en *Accounts of Chemical Research* lo han enriquecido.

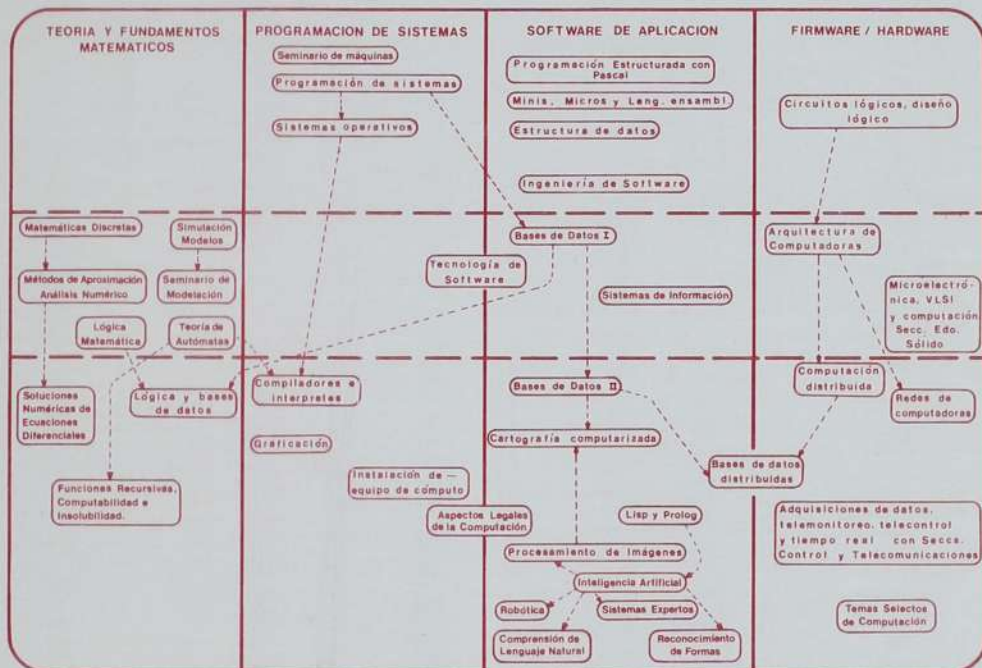




CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN

LA SECCION DE COMPUTACION DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA INVITA A LAS PERSONAS INTERESADAS EN CURSAR ESTUDIOS DE:

MAESTRÍA EN CIENCIAS. COMPUTACIÓN, SUS USOS Y TECNOLOGÍAS



CURSOS DE EDUCACION CONTINUA

- * CURSOS SUELTOS PARA EGRESADOS
- * CURSOS DE PREPARACION/NIVELACION
- * CURSOS DE ACTUALIZACION
- * CURSOS DE ESPECIALIZACION

CONDICIONES DE ADMISION

* PARA EL PROGRAMA DE MAESTRIA:

- * SER PASANTE O TITULADO A NIVEL PROFESIONAL (LICENCIATURA), PREFERIBLEMENTE EN LAS AREAS DE INFORMATICA, INGENIERIA O CIENCIAS EXACTAS.
- * APROBAR EXAMEN DE ADMISION (INDIVIDUAL Y PUEDE PRESENTARSE EN CUALQUIER FECHA).
- * DISPONIBILIDAD DE TIEMPO COMPLETO (CUATRO O MAS CURSOS POR CUATRIMESTRE)

* PARA LOS PROGRAMAS DE DIPLOMA Y EDUCACION CONTINUA:

- * SER PASANTE O TITULADO A NIVEL PROFESIONAL (LICENCIATURA), PREFERIBLEMENTE EN LAS AREAS DE INFORMATICA, INGENIERIA O CIENCIAS EXACTAS.
- * PRESENTAR UN EXAMEN DE ADMISION (INDIVIDUAL Y PUEDE PRESENTARSE EN CUALQUIER FECHA).
- * PAGAR EL COSTO DE INSCRIPCION DE CADA UNO DE LOS CURSOS.

EXAMENES DE ADMISION

PUEDEN PRESENTARSE EN CUALQUIER FECHA PREVIA CITA.

FECHAS DE SELECCION

28 DE MAYO '87 31 DE MAYO '88
7 DE AGOSTO '87 12 DE AGOSTO '88
17 DE SEPTIEMBRE '87 15 DE SEPTIEMBRE '88

INICIO DE LOS PROGRAMAS

24 DE AGOSTO '87
4 DE ENERO '88
29 DE AGOSTO '88

PARTICIPACION EN PROYECTOS DE APLICACION

- * CONSTRUCCION DE SISTEMAS EXPERTOS
- * SOFTWARE PARA MICRO-SEP
- * DISEÑO DE CIRCUITOS VLSI
- * MANIPULADORES MECANICOS Y ROBOTS
- * REDES DE DATOS
- * CONTROL SUPERVISORIO

MAESTRIA EN COMPUTACION

- AREAS DE ESTUDIO:
- * RECONOCIMIENTO DE FORMAS
 - * PROGRAMACION DE SISTEMAS
 - * SOFTWARE DE APLICACIONES
 - * FIRMWARE / HARDWARE
 - * ROBOTICA
 - * TELEINFORMATICA

OTRAS MAESTRIAS EN CIENCIAS

- * EN LA ESPECIALIDAD DE MATEMATICAS
 - * EN LA ESPECIALIDAD DE ING. ELECTRICA CON OPCION EN:
CONTROL AUTOMATICO
COMUNICACIONES
FISICA ELECTRONICA (SEMICONDUCTORES)
- Con énfasis en Computación

